

Werk

Titel: Die paläozoische Bewegungen

Jahr: 1931

PURL: https://resolver.sub.uni-goettingen.de/purl?251726223_1931_0003|log9

Kontakt/Contact

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

✉ info@digizeitschriften.de

kontakte und den Funden einiger weniger silurischer Fossilien kein wesentliches stratigraphisches oder tektonisches Ergebnis gezeitigt. Mit dem Erliegen des Bergbaus ruhte auch die geologische Durchforschung des Sarrabus. — Erfolgreicher waren gelegentliche Untersuchungen im benachbarten Gerrei: Nach LOVISATO's Clymenienfunden gelang es TARICCO und GORTANI, an mehreren Stellen Brachiopoden des höheren Untersilurs und Graptolithen des Obersilurs aufzufinden. Tektonische Untersuchungen unterblieben jedoch in diesen Gebieten.

Aus den paläozoischen Gebieten Nordsardiniens sind nur ganz vereinzelt Crinoiden, Orthoceren oder Tentaculiten bekannt geworden. Im allgemeinen sind die Sedimente mehr oder minder metamorph und derart von Graniten durchsetzt, daß stratigraphisch-tektonische Arbeiten vorerst wenig lohnend erscheinen.

Ich habe mich daher auf den Süden beschränkt und versucht, hier zur Klärung folgender Fragen von allgemeinem Interesse beizutragen:

Zunächst hinsichtlich des Alters der Faltung. Nach NOVARESE und TARICCO soll im Iglesiente das Silur auf steilgestelltem Kambrium transgredieren. Das ist auffällig; denn gleichaltrige Bewegungen dieses Ausmaßes sind sonst bislang nirgends bekannt geworden. Da auch das Silur noch gefaltet ist, erhebt sich weiter die Frage, wann diese jüngeren Bewegungen eingesetzt haben. Sind sie kaledonisch, wie GORTANI meint, oder variscisch?

Welcher Art waren ferner diese Bewegungen, waren sie etwa gegen Süden gerichtet, sodaß das sardische Paläozoikum schon dem Südstamm der Varisciden bzw. Kaledoniden angehört? Deutet sich die Nähe eines südlichen Vorlandes auch durch Sedimentschüttung und dergl. an? — Und schließlich galt es noch zu entscheiden, wann das Paläozoikum Sardiniens zu dem sardischen Block verschweißt und versteift wurde, wie alt und welcher Art die jüngeren Bewegungen sind und ob sie noch irgendeine Beziehung zu den älteren erkennen lassen.

I. Die paläozoischen Bewegungen.

A. Tritt ein vorkambrisches kristallines Grundgebirge auf Sardinien zutage?

Diese Frage ist früher von BORNEMANN, LEPSIUS und LOVISATO bejaht worden, und auch heute noch findet man auf geologischen Übersichtskarten weite Gebiete Sardiniens als vorkambrisches Kristallin bezeichnet.

In der Tat ist der Gegensatz zwischen den Gneisen, Marmoren und Phylliten im nordöstlichen Sardinien und den nicht metamorphen, fossilreichen Sedimenten im Süden der Insel — man denke nur an die Archäocyathinenkalke von S. Pietro und die Graptolithenschiefer von Goni — zunächst recht auffällig. Jedoch ist es trotz aller Nachforschungen bisher nicht gelungen, eine scharfe Grenze zwischen dem Paläozoikum des Südens und der metamorphen Serie des Nordostens festzustellen oder gar ein Basalkonglomerat des Paläozoikums aufzufinden. Statt dessen mehren sich von Jahr zu Jahr Beobachtungen, die einen allmählichen Übergang andeuten. Konnte doch schon KOENIGSBERGER (S. 301 ff.) darauf hinweisen, daß die silurischen Tonschiefer des östlichen Hochlandes nach Norden zu mehr und mehr phyllitisch werden und schließlich in echte Glimmerschiefer und Gneise übergehen.

Noch wichtiger waren gelegentliche Fossilfunde im angeblichen Huron, da sie zeigen, daß wenigstens ein Teil der Phyllite und Marmore nachkambrischen Alters ist. So fand z. B. TARICCO (1913) nördlich von Baunei Orthoceren. Auch in den Marmoren von Corr' é Boi bei Villagrande sind vor einigen Jahren Crinoiden entdeckt worden (TESTA 1922). Und selbst da, wo Fossilien noch nicht bekannt geworden sind, erinnert doch die Folge Kalke und Phyllite in Wechsellagerung über mächtigen Grauwacken ganz an die Gliederung des benachbarten Silurs von Gadoni und des M. S. Vittoria bei Esterzili. So liegen z. B. unter der Orthocerenkalkserie von Baunei dunkelblaue, phyllitische Tonschiefer, die auffallend denen gleichen, welche in der Gerreimulde das Liegende der obersilurischen Orthocerenkalke bilden und eine Fauna des Oberen Ordoviciums führen. Unterlagert werden sie hier wie dort von mächtigen Grauwacken.

Auch in dem Granit-durchtränkten „Huron“ BORNEMANN'S (1881 S. 225) sind zwar bislang keine Fossilien gefunden worden, doch läßt sich leicht zeigen, daß diese Quarzite und Schiefer des nördlichen Igliesiente nicht dem Algonkium, sondern dem jüngeren Paläozoikum angehören, da sie nördlich vom Fluminimaggiore transgredierend das Gotlandium überlagern. Ihr metamorpher Habitus ist lediglich auf den Kontakt an einem variscischen Granit beschränkt.

Die Phyllite und Marmore Sardiniens sind somit wenigstens zum Teil umgewandeltes Paläozoikum. Welches Alter haben nun die Gneise?

Da ist vor allem darauf hinzuweisen, daß es sich stets nur um sehr kleine Vorkommen handelt, die auf die Kontaktzone der Granite beschränkt sind. Sie stellen offenbar eine Randfazies des aufsteigenden Magmas dar; derartige Bildungen beschrieb be-

reits LAMARMORA am Kap Figari, wo sich alle Übergänge von Granit in Gneis nachweisen lassen sollen. Auch vom Granit der Gallura sagt er, daß er stellenweise eine Art Schichtung zeige. Ebenso beobachtete BLENGINO (S. 163) bei Orune entlang dem Kontakt eines Granitmassivs einen Gneisstreifen.

Gelegentlich hat auch das Magma die Schiefer aufgeblättert und injiziert, sodaß es zur Bildung von Mischgneisen gekommen ist, wie ich es am Kontakt des Granites von Arbus in der Region Bidderdi auf kürzere Erstreckung hin beobachtete. Da die Granite karbonischen Alters sind (s. S. 34), so können auch die Gneise nur paläozoischen Alters sein.

Es ergibt sich also, daß sie wie die Phyllite und Marmore nicht das Liegende des Paläozoikums, sondern seine metamorphe Fazies darstellen¹⁾. Keine Beobachtung deutet bislang an, daß Praekambrium auf Sardinien zutage tritt.

B. Epirogene Bewegungen im Kambrium.

1. Das Kambrium des Iglesiente.

a) Der Cabitzaschiefer.

Wie NOVARESE gezeigt hat, tritt als tiefstes Glied des sardischen Kambriums der Cabitzaschiefer zutage. Es sind Tonschiefer mit feinsandigen Lagen. Wenn sie auch nicht i. e. S. geschiefert sind, so werden sie doch von zahllosen, mehr oder weniger parallelen Schubklüften durchsetzt. Im Gegensatz zu diesen „bruch“- bzw. „rauh“-geschieferten tieferen Partien des Cabitzaschiefers sind die höheren unter dem schützenden Dach des Erzkalkes fast ungeschiefert geblieben. Es sind rote und gelbliche, tonig-kalkige Gesteine mit Trilobiten des Unteren Mittelkambriums (Zone des *Paradoxides rugulosus*). Nach den Bestimmungen von POMPECKJ, dem das reiche Material von EBERHARD FRAAS vorlag, finden sich

Paradoxides mediterraneus POMPECKJ (cf. = *rugulosus* BERGERON),

Conocoryphe héberti MUN.-CHAL. et I. BERG.

sowie „ *levyi* MUN.-CHAL. et I. BERG.

Da die Fossilien wenige Meter unter dem Erzkalk liegen, ist es möglich, daß die Cabitzaschiefer, die mindestens 2—300 m mächtig sind, z. T. dem faunistisch allerdings noch nicht nachgewiesenen Unterkambrium angehören.

Durch allmähliche Zunahme des Kalkgehaltes entstehen aus

1) Es verdient hervorgehoben zu werden, daß bereits LAMARMORA dieses klar erkannt hat.

den Tonschiefern Kalkschiefer, die in den eigentlichen Erzkalk überleiten²⁾. Sie gleichen den bitumen- und schwefelkiesreichen, fossilarmen Kalksedimenten, die sich so häufig zwischen eine Kalk- und eine Tonserie einzuschalten pflegen. Diese völlige petrographische Übereinstimmung der Kalkschiefer mit nicht durchbewegten Sedimenten weist ebenso wie das Fehlen phyllitischer Substanz und die Beschränkung auf Gebiete ruhiger Tektonik darauf hin, daß die Kalkschiefer nicht als geschieferte Erzkalke aufgefaßt werden dürfen. Die Kalkschiefer sind ungeachtet mancher intensiver Stauchungen ein Sediment und kein tektonisches Produkt, und die Paradoxidesschiefer sind damit das normale Liegende der Archäocyathinen-führenden Erzkalke.

b) Der Erzkalk.

Der Erzkalk des Iglesiente ist schwer zu beschreiben; denn zu verschiedenartig sind die Umwandlungen, die er durchgemacht hat. Bald ist er dolomitisiert, bald verkieselt oder mehr oder weniger vererzt.

Wo der Bergbau gute Aufschlüsse geschaffen hat, wie nördlich von Nebida, kann man im Erzkalk ausgewalzte Schieferkeile beobachten. Sie zeigen, daß er verschuppt ist und daß die scheinbar so große Mächtigkeit sich tektonisch erklärt. Ursprünglich mag der Erzkalk vielleicht nur 2—300 m mächtig gewesen sein.

Was seine Entstehung anbelangt, so hat man den Erzkalk wegen der Archäocyathinen, die sich als die einzigen schlecht erhaltenen Fossilien nicht selten finden, zuweilen als ein Archäocyathinenriff aufgefaßt. Da aber m. W. an keiner Stelle eine Verzahnung mit mergeligen Sedimenten, Übergußschichtung oder dergleichen beobachtet werden konnte, so scheint der weit verbreitete Erzkalk nie als Riff über seine Umgebung emporgeragt zu haben, — vielmehr ist anzunehmen, daß flache Rasen von Archäocyathinen sich gelegentlich in kalkgesättigtem Seichtwasser ausgebreitet haben.

Über das genauere Alter des Erzkalkes sagen die Archäocyathinenreste nichts aus; doch da er jünger ist als die Schichten mit *Paradoxides mediterraneus* und älter als die mit *Olenopsis*, so muß er dem Mittleren Acadian angehören.

²⁾ Schön erschlossen ist der Übergang z. B. im Eisenbahneinschnitt bei Catizza, wo ich folgendes Profil beobachtete:

Erzkalk,
Kramenzalk,
kalkige Schiefer mit tonigen wechsellagernd,
Tonschiefer.

c) Die Grauwacken und Kalke mit *Olenopsis* und *Giordanella*.

Die weitaus größte Verbreitung haben im Iglesiente die Schichten mit *Olenopsis* und *Giordanella*, die das höchste Mittelkambrium auf Sardinien vertreten. Es sind viele hundert Meter mächtige Grauwacken und Quarzite mit nicht seltenen Einschaltungen von Schiefern und (z. T. oolithischen) Kalken. Geschützt durch die versteifenden Quarzitbänke sind die Fossilreste der Schiefermittel wohl erhalten geblieben. Die reiche Fauna, die BORNEMANN einst beschrieb, stammt ausschließlich aus diesen hohen Teilen des sardischen Acadians. Hierher gehören auch die Archäocyathinenkalke von S. Pietro. Das ist von besonderem Interesse, weil die Archäocyathinenkalke Spaniens meist dem Unterkambrium zugerechnet werden. (Vgl. LOTZE, S. 68 f.)

