

Zeitschrift: Eclogae Geologicae Helvetiae
Herausgeber: Schweizerische Geologische Gesellschaft
Band: 84 (1991)
Heft: 3: [Emile Argand 1879-1940]

Artikel: Die Prosanto-Formation : eine fischreiche Fossil-Lagerstätte in der Mitteltrias der Silvretta-Decke (Kanton Graubünden, Schweiz)
Autor: Bürgin, Toni / Eichenberger, Urs / Furrer, Heinz
Kapitel: 7: Palökologie und Genese der Fossil-Lagerstätte
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-166804>

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: 10.07.2025

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

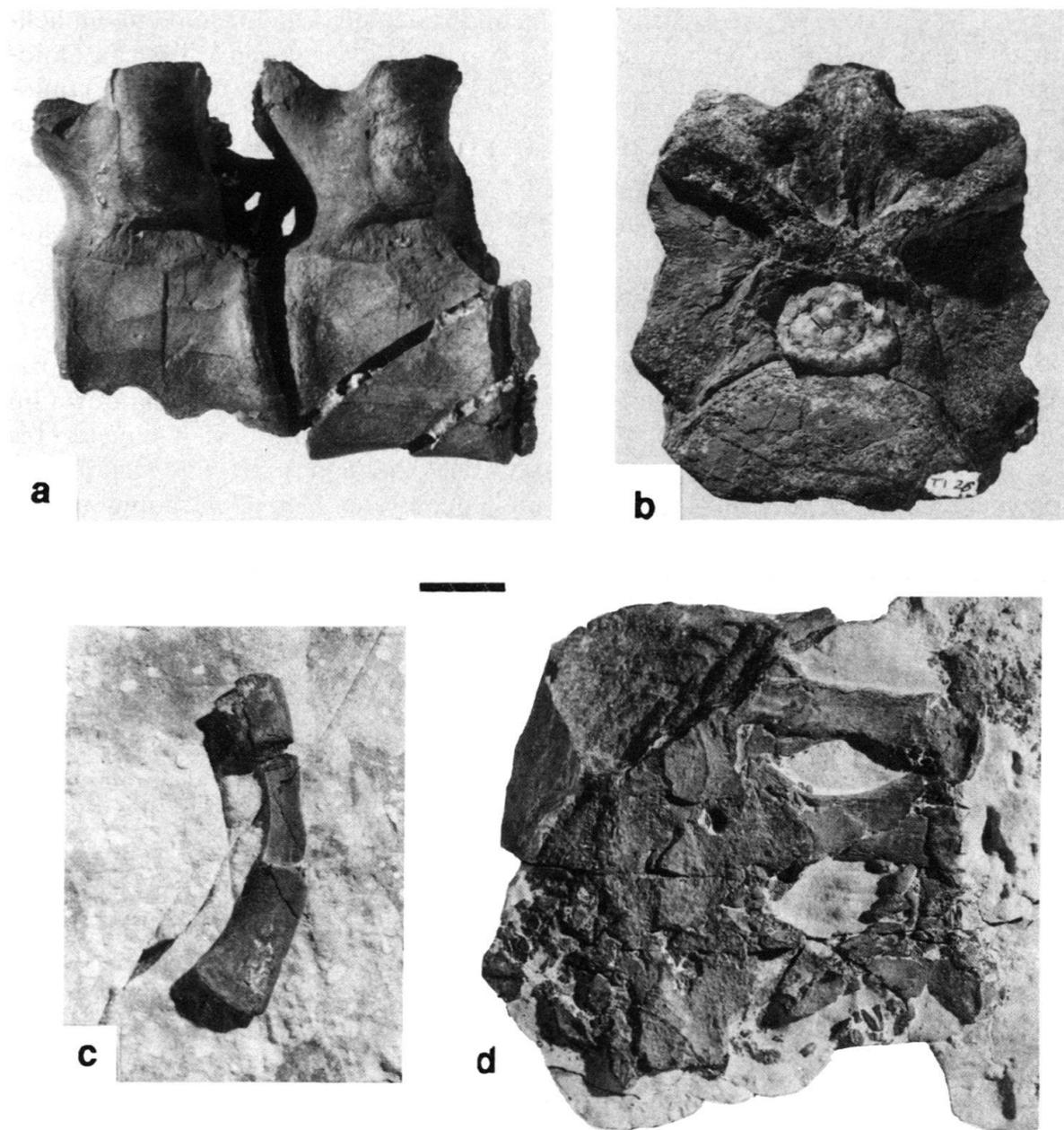


Fig. 31. Nothosauridae indet.: (a) Fragmente zweier mittlerer Dorsalwirbel (A/III 713). (b) Fragment eines grossen Dorsalwirbels (A/III 714). (c) Fibula (A/III 715). (d) Fragment eines Sacrums, mit drei Sakralrippen der rechten Körperseite (A/III 712). Der Massstab entspricht 1 cm.

