

**Zeitschrift:** Eclogae Geologicae Helvetiae  
**Herausgeber:** Schweizerische Geologische Gesellschaft  
**Band:** 56 (1963)  
**Heft:** 2

**Artikel:** Obere Trias bis mittlerer Lias zwischen Saltrio und Tremona (Lombardische Alpen) : die Wechselbeziehung zwischen Stratigraphie, Sedimentologie und syngenetischer Tektonik  
**Autor:** Wiedenmayer, Felix  
**Kapitel:** Einleitung  
**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-163041>

### **Nutzungsbedingungen**

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

### **Conditions d'utilisation**

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

### **Terms of use**

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

**Download PDF:** 02.02.2026

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

(Mainz), G. KNETSCH (Würzburg) und B. ZIEGLER (Zürich) zu Dank verpflichtet. Den Herren Prof. M. REICHEL und Dr. E. GASCHÉ verdanke ich viele wertvolle Anregungen zur Mikrofazies des Rhät.

Ich danke Herrn Dr. D. V. AGER (London) für seine Bestimmungen der Brachipoden und die freundliche Erlaubnis zur Publikation der Faunenlisten.

Für die Beiträge, die der *Dissertationenfonds* der Universität Basel und der *Werenfels-Fonds* an die Druckkosten dieser Arbeit gewährten, spreche ich diesen Institutionen meinen Dank aus.

Schliesslich gedenke ich mit besonderer Dankbarkeit der Familie VASSALLI in der Antica Osteria in Tremona und der gesamten Bevölkerung dieses einzigartigen Dorfes, wegen der freundlichen Aufnahme, die zur Aufrechterhaltung eines idealen Arbeitsklimas ausschlaggebend war.

### EINLEITUNG

Die vorliegenden Untersuchungen sind der Grenze Trias/Jura, ihrem Liegenden und Hangenden und den damit verknüpften Anomalien, im Gebiet zwischen Cave di Saltrio und dem Tal von Mendrisio gewidmet. Für eine erste Übersicht verweisen wir auf die geologische Karte (Taf. XX) in SENN (1924). Da wir in unserer Darstellung oft weit über die Grenzen unseres Gebietes greifen werden, sie hier eine topographische Übersicht der westlichen Lombardischen Alpen gegeben (Fig. 1).

Wohl die erste Beschreibung der Gesteine der Steinbrüche von Arzo und Besazio gibt LABUS in AMORETTI (1824, p. 169). Er charakterisiert *Broccatello* und *Macchia vecchia*<sup>1)</sup> als lebhaft bunte Kalke von satt roter, blass-roter und gelblicher Farbe in verschiedenen Spielarten. Häufig sind weisse, kristalline Partien. Ihre Härte und kompakte Struktur macht sie zur Politur geeignet. An Fossilien nennt er Terebrateln, Chamiden, Pectiniden und Ammoniten.

Unter den Autoren, die um die Mitte des 19. Jahrhunderts in ihren Publikationen auf dieses Gebiet eingehen (BREISLAK, LAVIZZARI (1845, p. 83; 1849, p. 62), dem wir verschiedene Beschreibungen der Steinbrüche von Arzo und Besazio, sowie Angaben über ihren Betrieb verdanken, und der sich als Sammler verdient machte, dessen Fossilmaterial von HAUER und BALSAMO-CRIVELLI bearbeitet und publiziert wurde; STUDER, BRUNNER, GIRARD) ragt MERIAN hervor (1849, 1854). Er beschreibt Fossilien aus dem Broccatello von Arzo und Tremona, darunter einige fragmentarische Arieten von den Cantine di Tremona sowie vom Monte Generoso, und erkennt, dass die Faunen synchron sind und zum unteren Lias gehören. Er kennzeichnet den Broccatello als ungeschichtetes, von Dolomit-Partien durchsetztes Gestein und erklärt die eigentümliche Ausbildung durch Metamorphisierung des schwarzen Kieselkalkes.

STOPPANI (1857, p. 84, 86, 92, 233) stellt die bunten Kalke von Arzo zu seiner «Formazione di Saltrio», in der er sämtliche Schichtglieder zwischen Conchodon-Dolomit und Ammonitico rosso der gesamten Lombardei vereinigt (vgl. Lexique Stratigraphique International, I/7 c). Dabei setzt er völlige Konkordanz und lückenlose Sedimentation voraus, ein Konzept, das sich, vor allem in der italienischen Literatur, noch lange auswirkte. Er übernimmt MERIANs Idee von der Metamorphi-

<sup>1)</sup> Zur Terminologie vgl. p. 586.