Da — vielleicht mit Ausnahme des Cabitzaschiefers — die mittelkambrischen Sedimente Sardiniens sämtlich Seichtwasserbildungen darstellen, so muß der Meeresboden hier stetig in einem Gesamtausmaß von mindestens 1000 m gesunken sein.

2. Das angebliche Kambrium des Sarrabus.

TESTA hat neuerdings in einer Reihe von Arbeiten den Nachweis zu erbringen versucht, daß auch im östlichen Hochland das Kambrium weit verbreitet ist. Er stützt sich dabei nicht nur auf petrographische Ähnlichkeiten, sondern auch auf Fossilfunde.

TARICCO hatte nämlich südlich von Villasalto in den Schiefern eigentümliche Runzelungserscheinungen gefunden, die er mit denen verglich, welche FORBES 1844 erstmalig aus dem irländischen Kambrium unter dem Namen „*Oldhamia*“ beschrieben hatte. Bereits FRECH bezweifelte jedoch die organische Entstehung derartiger Gebilde. Der Zweifel wurde dann zur Gewißheit, als O'REILLY sie auch in Eruptivgesteinen Irlands wiederfand. — Weiter soll für Kambrium der Fund von *Palaeophycus plumosus* im Grubenfeld Masaloni und Tacconis sprechen (TESTA 1921, GORTANI 1923, S. 362). Aber auch diese Gattung besagt nichts. Die von TESTA abgebildeten Exemplare sind zunächst einmal ununterscheidbar von *Phycodes circinnatum*, das als eine Leitform des tieferen Untersilurs gilt, da es in Thüringen, in der Montagne Noire und in Cilizien auf diese Schichten beschränkt ist. Das Vorkommen von „*Palaeophycus plumosus*“ könnte also mit der gleichen Berechtigung als Beweis für Untersilur angesehen werden. Jedoch kommen dieselben Gebilde auch in petrographisch ähnlichen Gesteinen jüngerer Formationen vor, nur daß man sie hier mit anderen Namen zu belegen pflegt, wie z. B.: *Dendrophycus triassicus*. Die von TESTA zitierten Funde können also nicht den Beweis für das kambrische Alter dieser Schichten des östlichen Hochlandes erbringen. Wir werden S. 22 sehen, daß die fraglichen Sedimente Monograpten einschließen, und somit dem Oberen Silur angehören.

dies die klar aufgeschlossene Diskordanz einwandfrei³⁾. Die Cabitzaschiefer sind zu engen Falten zusammengepreßt, die mit starkem Axialgefälle unter die Silurkonglomerate tauchen (s. Abb. 3).

Da auch 2 km weiter südlich (quer zum Streichen!) an der Provinzialstraße flachliegende Silurkonglomerate auf steil gestellten Cabitzaschiefern ruhen (vgl. Taf. 2, Fig. 2), so ist die große Diskordanz an der Roia Medau Arrubio mehr als eine lokale Erscheinung. Überdies sind wenig südlich noch die jüngeren Schichten des Mittelkambriums erhalten, die den Kern der großen Kambriummulde von S. Pietro bilden. Zum mindesten der Nordrand der Mulde war also zur Zeit der Silurtransgression steil aufgerichtet.

Der Westrand der Mulde von S. Pietro ist bei Nebida gut aufgeschlossen, aber durch nachsilurische (variscische und tertiäre) Bewegungen erheblich kompliziert worden. Entgegen den Aufnahmen von NOVARESE muß ich den Kontakt Silur-Kambrium hier meist für tektonisch halten. — So soll, um nur einige Beispiele herauszugreifen, nach der Kartierung das Silur auf dem Erzkalkzug

der Monti di Nebida transgredieren, während, wie sich in dem prächtigen Aufschluß im Canale S. Giovanni zeigt, das Silurkonglomerat an einer steilen Aufschiebungsfläche bis zur Unkenntlichkeit zermahlen und durch Thermalwässer entfärbt worden ist.

Auch die Verbandsverhältnisse an der Steilküste südwestlich von Masua, wo grobe, silurische Konglomerate über steilgestellten Cabitzaschiefern liegen, muß ich anders deuten: zwar ist das weit verfolgbare Auflager sehr unregelmäßig gestaltet und das Konglomerat scheint in tiefen Taschen in das Liegende einzugreifen,



Abb. 3. Flachliegende Silurkonglomerate über gestörtem Mittelkambrium.

Östlich von Fluminimaggiore
am Südfuß der Pizzu sa Rocca.

3) Man lasse sich hier nicht voreilig durch eine lokale, aber im Streichen weithin aufgeschlossene Störung, die Silurkonglomerate neben Cabitzaschiefer verwirft, zu der Annahme verleiten, daß der Kontakt stets tektonisch sei. Auch unterscheide man sorgfältig Schieferung und Schichtung im Cabitzaschiefer⁴; beide stehen zwar steil, doch fällt ihr Streichen nicht immer zusammen.

doch ergibt sich bei näherer Betrachtung, daß die scheinbare Transgressionsfläche nur der Anschnitt einer steilen Bewegungsbahn ist, an der die Schiefer gestaucht und die Gerölle des Konglomerats messerscharf abgeschnitten sind.

Immerhin zeigen die zahlreichen Schieferscherben im Konglomerat, daß dieses auch an der Westküste auf Cabitzaschiefer übergreift. Da im Westen, Norden und Osten noch Erzkalke erhalten sind, transgrediert das Silur hier somit über einen Sattel. — Er bildete anscheinend damals wie heute eine Art Wanne, die den Schutt der umliegenden, steilen Erzkalkklippen auffing: So dürfte sich die ungewöhnliche Mächtigkeit der basalen Konglomerate sowie die Größe und Eckigkeit ihrer Komponenten erklären. Erreichen doch die Kalktrümmer in der Klippe nördlich des Porto Ferro eine Größe von über 2–300 cbm, sodaß sie, von ferne gesehen, in der Tat für anstehenden Erzkalk gehalten werden können, als welcher sie in der geologischen Karte eingetragen sind. Aber schon die Schieferscherben, in denen diese Brocken eingebettet liegen, zeigen, daß die Kalke umgelagert sind und daß man sie wohl als einen fossilen Küstenabhangeschutt auffassen muß (vgl. Taf. 2, Fig. 1).

In den Aufschlüssen an der Straße Fontanamare-Nebida könnte man zunächst im Zweifel sein, ob ein tektonischer Verband vorliegt, da der Schiefer auch in nächster Nähe des Kontaktes nicht ver-ruschelt ist. Andererseits spricht jedoch das Abstoßen der Gerölle an der fast senkrecht einfallenden Grenze für eine Störung. Diese Deutung wird durch das Verhalten des auflagernden Eozäns bestätigt: die gleiche tertiäre Schichtfolge liegt auf dem Silurkonglomerat etliche Meter höher als auf den kambrischen Schichten, was nur z.T. auf die Ausfüllung einer im Cabitzaschiefer gelegenen Senke zurückgeführt werden darf (vgl. Abb. 4 oben).

Haben sich an diesen Stellen, denen man leicht weitere hinzufügen kann, auch die angeblichen Transgressionsdiskordanzen als Störungen erwiesen, so zeigt doch schon der Aufschluß an der Straße südlich von Nebida, daß die Verwürfe oft nur geringes Ausmaß haben; denn die Zusammensetzung des Silurkonglomerates aus aufgearbeiteten Cabitzaschiefern beweist ja, daß zur Zeit der Transgression der Cabitzaschiefer auch in diesem Sattelkern bereits freigelegt war. Da weiter nördlich das Fallen der Schiefer stets das gleiche bleibt, so darf man wohl annehmen, daß sie schon vor dem Arenig mit 45° zur Küste einfielen.

Mit dieser Folgerung stimmt überein, daß meerwärts am M. Avanta bei Nebida das Silur über jüngeren Schichten trans-

gredierte: seine Brekzien liegen auf Erzkalk, dessen Schutt die tiefsten Lagen erfüllt. Blöcke von cbm-Größe sind häufig, wenn sie auch nicht so groß werden wie in den Riesenbrekzien südlich von Masua. — Die Transgressionsfläche selbst ist sehr unregelmäßig: In tiefen Taschen greifen die Brekzien in den Kalk bzw. Dolomit ein, der offenbar nach der Heraushebung (infolge der spätkambrischen Orogenese) weitgehend verkarstet und mit Roterde bedeckt war; sind doch auch die Transgressionsgesteine des Silurs reich an rotem, tonigem Zement, dessen Eisengehalt sich zu kleinen Erzknollen zusammenballt.

Dank der unregelmäßigen Gestaltung der Transgressionsfläche ist sie bei den späteren Bewegungen verhältnismäßig selten zu einer Scherfläche umgewandelt worden, sodaß der ursprüngliche Verband auch andernorts noch zu beobachten ist: So ist am M. Corrente östlich von Fontanamare das Auflager silurischer Brandungsbrekzien mit cbm großen Blöcken über mittelkambrischen Erzkalken gut aufgeschlossen. Aber auch im Süden des M. Lisau bei Gonnesa läßt sich das taschenartige Eingreifen des Silurs in den Erzkalk prächtig studieren (s. Abb. 5 unten). Das ist von besonderem Interesse, weil nördlich noch die jüngeren Grauwacken mit *Giordanella* und *Olenopsis* erhalten sind, während südlich das Silur anscheinend bereits auf den tiefsten Schichten des sardischen Kambriums ruht. Auch die Mulde östlich von Gonnesa war also bereits vor der Silurtransgression klar erkennbar. — Wäre überhaupt der Falten-

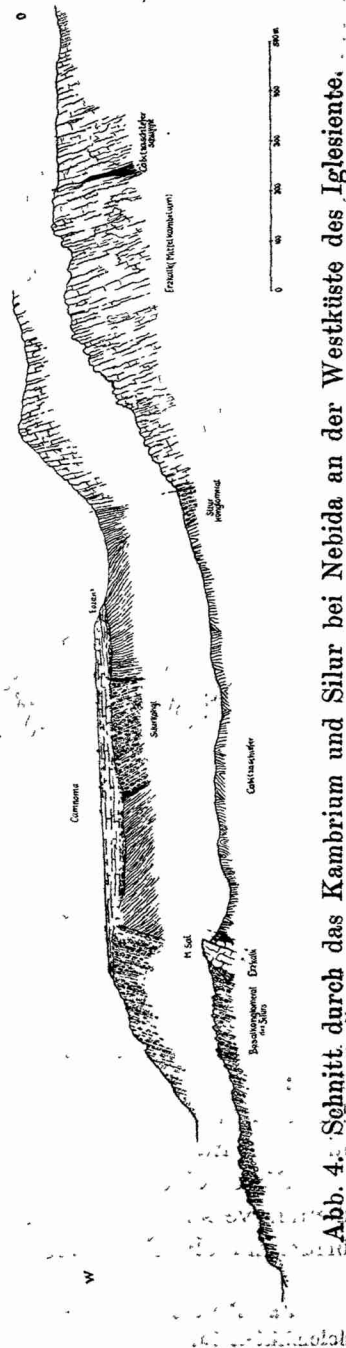


Abb. 4. Schnitt durch das Kambrium und Silur bei Nebida an der Westküste des Iglesiente.

bau des Kambriums im wesentlichen erst nach dem Silur entstanden, so müßte auch das Silur im Fortstreichen der Mulden und Sättel eine entsprechende Faltung zeigen. Da das nicht der Fall ist, so kann der isoklinale Faltenbau nur durch die spätkambrische Orogenese geschaffen sein.