7. Palökologie und Genese der Fossil-Lagerstätte

Die dünnbankigen, teils laminierten Kalke und Dolomite der Prosanto-Formation mit ihrem fast völligen Fehlen von Benthos sind typische Ablagerungen eines abgeschlossenen Beckens mit stagnierendem Bodenwasser. Ihre Verbreitung ist auf eine mindestens 20×20 km messende Einschaltung in der oberen Vallatscha-Formation beschränkt. Die typischen dunklen Prosanto-Schichten nehmen von NE gegen SW

rasch an Mächtigkeit ab und verlieren sich im Südwesten der Landwasserkette im hellgrauen Vallatscha-Dolomit (EICHENBERGER 1986). Die dickbankigen Vallatscha-Dolomite mit ihren Bio- und Intramikriten (Mud- und Packstones), den verbreiteten Diploporenbanken und Karbonatsanden (Pack- und Grainstones) repräsentieren die gut durchlüfteten Ablagerungen einer seichten Karbonatplattform mit benthischen Foraminiferen, Kieselschwämmen, Gastropoden und Echiniden. Vereinzelte Stromatolithen, Hohlraumgefüge und Lagen mit Pseudomorphosen nach Sulfatknollen dokumentieren zeitweilige Trockenlegung der Kalksande und Schlickbänke und damit verbundene Evaporitbildung und Dolomitisation. Die hauptsächlich an der Basis der Prosanto-Formation auftretenden Slump-Strukturen mit verrutschten und sedimentär verfalteten, frühdiagenetisch verfestigten Laminiten geben Hinweise auf lokale Subsidenzunterschiede innerhalb der weit verbreiteten mitteltriassischen Karbonatplattform im Randbereich der Tethys. Die karbonatischen Resedimente in Form von millimeter- bis dezimeterdicken gradierten Kalkareniten und Konglomeraten («soft» und «flat pebble conglomerates») mit Strömungslamination und undeutlicher Schrägschichtung werden als Turbidite interpretiert, die am Beckenrand durch tektonische Bewegungen oder durch starke Stürme ausgelöst wurden. Kreuzschichtung oder Wellenrippeln als charakteristische Merkmale von Tempestiten (AIGNER 1979; SEILACHER 1982) wurden nicht beobachtet.

Die Flora und Fauna der Prosanto-Schichten besteht praktisch nur aus allochthonem Benthos und autochthonen Nekton. Die oft auffallend langen Diploporenthalli und die kleinwüchsige artenarme Molluskenfauna sind auf diskrete Horizonte beschränkt und wurden wohl von der umgebenden Plattform eingeschwemmt, ebenso die einzelnen Klappen des inarticulaten Brachiopoden *Lingula* und die höheren Krebse (Malacostraca) mit wenigen, typisch euryhalinen Formen. Die Voltzienzweige und der verkieselte Coniferenstamm dürften sogar von einer grösseren Insel stammen.

Der vereinzelt beobachtete Bewuchs von Serpuliden (*Spirorbis*) auf Muschelschalen, Fisch- und Reptilknochen deutet auf zeitweise mögliches Bodenleben hin, scheint aber auf die randliche Fazies des Landwassergebietes beschränkt zu sein. Die Mikrofauna, bestehend aus wenigen benthischen Foraminiferen und lagenweise häufigen glattschaligen Ostracoden, erlaubt keine näheren Aussagen.

Die seltene Spurenfauna der typischen dunklen Prosanto-Kalke ist fast immer an Resedimente gebunden. Der beschriebene *Thalassinoides*-Horizont könnte entsprechend dem von FÖLLMI & GRIMM (1990) für die miozäne Monterey-Formation aufgestellten Modell von thalassinoiden Crustaceen angelegt worden sein, die durch Trübe- ströme aus dem Randbereich der Plattform umgelagert wurden und eine gewisse Zeit im nahrungsreichen Schlamm des Beckens überleben konnten. Einzig die graphoglyptide Spur *Palaeodictyon* scheint auf schlecht durchlüftete Becken beschränkt zu sein (SEILACHER 1977; EKDALE, BROMLEY & PEMBERTON 1984). Dagegen zeigen die hellgrauen, oft sehr regelmässig laminierten kalkigen Dolomite der mittleren und oberen Prosanto-Formation im Ducangebiet charakteristische Horizonte mit intensiver Bioturbation, die auf bessere Durchlüftung hinweisen.