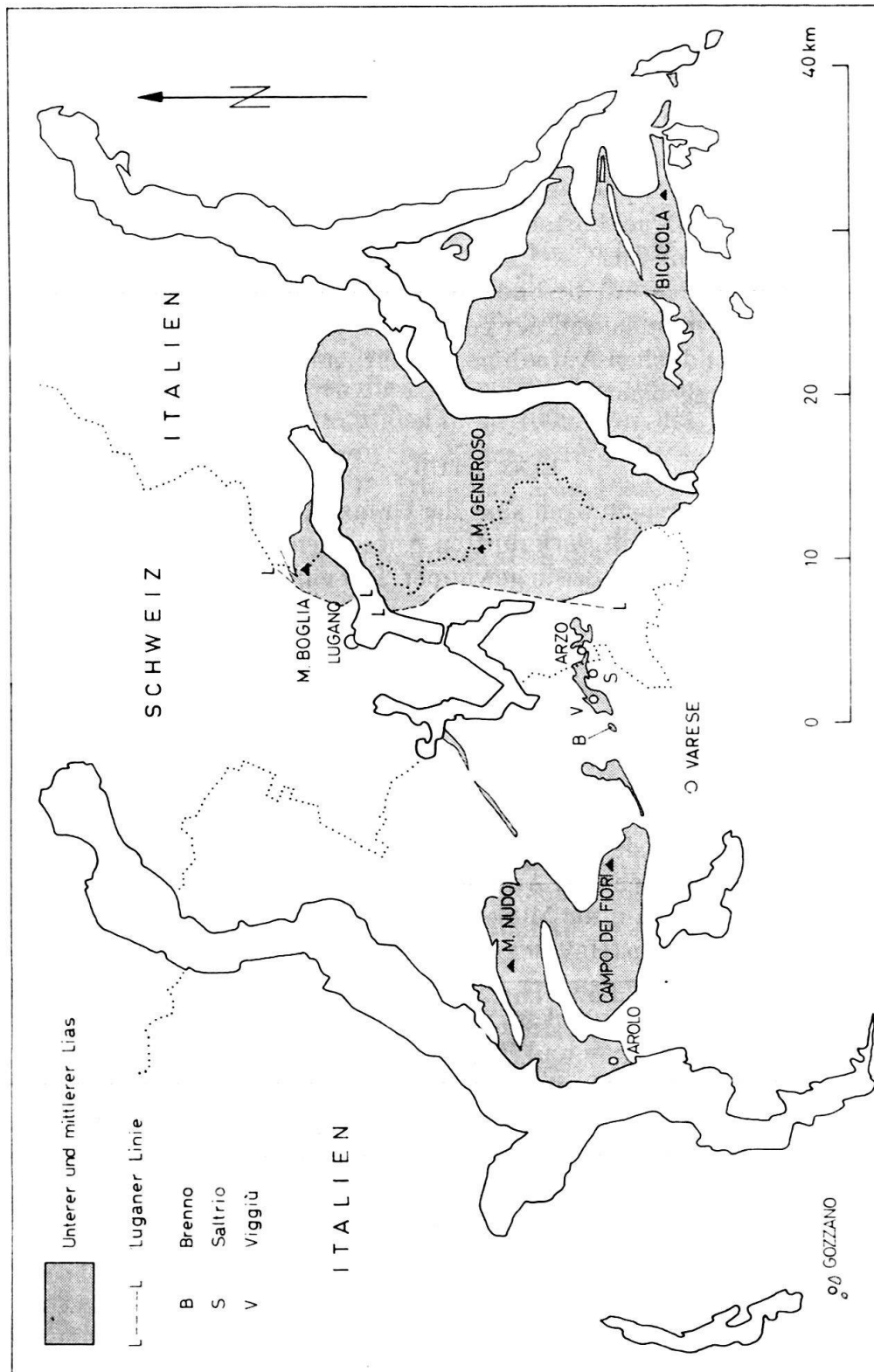


Fig. 1. Übersichtskarte mit Verbreitung des unteren und mittleren Lias im Gebiet zwischen Langensee und Comersee.  
1: 500 000.

sierung des Kieselkalkes, die er auf den nahen Luganeser Porphy-Aufbruch zurückführt. Er gibt umfangreiche Fossillisten von Arzo und Saltrio, z. T. aufgrund von selbst aufgesammeltem Material, die wegen ungenügender Horizontierung, Falschbestimmung und Rückständigkeit der biostratigraphischen Kenntnisse heute nicht mehr genügen, reichen sie doch vom unteren Lias bis zum Malm! Die Arbeit

bleibt jedenfalls klassisch, und STOPPANIS universaler Geist wird der Nachwelt, besonders den Geologen, die italienische Käsesorten lieben, durch sein Bildnis auf dem «Formaggio Bel Paese» in der Erinnerung ständig wach erhalten.

NEGRI & SPREAFICO (1869, p. 6) stellen in unserem Gebiet das, was heute als Raiblerschichten und Hauptdolomit gilt, zum oberen Rhät. Den Hauptdolomit von S. Rocco (bei Arzo) fassen sie als Einlagerung im Lias von Arzo auf, offensichtlich wegen des starken Niveau-Unterschiedes zu den Steinbrüchen von Arzo.

TARAMELLI (1880, p. 81, 143, 147), der sich auf unpublizierte Notizen SPREAFICOS stützt, gibt erstmals ein stratigraphisches Profil von den Cave di Saltrio und den Cave d'Arzo. Den Hauptdolomit von Tremona und Arzo rechnet er zum Lias, wegen des Liaskalk-Vorkommens an der Strasse Tremona-Meride und der angeblichen Überlagerung des Liaskalkes durch Hauptdolomit im Gaggiolo-Tal hinter der Kirche von Arzo (damit ist wohl die Lokalität «Bagno» gemeint).

PARONA (1885) macht auf den Mangel von Detailuntersuchungen in diesem Gebiet aufmerksam, sowohl stratigraphischer wie paläontologischer Art. Er befasst sich aber im wesentlichen nur mit Paläontologie. Sein Verdienst ist es – wenigstens für die Brachiopoden – Ordnung in das Chaos der früheren Literatur gebracht zu haben,<sup>2)</sup> auf das schon ZITTEL (1876, p. 161) hingewiesen hatte. In seinen Schlussfolgerungen, die von FRAUENFELDER (1916) eingehend diskutiert werden (P. 315, 327, 328), stellt er die Bildungen von Arzo zum unteren Mittellias.