Um so merkwürdiger ist es, daß die kambrischen Sättel von Cabitza und südöstlich von Gonnesa untertauchen und die Mulde nordöstlich von Gonnesa sich heraushebt, sobald sie der großen Flexurzone nahen, in der das Silur bis zur Überkipfung aufgerichtet ist und die auch in der jungen (tertiären) Tektonik noch eine große

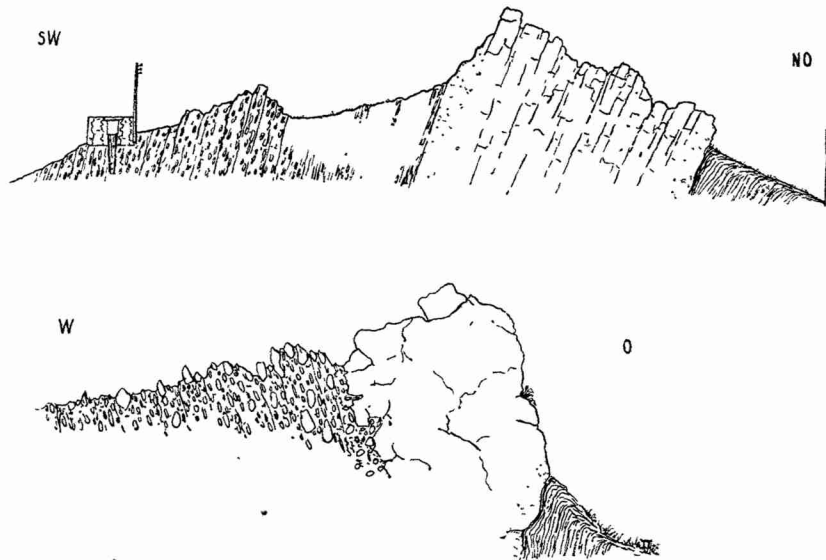


Abb. 5. Transgression des Silurs auf Resten von Erzkalk.

Unten: südlich des M. Lisau bei Gonnesa,
oben: zwischen Gonnesa und Monteponi.

Rolle spielt. Die Folge dieses plötzlichen Ausklügens der vorsilurischen Falten ist die Tatsache, daß das Silur im wesentlichen stets auf Erzkalk ruht. Immer wieder begegnen wir dem gleichen Bild: Küstenwärts legen sich steilauferichtete bis schwach überkippte Silurkonglomerate über eine geringmächtige Erzkalkklippe, die landeinwärts von Cabitzaschiefern unterlagert wird^{3a)}

Diese eigenartige Tatsache möchte ich folgendermaßen zu deuten versuchen: Die vorsilurischen Bewegungen, die das Kambrium in steile Faltenzüge gelegt haben, waren südwärts gerichtet,

3a) Diese sind meistens vom Kalk abgeschert worden, der an der Störung dolomitisiert ist.

wie die häufige Überkipfung nach dorthin zeigt. An einer großen, annähernd nord-südlich verlaufenden Störungsstaffel, die auch späterhin wiederholt sich bemerkbar machte, wurde die Südbewegung der Faltenzüge gebremst, sie wurden randwärts geschleppt und zusammengerafft (wobei sie zum Teil auch nach Westen überkippt wurden), sodaß die großen Mulden und Sättel rasch an Ausmaß verlieren und verklingen.

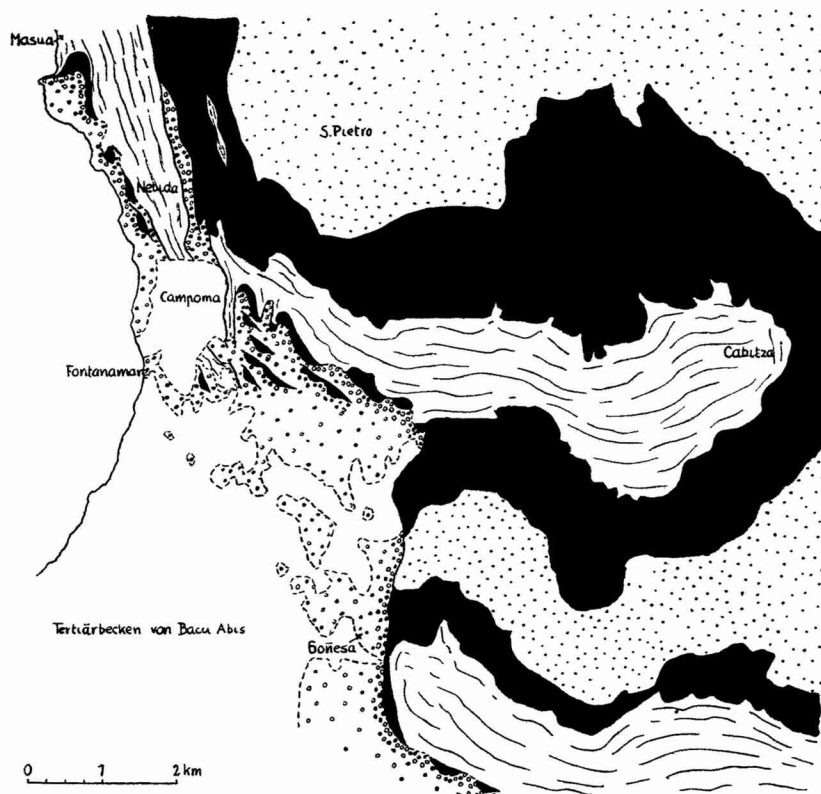


Abb. 6. Der vorsilurische Faltenbau an der Westküste Sardinien. Nach den Aufnahmen NOVARESE'S, TARICCO'S u. a.; etwas geändert.

Gestrichelt: Cabitzaschiefer, schwarz: Erzcalc, punktiert: Grauwacken, gekringelt: Silur.

Wann diese Bewegungen einsetzten, ist schwer festzustellen, da das Obere Kambrium bislang in Sardinien nicht nachgewiesen werden konnte. Vielleicht ist schon die Sandschüttung im höchsten Acadian auf die ersten schwachen Vorläufer der späteren Orogenese

nese zurückzuführen. Beendet war diese jedenfalls schon vor der Ablagerung der Basalschichten des Silurs, die sehr wahrscheinlich dem Arenig⁴⁾ angehören.

D. Epirogene Bewegungen im Silur und Devon.

1) Das Silur des westlichen Hochlandes.

Arenig.

Dem Arenig dürften die Basalkonglomerate des Silurs angehören. Ihre Zusammensetzung wechselt mit dem Untergrund. Es sind alle Schichtglieder des Kambriums aufgearbeitet; dagegen sind Gneise und Glimmerschiefer, überhaupt Gesteine, wie wir sie

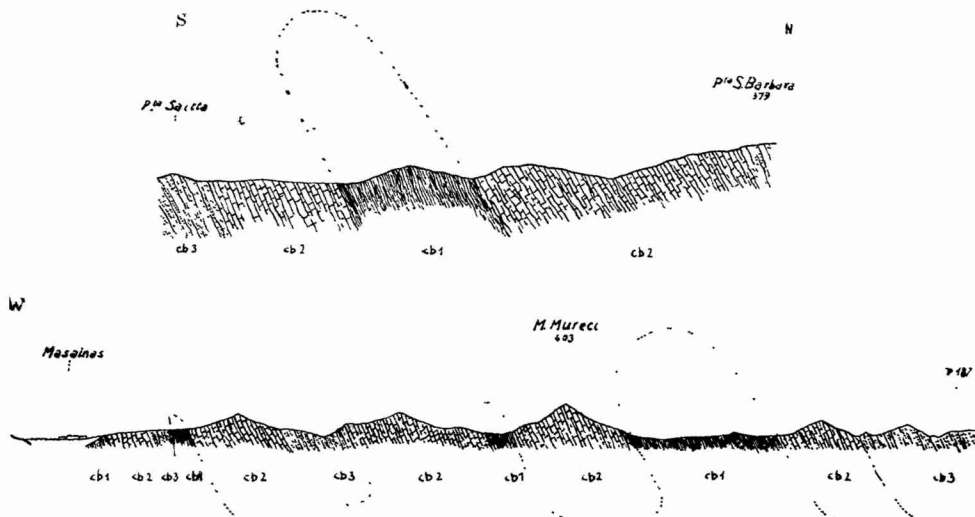


Abb. 7.

Profile durch den vorsilurischen Faltenbau des südlichen Iglesiente.
(Nach TARICCO.)

cb 1: Cabitzaschiefer, cb 2: Erzkalk, cb 3: Grauwacken.

unter dem Kambrium erwarten dürfen, bislang nicht gefunden worden, ein Zeichen, daß die spätkambrische Orogenese zu keiner bedeutenden Heraushebung geführt hat. Die Mächtigkeit der Basalkonglomerate schwankt beträchtlich und hängt offenbar mit der

4) Man möchte zwar in den „Seisti a *Dictyonema*“ zunächst Tremadoc vermuten, doch hat VINASSA DE REGNY jüngst gezeigt, daß die angebliche *Dictyonema* gar kein Graptolith, sondern eine Bryozoe ist. Da sie zudem mit typischer Caradocfauna vergesellschaftet ist und hoch oben im Ordoviciun auftritt, so können die betreffenden Schichten keineswegs ins Tremadoc gestellt werden.

Oberflächengestaltung des unter dem vorrückenden Silurmeer begrabenen Festlandes zusammen: Wo die Konglomerate über Erz-
kalk oder über Cabitzaschiefer liegen, sind sie nur wenig mächtig,
— wo aber das Liegende wechselt und Kalk an Schiefer stößt,
schwillt die Mächtigkeit plötzlich bis zu 100 m an und stellen
sich Riesenbrekzien ein⁵⁾. Die Steilstufen des untergetauchten Fest-
landes lieferten eben noch so lange Schutt, bis alle Reliefunter-
schiede ausgeglichen waren.

Auffällig ist die Fossilarmut dieser Schichten, die mit einer
späteren Durchbewegung m. E. nichts zu tun hat; denn das Kon-
glomerat ist, soweit ich gesehen habe, nicht geschiefert, wie man
immer wieder liest, sondern schiefrig, weil flache Schieferscherven
aufeinander geschichtet sind. So kann also die Fossilarmut nur
auf die schlechten Lebensbedingungen für schalentragende Tiere
zurückgeführt werden. Tatsache ist jedenfalls, daß aus den grauen
und roten Letten, die mit den Konglomeraten wechsellagern, bis-
lang nur Phyllocariden (*Ceratiocaris*, *Cariocaris* und *Lingulocaris*)
bekannt geworden sind. Wie weit diese Formen allerdings zu
einer genauen Datierung der basalen Schichten des Silurs ge-
eignet sind, muß dahingestellt bleiben. Da sie sich jedoch 800 m
unter dem einwandfreien Oberen Ordoviciem finden, liegt es nahe,
sie mit den grobklastischen Bildungen zu vergleichen, die sich so
häufig im Arenig einstellen, — es sei nur an den weitverbreiteten
Armorikanischen Sandstein erinnert.

Llandeilo.

Als die tonig-sandigen Sedimente im Hangenden der Konglo-
merate sich ablagerten, waren die Reliefunterschiede bereits aus-
geglichen; damit hört die Einschwemmung von Terra rossa auf,
und die Rotfärbung der Sedimente weicht einem eintönigen Grau.
Der Detritus kommt fernher und ist weniger grob. Er dürfte je-
doch gleichfalls in seichtem Wasser abgelagert sein, wenigstens
finden sich nicht selten Stielglieder von Seelilien, die durch ihre Größe
und Dicke auffallen; auch fehlen Graptolithen und Cephalopoden
vollständig, nur einige Brachiopoden (darunter besonders häufig
eine *Lingula*) sowie vor allem Trilobiten (*Asaphus nobilis*, *Dalma-
nites* und *Trinuclaus*) finden sich nach längerem Suchen. Über
das genauere Alter der Sedimente sagt leider auch diese Fauna

5) Der gleichen Erscheinung begegnet man ja häufig. Besonders klar ist sie
bei der Oberkreidetransgression im nördlichen Etschbuchtgebirge der Südalpen
und der Eozäntransgression im östlichen Sardinien zu beobachten.

nichts aus; doch da sie noch einige 100 m unter dem sicheren Oberen Ordovicium liegt und andererseits bestimmt dem Silur angehört, so glaube ich NOVARESE, TARICCO und GORTANI, die diese Schichten ins Llandeilo stellen, beipflichten zu dürfen.

Das Obere Ordovicium.

