

Fossile Knochenfische aus der Kössen-Formation (Obertrias; Rhaet) von Lorüns (Vorarlberg, Österreich)

von Toni Bürgin und Heinz Furrer

Zu den Autoren

Dr. Toni Bürgin, geboren 1957, studierte Zoologie an der Universität Basel und schloss mit einer Dissertation über den Schädelbau seezungenartiger Plattfische ab. 1987–1990 bearbeitete er im Rahmen eines nationalen Forschungsprojektes die kleinen und mittelgrossen Strahlenflosser (Osteichthyes; Actinopterygii) aus der marinen Mitteltrias des Monte San Giorgio (Kanton Tessin, Schweiz). Seit 1996 leitet er das Naturmuseum St.Gallen und beschäftigt sich daneben mit der Erforschung der Knochenfisch-Fauna der Trias.

Dr. Heinz Furrer, geboren 1949, studierte Geologie an der ETH Zürich und schloss an der Universität Zürich mit einer Dissertation über die Stratigraphie und Facies der Trias/Jura-Grenzschichten in den oberostalpinen Decken Graubündens ab. Er ist seit 1988 Konservator und Dozent am Paläontologischen Institut und Museum der Universität Zürich. Seit 1992 leitet er wissenschaftliche Grabungen in den fischreichen Fossil-Lagerstätten der Mitteltrias im Ducangebiet (Graubünden) und am Monte San Giorgio (Tessin).

Abstract

During regular work in the quarry of Lorüns (Vorarlberg, Austria) about 40 fish fossils have been found in layers of the Kössen Formation (Upper Triassic, Rhaetian). Among them, three actinopterygian genera could be identified: *Paralepidotus* STOLLEY 1920, *Legnonotus* EGERTON 1854 and *Pholidophorus* AGASSIZ 1834. The most abundant taxon is *Legnonotus*, followed by *Pholidophorus* and *Paralepidotus*. The latter one is represented only by a disarticulated specimen and some isolated scales. The presence of another genus, *Caturus* AGASSIZ 1834, is most probable. An incomplete, richly ornamented fish skull could not be assigned yet. Besides the fish remains fossil bivalves (*Gervillia*, *Modiolus* and *Palaeocardita*) and corals (*Rhethiophyllia*) have been collected, too.

Key words: Actinopterygians, upper Triassic, Kössen Formation, Vorarlberg, Austria

Zusammenfassung

Bei Abbauarbeiten im Steinbruch Lorüns (Vorarlberg, Österreich) wurden in Gesteinen der Kössen-Formation (Obertrias; Rhaet) rund 40 Fundstücke mit Fischresten geborgen. Dabei konnten drei Strahlenflosser-Gattungen eindeutig

VORARLBERGER
NATURSCHAU
14
SEITE 67–86
Dornbirn 2004



identifiziert werden: *Paralepidotus* STOLLEY 1920, *Legnonotus* EGERTON 1854 und *Pholidophorus* AGASSIZ 1834. Zahlenmässig am häufigsten ist *Legnonotus*, gefolgt von *Pholidophorus* und *Paralepidotus*, von dem lediglich ein einzelnes, in Einzelknochen zerfallenes Exemplar sowie vereinzelt Schuppenreste vorliegen. Ein unvollständiger Fischrest wird in die Nähe der Gattung *Caturus* AGASSIZ 1834 gestellt. Vorläufig unbestimmt ist ein unvollständig erhaltener, stark ornamenterter Fischschädel. Neben den Fischresten treten auch fossile Muscheln (*Gervillia*, *Modiolus* und *Palaeocardita*) und Korallen (*Rhetiophyllia*) auf.

1. Einleitung

Seit fast 150 Jahren kennt man gut erhaltene Fischfossilien aus der alpinen Obertrias von Österreich (Ostalpin) und Norditalien (Südalpin). Am bekanntesten sind wohl die Fundstellen von Raibl südöstlich von Tarvisio in der Provinz Udine (BRONN 1858, KNER 1866, GRIFFITH 1977) und Seefeld nördlich von Innsbruck im Tirol (KNER 1866, 1867). Die Lagerstätte von Raibl oder Cave del Predil (Raiblschichten) gehört stratigraphisch gesehen in die Carn-Stufe, diejenige von Seefeld ist eine linsenartige Einschaltung im Hauptdolomit in der Nor-Stufe.

Seither sind weitere ergiebige Fisch-Fundstellen aus dem Nor der Südalpen beschrieben worden: Preone (Udine), Vestino- und Garza-Tal (Brescianer Alpen) im Hauptdolomit (BONI 1937, ZAMBELLI 1986, TINTORI, MUSCIO & NARDON 1985, TINTORI & OLIVETTI 1987, DALLA VECCHIA 1991). Cene, Zogno-Endenna und Brembilla (Bergamasker Alpen) im Zorzino-Kalk und Ponte Giurino (Bergamasker Alpen) an der Basis der Riva di Solto-Tone (DE ALESSANDRI 1920, TINTORI 1981, 1983, 1998, TINTORI, MUSCIO & NARDON 1985, TINTORI, MUSCIO & BIZZARINI 1990, STEFANI et al. 1992). Die von BONI (1937) als rhaetische Formen beschriebenen Fischreste dürften nach heutiger Trias-Einteilung zum grössten Teil ins Nor gehören.

Aus dem Nor der Ostalpen wurde von Hallein bei Salzburg eine reiche Lagerstätte bekannt (GORJANOVIC-KRAMBERGER 1905). Auch aus kalkigen Einschaltungen im ostalpinen Hauptdolomit (Nor) des Schweizerischen Nationalparks im Engadin wurden fragmentarische Fischreste beschrieben (PEYER 1937, KUHN 1947, SOMM & SCHNEIDER 1962). In der obertriassischen Kössen-Formation (Nor/Rhaet) der ostalpinen Decken von Österreich, Bayern und der Schweiz finden sich relativ häufig isolierte Schuppen, Zähne, Kiefer- und Schädelreste von Fischen (SIEBER 1958, DUFFIN & FURRER 1981, FURRER 1981/93, BÜRGIN & FURRER 1992, 1993). Auch in Vorarlberg wurden immer wieder isolierte Fischreste aus der Kössen-Formation gefunden (FURRER 1981/93). So umfasst die Sammlung von Siegfried Fussenegger, dem Gründer der Vorarlberger Naturschau und damit der heutigen inatura – Erlebnis-Naturschau in Dornbirn viele interessante Stücke. Die meist isolierten Schuppen, Zähne, Kiefer- und Schädelknochen sind allerdings nur selten genauer bestimmbar.

Umso interessanter waren darum zwei Funde von nahezu kompletten Fischfossilien, die im Sommer 2002 im Steinbruch Lorüns (Gemeindegebiet Stallehr, Abb. 1) durch die Privatsammler Antonio Wehinger und Rudolf Kopetschke in der obersten Kössen-Formation entdeckt und der inatura – Erlebnis-Naturschau

in Dornbirn übergeben wurden. Urs Oberli (St. Gallen) wurde mit der fachgerechten Präparation dieser beiden Fische betraut und konnte bei nachfolgenden Aufsammlungen weitere, rund 40 gut erhaltene Stücke finden (Abb. 2). Die genaue stratigraphische Position der Fundschicht wurde von Heinz Furrer ermittelt. Die Bestimmung der Fischfossilien durch Toni Bürgin erbrachte den Nachweis der drei Strahlenflosser-Gattungen *Paralepidotus* AGASSIZ 1835, *Legnonotus* EGERTON 1854 und *Pholidophorus* AGASSIZ 1844; ein einzelner Fund lässt sich vermutlich der Gattung *Caturus* AGASSIZ 1833 zuordnen. Das Ziel der vorliegenden Arbeit ist eine erste Beschreibung der bisher in Lorüns gefundenen fossilen Fische, ihrer Erhaltung und stratigraphischen Position.

