

fossilien

Erdgeschichte erleben

www.fossilien-journal.de



Die Drachen der Karpaten

Die Solnhofener Urfeder

*Haie an der Kreide-
Paläogen-Grenze*



Im oberen Lechtal



22 Die Drachen aus den Karpaten

T	Helmut Tischlinger <i>Neues von der „Alten Feder“</i>	4
L	Olaf Höltke <i>Keuperschluchten: die Schwäblesklinge in Stuttgart</i>	15
A	István Fözy <i>Die Drachen aus den Karpaten</i>	22
H	Günter Schweigert & Susanne Schweigert <i>Auf Otto Ampferers Spuren im oberen Lechtal</i>	30
N		
I		





48 Haie und Rochen an der Kreide-Paläogen-Grenze



58 Zwei bemerkenswerte Ammoniten aus dem fränkischen Amaltheenton

Iris Feichtinger & Jürgen Pollerspöck

Haie und Rochen an der Kreide-Paläogen-Grenze

48

Helmut Keupp

Zwei bemerkenswerte Ammoniten aus dem fränkischen Amaltheenton

58

Wissenswertes

62

Rezensionen

63

Impressum

65

FOSSILIEN-Artikel sind einzeln als PDF-Download auf fossilien-journal.de erhältlich – jetzt auch zahlbar mit  PayPal

Titelbild

Der Spullersee im Lechquellgebirge. Foto: Susanne Schweigert.
Fossil: Angewitterter großer Nautilide aus dem Unterjura. Foto: Günter Schweigert



Günter Schweigert & Susanne Schweigert

Auf Otto Ampferers Spuren im oberen Lechtal

„Das wahre, schönste Denkmal aber hat sich Otto Ampferer selbst gesetzt mit seinem geologischen Lebenswerk.“ Mit diesem Statement endet der Nachruf seines österreichischen Kollegen Raimund v. Klebelsberg¹¹. Das geologische Lebenswerk, von dem hier die Rede ist, enthält vielfältigste geologische Publikationen und Karten in höchster Präzision, die von ungeheurem Fleiß und Hingabe zeugen, aber auch so manche geniale, geradezu visionäre Gedanken, die andere später mit neuem Vokabular in die Lehrbücher meißelten.

Panoramablick vom Rüfkopf oberhalb von Lech am Arlberg nach Süden ins Zürsertal. Im Vordergrund ein verkarstetes Karrenfeld aus norischem Plattenkalk, links Übergang in die weichen Mergel der Kössen-Formation (Wiesengelände), die ihrerseits von massigem Oberrhätkalk (Felsrippe links im Bild) überlagert werden. Der dunkle Bergklotz rechts im Bild auf der gegenüberliegenden Talseite ist die Hasenfluh, die als untermeerischer Sturzblock gedeutet wird. Foto: G. Schweigert.

Bei einer Beschäftigung mit der Geologie des oberen Lechtals kommt man an dem aus Hötting bei Innsbruck stammenden Alpengeologen Otto Ampferer (1875–1947; 1) nicht vorbei^{6,11,21}. Er begnügte sich nicht damit, vorgefasste Meinungen zu übernehmen, die andere oft nur aus der Distanz gewonnen hatten, sondern schaute genauer hin. Geländearbeit war seine Leidenschaft und es war ihm stets ein Anliegen, die Schönheit der Berge in den Alpen auch anderen zu vermitteln, mit Worten und mit Taten. Einige wenige Früchte seiner vielfältigen Tätigkeit möchten wir etwas näher beleuchten und haben uns deswegen auf seine Spuren begeben, zumindest soweit, wie es ohne Kletterausrüstung möglich war. Wobei man in den Alpen die wichtigsten Entdeckungen in der Regel gar nicht auf den entlegensten Gipfeln macht, sondern auf ganz normalen Wegen und Pfaden.

Vulkanismus in der Mittleren Trias

Alpengeologen befassen sich meistens mit dem Gebirgsbau. Hierfür müssen Gesteine verschiedener Art identifiziert und hinsichtlich ihrer Lagerungsbeziehungen zueinander analysiert werden. Otto Ampferer hatte hingegen nicht nur einen Blick für die Festgesteine, sondern interessierte sich fast ebenso intensiv für die jüngeren Bildungen, die den Blick auf den eigentlichen Gebirgsbau eher verschleiern. Er sah dies aber ganz anders und konnte auch den Lockergesteinen einiges abgewinnen. Seine geradezu pathetische Schilderung der Hasenfluh bei Zürs ließe sich kaum ausdrucksstärker in Worte fassen³: „Wer mit offenen Augen über den Flexenpaß wandert oder fährt, wird von der kühnen Gestalt der Hasenfluh mit Freude erfüllt. Über prächtig grünem Bergmahdsockel erhebt sich ein schroffes, graues Felshorn, das