Die tonig-sandigen, festen Gesteine des Llandeilo gehen allmählich in die mürben, tonig-kalkigen des Caradocs über, in denen sich schon ein gewisser Übergang zu den Schiefen und Kalken des Obersilurs anbahnt. Noch freilich fehlen Graptolithen und Cephalopoden; nur Brachiopoden und Bryozoen häufen sich derart, daß ich an der Bergnase südöstlich von P. 176 bei Flumini im Lauf weniger Stunden zahlreiche wohlerhaltene Exemplare folgender Formen auflesen konnte⁶⁾.

Orthis actoniae SOW.
Orthis menapiae HICK.
Orthis alternata SOW.
Orthis flabellulum SOW.
Orthis actoniae var. *meneghiniana* VIN.
Orthis novaresi VIN.
Orthis nodulata VIN.
Orthis testudinaria DALM.
Orthis elegantula DALM.
Strophomena grandis SOW.
Strophomena sardoa VIN.
Leptaena rhomboidalis WAHL.
Porambonites sp., vier Arten.
Plectambonites transversalis DALM.
Plectambonites sericea SOW.
Retzia barrandei VIN.
Platystrophia lynx EICHW.
Monticulipora petropolitana PAND.
Fenestella sp.

Außer diesen Arten sammelte ich noch zahlreiche Cystoideen, die sich besonders im Hangenden häufen. (Dieser Teil könnte das Ashgill vertreten, wenn auch das Fehlen von Trilobiten einen Entschaid nicht erlaubt).

Derartige fossilreiche Ablagerungen des Oberen Ordoviciums sind im Süden Sardiniens weit verbreitet. Nur wenig unterhalb von meinem Fundpunkt sammelte bereits TARICCO an der Fontana Beliddu zahlreiche Brachiopoden. Besonders bekannt geworden

6) Nach gütiger Mitteilung von Herrn Prof. H. SCHMIDT, der diese sardische Fauna gelegentlich der Bearbeitung seiner entsprechenden Aufsammlungen in den Pyrenäen bestimmte.

durch die Untersuchungen von VINASSA DE REGNY ist die Fauna von Portixeddu (7 km westlich von Flumini), die wohl etwas tieferen Schichten entsprechen dürfte. Auch im westlichen und südlichen Iglesiente verdankt man TARICCO und GORTANI den Nachweis fossilreichen Oberen Ordoviciums.

Diese Schichten, die so reich an Fenestellen und Cystoideen sind, wurden offenbar in verhältnismäßig geringer Meerestiefe sedimentiert. Da wir das Gleiche auch für die tieferen Schichten des Ordoviciums annahmen, so muß der Meeresboden sich dementsprechend dauernd gesenkt haben, und zwar muß das Ausmaß der epirogenen Abwärtsbewegung mehr als 1000 m betragen, wie die Mächtigkeit des Untersilurs zeigt.

Gotlandium.

Den ursprünglichen Verband zwischen Ober- und Untersilur fand ich nicht aufgeschlossen; stets scheint es zu mehr oder minder beträchtlichen Abscherungen gekommen zu sein. Doch darf man wohl mit GORTANI, TARICCO und NOVARESE behaupten, daß die altkaledonischen Bewegungen hier nur sehr gering gewesen sein können; denn nirgendwo ist ein Basalkonglomerat des Obersilurs nachgewiesen und überall ist unter dem Gotlandium noch das fossilreiche Obere Ordovicium erhalten.

Das Llandoverly, dessen Existenz TARICCO durch die Auffindung von *Climacograptus rectangularis*, *Diplograptus palmeus* und *Rastrites* nachwies, setzt sich ebenso wie das Tarannon aus einer Folge von Graptolithen- und Kieselschiefern zusammen, die nur hier und dort kleinere Kalklinsen enthalten. Im Wenlock überwiegen dagegen die kalkigen Sedimente. Sie haben beim Friedhof von Flumini bekanntlich eine reiche Fauna geliefert, die dem böhmischen $e a 2$ entspricht⁷⁾, wie *Monograptus priodon* zeigt. Er ist in diesen Kalklinsen in körperlicher Erhaltung häufig anzutreffen und vergesellschaftet mit *Orthoceras potens*, *transiens*, *dulce*, *pleurotomum* und *bronni*, sowie *Cardiola interrupta*, *gibbosa* und *bohemica* und schließlich *Merista passa* und anderen Brachiopoden. Diese Wenlock-Fauna ist die jüngste sicher datierbare des Silurs im westlichen Hochland; denn das genauere Alter der Kalkschiefer mit *Tentaculites acuaris*, die in einer Mächtigkeit von 20—30 m die Graptolithenschiefer und Orthocerenkalke überlagern, ist noch unbekannt (vgl.

7) HERITSCH hat auf das starke Hervortreten an Zweischalern und Schnecken hingewiesen, das dem im karnischen Kalk entspricht. Die Fauna erscheint nach ihm mit der Kalkfazies früher in Sardinien und den Alpen als in Böhmen.

S. 19). Wo sie auf Graptolithenschiefer ruhen, ist die untere Grenze recht scharf, jedoch stets derart verruschelt, daß es unmöglich ist, etwas über den ursprünglichen Schichtenverband auszusagen. Immerhin spricht das Fehlen von klastischen Sedimenten gegen die Annahme einer größeren Lücke, während an eine merkliche Winkeldiskordanz schon deswegen nicht gedacht werden kann, weil unter den Tentaculitenschiefern überall mehr oder minder mächtiges Obersilur erhalten ist. Überdies haben TARICCO und GORTANI mit Recht darauf aufmerksam gemacht, daß in der Region Cortibakas und am Rio Masa Porcus bei Flumini die Orthocerenkalke anscheinend in Tentaculitenschiefer übergeben: In der örtlich beschränkten Ablagerung des Cephalopodenschills stellen sich zunächst einzelne Lagen toniger Kalkschiefer ein; höher hinauf werden sie häufiger und schließen sich immer enger aneinander, auch nimmt der Reichtum an Tentaculiten zu, sodaß die eigentlichen Tentaculitenschiefer entstehen, deren weite Verbreitung und gleichförmige Ausbildung ebenso wie die ausschließlich planktonische Zusammensetzung der Fauna auf eine Ablagerung im tieferen Stillwasser der Hochsee hinweist.

Es ist also in diesem Falle nicht zugänglich, aus der Sedimentmächtigkeit unmittelbar auf den Betrag der epirogenen Senkung zu schließen. Denn die Tiefwasserfazies der Ablagerung zeigt, daß die Auffüllung nicht mit der Abwärtsbewegung Schritt halten konnte, daß mithin der Senkungsbetrag die Sedimentmächtigkeit übertrifft.

2. Das Silur des östlichen Hochlandes.

Wir, haben bislang nur von sinkenden Räumen gesprochen, und doch muß ja irgendwo und wahrscheinlich gar nicht sehr fern ein Gebiet liegen, das ständig aufstieg und seinen Schutt in die Senken schüttete. Wo liegt dieses Gebiet? Ist es etwa ident mit dem Rahmen, gegen den die Südwärtsbewegung der kambrischen Falten drängt?

Die Literatur vermochte mir darüber keine Auskunft zu geben. Soweit das Obersilur auf Sardinien bislang bekannt war, entsprechen die petrographische Ausbildung und faunistische Zusammensetzung durchaus der altbekannten im Fluminese: Noch hoch im Norden hatte TARICCO bei Gadoni und Baunei Graptolithenschiefer und Orthocerenkalke aufgefunden und auch im Südosten (im Gerrei) bei Ballao und Muravera die gleiche Schichtfolge festgestellt. Ihre spezielle Gliederung bei Goni ist GORTANI zu verdanken. Über den tonigen Gesteinen des Oberen Ordoviciums mit *Orthis actoniae* und *patera* wies er Llandovery nach (mit *Climacograptus*

scalaris und *Diplograptus tamariscus* und *serratus*), das seinerseits von Graptolithenschiefern⁸⁾ und Orthocerenkalken des Tarannon und Wenlock bedeckt wird. Den Abschluß bilden auch hier kalkige Schiefer, in denen ich bei S. Nicolo-Gerrei und Silius neben Trilobitenresten zahllose Exemplare von *Tentaculites acuarius* fand⁹⁾.

So schien wenig Aussicht vorhanden zu sein, durch Nachweis und Verfolgung von Faziesdifferenzen im höheren Silur die Frage nach einem südlichen Vorland lösen zu können. Wenn irgendwo, dann konnte nur noch im äußersten Südostens Sardiniens — im Sarrabus — sich eine küstennähere Fazies einstellen. Und da war mir folgendes beim Studium der Literatur aufgefallen: Südlich des großen untersilurischen Grauwackensattels des Serpeddi hatte GORTANI bei Tuviois Caradoc nachgewiesen. Es war also anzunehmen, daß dort der Sattel untertauchte und sich eine Obersilurmulde anschloß, zumal graphitische Schiefer und Kalke vereinzelt von dort bekannt geworden waren. Trotzdem sollte nach TESTA und GORTANI gerade da der Eophytonsandstein des Oberen Kambriums bezw.

8) Die eigentlichen Graptolithenschiefer sind schwarze, pyritreiche Pelite, die bei der Verwitterung ausbleichen und in papierdünne Blättchen zerfallen. Meist enthalten sie aber auch fingerdicke, radiolarienreiche Hornsteinlagen, die bei der Verwitterung schwarz und fest bleiben, sodaß die Wechsellagerung von Ton- und Kieselschiefern dann sehr auffällig wird.

9) *Tentaculites acuarius* RICHTER ist auch bei Flumini im Iglesiente der weitaus häufigste Tentakulit in den Schiefen über dem e a 2, wo er bereits von BORNEMANN gefunden und als solcher bestimmt worden ist. BORNEMANN glaubte daraufhin die Schiefer ins Devon stellen zu müssen. Am längsten bekannt ist er ja in der Tat aus den heute für Mitteldevon gehaltenen Tentakulitenschiefern Thüringens. Auch im Ural soll er nach KARPINSKY im Unterdevon vorkommen, im Harz hat KAYSER ihn aus dem Hercyn des Scherenstiegs bei Mägdesprung sowie von Wieda bekannt gemacht. (Mir liegt ein Exemplar vor, das Herr Dr. EICHENBERG im Unterkoblenz bei Lauterberg fand und das vollkommen den sardischen Exemplaren gleicht). — Nur an wenigen Stellen soll er auch tiefer vorkommen: REINHARD RICHTER erwähnt ihn aus dem Adrianstal bei Saalfeld und der benachbarten Gissera bei Reschwitz, wo er zusammen mit *Cardiola striata* im Hangenden der Graptolithenschiefer liegen soll. Leider sind die dortigen Aufschlüsse vollständig verfallen. Um so wichtiger erscheint mir, daß nach einer gütigen brieflichen Mitteilung von Herrn HUNDT-Gera im Klosterhammerprofil bei Saalburg *Tentaculites acuarius* bereits in den höchsten Schichten des dortigen Obersilurs auftritt (ich selbst fand ihn dort allerdings nicht). Besonders bedeutungsvoll für einen Vergleich mit Sardinien sind aber die Verhältnisse in Böhmen, wo er nach einer Zusammenstellung von HERITSCH aus dem e γ, f und g bekannt ist, aber nicht aus tieferen Schichten. Man ist also versucht, die Tentaculitenschiefer Sardiniens mit dem Lochkoverkalk Böhmens und den Plattenkalken der Karnischen Alpen zu parallelisieren.

höheren Acadians weit verbreitet sein. Träfe das zu, so sollte man die Basalkonglomerate des Silurs erwarten, aber diese auffälligen Gesteine sind nirgends aufgefunden worden. Und da weiter die faunistischen Beweise für das kambrische Alter der Sandsteine wenig stichhaltig sind, wie wir S. 7 gesehen haben, so lag der Verdacht nahe, daß hier eine sandige, küstennahe Fazies des Ober-silurs vorliegt. Tatsächlich bestätigte sich die Vermutung durch Fossilfunde und genaue Profilaufnahmen.