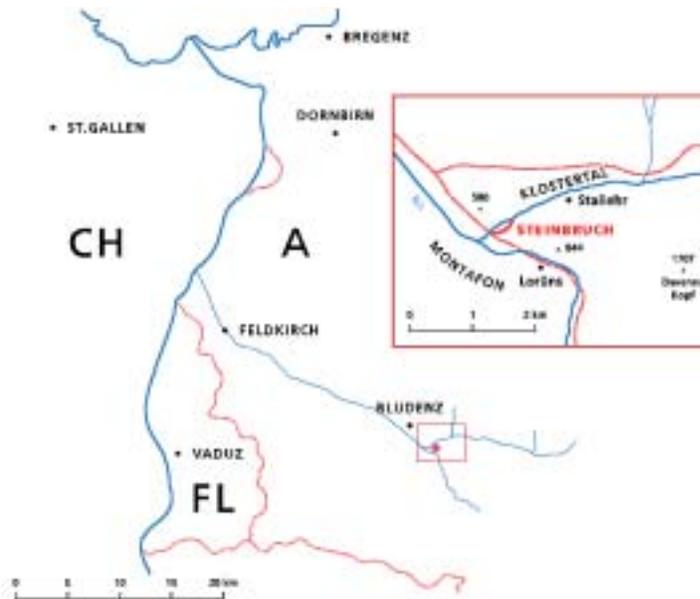


Abb. 1: Lage des Steinbruchs bei Lorüns (Vorarlberg). (Detailkarte verändert nach FURRER 1981/93, Taf. 1)



Abb. 2: Urs Oberli bei der Bergung von Fischfossilien aus der Kössen-Formation (August 2002). Ohne seine Initiative wären diese wertvollen Versteinerungen längst zu Strassenschotter verarbeitet worden. (Foto: Sonja Oberli)

2. Geologie und Stratigraphie

Im Steinbruch Lorüns am Westende der Bergkette, die das Montafon vom Klostertal trennt, werden Kalke und Mergel abgebaut. Während das Material von den früheren Vorarlberger Zementwerken Lorüns als Rohstoff für die Zementherstellung diente, wird es heute von der HOLCIM (Vorarlberg) GmbH in Bludenz zu Bruchsteinen und Splitt verarbeitet. Aufgeschlossen ist der oberste Teil der Schichtreihe der oberostalpinen Lechtal-Decke (Nördliche Kalkalpen) mit Sedimentgesteinen von der obersten Trias bis zur oberen Kreide, die bei der alpinen Gebirgsbildung steil gestellt wurden. Durch den von Westen gegen Osten fortschreitenden Abbau konnte die Schichtreihe, die durch verschiedene Verwerfungen gestört ist, während Jahrzehnten von Fachleuten (HEISSEL et al. 1965, RICHTER 1969, BERTLE, FURRER & LOACKER 1979, MATURA & SUMMESBERGER 1980, FURRER 1981/93) studiert werden (Abb. 3). Aber auch zahlreiche Fossiliensammler haben gute Fossiliensammlungen zusammengetragen (FRIEBE, in litt).

Die ältesten Gesteine finden sich im westlichen und südlichen Teil des Steinbruchs. Die etwa 60 Meter dicke Abfolge von Kalken, Mergeln und Schiefertönen, die früher als «Oberrhätalk» bezeichnet wurde, entspricht nach Vergleichen mit der besser aufgeschlossenen Schichtreihe an der Schesaplana (Rhätikon) dem oberen Teil der dort rund 350 Meter messenden Kössen-Formation (früher als Kössener Schichten und Oberrhätischer Riffkalk bezeichnet, HEISSEL et al. 1965). Typisch sind mehr oder weniger regelmässige Sequenzen von Schiefertönen, Mergeln und feinkörnigen Kalken. Selten sind oolithische und onkolithische Kalke, stromatolithische Kalke und Trockenrisse ausgebildet. Fossilien sind teilweise recht häufig. Muscheln, Brachiopoden, Korallen und selbst Mikrofossilien wie Foraminiferen treten manchmal gesteinsbildend auf. Neben den unregelmässig gebankten Korallenkalken fallen massige Megalodontenkalke mit dickschaligen grossen Muscheln der Gattungen *Conchodus* und *Dicerocardium* auf. Seltener sind Schnecken und Seeigel. Nach dem Auftreten der benthischen Foraminifere *Triasina hantkeni* ist der Zirnenkopf-Kalk, also der obere Teil der Kössen-Formation ins Rhaet zu stellen (FURRER 1981/93). Bei der ersten Profilaufnahme durch Heinz Furrer in den Jahren 1976/77 war die Kössen-Formation nur im Westteil des Steinbruchs aufgeschlossen, wo einzelne isolierte Zähne und Schuppen von Fischen gefunden wurden. Weitere Fischreste und isolierte Skelettreste von grossen Fischeosauriern und Pflasterzahnsauriern (Zähne und Knochen wie Wirbel, Rippen und Panzerplatten) konnten in der unteren Kössen-Formation an der Schesaplana geborgen werden (FURRER 1981/93).

Der oberste Teil des Zirnenkopf-Kalks ist charakterisiert durch graue und weinrote Mergel und Kalke mit unebenen Schichtflächen. Dort treten auch Spalten und Hohlräume auf, die die Kalk- und Mergelbänke durchschlagen und Füllungen aus hellgrauem und rötlichem Kalk und überlagerndem Kalzit-Zement aufweisen. Solche synsedimentären Spalten werden als Zerrspalten gedeutet, die auf eine bedeutende Dehnungstektonik an der Grenze Trias/Jura hinweisen. Eine 1,1 Meter dicke Grenzbank aus rot/grünem Siltstein und Mergel mit polygonalen Trockenrissen markiert die Trias/Jura-Grenze. Die darüber liegenden Schattwald-Schichten mit einer 4 bis 5 Meter dicken Wechsellagerung von grauen siltigen

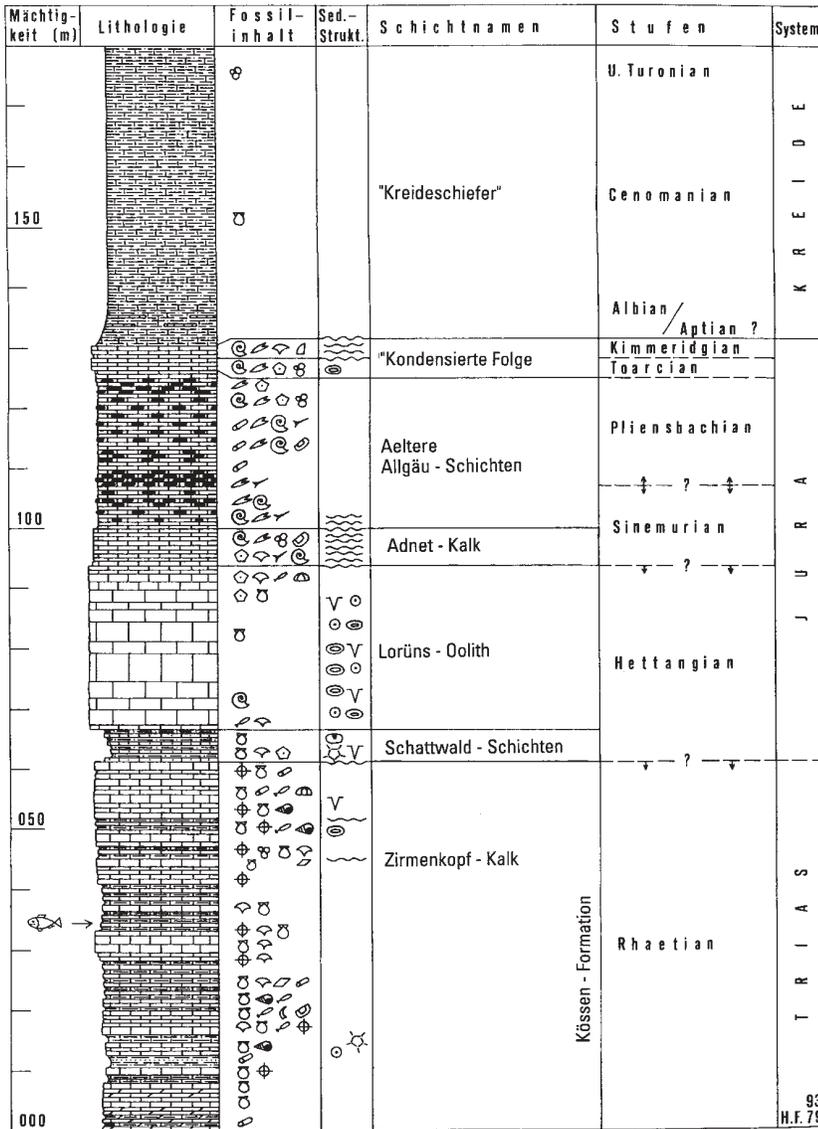


Abb. 3: Schematische Schichtreihe im Steinbruch Lorüns. Die Fisch-Fundschicht ist mit einem Symbol bei Profilmeter 34 markiert (verändert nach BERTLE, FURRER & LOACKER 1969, Abb. 4).

