

Zeitschrift: Eclogae Geologicae Helvetiae
Herausgeber: Schweizerische Geologische Gesellschaft
Band: 70 (1977)
Heft: 2

Artikel: Sedimentation und Paläotektonik in den westlichen Südalpen : zur triasisch-jurassischen Geschichte des Monte Nudo-Beckens
Autor: Kälin, Otto / Trümpy, Daniel M.
Kapitel: Zur paläotektonischen Entwicklung der Westlombardei : eine Zusammenfassung
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-164624>

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: 12.01.2026

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

Die Mächtigkeiten der Kalkturbidite der Fazies 1 variieren beträchtlich (i.a. zwischen 0,75 und 2 m; maximale Mächtigkeit um 4 m). Zwischen Korngrösse und Bankmächtigkeit besteht keine Beziehung, und die Mächtigkeit der Pelite variiert nicht proportional zu der der liegenden Kalkarenite. Die massigen dunkelgrauen Pelite sind, fast ausnahmslos, etwas geringmächtiger als die Kalkarenite. Die Kontakte sowohl im Dach der Kalkarenite als auch der Pelite sind durchwegs scharf. Die hemipelagischen Mergel (*F*-Intervall der Bouma-Sequenz) sind daher jeweils ohne Schwierigkeiten gegen das liegende *E*-Intervall abzugrenzen (vgl. Tf. 4, Fig. 2).

Der geringe *ABC*-Index (Proximalitäts-Index, cf. WALKER 1967) steht im Widerspruch zu der grossen Mächtigkeit der vollständigen Zyklen. Auf Unregelmässigkeiten in der vertikalen Abfolge der *B*-, *C*- und *D*-Intervalle innerhalb der Kalkarenite wurde bereits hingewiesen; das *A*-Intervall fehlt stets. Obwohl die Aufschlussverhältnisse nicht erlauben, die Geometrie einzelner Zyklen im Detail zu studieren, fällt dennoch auf, dass die Mächtigkeit der Bänke in der Transportrichtung offenbar nicht kontinuierlich abnimmt.

Die angeführten Merkmale lassen darauf schliessen, dass sich die mächtigen Zyklen aus der Fracht mehrerer, dicht aufeinander folgender Suspensionsströme zusammensetzen (amalgamierte Turbidite). Die einzelnen Ströme vermochten offenbar mindestens das Pelit-Intervall des jeweils jüngsten, bereits abgelagerten Bouma-Zyklus zu erodieren. Im wenig konsolidierten liegenden Sediment mochten sie ausserdem sedimentäre Deformationen auslösen oder bereits angelegte Strukturen akzentuieren (vgl. DZULYNSKI & WALTON 1965, DZULYNSKI & RADOMSKI 1966). Der komplexe Aufbau der Kalkarenit-Bänke fände damit eine plausible Erklärung.

An der Basis und im Dach der zyklisch gegliederten Abschnitte der Formation (Fazies 1) lockert sich die Folge der amalgamierten Bänke; in die mächtigen hemipelagischen Mergel schalten sich geringmächtige (nicht zusammengesetzte) Turbidite, ab und zu laminierte Kalksiltite (? «contourites», cf. BOUMA 1973; vgl. Tf. 4, Fig. 4) ein. Systematische vertikale Mächtigkeitsänderungen («thickening-upwards-» oder «thinning-upwards-sequences», vgl. u.a. MUTTI & RICCI-LUCCHI 1972) wurden jedoch weder an den Übergängen in die Siltit-Mergel-Alternanzen der monotonen Beckenfazies 2 noch innerhalb der zyklisch gegliederten Intervalle der Formation beobachtet.

Die mächtigen Resedimente der Fazies 1, die im oberen Lias weite Teile des westlichen Monte Nudo-Beckens bedeckten (vgl. Fig. 4), dokumentieren vermutlich eine Reaktivierung des Bruchsystems im Gebiete des unteren Langensees. Erneute, stärkere tektonische Bewegungen mochten im Bereiche der Hochzone von Gozzano wiederholt zur Remobilisierung grosser, feinkörniger Sedimentmassen geführt haben.

Zur paläotektonischen Entwicklung der Westlombardei – eine Zusammenfassung

Die sedimentäre Entwicklung der Westlombardei wurde – deutlich nachweisbar vom Rhät an – von synsedimentärer Dehnungstektonik kontrolliert.

Die grundlegenden Arbeiten von BERNOULLI (1964) und CASTELLARIN (1972) vermochten den Einfluss etwa N-S-streichender Abschiebungssysteme (Luganer

Linie, Garda-Ballino-Linie) auf die jurassischen Faziesmuster der Südalpen weitgehend zu klären. Eine möglicherweise wesentlich ältere Anlage dieser Lineamente ist umstritten; wenig diskutiert wurde ihre Beziehung zu spätherzynischen WSW-ENE- bzw. SW-NE-streichenden Elementen (Collio-Tröge, Vulkanite von Bolzano und Lugano, Cremosina-Linie; vgl. LEHNER 1952, BERNOULLI 1964, ASSERETO & CASATI 1965, BORIANI & SACCHI 1976).