Als tiefstes Glied des Silurs tritt im Sarrabus eine Grauwackenserie zutage, die mindestens 800 m mächtig ist. Helle, dichte Quarzite wechsellagern mit glatten, leicht phyllitischen Schieferen. Etwa 80 m unter dem Kalk des Oberen Ordoviciums, dem folgenden Schichtglied, stellen sich grobe, weiße Quarzsandsteine ein, in denen ich bei Tuviois zwischen Arcu Porcili und P. 738 folgende Fossilien fand:

Orthis sp.

Scyphocrinus sp.

Caryocrinus sp.

Calymmene cf. *tristani* BROGN.

Trifft die Deutung zu, daß es sich bei der *Calymmene* tatsächlich um die bekannte Form der *Calymmene tristani* handelt, — der Erhaltungszustand erlaubt leider keinen sicheren Entscheid —, so wären die Schichten ins Llandeilo zu stellen, und das ist ja auch wahrscheinlich, da die Grauwacken die Kalke des Oberen Ordoviciums unterlagern.

Durch Abnahme der Korngröße entwickeln sich aus den Sandsteinen schiefrige, tonreiche Gesteine, die — etwa 20 m mächtig — eine Senke zwischen den Quarziten des Mittleren und den Kalken des Oberen Ordoviciums bilden. Diese letzteren sind das auffallendste Schichtglied des Sarrabus. Sie sind grau, etwas flaserig und erreichen eine Mächtigkeit von durchschnittlich 70 m. Wo der Kalkgehalt angelangt ist, sind es mürbe, tonige Gesteine. In ihnen fanden GORTANI bezw. ich bei Tuviois:

Fenestella sp.

Orthis noctilio SHAP.

Orthis porcata M'COY.

Dalmanites sp.

und PERRIER in der Grube Giovanni Bonu:

Caryocrinus ornatus SAY

Echinosphaerites helmasteri HIS.

Es liegt hier also Oberes Ordovicium vor, wobei es dahingestellt sein mag, ob der Cystoideenkalk dem Caradoc oder dem Ashgill angehört.

Eine derart mächtige geschlossene Kalkentwicklung fehlt dem westlichen Hochland und auch dem östlichen weiter im Norden: In der Gerreimulde stellen sich in einem mächtigen Schieferpaket nur hie und da einige Kalkbänke mit den bezeichnenden Fossilien ein, und ebenso herrschen im Iclesiente die Schiefer durchaus vor, wenn auch ein geringer Kalkgehalt unverkennbar ist. — Bemerkenswerterweise suchte ich am südlichen Rand der Sarrabusmulde die Kalke zwischen der hangenden Kieselschieferserie und der liegenden Grauwackenserie vergebens. Vielleicht sind sie tektonisch unterdrückt, doch deutet ihr Fehlen auf eine Erstreckung von mehr als 10 km eher daraufhin, daß sie hier gar nicht abgelagert sind oder aber, daß infolge altkaledonischer Bewegungen hier das Obersilur bereits auf Mittlerem Ordoviciem transgrediert. Mögen spätere Untersuchungen auch die eine oder andere Erklärung wahrscheinlich machen, — sicher ist, daß das Obere Ordoviciem heute im Süden fehlt, dann plötzlich mit einer mächtigen Kalkentwicklung einsetzt und im Norden mehr und mehr tonig wird. Schon diese Tatsache legt die Annahme nahe, daß der Kalkgürtel an die Nachbarschaft einer südlichen Küste gebunden sein könnte.

Doch betrachten wir zunächst noch die Faziesentwicklung des Obersilurs in der Sarrabusmulde: Auf die Kalke legen sich, ohne daß der ursprüngliche Kontakt jemals hinreichend aufgeschlossen ist, blaugraue, schiefrige Tongesteine in einer Mächtigkeit von etwa 80 m. Im Osten des Sarrabus werden sie mehr und mehr sandig, ja am Bruncu s'Omini mortu schalten sich sogar einige Konglomeratlagen ein, die sich aus Schieferscherben und Quarzkieseln zusammensetzen.

Durch Zunahme der kohligen Substanz gehen diese blauen Schiefer in sandig-kieselige Graphitschiefer über, die schwarze Hornsteinlagen einschließen. Während diese Lydite sich weit nach Osten verfolgen lassen und somit treffliche Leithorizonte darstellen, werden die Graphitschiefer bald sandig und gehen in glimmerreiche, grauwackenartige Gesteine über, die östlich des M. Narba auch bis 8 m mächtige Konglomeratlinsen mit Lyditgeröllern enthalten¹⁰⁾.

Da in der Nähe dieses Horizontes sich die angeblich kambrischen Fossilien finden, war die Altersfeststellung der Graphitschiefer wichtig; zwar ergibt sich schon aus der Lagerung, daß diese Gesteine jünger als das Obere Ordoviciem sind, doch bedurfte

10) Da die Komponenten deutlich gerundet sind und mit schräg geschichteten Sandsteinen wechsellagern, so können die Konglomerate keinesfalls als tektonische Brekzien gedeutet werden (vergl. PARNISARI u. TESTA).



Abb. 8. Das Silurprofil bei der Grube Serra s'Illixi im Sarrabus.
 Links: Porphyroid, 1. Grauwacken, 2. Tonschiefer, 3. Cystoideenkalk des Oberen Ordovicium, 4. Ton, 5. u. 6. Kiesel-
 u. Graptolithenschieferlagerungen in Grauwacken, 7. Orthoconglomerate des e β , 8. Sandige Schiefer des Downton.

(378)

es für den einwandfreien Beweis noch der Auffindung von leitenden Fossilien. Nach langem, vergeblichem Suchen glückte es schließlich, in den meist völlig verruschelten Graphitschiefern Monograpten zu finden. Außer mehreren der Art nach nicht bestimm- baren Formen fand sich ein Graptolith mit wohl erhaltenen dornenartigen Zellspitzen aus der Verwandtschaft des *Monograptus sedgwicki* (wahrscheinlich *Monograptus m'Coyi* LAPWORTH [ELLES-WOOD T. 44,9]). Demnach gehören also diese kieseligen Graptolithenschiefer, die nur wenig über dem Oberen Ordovicium liegen, dem oberen Llandovery an.

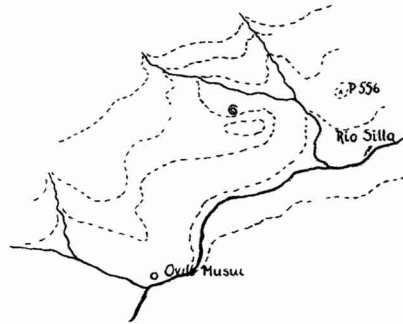


Abb. 9. Lageplan des Monograptensfundpunktes in der Grauwackenserie des Sarrabus 5 km nordwestlich von Burcei.

Über den Kieselschiefer führenden Grauwacken liegt an der Pala Manna eine Linse eines dichten, grauen Flaserkalkes mit zahlreichen Crinoiden und Orthoceren, von denen jedoch nur einer als *Orthoceras dorulites* BARRANDE bestimmt werden konnte. Da diese Form nach der Zusammenstellung von HERITSCH in Böhmen mit Sicherheit nur aus dem e β bekannt geworden ist,

möchte man auch die Kalklinse der Pala Manna dorthin stellen. Die im übrigen Sardinien so weit verbreiteten mächtigen Wenlockkalke fehlen demnach im Süden.

Im Hangenden nimmt der Sandgehalt noch mehr zu, kleine Geröllbänkchen schalten sich ein, die reich an Schalenrümern von Orthiden sind. Dieses ist das jüngste Schichtglied, welches ich in der Sarrabusemulde erhalten fand. Es kann nur jünger als die $e\beta$ -Kalke sein. Andererseits liegt es nahe, in ihm eine sandige Vertretung der Tentakulitenschiefer zu vermuten, die hier fehlen. Da wir diese nun ins $e\gamma$ stellen zu müssen geglaubt haben, so scheint demnach das Silurprofil der Pala Manna vom mittleren Ordoviciem bis zum Downton zu reichen, wenn es auch für eine endgültige Einstufung natürlich noch weiterer Fossilfunde bedarf.

Die Unterschiede zwischen der Silurentwicklung im Süden und Norden Sardinien sind also erheblich:

		In der Sarrabusemulde	In der Gerreimulde
Downton bezw. Gedinne	$e\gamma$	Sandig-konglom. Sch. m. Orthiden	Kalkige Schiefer m. Tentaculiten
Ludlow	$e\beta$	Orthocerenkalklinse	Mächtige Orthoceren- Kalke
Wenlock	$e\alpha 3$ $e\alpha 2$	in vorwiegend sandigen Schichten	und
Tarannon Llandovery	$e\alpha 1$	(z. T. konglom.)	Graptolithenschiefer
Ob. Ordoviciem	d	Cystoideenkalk	Tonschiefer u. Kalke
Tieferes Ordoviciem		Quarzite u. tonige Sandsteine	Tonige Sandsteine

Jetzt ist die Deutung der Faziesdifferenzen leicht; denn gewiß hat man einmal die Graptolithenschiefer als die Faulschlammablagerungen seichter Tümpel aufgefaßt (auch im Sarrabus verzahnen sie sich ja mit küstennahen Ablagerungen), aber ich kann F**REBOLD**, K**IRB**, L**OTZE** u. a. nur folgen, wenn sie aus der großen zeitlichen und räumlichen Verbreitung der Graptolithenschiefer auf eine Bildung im Bereich der weiträumigen, gleichförmigen Hochsee schließen. Ohne etwas über die Meerestiefe auszusagen (denn derartige Faul-

schlammablagerungen bilden sich ja in 20 m Tiefe so gut wie in 2000 m), darf man somit der Hochseefazies des nördlichen Sardinien die Küstenfazies im äußersten Südosten gegenüberstellen.

Nicht weit davon muß also eine Schwelle liegen. Und da man wohl annehmen darf, daß ihr Nordrand mehr oder weniger parallel zu den Faziesgrenzen in den Silurablagerungen verläuft,

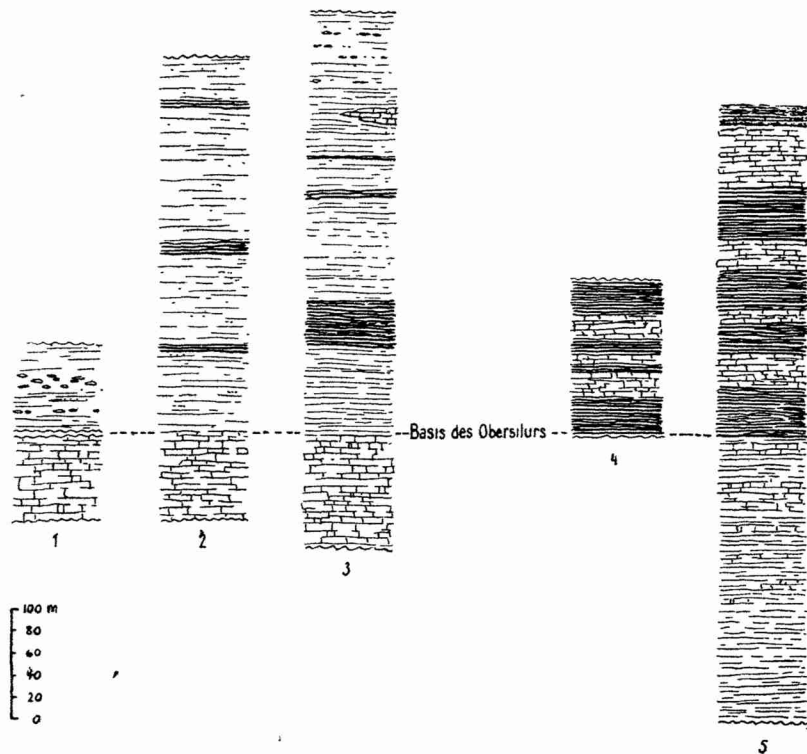


Abb. 10. Verzahnung von strandnahen Sedimenten (links) mit solchen der Hochsee (rechts) im Oberen Ordovicium und tieferen Gotlandium im SO Sardiniens.