Kalken und Mergeln führen bereits eine Muschelfauna des frühen Lias (MACROBERTS, FURRER & JONES 1997).

Die jüngeren, an der östlichen Steinbruchwand weiter gegen Norden anstehenden 25 bis 30 Meter dicken, massigen grauen Kalke, die auf angewitterten Flächen oft sehr deutlich den Aufbau aus millimetergrossen Kalkkugeln (Ooiden und Onkoiden) zeigen, werden als Lorüns-Oolith bezeichnet und gehören nach äusserst seltenen Ammonitenfunden ins Hettangium. Graue und rötliche Echinodermenkalke leiten zu roten oder graugrünen knolligen Kalke über, die dem Adnet-Kalk entsprechen. Neben erstmals auftretenden kleinen Belemniten fallen die in einigen Bänken häufigen Ammoniten des Sinemurium auf. Das späte

Sinemurium bis späte Pliensbachium ist mit ammonitenführenden Hornsteinkalken vertreten (Ältere Allgäu-Schichten). Den Abschluss der Jura-Kalke bildet ein 1,5 Meter mächtiger bunter Kondensationshorizont mit Ammoniten des frühen Toarcium unten und des Kimmeridgium oben. Darüber folgen dunkelgraue Mergel und Siltsteine der «Kreideschiefer-Serie», deren oberer Teil durch Foraminiferen des späten Cenoman bis frühen Turon datiert ist (OBERHAUSER 1963).

3. Material und Methode

Die Fischfossilien aus dem Steinbruch Lorüns liegen zu einem grossen Teil recht vollständig und artikuliert vor. Sie wurden von Urs Oberli (St.Gallen) mit Hilfe von feinsten Gravier-Sticheln präpariert und anschliessend konserviert. Die nachfolgend beschriebenen Stücke sind in der Sammlung der inatura – Erlebnis-Naturschau in Dornbirn hinterlegt.

4. Beschreibung der Fischfunde

Bei den bisher gefundenen Fischfossilien handelt es sich ausschliesslich um die Reste von Strahlenflossern (Actinopterygii). Diese artenmässig grösste Fischgruppe (ca. 30'000 bisher beschriebene Arten) ist bereits aus der alpinen Mitteltrias durch eine grosse Zahl, zum Teil hervorragend erhaltener Funde bekannt (DE ALESSANDRI 1910, TINTORI, MUSCIO & BIZZARINI 1985, BÜRGIN 1999, TINTORI & LOMBARDO 1999, LOMBARDO 2001).

Die Gattung *Paralepidotus* AGASSIZ 1835

Zur Gattung *Paralepidotus* gehören mittelgrosse Fische mit einer Gesamtlänge bis zu 60 cm (BONI, 1937, TINTORI & OLIVETTI 1988, TINTORI 1996). Zu den besonderen Merkmalen dieser zur Familie der Semionotidae zählenden Gattung gehört ein mit rundlichen Zähnen ausgestattetes Knackgebiss. Die Zähne sassen sowohl auf den Kiefern als auch auf dem Gaumen und am Gaumendach. Wie bei allen Vertretern der Semionotiden bestand die Beschuppung aus einer Vielzahl dicker Knochenschuppen, die von einer glänzenden Schmelzschicht (Ganoin) bedeckt waren. Die Gattung *Paralepidotus* war in der Oberen Trias der Südalpen und der Nördlichen Kalkalpen weit verbreitet (SOMM & SCHNEIDER 1962, TINTORI 1996).

Von *Paralepidotus* liegen drei Stücke vor: Das grösste Stück, eine nahezu quadratische Platte von 42 x 43 cm, zeigt die Reste eines stark zerfallenen, mittelgrossen Individuums (Abb. 4). Gut darauf zu erkennen sind zahlreiche Schuppen und das zahnbewehrte Parasphenoid (Abb. 5A), ein kräftiges Hyomandibulare (Abb. 5B) sowie ein schildförmiges Suboperculum (Abb. 5C). Auf einer kleineren Platte von 8 x 12 cm findet sich ein massiv gebautes Cleithrum (Abb. 5D), das vermutlich vom selben Individuum stammt. Auf dem dritten Stück, 15 x 18 cm,



Abb. 4: Grosse Platte mit einem disartikulierten Exemplar von *Paralepidotus* sp.

Abb. 5A (l.) & B (r.): Details zum disartikulierten Fund von *Paralepidotus* sp. A: Parasphenoid (Gaumenknochen) in Bauchansicht und isolierte Schuppen; B: Hyomandibulare und Teil des? Ceratohyale (Kieferaufhängung)

(Fotos: Stefan Rohner)

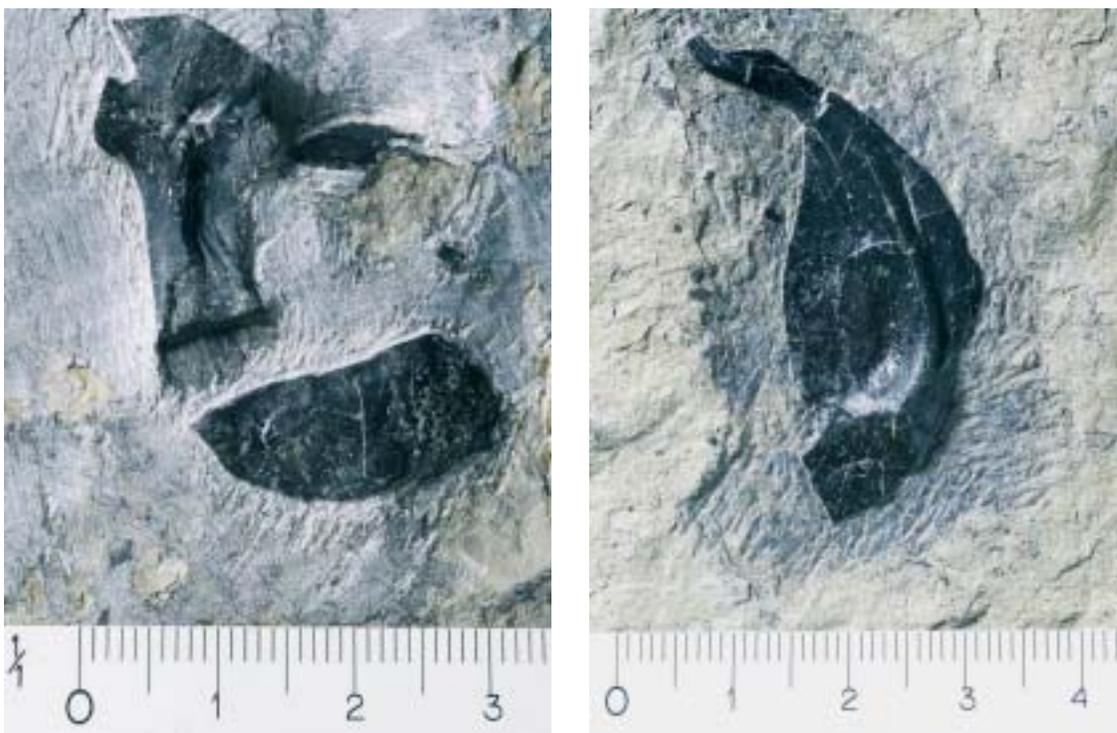


Abb. 5C (l.) & D (r.):
Details zum disartiku-
lierten Fund von *Para-*
lepidotus sp., C: Subo-
perculum (Element des
Kiemendeckels), D:
Cleithrum (Element
des Schultergürtels).
(Fotos: Stefan Rohner)