LEHNER nimmt in der Westlombardei sowohl für die WSW-ENE-orientierten, als auch für die annähernd N-S-verlaufenden Strukturen ein permisches Anlagealter an. BERNOULLI stellt dies für die Luganer Linie in Frage. Er deutet die Luganer Linie als vornehmlich rhätisch-liasische Bruchzone. ASSERETO & CASATI postulieren erneut mitteltriasische Aktivitäten an der Luganer Linie (für weitere Interpretationen der Luganer Linie und der analogen Langensee-Störung verweisen wir auf BERNOULLI 1964, p. 98 ff.).

Die Bedeutung spätherzynischer und triasischer Vulkanitmassen für die jurassische Geschichte der Südalpen wurde von verschiedenen Autoren verschieden gewichtet. Immerhin zeigt BOSELLINI (1973) in den Dolomiten eine klare Kontrolle der Jura-Isopachen durch die Verteilung der Vulkanite auf: Den Verhältnissen im Varesotto entsprechend, liegen nordöstlich des Gardasees *mächtigen* vulkanischen Ablagerungen *reduzierte* jurassische Serien auf. BOSELLINI sieht in der Ererbung alter Strukturen eine möglicherweise relevante Einschränkung der Gültigkeit seines «geodynamischen Modells» der Südalpen.

Wir möchten im folgenden versuchen, aus vorangehend beschriebenen Fazies und Faziesmustern – zum Teil ergänzt durch Daten aus der Literatur – eine paläotektonische Entwicklung des bearbeiteten Gebietes zu skizzieren.

Während die markanten Fazies- und Mächtigkeitsunterschiede der jurassischen Ablagerungen distensionstektonische Bewegungen recht gut dokumentieren, kann tektonische Aktivität in den oft monotonen triasischen Plattform-Karbonaten nur schwer nachgewiesen werden. Entsprechende detaillierte Untersuchungen fehlen bis heute in der Westlombardei. Einzig ZORN (1971) beschäftigte sich, allerdings nur am Rande, mit paläotektonischen Aspekten der mitteltriasischen Heteropien. In anderen Gebieten der Südalpen sind diesbezügliche Untersuchungen weiter fortgeschritten (vgl. ASSERETO & CASATI 1965, PISA 1974).

Jungpaläozoikum

Die Verbreitung der spätherzynischen Vulkanite macht, jedenfalls was die andesitische Phase anbelangt, eine Bindung an WSW-ENE-verlaufende, grabenähnliche Strukturen wahrscheinlich. Diese scheinen (zum mindesten W der Luganer Linie) nicht durch N-S-gerichtete Lineamente beeinflusst worden zu sein. Das Verschwinden der Vulkanite an der Luganer Linie könnte gemäss BERNOULLI (1964) durch komplexe, alpin-tektonische Phänomene bedingt sein.

Die mächtigen Luganer Vulkanite (Arbostora-Scholle), die Porphyrmassen beidseits des unteren Langensees und die der Val Sesia dürfen vermutlich als Relikte einer ursprünglich kontinuierlichen spätherzynischen Struktur, des Arbostora-Gozzano-Elementes, angesehen werden. Im Piemont bildet die herzynisch angelegte (vgl. BORIANI & SACCHI 1976) Cremosina-Linie die Nordbegrenzung der Sesia-Vulkanite. Aus der ERTS-1-Aufnahme (vgl. BORIANI & SACCHI 1976, p. 331)

ist ersichtlich, dass sich die Cremosina-Linie östlich des Langensees offenbar in der Nordbegrenzung der Arbostora-Scholle (Brusimpiano-Cabiaglio-Linie) fortsetzt.

Nördlich der Arbostora-Scholle beschränken sich basische Effusiva auf einige Gänge; die sauren Vulkanite sind wesentlich geringmächtiger (vgl. HARLOFF 1927, LEHNER 1952), und lokal liegt die Trias direkt dem Kristallin auf (LEUZINGER 1926, p. 97; VAN HOUTEN 1929, p. 8). Es scheint folglich naheliegend, in der Brusimpiano-Cabiaglio-Linie und ihrer südwestlichen Fortsetzung, der Cremosina-Linie, eine ursprüngliche Begrenzung des Arbostora-Gozzano-Elementes zu sehen.

Mittlere Trias

Über skythisch-unteranisischen Transgressionsbildungen (Servino) setzt im mittleren Anisian die Plattform-Sedimentation des Salvatore-Dolomits ein. In den ganzen Südalpen (zwischen dem Varesotto und den Karnischen Alpen) sind Flachwasser-Karbonate dieses Typs weit verbreitet. Im obersten Anisian zerbricht die Plattform; es entsteht eine Reihe von Becken mit sauerstoffarmen bzw. euxinischen Verhältnissen (Grenzbitumen-Zone, Prezzo-Kalke, Bänderkalke der Buchensteiner Schichten). Das Einsetzen der bituminösen Fazies ist synchron (vgl. RIEBER 1967). Dies könnte als Indiz für distensionstektonische Ursachen gewertet werden.