Im Profil der Steinbrüche von Saltrio (übernommen von TARAMELLI, 1880, S. 79) stellt er den obersten Abschnitt (Cappello) zum unteren Mittellias. Die drei Abschnitte im Liegenden würden die Zonen des *Pentacrinus tuberculatus*, *Asteroceras obtusum* und *Oxynoticeras oxynotum* vertreten. Die Vorkommen von Arzo parallelisiert er mit Schicht 1 seines Saltrio-Profiles, Schichten 2–4 wären hier nicht vorhanden. Auch in seinen späteren Arbeiten, die vor allem der Fauna von Saltrio gewidmet sind, hält er noch an dieser Ansicht fest, selbst in seinem *Trattato di Geologia* (1924, p. 422).

Die Ansicht von FRAAS (1892) und BÖSE (1894), die sie in ihren Publikationen hinsichtlich Arzo und Saltrio vertreten, diskutiert er eingehend in 1896, p. 4–8. Beide vergleichen die Bildungen von Saltrio und vor allem von Arzo mit denen des Hierlatz und stellen sie zum oberen Unterlias.

BÖSE, der PARONAS Material im Museum von Pavia untersuchte, hält dessen Deutung als Haupteinwand entgegen, die Bestimmungen seien unrichtig und identifiziert alle Spezies mit denen des Hierlatz. PARONA rechtfertigt sich (1896, S. 7–8) in einer ausführlichen Fussnote, worin er auch eine Revision der Fauna von Arzo ankündigt. Leider blieb die Kontroverse offen und eine Revision erfolgte bis heute nicht.

Schon vorher hatten SCHMIDT und STEINMANN (1890, S. 26, 64–65) im Lias von Arzo hinsichtlich Auftreten und Fauna ein Analogon zum Hierlatz erblickt. SCHMIDT ist allerdings darin inkonsequent, denn gleichzeitig übernimmt er PARONAS biostratigraphische Schlüsse, wonach der Broccatello von Arzo zum mittleren Lias zu rechnen wäre. Die mangelnde Auseinandersetzung mit biostratigraphischen Fragen wird von den Autoren durchaus wettgemacht mit grundlegend neuen

<sup>2)</sup> Er gibt ein kritisches Verzeichnis auf S. 229.

Aspekten in der Beurteilung dieser ungewöhnlichen Vorkommen. Das Schwergewicht fällt auf die Heteropien im westlombardischen Raum und damit Hand in Hand auf die Deutung der Entstehung der so charakterisierten Gesteine von Arzo. Es sind moderne, paläogeographische Gesichtspunkte, die zu Resultaten führten, die bis in jüngste Zeit ihre Gültigkeit im Prinzip nicht verloren haben.

SCHMIDT spricht erstmals von einer transgressiven Auflagerung des Lias auf Dachsteinkalk. Rhät-Schichten, wie sie östlich des Luganersees vorkommen, fehlen. Daraus folgert er ein wahrscheinliches Fortdauern der Hauptdolomit-Riff-Fazies bis in rhätische Zeit hinein.

Im Gebiet von Arzo füllen die bunten, fossilreichen Kalke, «dunkelbraunrote, sandige Kalke mit Crinoidenwurzeln» und Breccien aus den erwähnten Kalken mit Dolomitkomponenten die Furchen und Taschen der durch Erosion noch verschärften unregelmässigen Oberfläche des Hauptdolomits. Er erklärt dies durch die Emersion des Hauptdolomit-Riffs, Ende Rhät-anfangs Lias und durch Terra-rossa-Bildung, anschliessende Transgression, Bildung der Breccien durch Brandung, dann der Kalke und schliesslich Rotfärbung durch eingespülte Terra rossa.

Nach STEINMANN sind die Breccien, welche Komponenten bis zu Blockgrösse des liegenden Dachsteinkalkes enthalten, die ältesten Lias-Sedimente. Aus dem Broccatello erwähnt er erstmals Pharetronen<sup>3)</sup>. Intensiv rote, von Mangan braun gefärbte, sandige Lagen enthalten von manganhaltigem Eisenoxyd überkrustete Fossilien, darunter Crinoiden-Wurzelstücke, die er zur Gattung *Apiocrinus* stellt.

STEINMANN'S genetische Deutung deckt sich im wesentlichen mit der SCHMIDT'S. Er betont besonders die Bildung sehr verschiedenartiger Gesteine auf engstem Raum: gröbere und feinere Breccien am Fusse der noch aufragenden Riffe, reinere Kalke in einiger Entfernung davon, weiter weg oolithische und Kiesel-Kalke. Die stellenweise stärkere Rotfärbung und die Mangan-Limonit-Krusten deuten auf eingeschwemmte Terra rossa. Erst mit den roten Ammonitenkalken des mittleren und oberen Lias herrscht einheitliche Fazies über das ganze Gebiet und damit völlige Meeresbedeckung.

MARIANIS Arbeit (1904) bringt nichts wesentlich Neues. Auch er weist auf völliges Fehlen des Rhäts hin. Er erklärt dies bei Saltrio mit einer Überschiebung von Lias auf Hauptdolomit. Seine Auffassung der Stratigraphie der Gegend von Arzo ist noch ganz der Konkordanz verpflichtet und weicht kaum von der PARONAS ab. Neu ist einzig der Hinweis auf ein Vorkommen von unterem Lias am Fusse des Hanges zwischen Tremona und Rancate (wahrscheinlich ist die Felswand NNE Monte Christo gemeint), das er mit einem *Aegoceras bispinatum* GEYER belegt. Seine Ausführungen über unser Gebiet sind oft konfus, wegen der, auch bei früheren italienischen Autoren, unzulänglichen lithologischen Beschreibungen und Ortsangaben.