Das Parasphenoid misst 35 mm und ist von länglicher Form. Die vorderen zwei Drittel sind mit kräftigen Zähnen besetzt. Ihre Spitze ist stark gerundet. Auf der grossen Platte finden sich drei weitere zahntragende Teile, deren Zuordnung allerdings unsicher ist. Sehr gut erhalten ist das eine Hyomandibulare, an dem nur die verknorpelten Gelenkfacetten fehlen. Deutlich sichtbar ist die Öffnung für den Durchtritt eines Kopfnerves. Das Suboperculum weist eine für diese Fische typische Form auf, mit einem hohen, nach dorsal weisenden Fortsatz und einem sichelförmigen Hauptteil. Es ist leicht mit rundlichen Tuberkeln ornamentiert. Ebenfalls sehr gut erhalten ist ein Cleithrum, dessen kräftige Form Ansatzstellen für die Rumpf-, Kiefer- und Kiemenbodenmuskulatur bot. Die Schuppen im mittleren Rumpfbereich sind rhomboidal, etwa gleich hoch wie breit, und zeigen an ihrem oberen Rand einen gut ausgebildeten Dorn; ihr Hinterrand erscheint glatt und läuft leicht geschwungen in eine deutliche ventrale Spitze aus. Das freie Schuppenfeld zeigt eine Ornamentierung bestehend aus feinen, länglichen Ganoinrippen, die von der vorderen oberen Ecke schräg nach hinten unten ziehen. Neben diesen annähernd quadratischen Schuppen finden sich rechteckige, etwas weniger hohe, die an ihrem oberen Vorderrand einen spitzen Fortsatz aufweisen (Abb. 5A).

Die vorliegenden Stücke stehen *Paralepidotus ornatus* AGASSIZ 1833–43 nahe, einer Art, die aus dem Nor von Seefeld (GORJANOVIC-KRAMBERGER 1905), vom Schweizerischen Nationalpark im Engadin (PEYER 1937, KUHN 1947, SOMM & SCHNEIDER 1962) sowie aus der Obertrias von Norditalien eingehend beschrieben worden ist (DE ALESSANDRI 1920, BONI 1937: 603–630, TINTORI & OLIVETTI 1988,

TINTORI 1996). Auf eine artmässige Zuordnung wird allerdings verzichtet, da einerseits die Grundlagen dazu unzureichend sind und andererseits die Ornamentierung der Schuppen doch deutliche Unterschiede zu der oben genannten Art zeigt.

Die Gattung *Legnonotus* EGERTON 1854

Zur Gattung *Legnonotus* gehören kleinere, leicht hochrückige Fische mit einer spitzen Schnauze und einer stark verlängerten Rückenflosse. Die Gattung gilt als das am frühesten auftretende Taxon der Familie Macrosemiidae, die ihre Blütezeit vor allem in der Jura- und Kreidezeit hatte (BARTRAM 1977). Die bisher bekannten Funde von *Legnonotus* stammen aus der Oberen Trias der Südalpen (Norditalien) und der Nördlichen Kalkalpen Österreichs (GORJANOVIC-KRAMBERGER 1905, TINTORI & RENESTO 1983)

Bisher lassen sich 25 Fundstücke der Gattung *Legnonotus* zuordnen. Der Erhaltungszustand reicht von disartikulierten bis zu praktisch vollständigen Exemplaren (Abb. 6–10). Der grösste Teil der Funde liegt in Seitenlage vor; nur ein Exemplar ist von der Rückenseite erhalten geblieben. Die maximale Gesamtlänge liegt bei etwa 120 Millimetern, die grösste Standardlänge liegt bei 84 und die grösste Kopflänge bei 34 Millimetern. Die spitze Kopfform ist vor allem bei zwei Exemplaren gut sichtbar (Abb. 6 & 8). Auf eine detaillierte Beschreibung der einzelnen Schädelelemente wird verzichtet, da dazu eine eigene Publikation in Vorbereitung ist (BÜRGIN in prep.).

Ober- und Unterkiefer sind mit länglichen, spitz zulaufenden Zähnen ausgestattet. Bei einem Exemplar konnten im Bereich der Kiemenbögen die Reste eines Schlundkiefers ausgemacht werden, was vor allem im Hinblick auf die mögliche Ernährung von Bedeutung ist.

Die paaren und unpaaren Flossen sind alle gut entwickelt, was insbesondere auf die stark verlängerte Rückenflossen zutrifft (Abb. 8 & 9). Die Brustflosse besteht aus ca. 14 distal segmentierten Strahlen und einem davor liegenden,

Abb. 6: Das von einem Privatsammler gefundene Stück von *Legnonotus* cf. *krambergeri*. Unter dem praktisch vollständig erhaltenen Individuum liegen die Reste eines zweiten, unvollständigen Exemplars. (Foto: Stefan Rohner)



Abb. 7: *Legnonotus cf. krambergeri*, unten ein nahezu vollständiges Exemplar und darüber der Vorderteil eines zweiten Individuums. (Foto: Stefan Rohner)



Abb. 8: *Legnonotus cf. krambergeri*, ein Exemplar ohne Hinterteil, dafür mit gut erhaltener Kopfpartie und Rückenflosse. (Foto: Stefan Rohner)



unsegmentierten, stachelartigen Strahl. Die deutlich kleinere Bauchflosse besteht aus 6–8 distal segmentierten Strahlen und setzt auf der Höhe der 10. vertikalen Schuppenreihe an. Die stark verlängerte Rückenflosse beginnt ebenfalls etwa auf der Höhe der 10. vertikalen Schuppenreihe und besteht aus 25–27 distal segmentierten Strahlen. Die dreieckige Afterflosse besteht aus 6–9 Strahlen; sie setzt etwa bei der 18. vertikalen Schuppenreihe an. Die leicht gegabelte Schwanzflosse besteht aus 14–18 Strahlen, die alle segmentiert und distal zweifach verzweigt sind. Die vorderen Flossenränder sind mit Basal- und Randfalten besetzt.

Die Beschuppung setzt sich aus 36–38 vertikalen Schuppenreihen und einem recht kurzen terminalen Schwanzlobus zusammen (Abb. 9 & 10). Charakteristisch für die Gattung *Legnonotus* ist eine schuppenfreie Zone unterhalb der Rückenflosse, die einen Einblick in die skelettalen Trägerstrukturen ermöglicht



Abb. 9: *Legnonotus cf. krambergeri*, ein Exemplar ohne Schädel, dafür sehr gut erhaltener Beschuppung und gut erkennbaren Flossen. (Foto: Stefan Rohner)



Abb. 10: *Legnonotus cf. krambergeri*, ein Exemplar mit fehlender Schwanzflosse, dafür gut erhaltenem Kiefer. (Foto: Stefan Rohner)

(Abb. 9). Über der horizontalen Schuppenreihe mit den Öffnungen für die Seitenlinie befinden sich vier weitere Schuppenreihen. Für das Typusexemplar von *Legnonotus krambergeri* wurde lediglich eine Reihe beschrieben (BARTRAM 1977). Hingegen wurden für 15 Exemplare aus dem Nor von Norditalien 3 Reihen beschrieben (TINTORI & RENESTO 1983). Die Schuppen im seitlichen Rumpfbereich sind von rhomboidaler Form und ungefähr doppelt so hoch wie breit. Ihr Hinterrand ist deutlich gesägt. Bei den Schuppen auf der Höhe der Seitenlinie zeigt der Hinterrand jeweils eine deutliche Einbuchtung.

Aufgrund der oben genannten Merkmale lassen sich die Fossilien am ehesten in die Nähe von *Legnonotus krambergeri* BARTRAM 1977 stellen. Diese Art wurde von BARTRAM (1977) und TINTORI & RENESTO (1983) ausführlich beschrieben. Auf eine genaue Zuordnung wird aber vorerst verzichtet, da eine Detailuntersuchung in Vorbereitung ist (BÜRGIN in prep.).