Die oft extrem reduzierte Mächtigkeit dieser bituminösen Serien im Vergleich mit den altersgleichen Plattform-Karbonaten darf hingegen nicht als Argument für synsedimentäre Tektonik angesehen werden (z. B. ZORN 1971). Untersuchungen an frühdiagenetischen Hornsteinen in bituminösen Laminiten erlaubten das Ausmass der Kompaktion dieser Sedimente (25–50fach) abzuschätzen. Die von ZORN errechnete Sedimentationsrate von 1–4 m/Mio. Jahre steigt damit auf 25–200 m/Mio. Jahre. Die ursprüngliche Mächtigkeit der Grenzbitumen-Zone (entspricht etwa 4 Mio. Jahren, vgl. ZORN) dürfte sich folglich kaum wesentlich von der des vermutlich nur schwach kompaktierten mittleren Salvatore-Dolomits (250–450 m; vgl. ZORN 1971, p. 13) unterscheiden.

In der Westlombardei deckt sich die Verbreitung der Grenzbitumen-Zone ungefähr mit der der rhätischen Tremona-Serie (zentrale und östliche Arbostora-Scholle); nördlich der Brusimpiano-Cabiaglio-Linie sind uns keine Vorkommen der bituminösen Beckenfazies bekannt. Im Westen wird das Becken der Grenzbitumen-Zone heute von der nachweisbar rhätisch-liasisch aktiven Valganna-Minifreddo-Störung (vgl. Tf. 7) begrenzt.

Neben den teils bedeutenden Mächtigkeitsunterschieden zwischen der west- und der zentrallombardischen Mitteltrias (vgl. ASSERETO & CASATI 1965) könnte dies für eine oberanisische Anlage der N–S-gerichteten Strukturen sprechen.

Ob auch die künftige Luganer Linie in der Mitteltrias bereits als Faziesgrenze (? E-Rand des Beckens der Grenzbitumen-Zone, vgl. ASSERETO & CASATI 1965, Fig. 30) in Erscheinung tritt, muss dahingestellt bleiben, da unmittelbar östlich der Luganer Linie keine mitteltriasischen Sedimente aufgeschlossen sind.

Die im oberen Anisian angelegten Depressionen bestehen bis ins mittlere Carnian fort. Während in den Bergamasker, Trentinischen und Karnischen Alpen in der Mitteltrias «flyschartige» Sedimentation und assoziierte Vulkanite auf grössere Bathymetrie-Differenzen zwischen den Karbonat-Plattformen (Esino-Kalk, Schlern-Dolomit) und den Becken (Wengener, Cassianer Schichten) schliessen lassen, treten im Varesotto Resedimente und Pyroklastika in den Hintergrund. Subsidenzunterschiede sind in der Westlombardei von untergeordneter Bedeutung.

Im mittleren Carnian wird die Plattform-Sedimentation in weiten Teilen der Südalpen unterbrochen; in der Folge decken die bunten Mergel und Siltite der *Formazione di San Giovanni Bianco* grosse Gebiete des Ablagerungsraumes mit faziell ähnlichen Sedimenten ein: Im oberen Carnian spielt synsedimentäre Tektonik vorübergehend keine Rolle mehr (vgl. EPTING et al. 1976).

Obere Trias

Die norischen Sedimente sind im Varesotto in Hauptdolomit-Fazies ausgebildet.

Mit dem oberen Norian setzen wieder tektonische Bewegungen ein, die als Einleitung der rhätisch-liasischen Distensionsphase verstanden werden dürfen. Der Hauptteil der künftigen Arbostora-Schwelle emergiert. Im Bereich späterer rhätisch-liasischer Verwerfungen ist der Hauptdolomit häufig zerbrochen und kalzitisch verheilt. WIEDENMAYER (1963, p. 619) beschrieb solche von Kalzitadern durchschwärmte Dolomitpartien aus den Steinbrüchen von Arzo (Phase I der *Macchia vecchia*-Bildung). Möglicherweise fällt die Emersion der künftigen Gozzano-Schwelle in dieselbe Zeit.

Anderweitig bilden sich erneut Depressionen mit bituminösen Sedimenten (*Calcari di Zorzino*; *Membro di Lumezzane*). Mindestens für letzteres kann eine Abhängigkeit von tektonischen Linien vermutet werden, bestehen doch klare Beziehungen zwischen seiner Verbreitung und den Isopachen der jüngeren Formationen (*Corna*, *Corso Rosso*, *Medolo*; vgl. Isopachen- und Fazieskarten in CASSINIS 1968, p. 108 ff.).

In anderen Gebieten schliesslich, hält die Hauptdolomit-Sedimentation bis ins obere Norian, teilweise sogar bis ins mittlere Rhät an (z.B. Dolomiten, Veneto, westliches Varesotto).