Links: Sarrabusmulde, 1. Bruncu s'Omini mortu, 2. Masaloni, 3. Serra s'Ilixi.
Rechts: Gerreimulde, 4. S. Vitu, 5. Ballao.

ist es auch von tektonischem Interesse, den Grenzsäum der strandnahen Sedimente genau festzulegen. Das ist allerdings insofern schwierig, als die Hochseefazies auf die Gerreimulde und die Küstenfazies auf die Sarrabusmulde beschränkt ist, dazwischen aber in einem Bereich von 5–10 km Durchmesser die obersilurischen Sedimente abgetragen sind. Immerhin ergibt sich daraus, daß die Faziesgrenze (entsprechend dem Streichen der Faltenzüge)

einen annähernd ost-westlichen Verlauf hat — auch, wenn wir die Falten ausglätten¹¹⁾.

An derselben Schwelle also, an der das Meer im Obersilur brandete, haben sich im Karbon die Falten gestaut.

3. Das Devon der Gerreimulde.

Während die jüngsten Schichten der Sarrabusmulde mit erheblicher Wahrscheinlichkeit dem höheren Silur angehören, sind in der Gerreimulde noch devonische Sedimente in weiter Verbreitung erhalten. Es sind einige 100 m mächtige hellgraue Flaserkalke, die denen des Obersilurs ähneln, aber arm an Orthoceren und Crinoiden sind. LOVISATO war der erste, dem es bei Villasalto gelang, Goniatiten mit wohlerhaltener Lobenlinie zu finden, die dann von BORNEMANN als *Goniatites linearis* MÜNSTER bestimmt wurden. Da LOVISATO sie (zusammen mit Clymenien) im Hangenden der Grube Su Suergiu fand, so müssen sie nach den örtlichen Verhältnissen dicht über der Basis der Kalke liegen. Auch ein Fund TARICCO's an der Corona Mizziu zeigt, daß dort Clymenienkalke unmittelbar über obersilurischen Graptolithenschiefern liegen. Andererseits fand GORTANI noch in den höchsten Schichten der Punta Pardu Clymenien, sodaß die gesamten viele 100 m mächtigen Flaserkalke nördlich von Villasalto dem oberen Oberdevon angehören.

E. Die Frage der kaledonischen Faltung.

Da die Clymenienkalke von Graptolithenschiefern des Gotlandiums unterlagert werden, so ist eine beträchtliche Schichtlücke unter dem Famenien nicht zu leugnen, und es liegt nahe, in ihr eine Andeutung der kaledonischen Orogenese zu vermuten.

Die Frage, ob diese hier größeres Ausmaß erreicht hat, glaubt GORTANI (1926, S. 116) bejahen zu müssen; denn „Gli strati siluriani appaiono infatti intesamente pieghetati e su di essi si stendono in strati orizzontali a secondo dei luoghi i calcari a *Clymenia*.“ Man wird diese Beobachtung bestätigen, wenn man beispielsweise von Villasalto zur Punta Pardu oder Corona Mizziu geht. Stets liegen über den verkneteten Schiefern des Obersilurs die relativ wenig gestörten Kalkbänke des Oberdevons. Besonders ist es ein Auf-

11) Diese Parallelität ist nicht vollkommen; denn das allgemeine Streichen der Falten in der Gerreimulde ist WNW gerichtet, während die Faziesgrenze WSW verlaufen dürfte, da im östlichen Teil der Sarrabusmulde die Graphitschiefer fehlen, die im westlichen Teil wohl entwickelt sind. Überdies sind die Sedimente im Osten gröber. — Jedoch schwenken auch die Faltenzüge aus der O-Richtung in die NO-Richtung um, sobald sie sich der Küste nähern.

schluß, den GORTANI zwar nicht erwähnt, der aber klarer als irgendein anderer die von ihm vermutete Diskordanz zu beweisen scheint.

In der Durchbruchsschlucht des Rio Tolu erscheinen nämlich unerwartet unter den viele 100 m mächtigen Kalken in einem kleinen Erosionsfenster bei der Casa sedda is piras noch die Tentaculitenschiefer des Obersilurs, die mehr oder minder senkrecht stehen, während die Devonkalke mit weit geringerem Schichtenfallen sie überlagern. Eine nähere Betrachtung zeigt jedoch, daß die Schiefer nur im Sattelkern so steil stehen, an den Sattelflanken aber mehr oder weniger konkordant unter die Kalke einfallen.

Auch ein weiterer Beweis GORTANI'S für eine „sehr energische kaledonische Orogenese“ scheint mir nicht stichhaltig zu sein: Gewiß liegt das Devon bei Su Suergiu über Obersilur, während es 1 km südlich bereits an weit ältere Schichten anstößt, aber es transgrediert nicht auf diesen, sondern ist vom Villasaltosprung neben sie verworfen worden. Auch zeigt jeder der zahlreichen Aufschlüsse, daß der Clymenienkalk von den untersilurischen Grauwacken, die GORTANI m. E. irrtümlich ins Kambrium stellt, durch eine mindestens 10 m breite Mylonitzone getrennt wird, die sich aus obersilurischen Orthocerenkalken und Graptolithenschiefern zusammensetzt. Nirgendwo ruht m. W. das Oberdevon auf einem anderen als auf diesem relativ geringmächtigen Horizont, — eine etwaige Diskordanz zwischen Silur und Devon kann also nur sehr geringes Ausmaß haben.

Wie können aber dann die silurischen Schiefer intensiv verfaltet sein, während der Clymenienkalk häufig keinerlei Anzeichen stärkerer Beanspruchung erkennen läßt? Wo der Verband zwischen Silur und Devon wie bei Villasalto aufgeschlossen ist (s. Taf. 3, Fig. 4), da beobachten wir unter den mehr oder weniger horizontalen Bänken des Clymenienkalkes Graptolithenschiefer und Orthocerenkalke, die bis zur Unkenntlichkeit durchbewegt sind: Lang ausgezogene und dann wieder zusammengeballte Kalklinsen schwimmen in einer aus feinstem Zerreibsel bestehenden Grundmasse, sodaß ein Mylonit entstanden ist, der dem klassischen Mylonit der Lochseite nicht nachsteht. An der Basis des Clymenienkalkes liegt also eine bedeutende Bewegungsfläche¹²⁾. Daß es sich dabei nicht um eine Überschiebung großen Maßstabes, sondern nur um eine dis-

12) Sie ist offenbar älter als der Villasaltosprung, da er die Mylonite abschneidet. Die großen Achsen der eingekneteten Kalklinsen liegen nämlich bis an die Störung heran horizontal.

harmonische Abscherung vom mobileren Untergrund handelt, zeigen folgende Tatsachen:

1) Das Oberdevon liegt stets auf Silur, also Jüngerer auf Älterem, nie umgekehrt.

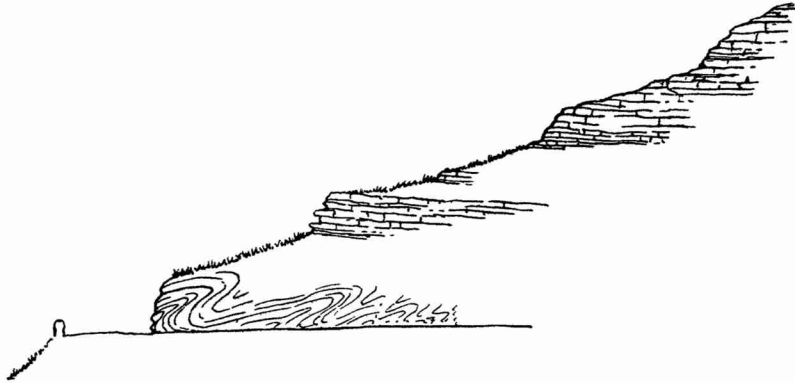


Abb. 11. Disharmonische Bewegungen zwischen Orthocerenkalken und Graptolithenschiefers des Obersilurs südöstlich von Ballao.

2) In hinreichenden Aufschlüssen sieht man nicht nur die eine große Störung unter dem Clymenienkalk, sondern mehrere ähnliche im Obersilur selbst — nämlich dort, wo Schiefermittel die Abscherung von Kalkplatten erleichterten (s. Abb. 11).

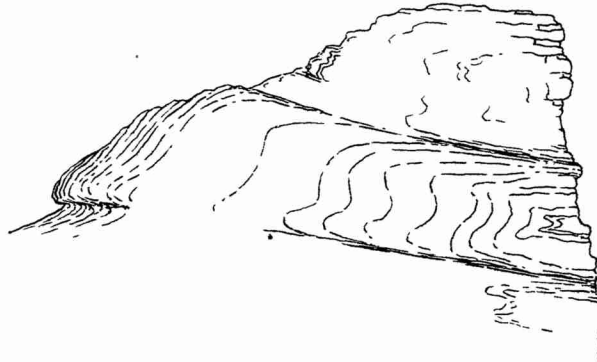


Abb. 12. Scherflächen und Stauchfalten im Devonkalk östlich des M. s.'Arbanedda bei Villasalto (Höhe der Felswand etwa 50 m).

Auch im Clymenienkalk treten gelegentlich derartige Scherflächen auf, die zu einer eigenartigen Stauchung der eingeschlossenen Schichtpakete geführt haben (s. Abb. 12).

Noch eindringlicher aber zeigen große liegende Falten; die in fast jedem Durchbruchstal, besonders schön aber in der Klamm des Rio Tolu und im Tal der Aqua Callenti, zu beobachten sind, wie erheblich auch der scheinbar so ruhig gelagerte Clymenienkalk noch tektonisch beansprucht ist (s. Abb. 13).

Es ergibt sich also, daß das Devon stets mehr oder weniger konkordant auf dem Obersilur liegt und seine anscheinend geringere Durchbewegung nur die Folge disharmonischer Faltung ist. Das Oberdevon ist somit älter als die eigentliche Orogenese. Diese kann nicht kaledonischen, sondern muß variscischen Alters sein.

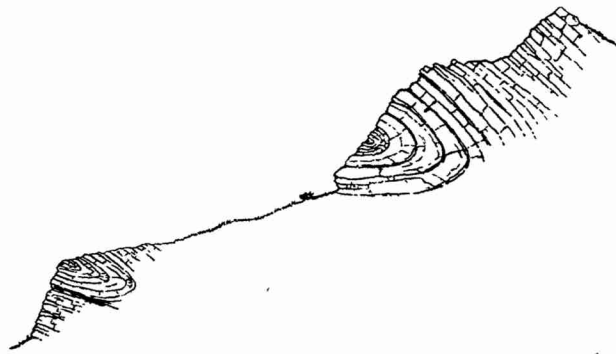


Abb. 13. Liegende Falten am östlichen Hang des Rio Tolu.

F. Die Transgression des Unterkarbons und das Alter der variscischen Faltungen.

Im westlichen Hochland liegt über den Tentaculitenschiefern des Obersilurs eine mehrere 100 m mächtige Serie von Quarziten und glimmerreichen, sandigen Tonschiefern, das sog. Postsiluriano. Eine merkliche Winkeldiskordanz konnte an seiner Basis m. W. bislang nicht nachgewiesen werden; denn dort, wo es zunächst den Anschein hat (wie oberhalb der aufgelassenen Grube Perda Fogu nordöstlich von Fluminimaggiore), zeigt eine nähere Untersuchung, daß die Tentaculitenschiefer an einer Störung zwischen Silur und Karbon verquetscht sind; und wie hier, so ist es auch am Rio Causedda und andernorts: die Tentaculitenschiefer keilen nicht unter der Transgressionsfläche aus, sondern sind tektonisch unterdrückt, was ja an der Grenze zwischen der starren Quarzittafel und der mobilen Schieferunterlage nicht weiter verwunderlich ist.

Und doch muß sich irgendwo einmal eine deutliche Diskordanz an der Basis des Karbons nachweisen lassen; weist doch schon die Zusammensetzung des Basalkonglomerates auf vorangegangene Be-

wegungen hin; die zahlreichen Quarzkiesel, Schieferbrocken und einige Lyditgerölle zeigen ja, daß die silurischen Ablagerungen örtlich bereits wieder aufgearbeitet waren^{12a)}.