Nach FRAUENFELDER (1916) fehlt Rhät in unserem Gebiet vollständig, Lias liegt überall transgressiv auf norischem Hauptdolomit. Er gibt eine eingehende kritische Darstellung früherer Untersuchungen (S. 255, Rhät; S. 310–311, 313, Trias-Jura Grenze; S. 315–316, Lias).

<sup>3)</sup> Schon MERIAN gibt kleine, birnenförmige Spongiten von Tremona an (1849, S. 33; 1853, S. 79), TARAMELLI solche von kugeligter Gestalt und trüffelartigem Aussehen.

Den Nachweis der Transgression führt er mit verschiedenen Argumenten: einmal sind es die stark schwankenden Mächtigkeiten der Unterlage, des Hauptdolomits also, die nur durch starkes Relief zeitigende Erosion zustande gekommen sein können, denn weder am ungestörten Kontakt mit den Raiblerschichten, noch an der Transgressionsfläche sollen sich Anzeichen für tektonische Bewegungen finden. Das Relief soll sich demnach anhand der flach angenommenen Basis und der Mächtigkeiten des Hauptdolomits rekonstruieren lassen, da es von den transgredierenden Liaskalken nicht eingeebnet, sondern sukzessive ausgefüllt wurde.

FRAUENFELDER datiert die Transgression zwischen Monte Generoso und Saltrio, indem er die an verschiedenen Stellen im unteren Lias aufgefundenen Fossilien und ihre biostratigraphische Aussage mit ihrem Niveau über der Basis des Hauptdolomits in Beziehung bringt. Er setzt dabei voraus, dass die Hierlatzkalke eine Transgressionsfazies darstellen, d. h. rasch sedimentiert worden seien und dementsprechend überall nur einen chronostratigraphischen Augenblick vertreten würden.

In der Gegend von Rovio und Melano stellt er die Hierlatzkalke anhand von Fossilien im Hangenden (Kieselkalk) ins Hettangien. Sinémurien mit Arieten soll hier erst ca. 400 m höher anstehen. An der Generosabahn südlich Capolago befinden sich die Hierlatzkalke bereits 200 m unter den Arieten-führenden Schichten. Bei der Cantine di Tremona kommen Arieten in den Hierlatzkalken selbst vor. Aus der lithologischen Analogie und gleicher Höhenlage (100 m) über der Basis des Hauptdolomits schliesst FRAUENFELDER auf Gleichaltrigkeit der Hierlatzkalke von Arzo und Tremona. Die Schichten der Steinbrüche von Saltrio befinden sich 400 m über der Hauptdolomit-Basis, sollen also entsprechend jünger sein. FRAUENFELDER hält eine Vertretung dreier Zonen, vom oberen Sinémurien bis zum mittleren Lotharingien, wie sie PARONA aufrecht erhält, wegen der allgemein raschen Sedimentation im lombardischen Lias für ausgeschlossen. Er stellt die Cephalopoden-Bank an die Grenze *obtusus-oxynotum*-Zone.

Nach seiner Auffassung wäre das Meer während der gesamten Unter-Liaszeit aus dem Generoso-Becken sukzessive nach WSW vorgedrungen. In der Gegend Tremona–Arzo bildete sich eine Bucht, die im Westen durch eine hohe Steilküste entlang dem Rücken von S. Rocco abgeschlossen war. Von dieser Steilküste durch die Brandung losgerissene Blöcke sollen die Komponenten der basalen Macchia vecchia-Breccie geliefert haben. Der westlich anschliessende Höhenrücken, der sich damals von S. Rocco flach gegen Saltrio ausdehnte, wäre erst im oberen Unterlias, gewisse Teile erst im Mittellias (Wegabzweigung nach S. Rocco, E Arzo) überflutet worden.

Für das Unterlias-Alter der Hierlatzkalke von Arzo und Tremona entscheidend bezeichnet er die von MERIAN und MARIANI bei der Cantine di Tremona gefundenen Arieten, den von MARIANI zwischen Tremona und Rancate angeführten *Aegoceras bispinatum* GEYER, eigenes Material (Brachiopoden und Bivalven) aus der Gegend von Tremona und solches von den Steinbrüchen bei Arzo aus dem geologischen Museum Zürich, wobei er sich auch auf die Angaben BÖSES (op. cit.) stützt.

Das Hauptargument, mit dem PARONA Mittellias-Alter für die Cave d'Arzo vertritt, nämlich die zwei Ammoniten *Deroceras densinodum* (?) und *Dumortieria*

*jamesoni* (Sow.) (beschrieben und abgebildet 1897), entkräftet er mit dem Hinweis auf die schlechte Erhaltung bzw. die unzulänglichen Ortsangaben.

Das Hangende hätten ursprünglich auch hier die Kieselkalke wie im Osten und Westen eingenommen; doch wurde es bis auf das Relikt NE Tremona erodiert.

Das Fehlen des Rhäts und die Mächtigkeitsreduktion bzw. Erosion des Hauptdolomits begründet er in einem besonderen Kapitel (S. 333–335, s. auch Pl. 6) über Sedimentationsverhältnisse, mit einer etwa symmetrischen Aufwölbung des gesamten Untergrundes inklusive kristallinem Sockel. Diese Bewegung hätte in spätnorischer oder unterrhätischer Zeit stattgefunden, da noch während der Ablagerung der Raiblerschichten über das ganze Gebiet zwischen Menaggio und Valganna gleiche Sedimentationsverhältnisse geherrscht hätten und das Rhät im Westen auf Hauptdolomit transgrediert. Horstartige Heraushebung an Brüchen verneint FRAUENFELDER ausdrücklich, weil Richtung Saltrio sukzessive und kontinuierlich höhere Zonen des Unterlias zur Transgression gekommen seien. Anschliessendes Wiederabsinken hätte an beiden Flanken zum allmählichen Vorücken der transgredierenden Hierlatzkalke bis Saltrio – dem höchsten und im oberen Sinémurien zuletzt erreichten Punkt – geführt. Winkeldiskordanzen seien keine zu beobachten, da die Hierlatzkalke massig und meist schichtungslos ausgebildet seien und bei der relativ schwachen Aufwölbung im allgemeinen Penakkordanz herrsche.