Die Gattung *Pholidophorus* AGASSIZ 1844

***Pholidophorus* sp.**

Zur Gattung *Pholidophorus* gehören kleinere, spindelförmige Fische. Im Gegensatz zu *Legnonotus* ist bei dieser Gattung die Rückenflosse klein und die Schwanzflosse tief gegabelt. Weitere Merkmale sind eine relativ grosse Augenhöhle, leicht geschwungene, schwach bezahnte Kiefer und etwas erhöhte, rhomboidale Schuppen mit einem glatten Hinterrand, entlang dessen feine Linien verlaufen. Die Gattung *Pholidophorus* ist aus obertriassischen Fundstellen von Norditalien und Österreich sowie aus unterjurassischen Fundstellen von England (Lyme Regis, Dorset) bekannt (AIRAGHI 1908, DE ALESSANDRI 1920, BONI 1937, NYBELIN 1966, ZAMBELLI 1975, 1986). Aufgrund seiner deutlich unterschiedlichen Schädel- und Rumpfstruktur kann *Pholidophorus faccii* GORTANI 1907 aus dem Carn von Norditalien nicht zu dieser Gattung gezählt werden.

Aus dem Steinbruch bei Lorüns wurden bisher 11 Fundstücke dieser Gattung geborgen. Keines dieser Exemplare ist vollständig erhalten. Ein Exemplar zeigt sehr schön die Kopfpartie und den vorderen Rumpfbereich (Abb. 11), während bei einem anderen der Rumpf und die Schwanzflosse erhalten geblieben ist (Abb. 12). Ein einziges Exemplar ist von der Bauchseite erhalten, alle übrigen liegen in Seitenlage vor. Der Schädel zeichnet sich durch eine relativ grosse Augenöffnung (Orbita) und eine schräg gestellte Mundspalte aus. Ober- und Unterkiefer sind mit kleinen, spitzkonischen Zähnen besetzt. Die Ausbildung der Schädelelemente zeigt grosse Ähnlichkeit mit derjenigen von *Pholidophorus caffii* AIRAGHI 1908, insbesondere was die Struktur des Oberkiefers betrifft, wo sich auch nur ein Supramaxillare ausmachen lässt (NYBELIN 1966). Ein einzelnes Supramaxillare kommt auch bei der Gattung *Siemensichthys* aus dem Jura von Solnhofen vor (ARRATIA 2002).

Die Flossen von *Pholidophorus* sind mit Ausnahme der Schwanzflosse gegenüber *Legnonotus* deutlich feiner und kleiner gebaut. Die Brustflosse besteht aus 18–19 sehr feinen, distal segmentierten Strahlen. Die deutlich kleinere Bauchflosse besteht aus lediglich 7–8 distal segmentierten Strahlen. Die dreieckige Rückenflosse besteht aus 11–12 ebenfalls feinen Strahlen und die Afterflosse aus 9–10 Strahlen. Die tief gegabelte Schwanzflosse setzt sich aus 24–26 segmentierten und distal verzweigten Strahlen zusammen. Der Vorder- und der obere Rand des oberen Schwanzflossenlappens beginnt mit 6–7 Basalfulkren, die von zunehmend kleiner werdenden Randfulkren abgelöst werden. Beim unteren Schwanzflossenlappen sind es lediglich 3–4 Basalfulkren.

Da kein vollständig erhaltenes Exemplar vorliegt, lässt sich keine Angabe zur Zahl der vertikalen Schuppenreihen machen. Die vertikale Schuppenreihe am Vorderrand der Rückenflosse besteht aus 15 Schuppen. Die Schuppen sind von rhomboidaler Form und etwa doppelt so hoch wie breit. Der Hinterrand ist leicht konvex gewölbt und glatt.

Die Gattung *Pholidophorus* wurde von AGASSIZ 1832 für zwei Fischarten aus der Oberen Trias von Seefeld (Tirol) errichtet: *Pholidophorus latiusculus* und *Pholidophorus pusillus*. Da er nur eine kurze Beschreibung und keine Abbildung publizierte (AGASSIZ 1832) wurde *Pholidophorus bechei* AGASSIZ 1837 aus dem



Abb. 11: *Pholidophorus* sp., ein Exemplar mit fehlendem Hinterteil, dafür gut erhaltener Kopfpartie. (Foto: Stefan Rohner)



Abb. 12: *Pholidophorus* sp., ein Exemplar mit fehlendem Kopf, dafür gut erhaltener Beschuppung und Schwanzflosse. (Foto: Stefan Rohner)

Unteren Lias von Lyme Regis, Dorset, von WOODWARD (1895) als Typusart bestimmt. Nybelin, in seiner Revision der Gattung unterschied vier gültige Arten: *Pholidophorus latiusculus*, *Pholidophorus bechei*, *Pholidophorus* (?) *caffii* und *Pholidophorus* cf. *pusillus* (NYBELIN 1966). Wegen der unzureichenden Diagnose wurden im Laufe der Zeit zahlreiche weitere Arten aus der Oberen Trias bis zur Kreide beschrieben. Zudem beschrieb Zambelli in einer Serie von Arbeiten neue, nahverwandte Gattungen aus der Oberen Trias von Norditalien (ZAMBELLI 1975, 1977/78, 1980a, 1980b, 1980c, 1986, 1990). Es herrschen aufgrund unzureichender Gattungs- und Artdiagnosen bis heute Unklarheiten über die genaue Zusammensetzung dieser Gattungsgruppe (ARRATIA 2002).

Die vorliegenden Funde aus Lorüns passen am besten auf die Beschreibungen von *Pholidophorus latiusculus* AGASSIZ 1832 und *Pholidophorus caffii* AIRAGHI 1908 zu. Während *Pholidophorus latiusculus* bis zu 85 mm Gesamtlänge erreicht,

scheint *Pholidophorus caffii* mit einer Maximallänge von 58 mm deutlich kürzer zu sein. Ein weiterer Unterschied betrifft die Zahl der Supramaxillae, die bei *Pholidophorus latiusculus* zwei und bei *Pholidophorus caffii* eins beträgt. Allerdings wurde von der zuletzt genannten Art bisher lediglich ein gut erhaltenes Stück gefunden (BONI 1937) und es kann sich deshalb bei diesem Merkmal durchaus um eine individuelle Variabilität handeln.

Die Gattung ? *Caturus* AGASSIZ 1834

Die Gattung *Caturus* umfasst mittelgrosse bis grosse, spindelförmige Fische. Sie weisen eine lange Mundspalte und gut bezahnte Kiefer auf und ihre Schwanzflosse ist tief gegabelt. Die Beschuppung besteht aus kleinen Cycloidschuppen ohne Ganoinüberzug (LAMBERS 1992). Als die am frühesten auftretende Art gilt allgemein *Caturus heterurus* aus dem Unteren Jura von England. Weitere Funde wurden insbesondere aus dem Jura von Deutschland und von Frankreich beschrieben (SAINT-SEINE 1949, LAMBERS 1992). Die Gattung wurde aufgrund der unzureichenden Diagnose vielfach als Sammeltaxon verwendet, so dass eine Revision dringend notwendig wäre (GRANDE & BEMIS 1998).