Die mitteltriasisch oder norisch angelegte Gliederung des Sedimentationsraumes erfährt im Rhät eine Akzentuierung. Im besonderen gewinnen N-S-Lineamente an Bedeutung; die Luganer Linie tritt als sichere Faziesscheide in Erscheinung. Sie trennt die reduzierten rhätischen Serien im Westen von den mächtigen Ablagerungen in der Zentrallombardei. Beträchtliche Bathymetrie-Unterschiede zwischen den beiden Sedimentationsräumen sind jedoch kaum nachzuweisen.

Nach WIEDENMAYER (1963, p. 585) zeichnet sich möglicherweise bereits im Rhät (deutlicher dann im unteren Lias) im Raume Stabio eine südliche Begrenzung der Arbostora-Schwelle ab.

In den rhätischen Serien der Westlombardei (Hauptdolomit s.l., *Tremona*-Serie, *Conchodon*-Kalk) lässt sich sowohl anschaulich die Abhängigkeit der Sedimentmächtigkeiten von der Subsidenz einzelner Teilschollen, als auch ihr sprunghaftes Ändern an synsedimentären Verwerfungen aufzeigen (vgl. Tf. 8). Ein Zusammenhang zwischen Rhät-Mächtigkeiten (vgl. GNACCOLINI 1964, Fig. 3) und Mächtigkeitsvariationen im hangenden Kieselkalk scheint evident: Auf *Alpe Perino* nördlich *Arcumeggia* (GNACCOLINI 1964, sez. 1–III) decken sich die grössten Mächtigkeiten des Rhäts mit denen der unterliasischen *Spiculite*. Am *Campo dei Fiori* (GNACCOLINI 1964, sez. VIII, 7–I, VII, 6–IV, 5) lässt sich im Rhät das analoge stufenweise Abnehmen der Mächtigkeiten von Westen nach Osten verfolgen wie im Kieselkalk.

Als weiteres Indiz für tektonische Aktivität im Rhät können schliesslich zahlreiche Spaltenfüllungen gewertet werden [z.B. Steinbrüche von Arzo, Arzo-Bruch, T. Poaggia, Tassera-Viggiù und (?) unmittelbar S des Passo Cuvignone (W des Mte. Nudo)].

Unterer Lias, mittlerer Lias (p.p.)

Die Sedimentationsverhältnisse im westlombardischen Unterlias dokumentieren eine generelle Absenkung. Während sich in den durchwegs flachmarinen Sedimenten der Obertrias syngenetische Dehnungstektonik lediglich in sprunghaften Mächtigkeitsvariationen (z.B. zentrallombardisches Rhät / Rhät des Varesotto) äussert, führen Subsidenzdifferenzen im unteren Lias offenbar zu einer deutlichen morphologischen Gliederung des Sedimentationsraumes (Horst-Graben-Topographie):

Ein gradueller Übergang von den Flachwasser-Karbonaten des oberen Rhät in den lombardischen Kieselkalk und allgemein mächtige Unterlias-Serien kennzeichnen die Beckenfazies, stratigraphische und sedimentäre Diskontinuitäten sowie reduzierte Sedimentmächtigkeiten die Schwellenfazies.

Der Übergang zur Kieselkalk-Sedimentation erfolgt im Generoso-Becken im Laufe des unteren Hettangian. BERNOULLI (1964, p. 29) und GAETANI (1975, p. 383) zitieren kleinwüchsige Faunen, die von BISTRAM (1903) und CONTI (1954) aus dem Gebiet der Val Solda (N des Porlezza-Armes des Luganersees) beschrieben worden sind. Im Monte Nudo-Becken ist die Kieselkalk-Basis nicht datiert. Biostratigraphisch relativ gut belegt ist indessen die Auflagerung des lombardischen Kieselkalles im Raume der Arbostora-Schwelle. Die ältesten Faunen (mit Ausnahme der von WIEDENMAYER beschriebenen Fauna unmittelbar östlich Arzo, vgl. unten) sind ins untere Sinemurian (Bucklandi-Zone) zu stellen. Diese Tatsache und die von früheren Autoren postulierte ausgedehnte Emersionsphase im Dach des Conchodon-Kalkes, die wir oben (p. 300) widerlegten, mochten zur Ansicht geführt haben, dass die Absenkung des Monte Nudo-Beckens später einsetzte als die des Generoso-Beckens (vgl. BERNOULLI 1964).