Der Hinweis auf den litoralen Charakter der Hierlatzkalke, trotz Armut an terrigenen Einschwemmungen, ihre Bildung in Buchten, zwischen den aufragenden Felsen der Dolomit-Unterlage ist prinzipiell nicht neu, sie knüpft eng an die Interpretation von SCHMIDT und STEINMANN an.

Obwohl FRAUENFELDER die neue Konzeption, die sich mit SCHMIDT und STEINMANN über dieses ungewöhnliche und komplexe Gebiet anbahnte, noch wesentlich ausbaute, vermissen wir darin die Fundierung mit gründlichen und exakten Feldbeobachtungen, wie sie sonst im nördlich anschliessenden S. Giorgio-Gebiet und östlich vom See diesen Autor auszeichnen. Dies äussert sich auch auf seiner Karte, die zudem unter der schlechten Topographie verbunden mit unglücklichen geologischen Darstellungsmitteln leidet.

SENN (1924) erwähnt diesen Mangel in der Einleitung zu seiner Dissertation und rechtfertigt damit seine Revision des Liasgebietes Arzo–Tremona, der er im Rahmen seiner Untersuchungen eine eingehende Behandlung einräumt.

Er nimmt wie FRAUENFELDER eine Heraushebung des Gebietes in ober-norischer oder unter-rhätischer Zeit an, mit anschliessender tiefgreifender Erosion. Der höchste Punkt soll aber nicht bei Saltrio, sondern in der Gegend zwischen Arzo, Besazio, Tremona und Ligornetto gelegen haben. Rhätische Schichten sollen in unserem Gebiet nicht zur Ablagerung gelangt sein. Im westlichen Teil des Gebietes von SENN wäre oberes Rhät (Conchodon-Schichten) transgressiv auf stark reduziertem Hauptdolomit abgelagert und in einer anschliessenden Emer-sionsphase bis auf das Relikt von Valganna–Frascarolo wieder abgetragen worden.

Die bunten Kalke und Breccien an der Basis des Kieselkalkes bzw. Domerien bezeichnet SENN mit FRAUENFELDER als Transgressionsgesteine. Die Crinoiden, Lamellibranchier und Brachiopoden fasst er als autochthon und wie FRAUENFELDER als typisch für die Litoralzone auf, spricht ihnen aber stratigraphischen

Wert ab. Wo Ammonitenfaunen auftreten (Saltrio, Sant'Antonino di Besazio) seien sie eingeschwemmt. Sie sollen verschiedene Altershorizonte vertreten, ausschlaggebend seien nur die jüngsten Formen. Für Saltrio ist diese Ansicht nicht neu, sie deckt sich genau mit der FRAUENFELDERS. Für das Vorkommen von Sant'Antonino di Besazio, das FRAUENFELDER zum Toarcien (Ammonitico rosso) stellte, führt sie zu unterem Domerien.

SENN verwirft FRAUENFELDERS Verfahren für die Datierung der Transgression anhand der Höhenlage über dem Dach der Raiblerschichten. Wohl habe das Liegende der Liastransgression eine Heraushebung erfahren, doch sei sie wesentlich intensiver und unregelmässiger erfolgt (Taf. XXI). Dafür sollen NW Arzo (S. 577) und bei der Mitra del Vescovo (S. 581) beobachtete Diskordanzen sprechen. SENN bringt zur Rekonstruktion der rhätisch-unterliasischen Landoberfläche ein anderes Verfahren zur Anwendung (p. 575): Als Bezugsfläche nimmt er die Grenzfläche Kieselkalk-Domerien, die er in – als ursprünglich angenommene – horizontale Lage bringt. Durch Abtragen der Kieselkalkmächtigkeiten nach unten soll dann die erstrebte Rekonstruktion der rhätischen Landoberfläche erzielt werden. Analog ergibt sich aus dieser Fläche durch Abtragen der Hauptdolomit-Mächtigkeiten das Dach der Raiblerschichten zu jener Zeit und damit der Maßstab für die Rhätische Verbiegung. Mit der Kieselkalk-Mächtigkeit über der Cephalopoden-Schicht von Saltrio will SENN auch noch einen Maßstab für das relative Alter der Transgression im ganzen Gebiet gewinnen.

Als Voraussetzung müsste gefordert werden, dass die gewählte Bezugsfläche isochron sei und tatsächlich eben verlief und dass während der Auffüllung durch Kieselkalk keine Verstellungen der Transgressionsfläche stattfanden.

Eine Kritik des von SENN dargestellten Modells wird sich aus den oben gegebenen Voraussetzungen heraus im Laufe unserer Ausführungen von selbst ergeben. Wir werden dabei auf seine Beschreibung der Lias-Transgression Punkt für Punkt kritisch eingehen, soweit sie unser Gebiet betrifft. Auch einzelne Punkte ausserhalb unseres Gebietes möchten wir behandeln, sofern sie geeignet sind weiteres Licht auf unser Problem zu werfen.