Mit Ausnahme des einen Cephalopodenrestes sind keine Faunenelemente des offenen Meeres bekannt. Insbesondere fehlen Radiolarien, Ammonoideen, Echinodermen und Conodonten. Auch die in Beckensedimenten der Mitteltrias verbreiteten dünnschaligen Muscheln der Gattung *Daonella* sind nicht vertreten.

Bei der Fischfauna dominieren kleine, vermutlich schwarmweise auftretende Formen wie *Habroichthys* sowie der schnell zustossende Beutegreifer *Saurichthys*. Eindeutig offenmarine Formen wie etwa *Birgeria* fehlen scheinbar vollständig, auch wurden bis jetzt keine Reste von Selachiern nachgewiesen. Die grosse Vielzahl unterschiedlichster Gebiss- und Körperformen deutet auf Bewohner eines reich strukturierten Lebensraumes hin, wie ihn etwa eine Karbonatplattform bilden könnte. Das Nahrungsspektrum könnte von Plankton (*Habroichthys* und *Prohalecites*) über kleine Invertebraten (*Eosemionotus*) zu hartschaliger Beute (*Archaeosemionotus*) und Fischen (*Saurichthys*) gereicht haben. Insgesamt ergibt sich bei den Strahlenflossern das Bild einer reichhaltigen Lebensgemeinschaft. Die Modifikation der Analflosse bei den Gattungen *Habroichthys* und *Peltopleurus* geben sogar indirekte Hinweise zum Fortpflanzungsverhalten und damit zu einem Teilbereich der Autökologie dieser beiden Taxa.

Auch die Zusammensetzung der Reptilfauna lässt Rückschlüsse auf das ursprüngliche Milieu zu. Nothosauriden sind in unterschiedlichem Grad an eine aquatile Lebensweise angepasst (abgeplattete Extremitätenknochen, Reduktion der Anzahl Mittelhand- und Mittelfusssknochen, Pachyostose). Die kleinwüchsigen Pachypleurosauriden lebten wohl vor allem in warmen, untiefen Küstenbereichen, Lagunen und Ästuaren (SANDER 1989a). Isolierte Knochen wurden sogar in Brackwasserablagerungen gefunden. Bei vielen Pachypleurosauriden sind die postcranialen Skelettelemente, insbesondere Wirbel, Rippen und Extremitätenknochen pachyostotisch. Dieses Merkmal wird als Anpassung an ein Leben im Wasser gedeutet. Die Erhöhung des Körpergewichtes durch Verdichtung der Skelettknochen ohne Modifikation der Körperform bringt gewisse Vorteile mit sich. Ein schwererer Körperbau wirkt sich vorteilhaft auf den Tauchvorgang aus und erlaubt längerdauerndes Tauchen (BUFFRENIL & MAZIN 1989). Das erhöhte Körpergewicht trägt ebenfalls zur Stabilisierung des Körpers beim Schwimmen bei starker Wellenbewegung bei. Nachteile entstehen allenfalls durch eine reduzierte Beweglichkeit und Beschleunigungsfähigkeit (Trägheit des Körpers) (BUFFRENIL & MAZIN 1989). Aufgrund der speziellen Knochenhistologie der pachyostotischen Knochen bei Pachypleurosauriden kann geschlossen werden, dass diese Tiere eine stark erniedrigte Metabolismusrate aufwiesen (BUFFRENIL & MAZIN 1989). Die grosswüchsigen Nothosauriden zeigen z.T. Merkmale (starke Abplattung der Knochen der Vorderextremitäten, erhöhte Phalangenanzahl), welche darauf hinweisen, dass die Vorderextremitäten beim Schwimmen eine grössere Rolle spielten als bei den kleinwüchsigen Pachypleurosauriden. Grosswüchsige Nothosauriden dürften demnach zumindest einen Teil ihres Lebens in offenen Meeresbereichen verbracht haben. Eine Übereinstimmung der paläogeographischen Verbreitung mit spezifischen Anpassungen hinsichtlich der Fortbewegungsweise ist durchaus gegeben (SUES 1987).