Sedimentologische Befunde lassen jedoch auf eine gleichzeitige Entstehung beider Becken (im Hettangian) schliessen. Der Kontakt Obertrias / Unterlias trägt auf der Arbostora-Schwelle offensichtliche Anzeichen von Omission und submariner Erosion. Die Unter-Sinemurian-Faunen in den kondensierten Fazies der Saltrio-Schichten dürfen daher nicht als Argument gegen einen bereits früheren Beginn der Absenkung angeführt werden. Für eine Absenkung im Hettangian sprechen zudem Involutinen-Kalke (assoziiert mit dem litho-/biohermalen Broccatello im Gebiete von Arzo) mit einer reichen Ammoniten-Fauna, in der WIEDENMAYER (1963, p. 596f.) Formen der Planorbis- und der Angulata-Zone nachweisen konnte. Angesichts der beschriebenen graduellen Übergänge vom Conchodon-Kalk in den basalen Kieselkalk im Gebiete des Beckens (vgl. p. 301) würde eine spätere (Sinemurian) Absenkung des Monte Nudo-Beckens eine Heteropie zwischen Conchodon-Kalk und Broccatello bedingen. Die faziellen und vor allem faunistischen Unterschiede zwischen den beiden Flachwasser-Sedimenten lassen dies jedoch äusserst unwahrscheinlich erscheinen.

Die heterogenen Saltrio-Schichten erlauben eine detaillierte Rekonstruktion der Paläogeographie der Arbostora-Schwelle (vgl. Tf. 9): Submarine Erosion (? Hettangian) widerspiegelt sich in den (in Gräben zusammengeschwemmten) epiklastischen Kalkareniten von Typ Viggiù. Westlich des Arzo-Bruchs sind die ältesten datierten Lias-Sedimente von Bucklandi-Alter. Im basalen Kondensationshorizont des Typs Poaggia lassen sich die Bucklandi- und die Semicostatum-Zone nach Westen bis zum Monte Tre Croci (E des Campo dei Fiori) belegen. Am westlichen Monte Campo dei Fiori lassen resedimentierte Ammoniten der Semicostatum-Zone (?) 100 m über der Kieselkalk-Basis (vgl. LEUZINGER 1926, p. 117) vermuten, dass die westlichste Teilscholle der Arbostora-Schwelle schon früher in die Absenkung des Beckens einbezogen wurde. Die Turneri-Zone ist nur noch im T. Poaggia und in der Val Cornee fossilbelegt. Sie fehlt am Monte Tre Croci im Kondensationshorizont; am östlichen Campo dei Fiori ist demnach das obere Unter-Sinemurian bereits in Beckenfazies entwickelt. Im unteren Sinemurian beginnen offenbar (von Westen her) sukzessive einzelne Elemente der Arbostora-Schwelle ins südwestliche Monte Nudo-Becken «abzusinken».

Da entsprechende Aufschlüsse fehlen, ist die frühe Geschichte des südwestlichen Monte Nudo-Beckens nur schlecht bekannt. Aufgrund der geschilderten Entwicklung vermuten wir jedoch, dass auch die Absenkung des südwestlichen Beckens bereits im Hettangian einsetzte.

Um die Wende Unter-Sinemurian / Ober-Sinemurian dokumentiert die Heteropie zwischen den Encriniten des Typs Saltrio und den Laminiten des Typs Poaggia eine weitere Zergliederung der östlichen Arbostora-Schwelle (vgl. Tf. 9, Rekonstruktion zur Zeit der Obtusum-Zone). Auf den reliktschen Horsten werden in der Folge die Sedimente des unteren Sinemurian teilweise (Salnova-Saltrio) oder vollständig (Arzo-Borgioli, eventuell Monte Monarco) erodiert. Im Laufe des oberen Sinemurian setzt (mit Ausnahme der Gegend um Arzo) auch auf diesen reliktschen Hochzonen die Kieselkalk-Sedimentation ein (vgl. SACCHI-VIALLI & CANTALUPPI 1961; WIEDENMAYER 1963). In Borgioli erfolgt der Sedimentationswechsel an der Basis des Carixian; gleichzeitig ersetzen unmittelbar östlich Arzo kondensierte rote Cephalopoden-Kalke (Besazio-Kalk, vgl. WIEDENMAYER 1963, p. 600) den unterliasischen Broccatello.

Die Schwelle von Gozzano wird im oberen Sinemurian partiell überflutet (vgl. SACCHI-VIALLI & CANTALUPPI 1967; MONTANARI 1969). Florenreste und terrigener Detritus zeugen indessen noch bis in den mittleren Lias von emergierten Gebieten im Bereiche der Gozzano-Schwelle.

Auf Tafel 10 (A), einem Profil durch das lombardische Becken, wurde versucht, die Mächtigkeit der unter- und mittelliasischen Beckensedimente vom Typ lombardischer Kieselkalk (Calcare di Moltrasio auct.) und / oder Medolo unüberhöht darzustellen.

Die tiefer-marine Kieselkalk-Medolo-Sedimentation setzt auch im zentralen und östlichen Teil des lombardischen Beckens im allgemeinen im Laufe des unteren Lias ein. Die Figur stellt die paläotektonische Situation etwa an der Wende mittlerer/oberer Lias dar. Die E-W-Orientierung ist durch die geographische Verbreitung von Lias-Sedimenten entlang dem Alpensüdrand vorgegeben (vgl. Geologische Karte der Schweiz 1:500000). Das Profil ist daher nicht als «idealer Schnitt» durch die liasischen paläotektonischen Elemente der westlichen Südalpen aufzufassen. Ausserdem dürfte eine alpine – möglicherweise transversale – Reaktivierung alter Störungen die ursprüngliche Schwellen-Becken-Konfiguration an einigen Stellen modifiziert haben (vgl. für die Luganer Linie DE SITTER 1963).