Gleich nach Erscheinen von SENNS Dissertation publizierte FOSSA-MANCINI – offensichtlich mit einiger Hast, wie er selbst zugibt – 1925 eine Arbeit über den italienischen Teil von SENNS Gebiet. Sein hauptsächliches Anliegen ist es, die von SENN angenommenen Transgressionen zu widerlegen. Er nimmt im ganzen Gebiet lückenlose Sedimentation von unterer Trias bis zur Kreide an. Anlass zur Kontroverse gibt ihm sein auf STOPPANI (Schlußsatz seiner «Studii» 1857) zurückgeführtes Anliegen, in der Geologie sei ein Maximum an Einfachheit anzustreben. Seiner Ansicht nach wären die von SENN und FRAUENFELDER angenommenen Transgressionen unnötig und gesucht, um die tatsächlichen Verhältnisse zu erklären. Seine den Feldbeobachtungen zugrunde liegenden Kriterien und seine Argumente sind konfus, widerspruchsvoll, spekulativ und oft weit hergeholt. Die Feldbeobachtungen beschränken sich fast nur auf die Lithologie und stützen sich auf lithologische Beschreibungen anderer italienischer Autoren, die ihrerseits nur im Feld angestellt wurden und subjektiv sind. Seine paläontologischen Befunde beschränken sich auf Beobachtungen von Querschnitten grosser Bivalven im Gestein, die er bedenkenlos zu *Conchodon* stellt, obwohl schon STOPPANI zu

grosser Vorsicht bei der Bestimmung von Megalodontiden, selbst bei isolierten, gut erhaltenen Exemplaren gemahnt hatte. Peinlich berührt es, dass er auf SENNS Rhät-Profil N Frascarolo überhaupt nicht eingeht und auch das Rhät am Campo dei Fiori nicht genügend zu kennen scheint. Denn sonst wäre seine Behauptung, der gesamte Conchodondolomit sei vom Hauptdolomit lithologisch überhaupt nicht unterscheidbar, nicht verständlich.

Das untere Rhät soll durch – schon primär – geringmächtige Mergel und mergelige Schiefer vertreten sein. Sie wären durch Verwitterung, Überlagerungsdruck und schichtparallele Scherbewegungen (Mylonitisierung) stark ausgedünnt und zudem durch schlechte Aufschlussverhältnisse oft kaum sichtbar. Trotzdem habe er sie im Gebiet zwischen Monte Useria und der Schweizergrenze verfolgen und als Grenz-Horizont zwischen Hauptdolomit und Conchodondolomit kartieren können.

Besonderen stratigraphischen Wert legt er auf gewisse feinschichtige dolomitische Kalke («fittamente zonati»), die er in Anlehnung an TARAMELLI (1920) ebenfalls ins untere Rhät stellt. Er beschreibt sie von der Madonna d'Useria, N Viggiù auf 750 m ü. M. und bei Punkt 861 NW der Steinbrüche von Saltrio. Nun scheint uns aber Feinschichtung allein ein wenig zuverlässiges stratigraphisches Kriterium abzugeben, um so mehr als in einem Profil NOVARESES, aufgenommen zwischen Osteno und Porlezza am östlichen Luganersee, das FOSSA-MANCINI selbst wiedergibt, feinschichtiger Dolomit in lithologisch deutlich von Hauptdolomit unterscheidbarem, oberrhätischem Conchodondolomit vorkommt. Unter-rhät-Alter für die feinschichtigen Dolomite von Madonna d'Useria steht überdies in Widerspruch zu den Beobachtungen MARIANIS (op. cit.), der eben dort Hauptdolomit-Fossilien angibt (S. 130). Die Arbeit MARIANIS ist aber FOSSA-MANCINI nicht unbekannt, denn er zitiert ihn an verschiedenen Stellen. So z. B. auf S. 51, wo er von der Überschiebung spricht, die MARIANI an der Basis der Schichten von Saltrio einzeichnet, um das Fehlen von Rhät zu erklären. Dies hintert ihn aber nicht daran, unter dem Kontakt 75 m Conchodondolomit anzugeben, dort wo MARIANI Hauptdolomit-Fossilien gefunden hatte.

Seine Kritik an der Interpretation der Breccien an der Basis des Rhät und des Lias als typische Transgressionsbildungen durch verschiedene, vor allem Schweizer Geologen (S. 56–57) scheint uns weitgehend berechtigt, besonders hinsichtlich der Lias-Breccien. Er weist darauf hin, dass es sich durchwegs um äusserst unregelmässige, oft grobblockige Breccien mit eckigen Komponenten handelt und nicht um Konglomerate, wie es von einer Transgressionsbildung zu erwarten wäre.

Seine Interpretation der Breccien mutet uns jedoch wenig stichhaltig an. Er nennt sie «breccie autoclastiche» und schreibt ihre Entstehung schichtparallelen Scherbewegungen in einiger Tiefe, also offenbar einer jüngeren (alpinen) Tektonik zu. Dabei stützt er sich auf Arbeiten amerikanischer Geologen, vor allem VAN HISE (1896). Dieser Autor fordert als Voraussetzung für die Bildung von «Autoclastic Rocks» starke orogene Kräfte mit Faltenbildung und als Ausgangsmaterial Wechsellagerung von Mergeln, Schiefen oder detritischen Sedimenten mit spröden Lagen, wie Quarziten, Hornstein oder Kieselkalk. Bei Kalk-Mergel-Wechsellagerung sei das Phänomen selten und nur in geringer Tiefe möglich. Ein Kri-