Um diese Bewegungen datieren zu können, muß zunächst das Alter der Quarzitzerie festgestellt werden, in der sich aber bislang nur unbestimmbare Pflanzenreste gefunden haben. Da es auch mir trotz allem Suchen nicht glückte, Fossilien nachzuweisen, so habe ich mich bemüht, festzustellen, wie sich das Lyditkonglomerat zu dem Devon des östlichen Hochlandes verhält. Nach Begehung sämtlicher Clymenienkalkplateaus fand sich schließlich an einer Stelle im Hangenden des Kalkes ein Lyditkonglomerat, das von dem des Iglesiente in keiner Weise zu unterscheiden ist, wenn seine Verbreitung hier auch kaum 1000 qm erreicht.

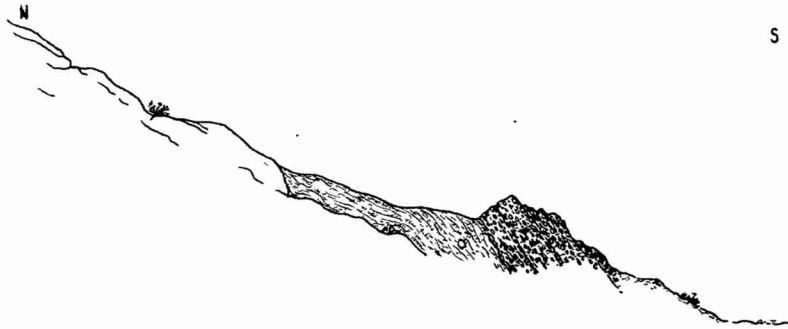


Abb. 14. Diskordante Überlagerung von Clymenienkalken durch unterkarbone Glimmersandsteine und Konglomerate. Oberhalb des Friedhofes von Villasalto (Gerrei).

Wenn man den Weg von Villasalto zur Punta Pardu verfolgt, so sieht man beim Aufstieg wenig nördlich des Friedhofs über den südwärts einfallenden Devonkalken ein graues, sandiges, glimmerreiches Gestein, das deutlich in Vertiefungen des Kalkes eingreift und nicht selten (so 80 m östlich des Weges) große, eckige Brocken des Devonkalkes umschließt. Von besonderem Interesse sind etwa meterdicke Konglomeratbänke, die den feinen Glimmersandsteinen eingelagert sind. Sie bestehen vorwiegend aus erbsen- bis nußgroßen, wohlgerundeten Quarz- und Lyditgeröllen. Im Abhangsschutt dieser Konglomerate fand ich auch ein faustgroßes Geröll eines schwarzen

12a) Tatsächlich soll auch nach TARICCO das Postsiluriano östlich von Flumini an der Conca Planucedda bereits auf Untersilur transgredieren, doch neige ich zu einer anderen Deutung der Lagerungsverhältnisse.

Orthocerenkalkes, vollgepfropft mit *Cardiola interrupta* (es dürfte häufiger vorkommen, da auch TARICCO derartige Gerölle von hier erwähnt). Das Konglomerat im Hangenden des Clymenienkalkes setzt sich somit größtenteils aus aufgearbeitetem Silur zusammen. Da im Westen und Osten noch heute die mächtige Devonkalkdecke erhalten ist und auch im Norden vielerorts Orthocerenkalke anstehen, möchte ich die Gerölle vom Süden herleiten und sie mit einer ersten schwachen Aufwölbung des Sarrabussattels in Zusammenhang bringen.

Diese Bewegungen dürften in der bretonischen Phase erfolgt sein, wie folgende Überlegungen zeigen: Die Lyditkonglomerate sind im Gerrei nachweislich jünger als das obere Oberdevon; andererseits sind die entsprechenden Ablagerungen im Iglesiasite älter als die Granitintrusionen; denn sie werden von Apliten durchtrüert und sind zum Teil in Fruchtschiefer umgewandelt. Da die Granitintrusionen nun im Norden der korsardinischen Masse erst nach dem Visé stattgefunden haben (s. S. 121), so dürfen wir das Post-siluriano Sardinien mit seinen Konglomeraten, Quarziten und Schiefen mit den auch petrographisch ähnlichen Gesteinen des deutschen Kulms vergleichen: es sind klastische Sedimente, die ihr Material den ersten stärkeren Bodenbewegungen verdanken, später aber auch selbst noch mitverfaltet wurden; denn die Lyditkonglomerate des Gerrei sind ja steil aufgerichtet und an dem großen Sprung von Villasalto gegen Untersilur verworfen. Über das Alter dieser variscischen Hauptfaltung läßt sich in Sardinien nur aussagen, daß sie nach dem Unterkarbon und vor dem Unterrotliegenden erfolgt ist¹³⁾.

G. Das Unterrotliegende.

Kontinentale Rotliegendablagerungen sind in beschränkter Verbreitung im östlichen und westlichen Hochland nachgewiesen worden. Es sind rote und graue Konglomerate, Sandsteine und Schiefertone mit Pflanzenresten, die sich lokal zu abbauwürdigen Kohlenflözen anhäufen. Auf Grund des Fundes von *Walchia piniformis* stellte NOVARESE die bis dahin für Oberkarbon gehaltenen Sedimente ins Perm. Sie sind für die Altersbestimmung des jungpaläozoischen Vulkanismus und der variscischen Faltungen von Bedeutung. So zeigt sich bei Seni, dem Mittelpunkt des Kohlenbergbaus, daß die mächtigen Porphyrgänge und -decken Sardinien zum Teil wenigstens

13) Wahrscheinlich wird es hier ähnlich sein wie in Korsika, wo die Hauptfaltung nach dem Visé und vor dem Westfal stattgefunden hat.

dem Unteren Perm angehören, da sie sich über die kohlenführenden Sedimente ergossen haben und diese auch bisweilen unterlagern. — Da sich weiterhin das Unterrotliegende fast ungestört über das gefaltete silurische Grundgebirge breitet, so ist es jünger als die variscische Hauptfaltung.

Das Gleiche ergibt sich auch aus den Lagerungsverhältnissen im Rotliegendbecken von Monteponi¹⁴⁾ im westlichen Hochland, wo sich überdies zeigt, wie weit damals die Abtragung des Grundgebirges schon vorgeschritten war; ruhen doch hier die permischen Konglomerate bereits auf mittel- bzw. unterkambrischen Schieferen. Die variscische Faltung war also von einer erheblichen Aufwärtsbewegung begleitet, die man erst dann richtig ermißt, wenn man sie mit der geringen nachpermischen Hebung vergleicht.

H. Die Beteiligung der Schmelzen am tektonischen Bau.

Porphyroide und Granite.

Wiewohl die kambrosilurischen und devonischen Sedimente von Eruptivgängen aller Art durchschwärmt werden, so ist doch m. W. niemals ein Tuff oder ein Deckenerguß in diesen Schichten beobachtet worden, der gezeigt hätte, daß es dem Magma bereits zu dieser Zeit gelungen wäre, sich den Weg an die Oberfläche zu bahnen. Auch die starke spätkambrische Orogenese scheint auffallenderweise nicht zu einem Aufstieg der Schmelzen geführt zu haben. — Erst im Anschluß an die variscische Faltung erschienen mächtige Eruptivmassen granitischer Zusammensetzung, die sich nach dem Zeitpunkt ihrer Ortsstellung und dem Grad ihrer Durchbewegung in zwei Gruppen gliedern lassen: in intratektonische Porphyroide und posttektonische Granite.

14) Speziellere Einblicke in die Sedimentationsverhältnisse des Rotliegenden gewähren die Aufschlüsse im Eisenbahneinschnitt zwischen den Stationen Cabitza und Monteponi. Die permischen Konglomerate liegen hier über stark gestauchten Cabitzaschiefern, die durch die präpermische Verwitterung leicht vertont sind und daher auch unter den Geröllen fast fehlen. Neben seltenen gut gerundeten Sandsteinen und oolithischen Kalken aus dem höchsten Mittelkambrium finden sich zahlreiche abgerollte Kieselschiefer des Obersilurs sowie Gangquarze. Diese Gerölle müssen von weither durch fließendes Wasser verfrachtet sein. Anders dagegen die häufigen Kalk- und Dolomitbrocken, die nicht einmal kantengerundet sind. Sie können nur aus der Nachbarschaft stammen und sind wohl das Material eines trockenen Schuttstromes, das sich in einer Wasserrinne mit den Flußgeschieben vermengt hat. Dafür spricht auch die Verzahnung von feinem Schieferschutt mit Pflanzenresten und Geröllagen am Uferand des Beckens.

I.

Die Porphyroide sind während der Faltung in gewissen Schwäche-zonen intrudiert und dabei mehr oder minder verschiefert worden. Sie sind im östlichen Hochland weit verbreitet, wo sie z. B. dem nördlichen Randabbruch der Sarrabusmulde bzw. dem First des Sarrabussattels folgen. Auch im Kern der großen Spezialsattel der Gerreimulde fand ich fast überall Quarzporphyroide (s. Taf. 1 u. Abb. 15), sodaß es oft nicht leicht zu entscheiden ist, ob die Faltenbildung Ursache oder Folge der magmatischen Intrusionen ist. Ich möchte das erste für wahrscheinlicher halten, da die Faltung auch dort auftritt, wo „Quellkuppen“ fehlen; andererseits sind erhebliche Stauchungen und Schleppungen der Sedimente an den Kontakten nicht zu leugnen. Die entstehenden Aufsattelungen erleichterten offenbar dem Magma das Ausweichen nach oben (s. Abb. 15).

Bei derartigen Bewegungen ist das erstarrende Magma zum Teil tektonisch erheblich beansprucht worden: Neben einem ausgesprochenen Parallelgefüge sind kataklastische Erscheinungen häufig. Selbst das grobkörnige granitische Gestein, das den Kern der Intrusivkörper zu bilden pflegt, ist stellenweise verschiefert und erinnert an Augengneise; die Feldspatkörner sind gerundet und werden von einem Mörtelkranz umgeben, während die zahlreichen Quarze undulös auslöschten. — Randlich ist die Durchbewegung noch intensiver, was teilweise durch die geringe Korngröße der Komponenten erleichtert sein mag. Um die einzelnen Quarzpartikel schmiegen sich Serizithäutchen. Der Habitus dieser Gesteine gleicht dem der Porphyroide des Frankenwaldes. Am Kontakt selbst ist das Eruptiv derart durchbewegt, daß es weder makro- noch mikroskopisch möglich ist, eine scharfe Grenze zum Nebengestein zu ziehen. Nur zuweilen deutet der ungewöhnlich hohe Gehalt an Quarzkörnern darauf hin, daß der Mylonit an diesen Stellen größtenteils aus verschieferten Sedimenten, insbesondere aus untersilurischen Grauwacken, hervorgegangen ist. — Aber auch die Porphyroide sind reich an Quarz. Das zeigt, daß man sie nicht als basische Vorläufer des Granites ansehen darf.