Vermutlich zur Gattung *Caturus*, lässt sich aus dem Steinbruch Lorüns bisher ein Exemplar stellen (Abb. 13). Es handelt sich um ein 108 Millimeter langes Fossil, das einen Schädelbereich und die Reste des Achsenskelettes erkennen lässt. Schuppenreste liessen sich keine nachweisen. Die Schädelregion ist unvollständig erhalten und einzelne Elemente lassen sich mit Ausnahme des Schultergürtels nicht ausmachen. Vor der Schädelregion liegen verstreute Kieferreste, die auf ein schmales Maxillare hindeuten. Die Zähne sind spitz und konisch. Am Hinterrand der Schädelregion lässt sich ein gut entwickeltes, sichelförmiges Cleithrum und die Ansatzstelle der Brustflosse ausmachen. Die Brustflosse scheint kräftig gewesen zu sein; eine genaue Anzahl der Flossenstrahlen lässt sich aber nicht eruieren. Besser erhalten ist die Beckenplatte und die linke Bauchflosse, die aus etwa 8 segmentierten Strahlen aufgebaut war. Die Rückenflosse ist durch eine tektonische Störung im Verband verschoben. Sie besteht aus vier Basalfurken und mindestens 14 Flossenstrahlen. Die deutlich kleinere Afterflosse besteht aus mindestens 8 feinen, distal segmentierten Strahlen. Durch das Fehlen von Schuppen ist ein Blick auf das Achsenskelett möglich. Deutlich erkennbar ist die Wirbelsäule, mit Neural- und Haemalfortsätzen. Vor der Rückenflosse finden sich zudem einzelne Supraneuralfortsätze, die unter der Flosse von Pterygiophoren (Flossenstrahlträgern) abgelöst werden. Im vorderen Rumpfbereich lassen sich zudem dünne Pleuralrippen ausmachen. Die einzelnen Wirbel sind nicht vollständig verknöchert und es lassen sich deshalb Basidorsalia, Basiventralia, Interdorsalia und Interventralia ausmachen. Im hinteren Bereich scheinen sich zudem Hemichordacentra ausgebildet zu haben.

KNER (1866) beschrieb aus der Oberen Trias von Seefeld unter dem Namen *Eugnathus insignis* ein Fossil, das dem oben beschriebenen nahe kommt. Diese Art wurde später von WOODWARD (1895) in die Gattung *Caturus* gestellt, eine vertiefte Neubearbeitung erfolgte aber nicht. Das schlanke Maxillare und die



Abb. 13: *Caturus* sp., deutlich erkennbar sind die feinen Elemente des Achsenskelettes. Über dem Schädel, der sich links befindet, liegen die Reste eines kleinen Exemplars von *Legnonotus* cf. *krambergeri*. (Foto: Stefan Rohner)

Struktur des Achsenskelettes lassen den vorliegenden Fund von Lorüns in die Nähe dieser Gattung stellen, eine genaue Zuordnung wird aber nur durch neue, besser erhaltene Funde möglich sein.

Unbestimmter Fischschädel

Auf einer Platte mit 5 Exemplaren der Gattung *Legnonotus* findet sich auch ein unvollständig erhaltener Fischschädel. Zu erkennen sind die Reste eines stark gewölbten Schädeldaches und der Bezahnung. Das Schädeldach ist rund 20 mm lang und stark ornamentiert mit kleinen, rundlichen Tuberkeln. Knochensuturen lassen sich daran nicht erkennen. Vor dem Schädeldach liegt ein kleines, zahntragendes Element. Die Zähne an der Unterseite sind kurz und stumpf.

Aufgrund der unzureichenden Grundlage lassen sich nur Mutmassungen zur Identität dieses Schädelrestes machen. Aus anderen Untersuchungen weiss man über die Präsenz von hochrückigen semionotiformen und pycnodontiformen Fischen in der Oberen Trias der Nördlichen Kalkalpen GORJANOVIC-KRAMBERGER 1905) und Südalpen (TINTORI 1981, 1983). Zu welcher Gruppe der vorliegende Fund gehört, ist gegenwärtig nicht eindeutig zu entscheiden und bedarf wie im Fall von ? *Caturus* besserer und vollständiger erhaltener Neufunde.

5. Die Fischfunde, ihre Erhaltung und paläoökologische Betrachtungen

Mit den hier beschriebenen, neuen Fischfunden aus der Kössen-Formation Vorarlbergs liegt ein weiteres wichtiges Vorkommen in der Oberen Trias der nördlichen Kalkalpen vor. Die Funde ergänzen die bisherigen aus Norditalien und Österreich aufs Beste und erlauben weitergehende Aussagen zur paläogeographischen Verbreitung der dabei nachgewiesenen Taxa.

Die rund 40 Fischfossilien wurden alle aus drei 5 bis 7 cm dicken gelb-braun anwitternden Kalkbänken der obersten Kössen-Formation geborgen. Da die Fundschicht nur 40 m unter der Trias/Jura-Grenzbank liegt, müssen die Fossilien aus dem späten Rhaet, also aus der spätesten Trias-Zeit stammen. Unseres Wissens sind aus diesem Zeitabschnitt nur wenige Fischfunde und praktisch keine vollständigen Skelette bekannt. Die meisten mehr oder weniger vollständig erhaltenen Knochenfische liegen in Seitenlage vor. Ein Exemplar ist in Rückenlage, ein anderes in Bauchlage erhalten geblieben. Die knöchernen Elemente der Schädel und der zahntragenden Kiefer, die charakteristischen Schmelzschuppen des Rumpfes und die knöchernen Flossenstrahlen sind teilweise perfekt erhalten. Bei einigen Stücken fehlen die äussersten Flossenstrahlen, einige Skelette sind teilweise zerfallen und verstreut und wieder andere sind nur noch als isolierte Schädelteile oder einzelne Schuppen erhalten geblieben.

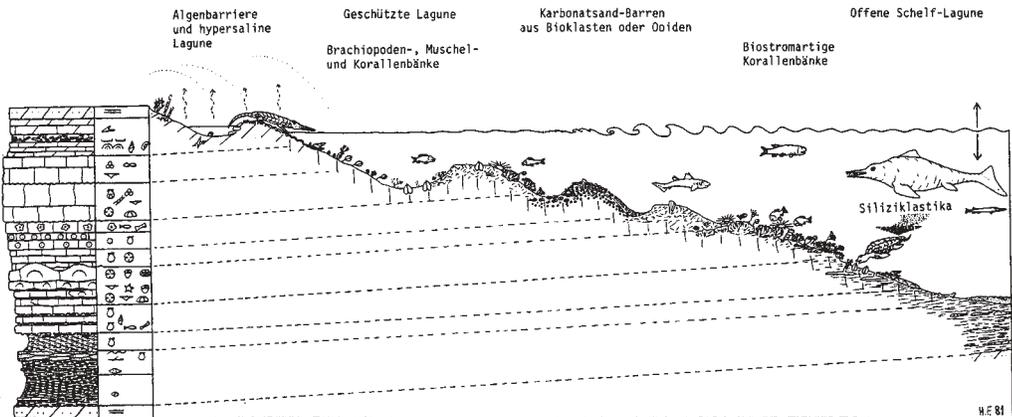
Die halbkugeligen Zähne von *Paralepidotus* deuten auf eine Ernährung von hartschaligen Beutetieren wie Krebsen, Korallen und Röhrenwürmern hin. *Legnonotus* und *Caturus* mit ihren spitzkonischen Zähnen konnten sich verschiedenartige Beute greifen, während *Pholidophorus* mit seinem feinen Gebiss wohl eher ein Planktonfresser war. Sie gehören damit zu der von TINTORI (1998) beschriebenen frühen Radiation der Neopterygier in der marinen Obertrias.

Komplette Skelette und Einzelteile wurden nebeneinander auf der Oberseite von zwei direkt übereinander liegenden tonigen Kalkbänken gefunden, die grösstenteils aus Muschelbruchstücken bestehen. Diese zeigen eine undeutliche Korngrößenabnahme von unten nach oben, wurden also offensichtlich durch Strömungen transportiert und später im ruhigen Wasser abgelagert. Die wenigen gut erhaltenen und bestimmbaren Muscheln gehören zu den Gattungen *Palaeocardita*, *Gervillia* und *Modiolus*. In der liegenden Kalkbank fallen einige grosse Korallenstöcke (*Rhetiophyllia clathrata*) von 30 bis 50 Zentimeter Durchmesser auf. Die buschförmig verzweigte Steinkoralle *Rhetiophyllia clathrata* wird als wenig anspruchsvolle Form gedeutet, die auch auf schlammigem Boden grossflächige «Rasen» oder «Bänke» nebeneinander wachsender Korallenstöcke bilden konnte. Über den drei gelb-braunen Kalkbänken setzt eine etwa 150 Zentimeter dicke Wechsellagerung von schwarzen bis dunkelgrauen kalkigen Schiefertönen und feinkörnigen Kalken von 5 bis 15 Zentimeter Dicke ein. Darüber folgen mittelbankige Kalke und Mergel, die wenige Muscheln enthalten (*Pholadomya*, *Gervillia*, *Modiolus*, *Dimyopsis*). Die Fundschicht mit den auffallenden schwarzen Mergeln im Hangenden scheint eine begrenzte linsenartige Ausdehnung zu haben. Sie wurde bei früheren Profilaufnahmen durch Heinz Furrer in den Jahren 1976/77 nicht beobachtet. Allerdings kann die darüberliegende Abfolge gut in das damalige Profil eingepasst werden (Fig. 3).