terium, das er zur Unterscheidung von echten Basis-Konglomeraten daran knüpft und das FOSSA-MANCINI selbst übernimmt, aber nur auf einen Fall anwendet, nämlich die Steinbrüche am Südfuss des Monte Useria, besagt, dass vornehmlich plötzliche seitliche Übergänge zwischen «Pseudokonglomeraten» und Breccien, bzw. breccierten (geaderten) Partien vorhanden sein müssen. Nun enthalten aber die Breccien, die in unserem Gebiet an gewissen Stellen zwischen Hauptdolomit und Rhät aufgeschlossen sind, nur sehr unregelmässig begrenzte, eckige Komponenten; ebenso die Macchia vecchia-Breccie, die wir aber genetisch anders deuten, wie wir noch zeigen werden. Andererseits haben wir in den Transgressionskalken von Viggiù und Brenno echte Konglomeratlagen beobachtet. Die Schichtfolge zwischen dem Hauptdolomit-Grat der Monti Pravello, Orsa und S. Elia, und Arzo, Saltrio und Viggiù zeigt einheitliches S-Fallen oder höchstens sehr flache Wellung. Und schliesslich, dies scheint uns ausschlaggebend, ist nicht einzusehen, wieso überall gerade die Basis des Rhät, bzw. des Lias derart reagiert hätte, wo doch auch innerhalb beider Komplexe genug Horizonte mit Wechsellagerung zwischen Mergel und Kalk, respektive Dolomit vorkommen. FOSSA-MANCINI widerspricht sich selbst, wenn er die Überschiebung MARIANIS an der Basis der Kalke von Saltrio zitiert, denn Mergelzwischenlagen sind in diesen Kalken häufig, doch Anzeichen von «autoklastischen» Bildungen fehlen ganz.

Dies alles bezieht sich auf die Gegend westlich ausserhalb unseres Untersuchungsgebietes, ist aber doch unausweichlich mit unseren Problemen verknüpft; umsomehr als FOSSA-MANCINI seine Ideen auch auf das Gebiet Arzo-Tremona anwendet, allerdings mit Vorbehalt, da er zugegebenermassen das Gebiet nicht aus eigener Begehung kennt (S. 57–61).

Dass er SENN zu wenig kennt oder falsch verstanden hat, geht daraus hervor, dass er seine «Transgressionsfazies» (auf SENNS Karte schwarz eingezeichnet) überall kurzerhand mit der «basalen Breccie» identifiziert. Er erwähnt die von SENN beobachteten Diskordanzen und erblickt in den «basalen Breccien» wiederum Mylonite. Damit wäre der Kontakt zu einem tektonischen abgewertet und die Diskordanz wäre bedeutungslos. Gerade der unregelmässige Kontakt, mit den auch von früheren Autoren beschriebenen Taschenfüllungen, scheint ihm für Kontakt-Mylonitisierung zu sprechen.

Die von SENN postulierte, durch Erosion in der rhätischen Emersionsphase angelegte tiefe Rinne, die bis ins Domérien als Fjord weiterbestanden hätte und die anomalen Sedimentationsverhältnisse in der Gegend der Steinbrüche von Arzo erklären soll, wird von FOSSA-MANCINI mit Recht kritisiert. Die Bildung einer so tiefen und isolierten Schlucht in einem Dolomit-Gebiet scheint ihm unwahrscheinlich. Noch unwahrscheinlicher mutet ihm ihr Fortbestehen während der Transgressionsphase an, vom unteren Lias bis zum Domérien, ohne dass sie ihre steilen Wände eingebüsst hätten.

Zur Deutung der von SENN beobachteten ungewöhnlichen Verhältnisse schlägt er eine andere Möglichkeit vor (S. 59–61): im Anschluss an tiefgreifende karstische Verwitterung im Tertiär oder Quartär wäre das Gebiet in sich zusammengebrochen, und aus den bis dahin einander konkordant überlagernden Anteilen wären die bekannten heterogenen Breccien entstanden. Die Idee ist offensichtlich aus dem Bestreben hervorgegangen, die überall geforderte, ausnahmslose Konkordanz zu retten.

Es mag scheinen, dass wir diese Arbeit, die sich im wesentlichen mit der westlichen Fortsetzung unseres Gebietes beschäftigt, übermässig ausführlich und kritisch diskutiert haben. Wir sahen uns dazu veranlasst wegen der grossen Bedeutung, die hinsichtlich der besprochenen Probleme von gewissen italienischen Geologen heute noch dem Werk beigemessen wird (s. NOVARESE, 1939). Dies kam mir besonders zum Bewusstsein anlässlich von Diskussionen mit italienischen Doktoranden, die in SENNS Gebiet Untersuchungen anstellten. Daraus ging auch die Tendenz hervor, im Anschluss an eine Bemerkung FOSSA-MANCINIS (S. 61/62) eine italienische Schule, die Konkordanz und keine Transgressionen von einer Schweizerischen, die zwei oder mehr Transgressionen annimmt, zu unterscheiden.

Wir glauben dadurch auch frühzeitig Ballast abgeworfen zu haben und uns das weitere Vorgehen, die Darlegung der Ergebnisse unserer Untersuchungen zu erleichtern. Wir werden deshalb im folgenden Teil im wesentlichen nur auf SENN zurückzugreifen haben.

TEICHMÜLLER (1930, p. 385), dessen Synthese über palaeotektonische Bewegungen in den Südalpen eine Pionierleistung darstellt, kritisiert das Modell FRAUENFELDERS und SENNS, vor allem die von letzterem angenommene vorjurassische Aufwölbung infolge magmatischer Hebung. Die Diskordanzen zwischen unterem Lias und Hauptdolomit an der Generosa-Bahn würden durch stark tektonisch gestörte Kontakte hinfällig gemacht. Ebenso widerlegt er die von SENN (op. cit., p. 583) angenommene vorjurassische Rinne mit N-Gefälle im Gaggiolo-Tal, in der Lias-Kalk bis auf die Raiblerschichten hinabgreife, da letztere nicht aufgeschlossen sind und Hauptdolomit beidseits deutlich unter die Talsohle taucht.