Ihr genaues Alter ist noch unbekannt. Wenn sich auch bislang kein Porphyrgeröll in den Konglomeraten des Unterkarbons gefunden hat, so ist es doch nicht ausgeschlossen, daß ein Teil der Quarzporphyre bereits im Anschluß an die bretonische Orogenese intrudiert ist, — ist doch das Unterkarbonkonglomerat von Villasalto auffallend reich an großen, klaren Quarzen, deren Herkunft sonst schwer verständlich ist. Auch scheinen die ver-

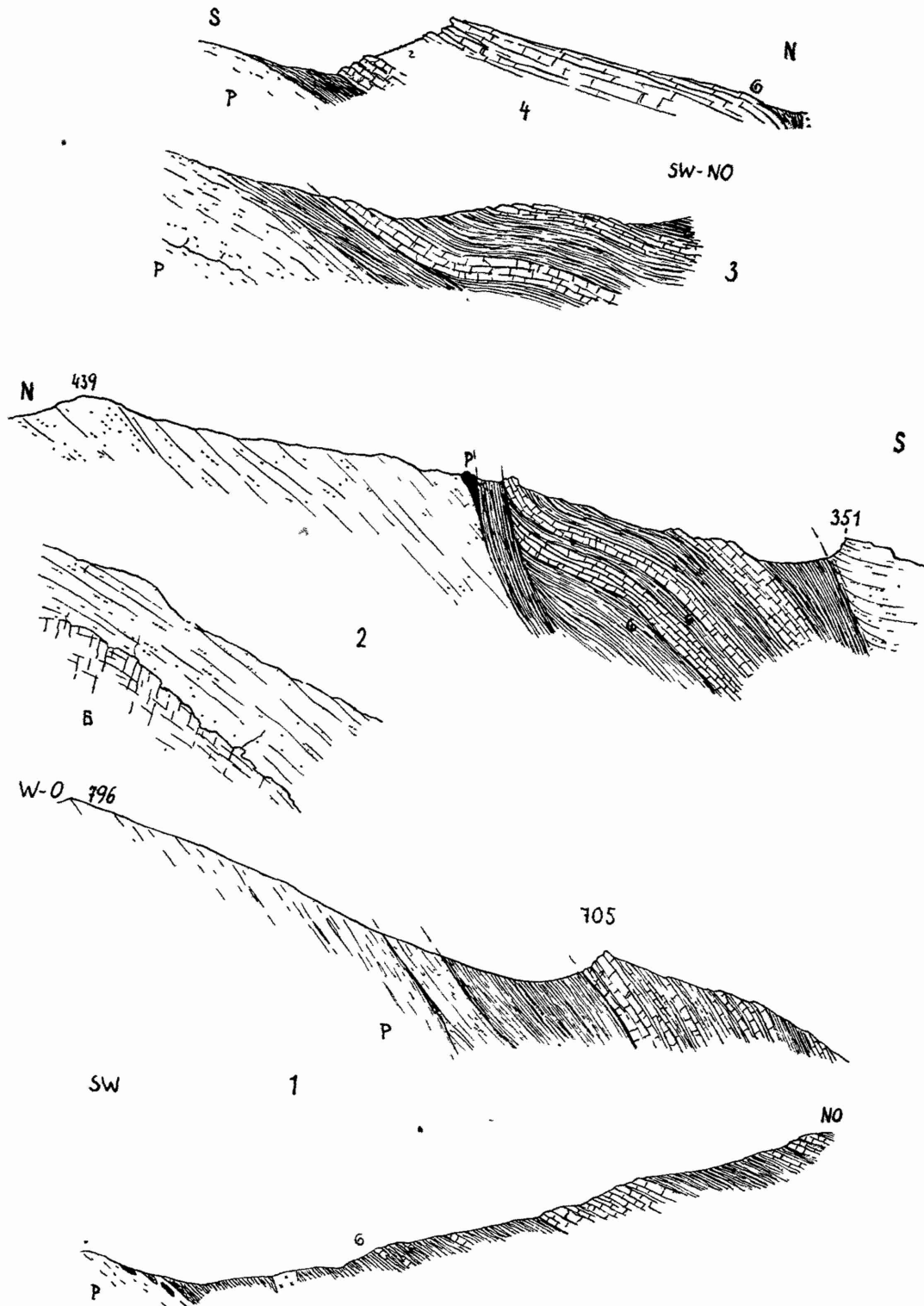


Abb. 15. Die Aufwölbung des silurischen Schiefermantels durch variscische Quellkuppen.

G: „Granit“. P: Porphyroid. Punktiert: Untersilur. Gestrichelt: Obersilurische Schiefer und Kalke. 1) Nordwestlich von Nicolo Gerrei. 2) Am Brunen Sciolas bei S. Vitu. 3) Südlich von Ballao. 4) Bei P. 209 an der Carroga nördlich von S. Vitu.

schieferten Quarzporphyre älter als die tektonisch nicht mehr beanspruchten Granite zu sein, da es bereits TRAVERSO bei Giovanni Bonu und Masaloni aufgefallen war, daß die Porphyre am Granitkontakt unvermittelt abstoßen und dasselbe auch DE CASTRO am M. Perdosa bei San Vitu und am Bruncu Muscadroxu beim M. Genis feststellte.

II.

Während die Porphyroide sich derart dem tektonischen Bau einfügen, daß man sie nur als konkordante Vorläufer bezeichnen kann, durchsetzen die Zweiglimmergranite bereits diskordant das variscische Gebirge. Sie sind damit nicht nur jünger als das Unterkarbon, das sie im nördlichen Igesiente zum Teil in Knotenschiefer umgewandelt haben (wie man besonders am oberen Rio Bega beobachten kann), sondern auch jünger als die Faltung, die wenigstens in Korsika nach dem Visé und vor dem Westfal stattgefunden hat. Wie die korsischen Granite, so dürften auch die sardischen im Anschluß an die sudetische Phase intrudiert sein.

Die letzten magmatischen Nachschübe der variscischen Ära wurden im Unterrotliegenden gefördert; unter- und überlagern doch, wie wir gesehen haben, bei Seni mächtige Porphyrdecken die kohlenführenden Ablagerungen mit *Walchia piniformis*.

Die Ganggefolgschaft der Porphyre und Granite.

Auch sie läßt sich vom geologischen Standpunkt in zwei Gruppen gliedern: in intra- und posttektonische Gänge.

Die ersten folgen Scherflächen im Grundgebirge und sind bei weiterer Bewegung mitverschiefert worden: so ist der Quarzporphyrgang südwestlich von Armungia großenteils in einen Serizitquarzit umgewandelt worden. Noch stärker sind die Gänge verändert, die dem Sprung von Villasalto aufsitzen. Es sind jetzt grünliche, feinkörnige Mylonite vom Typus der Pfahlschiefer, die sich nur dort, wo die Zermahlungen weniger intensiv waren, als einstige Augitporphyrite erweisen.

Es ist auffällig, wie häufig die Eruptiva sich in den Schiefen finden und wie selten sie die Kalke durchbrechen. Geht man z. B. von S. Nicolo Gerrei nach Ballao, so beobachtet man in den ober-silurischen Schiefen eine Unzahl kleinerer und größerer Lagergänge, während die mächtigen Devonkalke darüber anscheinend von keinem einzigen Gang durchbrochen werden. Offenbar ließen sich die starren Kalkklötze nicht so leicht wie die Schiefer von den aufsteigenden Schmelzmassen beiseite schieben. In der Schlucht

südöstlich des M. Lora breitet sich z. B. ein basischer Gang unter der Abscherungsfläche des Devonkalkes aus und dringt nur in Gestalt einer kurzen Apophyse in den Clymenienkalk ein, wobei er überdies eine Fuge benutzt.

Zum mindesten ein Teil der Gänge ist also nachdevonisch, was auch daraus erhellt, daß sie den Scherflächen folgen, die erst bei der sudetischen Orogenese aufgerissen sind.

Die zweite Gruppe streicht fast annähernd nord-südlich. Es sind Felsitporphyre von verschiedenem Habitus. Bald sind es dichte, dunkle, basische Gesteine, bald helle, saure Sphärolithporphyre mit prächtigem Fließgefüge. Diese überwiegen bei weitem. Da sie von den basischen Gängen geschnitten werden, während ich das umgekehrte Verhältnis bislang nicht beobachtete, so sind die sauren Nachschübe wahrscheinlich etwas älter als die basischen. Sie fallen im Westen des Sarrabus mit 60 Grad nach Osten, richten sich dann steiler auf, kippen um und fallen im Osten mit 60 Grad nach Westen ein, mit anderen Worten: sie sitzen einem Kluftfächer im Granitgewölbe auf. Da die Gänge sich bis zum M. Ixi nach Norden verfolgen lassen, so muß auch die Aufwölbung dementsprechend über den Sarrabusgranit hinausgreifen¹⁵⁾.

Die Umwandlung des Nebengesteins.

Die Schieferhülle ist bei dem Aufstieg der Schmelzen in sehr verschiedenem Ausmaß umgewandelt worden. Auffallend gering ist die Metamorphose dort, wo kieselsäurereiche Grauwacken an das Eruptiv stoßen, wie am Granit von Arbus oder am Granit des Sarrabus bei Burcei¹⁶⁾. Hier ist die Umwandlungszone so klein, daß die Granite gelegentlich für älter als das Nebengestein angesehen und dementsprechend für vorpaläozoisch gehalten worden sind. Nur die Schiefermittel zeigen auch in größerem Abstand vom Kontakt noch Spuren deutlicher Beeinflussung; so sind die Tonlagen in den unterkarbonischen Grauwacken oberhalb der Grube Ingurtosu noch in Fruchtschiefer umgewandelt worden, während

15) Ob die Porphyrgänge des Kluftfächers einst als Förderspalt von unterrotliegenden Deckenergüssen tätig waren, muß dahingestellt bleiben.

16) Wichtig für die Altersfeststellung der granitischen Gesteine ist die Tatsache, daß sich am Kontakt eine basische Randfazies (Burcei!) einstellt. Gelegentlich ist sie auch relativ sauer, so am Granitporphyr des M. Genis, dessen Kontakt am Rio Olastu schön erschlossen ist. Unmittelbar unter den gefritteten und geröteten Sandsteinen des Untersilurs, die fast horizontal liegen, ist der rote feinkörnige Granitporphyr auffällig reich an Quarzdrusen. Offenbar haben sich die SiO₂-reichen Dämpfe des entgasenden Magmas unter dem Sedimentdach gestaut.

der Kohlenstoffgehalt der Graptolithenschiefer bei der Grube s'Aqua rubbia (Villa Putzu) sich zu schönen Chiasolithen zusammengeballt hat. Oberhalb von Goni scheinen die organischen Substanzen vollständig verflüchtigt zu sein: der Graptolithenschiefer ist gebleicht und der Schwefelkies abgeröstet und in Roteisen überführt. Besonders intensiv sind die Umwandlungen an den obersilurischen Kalken. Merkwürdig selten ist der Kalk in Marmor umkristallisiert, viel häufiger ist er verkieselt. In diesem Fall wird er von Hohlräumen aller Art und Größe durchzogen, die wohl mit Recht auf den Verlust an Kohlensäure zurückgeführt werden. Die Umwandlungen sind zum Teil derart beträchtlich, daß der metamorphe Cystoideenkalk des Sarrabus lange Zeit als ein Gangquarz gedeutet wurde. Der Grad der Verkieselung nimmt mit der Steilstellung der Schichten zu: die Schichtfugen erleichterten eben das Aufsteigen der erbeladenen Kieselsäurelösungen; im gleichen Sinne wirkten auch tektonische Fugen. So sind an fast alle großen Störungen Zonen mehr oder minder intensiver Verkieselungen gebunden.

Am stärksten ist die Verkieselung am Nordabbruch der Sarrabusmulde, da hier mächtige Porphyroidmassen in unmittelbarer Nachbarschaft Cystoideenkalke begleiten. Aber auch am Südrand der Gerreimulde sind die liegenden Falten im Devon deutlich verkieselt.

Das ist besonders wichtig für die Datierung der Silikatmetasomatose; sie ist hier jünger als der nachunterkarbone Villasalto-sprung. Auch am Nordrand der Gerreimulde sind Verkieselungen nicht selten anzutreffen (so in den Kalken in der Region Isc' Arena östlich von Armungia). In den letzten beiden Fällen haben die Kieselsäurelösungen schon einen beträchtlichen Weg zurückgelegt, da Porphyroide der näheren Nachbarschaft fehlen. Derartige apomagmatische Erscheinungen sind für die Tektonik insofern von Interesse, als sie stets an die variscischen Intrusionen gebunden sind, — entsprechend der Bedeutung der variscischen Orogenese und dem Fehlen der kaledonischen. Nur die kambrische Orogenese ist vielleicht auch mit apomagmatischen Erscheinungen verknüpft, da ich südlich von Masua am Fuß eines nur aus Silurkonglomeraten aufgebauten Kliffs ein kopfgroßes Geröll von Erzkalk mit Bleiglanz fand. Die Hauptvererzung scheint aber auch im Iglesiente erst später stattgefunden zu haben, denn sie folgt den bei der Aufschiebung des kambrischen Kalkes auf das Silur gebildeten Scherflächen, auch sind die metasomatischen Bleizinklagerstätten durch alle Übergänge derart innig mit Bleiglanz führenden Gängen verknüpft, daß sie auch zeitlich mit ihnen zusammenhängen müssen.