Die auffälligen Mächtigkeitsänderungen sind durch (z.T. beträchtliche) Subsidenzunterschiede zwischen einzelnen Bruchschollen bedingt. Besonders deutlich kommt dies in den randlichen grabenartigen Strukturen des Generoso- und des Monte Nudo-Beckens zum Ausdruck.

Nach BERNOULLI (1964) darf die unterliasische Absenkung des Generoso-Beckens an der Bruchstaffel der Luganer Linie auf mindestens 3000 m geschätzt werden. Bedeutend geringere Absenkungsbeträge widerspiegeln sich in den Mächtigkeiten der Unterlias-Serien im Monte Nudo-Becken:

Die unterliasischen Spiculite erreichen im zentralen Monte Nudo-Becken im Gebiet Arcumeggia – Monte Nudo mit 1100–1300 m ihre maximale Mächtigkeit (vgl. Tf. 10, B). Gegen Südwesten nimmt ihre Mächtigkeit ab; bei Arolo, am Langensee-Ufer, beträgt sie schliesslich nur noch ungefähr 100 m.

Die Porphyr-Scholle südlich der Valcuvia zeichnet sich gegenüber dem zentralen Becken durch eine wesentlich geringere Subsidenz aus. Die Mächtigkeit des Kieselkalks nimmt auf der Arbostora-Scholle von Osten nach Westen sprunghaft zu (vgl. oben); sie erreicht jedoch am Westende des Campo dei Fiori kaum mehr als 650 m (davon entfallen mindestens 200 m auf die mittelliasische San Giulio-Serie).

Während polygene, grobklastische Resedimente und exotische Blöcke im Generoso-Becken bereits im unteren Lias von einer schnellen, diskontinuierlichen Absenkung gegenüber der Arbostora-Schwelle zeugen, scheint die Absenkung im Monte Nudo-Becken während des unteren Lias kaum zur Bildung instabiler Steilränder geführt zu haben. In den Spiculiten des Monte Nudo-Beckens fehlen proximale Resedimente. Differentielle Bewegungen zwischen einzelnen Bruchschollen mochten sich in der Morphologie des Sedimentationsraumes lediglich als Flexuren äussern.

Erst im mittleren Lias dokumentieren die flyschähnlichen Sedimente der San Giulio-Serie eine beschleunigte Absenkung des westlichen Monte Nudo-Beckens (vgl. Tf. 10, C). Die Geometrie des Sedimentkörpers lässt auf eine Absenkung längs einer (der Luganer Linie analogen) ungefähr N–S-streichenden Bruchstaffel im Gebiet des Langensees schliessen. Ein Relikt dieser Bruchzone – die «Langensee-Störung» – trennt heute die Ignimbrite von Arolo und die triasischen Plattform-Sedimente am unteren Langensee von den jüngeren, mesozoischen und tertiären, Ablagerungen im Osten.

Domerian – Tithon

Figur 4 vermittelt einen Überblick über die liasischen Faziesmuster im Monte Nudo-Becken, auf der angrenzenden Arbostora-Schwelle und im Westteil des benachbarten Generoso-Beckens.

Während im subsidenten westlichen Monte Nudo-Becken noch flyschähnliche Sedimente (San Giulio-Serie) zur Ablagerung gelangen, stellen sich ungefähr an der Wende Carixian / Domerian auf der Arbostora-Scholle und im Generoso-Gebiet bereits hemipelagische Verhältnisse ein (vgl. Fig. 4, II).

Der Übergang zu einer ausschliesslich hemipelagischen Sedimentation erfolgt im westlichen Monte Nudo-Becken (bedingt durch eine allmähliche Stabilisierung

des Ostrandes der Schwelle von Gozzano) erst während des höheren Unter-Domerian (vgl. Fig. 4, III).

Ungefähr gleichzeitig beginnt sich eine individuelle sedimentäre Entwicklung einzelner Elemente der Arbostora-Schwelle abzuzeichnen. Die erneute Zergliederung der Schwelle wird vermutlich durch präexistente tektonische Lineamente kontrolliert.

In diesem Zusammenhang erscheint interessant, dass während der oberliasischen Zergliederung der Arbostora-Schwelle rhätisch bzw. unterliasisch angelegte Verwerfungen offenbar nicht konsequent in ihrem ursprünglichen Bewegungssinn reaktiviert wurden: vgl. z.B. WIEDENMAYERS (1963, p. 626) Beschreibung der Entwicklung an der Verwerfung von Besazio-Tremona.