Eine erste konstruktive Kritik an SENNS Konzept und für unsere Untersuchungen bahnbrechende Erkenntnisse publizierte VONDERSCHMITT (1941, 1953). Im grossen Steinbruch von Arzo (Taf. IV, EFG/11) beschreibt er zentimeter- bis dezimeterbreite, senkrecht stehende gangartige Bänder mit blassroter Echinodermenbreccie, hellroten dichten Kalken und dunkelroten glimmerigen Mergelkalken innerhalb von gebankten, grünlich-gelben, etwas mergeligen Kalken. Diese sedimentären Gänge verlaufen in NNW-SSE-Richtung und lassen sich auf weite Strecken verfolgen. Sie stünden in deutlichem Zusammenhang mit dem Absinken des Generoso-Beckens während des Unterlias. Sie wären dadurch entstanden, dass unverfestigter Sedimentbrei auf Klüften in die unterlagernden Gesteine eindrang, und zwar in mehreren Phasen, wobei die dunkelroten und grauen Mergelkalke als letzte Phase alle übrigen Gesteine gangartig durchsetzten. Diese letzte Phase wird zu den analogen Anteilen der Macchia vecchia in Beziehung gebracht und mit den roten Kalken und Mergeln des Domérien von Arzo verglichen. Die Macchia vecchia wird erstmals als besondere Spielart vom Marmo d'Arzo abgetrennt und gesondert beschrieben und gedeutet. In dieser groben Breccie bilden Hauptdolomit-Fragmente die älteste Komponente. Dazu treten mehrere Typen von jüngeren Grundmassen. Viele Breccienteile haben eine mehrmalige Umlagerung erfahren. VONDERSCHMITT bezeichnet mit FRAUENFELDER die Macchia vecchia als Transgressionsbreccie des Unterlias.

Derselbe Autor (in KUHN-SCHNYDER & VONDERSCHMITT, 1954) zeigt innerhalb einer knappen, brillanten Synthese der Kenntnisse über die Geologie des Süd-tessins eine Reihe von teils schon bearbeiteten, teils zurzeit erforschter, teils

noch hängiger Probleme auf. Unter 5. findet sich die Problemstellung, die der vorliegenden Arbeit zugrunde liegt, präzise formuliert.

SOLLE (1960, p. 357) beobachtete E und S Lugano im Kieselkalk synsedimentäre, subaquatische Rutschungen. Daraus und aus Beobachtungen anderer Autoren, vor allem FRAUENFELDERS (op. cit.) und LEHNERS (1952) – besonders die Breccienlagen aus älteren Komponenten innerhalb des Kieselkalks betreffend – schliesst er auf eine synsedimentäre Anlage der Luganerlinie, vom Norien bis zum Lias, innerhalb eines mehrere Kilometer breiten Störungsbündels mit schmalen Gräben, Flexuren und Abschiebungen wechselnden Sinnes. Weitere analoge Störungszonen vermutet er zwischen Luganerschwelle und dem westlich anschliessenden Monte Nudo-Becken.

TRÜMPY (1960, p. 868/69) behandelt die plötzlichen Fazies-Unterschiede beidseits der Luganer Linie im Rahmen einer Synthese über die paläotektonische Entwicklung der Alpen. Sie sprechen für eine alte Anlage der Luganer Hauptverwerfung und starke Absenkung des E-Flügels in liasischer Zeit. Der westliche Block erfuhr eine Kippung nach Westen, da die liasische Erosion unmittelbar westlich der Verwerfung am stärksten zum Ausdruck kommt. Ich danke Herrn Prof. TRÜMPY dafür, dass er die vorliegende Arbeit in diesem Zusammenhang der Fachwelt bereits angekündigt hat.

## STRATIGRAPHIE

### I. VORAUSSETZUNGEN

Exposition der jüngsten Anschauungen und Vorwegnahme der wichtigsten Resultate dieser Arbeit, um die Darstellung der Stratigraphie zu erleichtern

Die stratigraphischen Daten in der umfangreichen älteren Literatur über unser Gebiet geben eigentlich ein recht verwirrendes Bild. Biostratigraphische Schlüsse aufgrund der oft phantastisch reichen Brachiopoden-, Lamellibranchien- und Crinoiden-Fauna führten zu Widersprüchen und zu häufigen Kontroversen. SENN hat als erster diesen Faunen jeden stratigraphischen Wert abgesprochen. (op. cit., p. 574).

Versuche mit konventionellen stratigraphischen Methoden – Gliederung und Darstellung in Profilen, Parallelisation – halfen in den wenigen Fällen, da sie unternommen wurden, nicht weiter; für die Steinbrüche von Saltrio (TARAMELLI, PARONA) scheiterten sie an der allzu lokalen Bedeutung; für die Steinbrüche von Arzo (gleiche Autoren) versagten sie völlig. Denn hier ist die Richtungslosigkeit scheinbar total, kein Horizont geht durch (FRAUENFELDER op. cit. p. 328).

Ausgehend von der transgressiven Auflagerungsfläche der «Hierlatzkalke» und ihrem extremen Relief in bezug auf den Schichtverband der Serie suchte FRAUENFELDER nach einer neuen Lösung, der schon erwähnten Rekonstruktion dieser Fläche zur Zeit der Transgression mit Hilfe der Hauptdolomit-Mächtigkeiten. Die Methode erscheint zunächst als solche elegant, so dass sie auch von SENN in ihren Grundzügen übernommen wurde, wie wir schon dargelegt haben.