Zur Zeit der Bildung der oberen Kössen-Formation (Zirnenkopf-Kalk) gehörte das Gebiet von Lorüns zu einem grossen Flachmeer mit seichten Schlamm- und Kalksandbänken, die etwas tiefere Becken abschlossen (vergleiche auch STEFANI et al. 1992). Im wenige Meter tiefen Wasser lebten Fische, Muscheln, Schnecken, Krebse und andere Organismen, die ihre Nahrung aus dem schwebstoffreichen Wasser filterten, im und auf dem Schlamm nach lebender Beute suchten oder abgelagertes organisches Material frassen (Abb. 14). Kurzfristig konnten sich

Korallenrasen entwickeln, die weiteren Organismen wie Seeigeln und Brachiopoden Lebensraum boten. Allerdings hatten diese grossflächigen Korallenbänke kaum lange Bestand, da sie immer wieder von periodisch angeliefertem feinem Schlamm zugedeckt oder bei Stürmen zerstört wurden. In diesen normal durchlüfteten Bereichen des Flachmeeres wurden tote Organismen rasch in ihre Einzelteile zerlegt. Daneben gab es anscheinend schlecht durchlüftete Depressionen mit sauerstoffarmem lebensfeindlichem Bodenwasser, in denen praktisch kein Bodenleben möglich war. Dort blieben abgestorbene Organismen ruhig liegen und wurden relativ rasch von Schlamm zugedeckt, so dass ihre Skelette ungestört erhalten blieben.

Abb. 14: Faziesmodell der Kössen-Formation im westlichen Ostalpin (aus FURRER 1981/93, Fig. 44).



6. Verdankungen

Die beiden ersten Funde sind den Privatsammlern Antonio Wehinger und Rudolf Kopetschke zu verdanken. Sie machten unabhängig voneinander Dr. Georg Friebe von der inatura in Dornbirn darauf aufmerksam. Die Stücke wurden Urs Oberli, St. Gallen, zur Präparation übergeben. Bei seiner weiteren Suche konnte er zusätzliche Funde machen. Einen dank auch an Andreas Goessnitzer von der HOLCIM (Vorarlberg) GmbH in Bludenz und an die Leiterin der inatura, Frau Dr. Margit Schmid, für die Überlassung der Funde zur wissenschaftlichen Bearbeitung. Die genaue stratigraphische Position der Fundschicht wurde im Rahmen einer praktischen Übung zusammen mit den Studierenden Anja Baumgartner, Thomas Brühwiler, Stéphanie Samartin und Walter Wälchli aufgenommen. Dabei wurde auch ein Fisch entdeckt. Das Manuskript profitierte von der kritischen Durchsicht durch Dr. Georg Friebe, inatura – Erlebnis-Naturschau Dornbirn.

7. Literatur

- AGASSIZ, L. (1832): Untersuchungen über die fossilen Fische der Lias-Formation. – Jb. Miner. Geogn. Geol. Petrefakt., Heidelberg, 3, 139–149.
- ALESSANDRI, G. DE (1910): Studi sui pesci Triassici della Lombardia. – Mem. Soc. ital. Sci. nat. 7, 1–147.

- ALESSANDRI, G. DE (1920): Sopra alcuni avanzi di pesci Triassici della Lombardia. – At. Soc. It. Sci. Nat., 59, 85–104.
- AIRAGHI, C. (1908): Di un *Pholidophorus* del Retico Lombardo. – Rend. R. Ist. Lomb. Sc. lett., serie II, 41, 768–772.
- ARRATIA, G. (2000): New teleostean fishes from the Jurassic of southern Germany and the systematic problems concerning the 'pholidophoriforms'. – Paläontol. Z. 74 (1/2), 113–143.
- BARTRAM, A. W. H. (1977): The Macrosemiidae, a Mesozoic family of holostean fishes. – Bull. Br. Mus. Nat. Hist. (Geol.) 29 (2), 137–234.
- BERTLE, H., FURRER, H. & LOACKER, H. (1979): Geologie des Walgauer und des Montafons mit Berücksichtigung der Hydrogeologie. – Jber. Mitt. oberrhein. geol. Ver. (N.F.) 61, 101–115.
- BONI, A. (1937): Vertebrati retici italiani. – Mem. R. Acc. Naz. Lincei, serie 6, vol. 6(10), 521–719.
- BRONN, H. G. (1858): Beiträge zur triasischen Fauna und Flora der bituminösen Schiefer von Raibl. – N. Jb. Min., Geol. Paläontol., 1, 1–32.
- BÜRGIN, T. (1999): Middle Triassic marine fish faunas from Switzerland. – In: G. Arratia & H.-P. Schultze (eds.), Mesozoic Fishes 2 – Systematics and Fossil Record, 481–494, Verlag Dr. F. Pfeil, München.
- BÜRGIN, T. & FURRER, H. (1992): Zähne und Kieferreste der Gattung *Birgeria* (Osteichthyes, Actinopterygii) aus der ostalpinen Obertrias der Bergüner Stöcke (Kanton Graubünden, Schweiz). – Eclogae geol. Helv. 85/3, 931–946.
- BÜRGIN, T. & FURRER, H. (1993): Kieferreste eines grossen Strahlenflossers (Osteichthyes, Actinopterygii) aus der ostalpinen Obertrias der Bergüner Stöcke (Kanton Graubünden, Schweiz) und Diskussion der Validität von ? *Birgeria costata* (MÜNSTER 1839). – Eclogae geol. Helv. 86/3, 1015–1029.
- DALLA VECCHIA, F. M. (1991): Note sulla stratigrafia, sedimentologia e paleontologia della Dolomia di Forni (Triassico superiore) nella Valle del Rio Seazza (Preone, Friuli-Venezia Giulia). – GORTANIA – Atti Mus. Friul. Stor. Nat. 12/90, 7–30.
- DUFFIN, C.J. & FURRER, H. (1981): Myriacanthid holocephalan remains from the Rhaetian (Upper Triassic) and Hettangian (Lower Jurassic) of Graubünden. – Eclogae geol. Helv. 74/3, 803–829.
- FURRER, H. (1981/93): Stratigraphie und Facies der Trias/Jura-Grenzsichten in den oberostalpinen Decken Graubündens. – Dissertation Universität Zürich.
- GORJANOVIC-KRAMBERGER, K. (1905): Die Obertriadische Fischfauna von Hallein in Salzburg. – Beiträge zur Paläontologie und Geologie Österreich-Ungarns und des Orients, Mitteilungen des Geologischen und Paläontologischen Instituts der Universität Wien, 18/III & IV, 193–224.
- GORTANI, M. (1907): *Pholidophorus Faccii* n. f. nel Raibiano di Cazzaso in Carnia. – Riv. Ital. Paleont., 13, 117–122.
- GRANDE, L. & BEMIS, W. E. (1998): A comprehensive phylogenetic study of amiid fishes (Amiidae) based on comparative skeletal anatomy. An empirical search for interconnected patterns of natural history. – Soc. Vert. Paleont. Mem. 4: i–x, 1–690; supplement to J. Vert. Paleont. 18 (1).
- GRIFFITH, J. (1977): The Upper Triassic fishes from Polzberg bei Lunz, Austria. – Zool. J. Linn. Soc., 60/1, 1–93.