Der Horst im Gebiete des Campo dei Fiori (belegt einerseits durch kondensierte Knollenkalke im oberen Domerian und durch eine anschliessende Schichtlücke bis in den oberen Jura, andererseits durch Rutschungs-Konglomerate an seinem Westrand) bestimmt die grundlegend verschiedene sedimentäre Entwicklung der östlich bzw. westlich angrenzenden Ablagerungsräume im oberen Lias und unteren Dogger (vgl. Fig. 4, IV, V).

Ein nächster Horst zeichnet sich im Raume Arzo-Mendrisio ab (Schichtlücke zwischen dem mittleren Lias und dem ? oberen Dogger oder Malm bei Bella Vista, Alpe di Mendrisio). Er liegt jedoch, im Gegensatz zur Campo dei Fiori-Schwelle, mindestens während des oberen Lias (Ammonitico Rosso) zwischen faziell sehr ähnlichen Sedimentationsgebieten.

Im Monte Nudo-Becken dokumentiert eine intensive Sedimentschüttung von Westen im oberen Lias und unteren Dogger erneut tektonische Aktivität an N-S-orientierten Abschiebungen im Gebiet des Langensees. Die homogenen, feinkörnigen Resedimente der Valmaggior-Formation lassen jedoch vermuten, dass im Liefergebiet (? Schwelle von Gozzano) lediglich unkonsolidierte Sedimente erodiert wurden. Die Campo dei Fiori-Schwelle verhindert eine Beeinflussung der vornehmlich pelagischen Sedimentation im Osten.

Nördlich der Valcuvia interferieren mit der Valmaggior-Formation bunte Mergel, pelagische Turbidite und Sedimentrutschungen. Die pelagischen Resedimente stammen aus Südosten und markieren offenbar den Nordrand der Campo dei Fiori-Schwelle. Wir vermuten, dass die nördliche Begrenzung dieses oberliasischen Horstes mit dem Nordrand der Arbostora-Schwelle zusammenfällt.

In Figur 5 wurde versucht, die paläotektonische Situation an der Wende vom unteren zum mittleren Jura zu rekonstruieren. Die skizzierte Schwellen-Becken-Konfiguration scheint bis in den jüngeren Dogger, lokal bis in den Malm (Campo dei Fiori-Schwelle), Gültigkeit zu bewahren.

Das Einsetzen einer monotonen kieselig-tonigen Sedimentation im (?) oberen Dogger (basale Radiolarite) deutet auf eine zunehmende Wassertiefe; in der Westlombardie stellen sich allmählich tiefmeerische Verhältnisse ein. Einzig nördlich Besozzo fanden wir in den basalen Kieselschiefern der Radiolarit-Gruppe geringmächtige, gradierte (z. T. vollständig silifizierte) Resedimente, die sich hauptsächlich aus Komponenten kontemporärer *neritischer* Ablagerungsbereiche zusammensetzen (vgl. Tf. 6, Fig. 4). Sie zeigen, dass im Einzugsgebiet des beschriebenen Sedimentationsraumes noch im jüngeren Dogger lokal (? auf reliktschen Schwellen im S oder SW) flachmarine Ablagerungsbedingungen herrschten.