Die kleinwüchsigen Pachypleurosauriden ernährten sich wohl in erster Linie von schalenlosen Cephalopoden, Krebsen und kleinen Fischen (SANZ 1980; SANDER 1989a). Entsprechend kleine Fische (*Habroichthys*) sind in der Prosanto-Formation häufig. Zum Nahrungsspektrum der grossgewachsenen Nothosauriden gehörten neben Cephalopoden und Fischen mit Sicherheit auch die kleinwüchsigen Pachypleurosauriden. Darauf weisen die zahlreichen Koprolithen mit Pachypleurosauridenwirbeln hin, die in der Mitteltrias des Monte San Giorgio gefunden wurden (SANDER 1989a).

Bei den Wirbeltierfossilien können verschiedenste Zerfallsstadien beobachtet werden. Umso überraschender ist die oft ausgezeichnete Erhaltung von im Verband eingebetteten Skeletten der kleinen Fische und Pachypleurosaurier, ebenso die im ursprünglichen Verband überlieferten Haken eines Coleoiden-Fangarmes oder die Krebspanzer mit Extremitäten. Weichteilerhaltung ist jedoch nicht nachgewiesen.

Eine solche Erhaltung ist typisch für Konservat-Lagerstätten (SEILACHER 1970). Wichtigste Faktoren für die Entstehung von Konservat-Lagerstätten sind nach SEILACHER, REIF & WESTPHAL (1985) Stagnation durch Wasserschichtung, rasche Einbettung durch Turbidite (Obrution) und rasches Überwachsen und damit verbundene Versiegelung durch Mikrobenmatten. Bei der Genese der Prosanto-Fossilagerstätte kommen alle drei Faktoren in Frage. Wenn es sich bei der häufigen gekräuselten Lamination um stromatolithische Strukturen handelt, wäre es naheliegend, dass auch auf den Boden abgesunkene Kadaver rasch von Mikrobenmatten überwachsen wurden. Damit wären auch feinste Strukturen vor Strömungen und Verwesung geschützt. Bei rezenten Mikrobenmatten oder potentiellen Stromatolithen treten unter einer äusseren Schicht mit aeroben Cyanophyceen innere Lagen mit anaeroben Bakterien auf (KRUMBEIN 1983; BURNE & MOORE 1987). Eine rasche Verschüttung von Organismen durch Trübestrome ist durch die vereinzelt festgestellte Lage von Fossilien an der Unterseite oder innerhalb einer gradierten Schicht nachgewiesen. Die mikritische Struktur der typischen Prosanto-Karbonate mit mehr oder weniger deutlicher Lamination zeigt einen Ablagerungsraum im Stillwasserbereich unter der Sturmwellenbasis an. Da die stratigraphische und paläogeographische Position der mindestens 20×20 km messenden Prosanto-Einschaltung innerhalb flachmariner Plattformkarbonate ein tieferes Becken ausschliesst, ist anzunehmen, dass mindestens im Bodenwasser stagnierende Bedingungen herrschten. Übersalzung durch starke Evaporation im deutlich heisseren Klima der Trias-Zeit dürfte zu einer ausgeprägten Salzschiebung mit Halokline geführt haben. Starke Niederschläge in den Regenzeiten könnten sogar zur kurzfristigen Aussüssung oder Verbrackung des Oberflächenwassers geführt haben. Denkbar wäre aber auch eine temperaturbedingte Wasserschichtung mit Thermokline (HALLAM 1987).

Allerdings muss vorläufig offenbleiben, ob eine solche Halokline und/oder Thermokline auch zu sauerstoffarmem oder sogar -freiem Bodenwasser mit H_2S -Produktion geführt haben muss. Obwohl die Prosanto-Schichten meist dunkel gefärbt sind, ist der Anteil an organischem Material und Pyrit sehr niedrig. Darin gleicht die Prosanto-Formation dem Lagerstättentypus des Solnhofener Plattenkalks. KEUPP (1977) schliesst für die Solnhofen-Lagerstätte ein H_2S -Milieu aus, da das Fehlen von Bitumen und das häufige Vorkommen unterschiedlich starker Verwesungsstadien auf vorhandenen Sauerstoff hinweisen würde. Da die 0,5–1 mm dicken Laminae der Solnhofener Plattenkalke fast ausschliesslich aus calcitischen Resten coccaler Cyanophyceen bestehen, könnte rasches Überwachsen der Kadaver durch Cyanophyceenfilme und damit verbundener Sauerstoffabschluss die ausgezeichnete Fossilhaltung erklären. Das Fehlen von Makrobenthos wird durch hypersalines Bodenwasser erklärt (KEUPP 1977).