- HEISSEL, W., OBERHAUSER, R., REITHOFER, O. & SCHMIDEGG, O. (1965): Geologische Karte des Rätikon 1:25 000. Geol. Bundesanst. Wien.
- KUHN, E. (1947): Über einen Ganoidfisch aus der Val Tantermozza (Kt. Graubünden). – *Elogae geol. Helv.* 40/2, 384–390.
- LAMBERS, P. (1992): On the Ichthyofauna of the Solnhofen Lithographic Limestone (Upper Jurassic, Germany). – Doktoratsarbeit, Universität Groningen, Niederlande.
- MACROBERTS, C.A., FURRER, H. & JONES, D.S. (1997): Palaeoenvironmental interpretation of a Triassic-Jurassic boundary section from Western Austria based on palaeoecological and geochemical data. – *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology* 136, 79–95.
- MATURA, A. & SUMMESBERGER, H. (1980): Geology of the Eastern Alps. – Geol. Bundesanst. Abh., Bd. 34.
- NYBELIN, O. (1966): On certain Triassic and Liassic representatives of the family Pholidophoridae s. str. – *Bull. Brit. Mus. (Nat. Hist.) Geol.*, vol. 11/8.
- OBERHAUSER, R. (1963): Die Kreide im Ostalpenraum Österreichs in mikropaläontologischer Sicht. – *Jb. Geol. B.-A.* 106, 1–88.
- OERTLE, G. F. (1928): Das Vorkommen von Fischen in der Trias Württembergs. – *N. Jb. Mineral. Beilbd.* 60, Abt. B, 325–475.
- PEYER, B. (1937): Ein fossiler Ganoidfisch aus der Val Sassa, Graubünden. – *Elogae geol. Helv.* 30/2, 356–358.
- RICHTER, M. (1969): Vorarlberger Alpen. – Sammlung geologischer Führer, Bd. 49. Borntraeger, Berlin.
- SAINT-SEINE, M. P. de (1949): Les poissons des calcaires lithographiques de Cerin (Ain). – *Nouvelles Archives du Muséum d'Histoire naturelle de Lyon*, Fasc. II.
- SIEBER, R. (1958): Vorkommen, Zusammensetzung und Verbreitung von Wirbeltierfunden des nordalpinen Rhät. – *Anz. Math.-naturw. Kl., Oesterreich. Akad. Wiss.* 1958/1, 1–4.
- SOMM, A. & SCHNEIDER, B. (1962): Zwei paläontologische Beobachtungen in der Obertrias der südwestlichen Engadiner Dolomiten (Graubünden). II. Ein Fischrest, *Paralepidotus ornatus* (AGASSIZ) aus den Quattervalsschichten des Piz Murtaous (bei Punt dal Gall). – *Ergebn. wiss. Unters. Schweiz. Nationalpark N.F.* 7, 355–372.
- STEFANI, M., ARDUINI, P., GARASSINO, A., PINNA, G., TERUZZI, G. & TROMBETTA, G. L. (1992): Palaeoenvironment of extraordinary fossil biotas from the Upper Triassic of Italy. – *Atti. Soc. Ital. Sc. Nat. Mus. Civ. Stor. Nat. Milano*, 132 (1991), 24, 309–335.
- TINTORI, A. (1981): Two new Pycnodonts (Pisces Actinopterygii) from the Upper Triassic of Lombardy. – *Riv. It. Paleont. Strat.*, 86/4, 19–30.
- TINTORI, A. (1983): Hipsisomatic Semionotidae (Pisces, Actinopterygii) from the Upper Triassic of Lombardy (N. Italy). – *Riv. It. Paleont. Strat.*, 88/3, 417–442.
- TINTORI, A. (1996): *Paralepidotus ornatus* (Agassiz 1833–43): a Semionotid from the Norian (late Triassic) of Europe. – In: G. Arratia & G. Viohl (eds.), *Mesozoic Fishes 2 – Systematics and Paleoecology*, 167–179, Verlag Dr. F. Pfeil, München.

- TINTORI, A. (1998): Fish biodiversity in the marine Norian (Late Triassic) of northern Italy: the first Neoptterygian radiation. – Ital. J. Zool., 65, Suppl., 193–198.
- TINTORI, A. & RENESTO, S. (1983): The Macrosemiidae (Pisces, Actinopterygii) from the Upper Triassic of Lombardy (N. Italy). – Riv. Ital. Paleontol. Stratigr. 89, 209–222.
- TINTORI, A., MUSCIO, G. & NARDON, S. (1985): The Triassic fossil fishes localities in Italy. – Riv. It. Paleont. Strat., 91 (2): 197–210; Milano.
- TINTORI, A. & OLIVETTI, L. (1988): *Paralepidotus ornatus* nel Norico della Val Vestino (Magas, Brescia). – NATURA BRESCIANA Ann. Mus. Civ. Sc. Nat., Brescia 24 (1987), 37–45.
- TINTORI, A., MUSCIO, G. & BIZARINI, F. (1990): Pesce Fossili Italiani – scoperto e riscoperto, mostra paleontologica. – Ausstellungskatalog, New Interlitho, Trezzano sul Naiglio (MI).
- TINTORI, A. LOMBARDO, C. (1999): Fish fauna from the Kalkschieferzone (Meride Limestone, uppermost Ladinian) of Ca’del Frate (Varese, N-Italy). – In: G. ARRATIA & H.-P. SCHULTZE (eds.), Mesozoic Fishes 2 – Systematics and Fossil Record, 495–504, Verlag Dr. F. Pfeil, München.
- WOODWARD, A. S. (1895): Catalogue of the Fossil Fishes in the British Museum (Natural History), London, 3, Brit. Mus. (Nat. Hist.), London.
- ZAMBELLI, R. (1975): Note sui Pholidophoriformes, I. – *Parapholidophorus nybelini* gen. n. sp. n. – Istituto Lombardo (Rend. Sc.) B 109, 3–49.
- ZAMBELLI, R. (1977–78): Note sui Pholidophoriformes, II. *Pholidoctenus serianus* gen. n. sp. n. – Accademia Nazionale die XL Rend. Ser. V, vol. III, 101–124.
- ZAMBELLI, R. (1980a): Note sui Pholidophoriformes, III contributo: *Pholidophorus gervasuttii* sp. n. – Riv. Museo Civ. Sci. Nat. «E. Caffi», vol. 1, 5–37.
- ZAMBELLI, R. (1980b): Note sui Pholidophoriformes, IV Contributo: *Pholidorhynchodon malzannii* gen. nov. sp. nov. – Riv. Mus. Sc. Nat. BG, vol. 2, 129–168.
- ZAMBELLI, R. (1980c): Note sui Pholidophoriformes, V Contributo: I Pholidophoridae dell’alta Valvestino (Brescia, Italia). – «Natura Brescia», Ann. Mus. Civ. St. Nat., 17, 77–88.
- ZAMBELLI, R. (1986): Note sui Pholidophoriformes, VI contributo, Pholidophorinae subfamiglia nuova del Triassico Superiore. – Riv. Mus. Civ. Sc. Nat. «E. Caffi» Bergamo, 10, 1–32.
- ZAMBELLI, R. (1990): Note sui Pholidophoriformes. VII contributo: *Eopholidophorus forojuliensis* n.g. n.sp. – GORTANIA . Atti Mus. Friul. St. Nat., 11 (1989), 63–76.

Anschriften

Dr. Toni Bürgin
Naturmuseum
Museumstrasse 32
CH-9000 St.Gallen
toni.buergin@naturmuseumsg.ch

Dr. Heinz Furrer
Universität Zürich
Paläontologisches Institut und Museum
Karl Schmid-Strasse 4
CH-8006 Zürich
hfurrer@pim.unizh.ch

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Vorarlberger Naturschau - Forschen und Entdecken](#)

Jahr/Year: 2004

Band/Volume: [14](#)

Autor(en)/Author(s): Bürgin Toni, Ziogas Furrer Heinz

Artikel/Article: [Fossile Knochenfische aus der Kössen-Formation \(Obertrias; Rhaet\) von Lorüns \(Vorarlberg, Österreich\). 67-86](#)