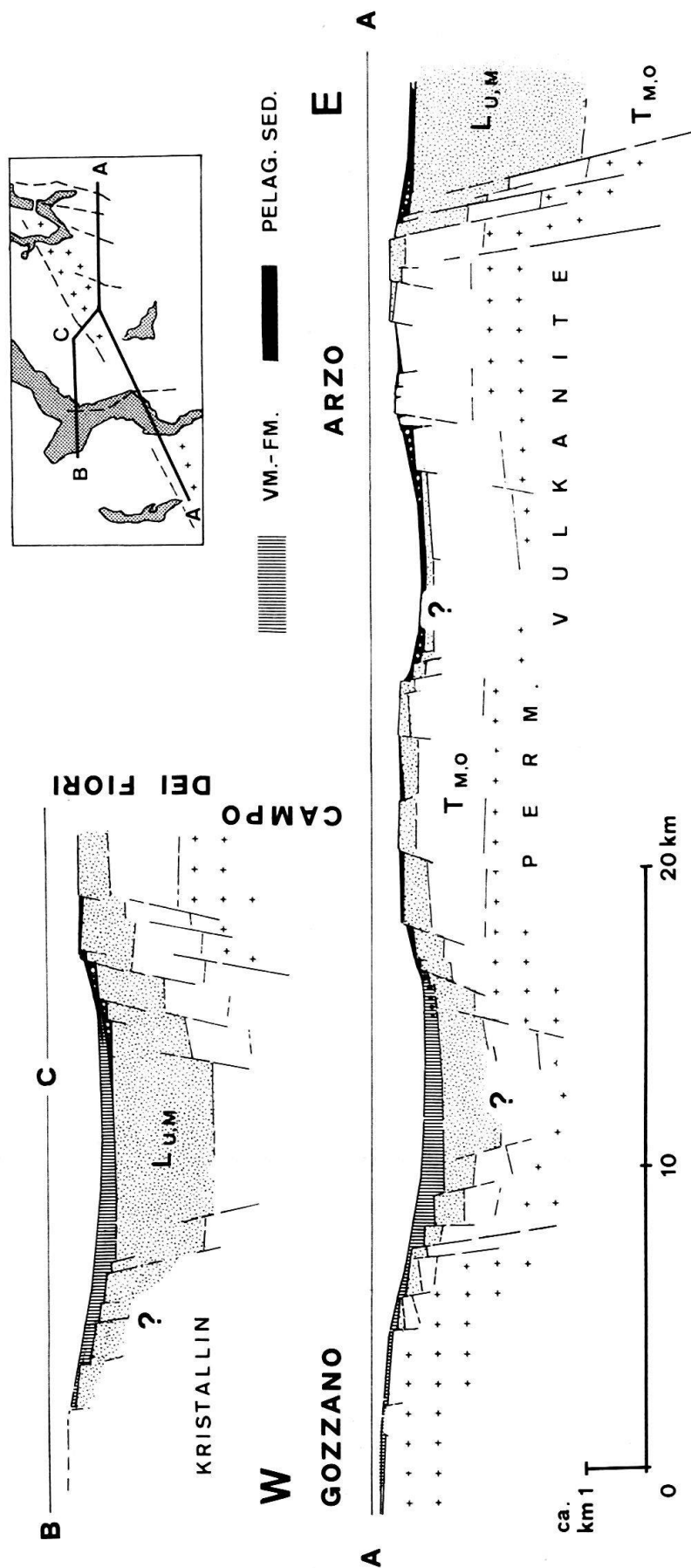


Fig. 5. Paläotektonische Situation an der Wende Lias/Dogger – Versuch einer Rekonstruktion.

T_{M.O.} = mittel- und obertriasische Flachwasser-Karbonate.

L_{U.M.} = unter- und mittelliasische Beckensedimente (inkl. hemipelagische Sedimente des Domerian).

VM.-FM = flyschartige Resedimente der Valmaggiore-Formation

PELAG. SED. = pelagische Sedimente (mit Resedimenten).

Das Alter der Radiolarite ist umstritten: BERNOULLI (1960, 1964) vermutet, dass die Radiolarit-Sedimentation in der Lombardei (isochron) mit der Wende Dogger / Malm einsetzt. Nach PASQUARÈ (1965) würde sie bereits im Callovian beginnen. Exakte Daten fehlen vorderhand noch.

Noch in den ausschliesslich pelagischen Serien des Malm und der Unterkreide zeugen zahlreiche Resedimente von einer starken Mobilität des Untergrundes. Im lombardischen Becken ist beispielsweise der Übergang vom Rosso ad Aptici (jüngste Schichtgruppe der Radiolarite, ? unteres / mittleres Tithon) in die weissen Coccolithen-Kalke der Maiolica häufig durch eine submarine Rutschung oder intraformationelle Brekzien gekennzeichnet. Nach LÜTHI (1973, unpubl.) besteht im Kern der Valcuvia-Synklinale zwischen den beiden Formationen eine Schichtlücke (submarine Erosion), die das obere Tithon umfasst; er stellt die Basis der Maiolica ins unterste Berriasian.

Summary

In Western Lombardy late Variscan andesites, dacites and rhyolites were deposited in a WSW-ENE oriented graben-like structure. Early Triassic clastic sedimentation indicates a marine ingression from the East. In Lombardy, a carbonate platform was installed in the middle Anisian and persisted locally up to the lower Carnian. From the uppermost Anisian onwards bituminous and subordinate tuffaceous sediments were deposited in local depressions with restricted water circulation. In the studied area, middle Triassic facies boundaries coincide approximately with future N-S oriented faults. Tectonic activity controlling late Triassic and Jurassic facies patterns is thought to be related to movements along both WSW-ENE and N-S trending structures.

In Western Lombardy we distinguish four important paleotectonic elements:

- the *Generoso Basin* (cf. BERNOULLI 1964)
- the *Arbostora* and *Gozzano Swells*, which originally were parts of a probably continuous «Arbostora-Gozzano-Element» corresponding to the Permian volcano body.
- the *Monte Nudo Basin*, divided into a central, more strongly subsiding part NW of the Arbostora Swell and a southwestern part between the Arbostora and Gozzano Swells.

The term «Arbostora Swell» replaces the term «Lugano Swell» (or «Arzo Swell») of previous authors.

Facies changes and remarkable differences in thickness of the Rhetic sequences on both sides of the Lugano Line were described by BERNOULLI (1964) and interpreted as the result of accelerated tectonic activity along the Lugano fault system. On the future Arbostora Swell, a reduced facies, the *Tremona series*, is present which is transgressive on the Norian Hauptdolomit (cf. Plate 8). In the future Monte Nudo Basin, peritidal sedimentation seems to be continuous up to the upper Rhetic and probably the lowermost Liassic. In the upper parts of this sequence, in the Concho-