Eine moderne sedimentologische und geochemische Bearbeitung der lithologisch und altersmässig mit der Prosanto-Formation vergleichbaren Meride-Kalke, die 1943 von WIRZ untersucht wurden, steht noch aus. Die Grenzbitumenzone des Monte San

Giorgio, deren bituminöse Tonschiefer bis zu 55 Gewichtsprozenten an organischem Material enthalten, kann nur bedingt zum Vergleich herangezogen werden. RIEBER (1973) nimmt für deren Entstehung stagnierendes Bodenwasser an, das vermutlich durch H₂S vergiftet war. BERNASCONI (1991) konnte durch chemische Analyse des organischen Materials (Biomarker und Kohlenstoff-Isotopen) nachweisen, dass auf Bakterien zurückgehende organische Substanzen einen wichtigen Anteil bildeten. Auch er nimmt anoxisches Bodenwasser an und postuliert eine schwebende Bakterienmatte an der Grenzfläche zwischen oxischer und anoxischer Wasserschicht.

8. Zeitgleiche marine Faunen aus Europa

Aus der marinen Mitteltrias Europas ist mittlerweile eine ganze Reihe zum Teil reichhaltiger Faunen bekannt geworden. Das mag damit zusammenhängen, dass der nördliche und westliche Randbereich der Tethys mit seinen Karbonatplattformen grossflächige Lebensräume mit einer Vielzahl an ökologischen Nischen bot. Offenbar stellten einzelne, mehr oder weniger abgeschlossene Becken oder Lagunen mit stagnierendem Bodenwasser eigentliche Konservatfallen dar, in denen optimale Bedingungen für die Fossilisation artikulierter Organismenreste herrschten. Die reichhaltige Wirbeltierfauna der Prosanto-Formation rechtfertigt eine vergleichende Aufstellung der bestbekanntesten marinen Faunen der europäischen Mitteltrias.

8.1 Monte San Giorgio, Schweiz und Besano, Italien

Die an Wirbeltieren wohl reichhaltigste Fauna aus der marinen Mitteltrias stammt aus verschiedenen Fundorten in der Region des Monte San Giorgio (Kanton Tessin) und des benachbarten italienischen Dorfes Besano (KUHN-SCHNYDER 1964 und 1974; TINTORI et al. 1985; ARDUINI & TERUZZI 1988; BÜRGIN et al. 1989). Die bisher bekannte Artendiversität erreicht an der Anis/Ladin-Grenze, in der sogenannten Grenzbitumenzone (RIEBER 1973), oder Scisti Ittiolitici di Besano (TINTORI et al. 1985) einen Höhepunkt.

Innerhalb der Knorpelfische sind Vertreter von fünf Gattungen bekannt geworden: *Hybodus*, *Acrodus*, *Acronemus*, *Asterocanthus* und *Palaeobates*. Dabei wurden nicht nur Zähne und Flossenstacheln gefunden, sondern auch Elemente des Schädel skeletts und sogar ein ganzes Tier im Verband (RIEPPPEL 1981; 1982).

Bei den Knochenfischen überwiegen die Strahlenflosser (Actinopterygii) deutlich; sie zeichnen sich durch eine grosse Formenvielfalt aus (DE ALESSANDRI 1910; ANDERSSON [= STENSIÖ] 1916; BROUGH 1939; SCHWARZ 1970; RIEPPPEL 1985a). Die Bearbeitung der kleinen und mittleren Vertreter ist Gegenstand einer laufenden Studie (BÜRGIN in Vorb.). Zu den bisher nachgewiesenen Taxa gehören die bereits bekannten Gattungen *Gyrolepis*, *Ptycholepis*, *Birgeria*, *Saurichthys*, *Bobasatrania*, *Pholidopleurus*, *Platysiagum*, *Perleidus*, *Meridensia*, *Aetheodontus*, *Colobodus*, *Peltopleurus*, *Habroichthys*, *Luganoia*, *Eoeugnathus*, *Eosemionotus*, *Archaeosemionotus*, *Placopleurus* und *Prohalecites*. Daneben sind aber mindestens noch sieben neue Gattungen zu beschreiben. Bei den Fleischflossern (Sarcopterygii) sind bisher zwei Taxa