ein Dach von weichen Schiefnern krönt. ... Außerdem ist der schöne Berg mit zahlreichen Moränenwällen der Schlußeiszeit ringsum wirkungsvoll verziert.“ Im Jahr 1929 entdeckte Ampferer bei der Untersuchung würmglazialer Grundmoränen in Lech zu seiner Verwunderung, dass darin vulkanische Gesteinskomponenten enthalten sind. Kurz darauf fand er in einer Baugrube beim Gasthaus Goldener Berg (2) in Oberlech zufällig erstmals anstehendes vulkanisches Material^{1,3}. Weitere kleine, lagergangartige Vorkommen entdeckte er auf dem nicht weit entfernten Kriegerhorn und schließlich das mit Abstand größte Vorkommen innerhalb der Arlberg-Formation am Nordabhang des gegenüber liegenden Rüfikopfes (3, 4)^{1,3}. Der steile, alpinistisch uninteressante, eher abweisende Berghang, der heute durch seine mächtigen Lawinerverbauungen heraussticht, hatte sein Geheimnis lange bewahrt. Ampferers Studienfreund Wilhelm Hammer unternahm dann eine erste Untersuchung und Beschreibung der „Melaphyre“ von Lech, einer einzigartigen Besonderheit in der Trias der Nördlichen Kalkalpen. Ein repräsentatives Spektrum der vulkanischen Gesteine bieten die bis weit ins Tal hinunterziehenden Runsen südöstlich von Lech, die man über den „Flühenweg“ oberhalb des Orts bequem erreichen kann (5). Die Vulkanite, die überwiegend aus Tuffiten und nur untergeordnet aus Laven bestehen, werden von massigen Dolomiten überlagert, die aus Riffen hervorgegangen sind²⁰. Bei der Dolomitisierung wurden die Rifforganismen zerstört; gelegentlich in benachbarten Kalksteinen der Arlberg-Formation eingelagerte Fossilien zeigen immerhin, dass die Riffe ursprünglich hauptsächlich aus Korallen und Kalkalgen aufgebaut waren. Wir dürfen daher annehmen, dass hier zur Zeit der Mittleren Trias, im Ladinium, ein kleines „Südseeatoll“ existierte.



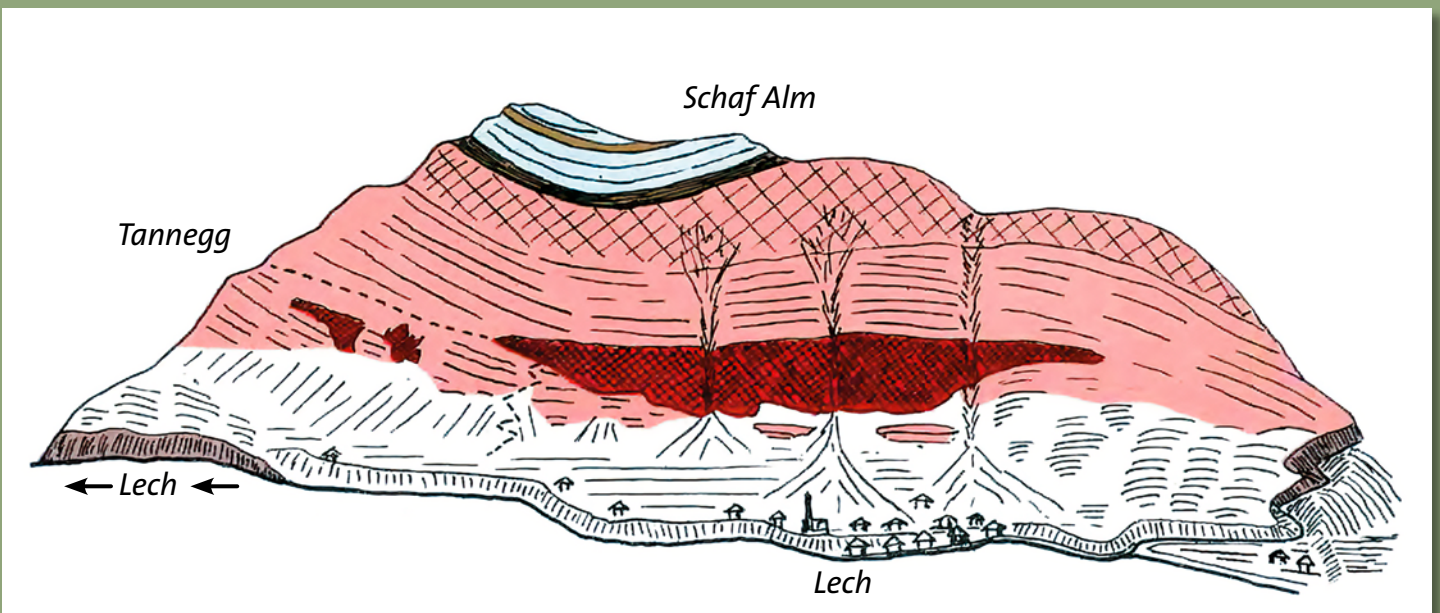
1: Der Geologe und Bergsteiger Otto Ampferer (1875–1947) war ein Pionier bei der Erforschung des Lechquellengebirges und der angrenzenden Lechtaler Alpen. Wikimedia Commons, aus Krainer & Hauser¹³.

Kondensierte Juragesteine und syndimentäre Tektonik

In der engeren Umgebung von Zürs wird der triassische Oberrhätalk von einer nur wenige Meter mächtigen Abfolge aus rötlichen, knolligen Kalksteinen, violettroten Radiolariten und hellen, kalkigen Brekzien aus Echinodermenschutt überlagert. Der Rhätalk enthält Riffkorallen und großwüchsige Muscheln (Megalodonten), darüber folgt eine recht monotone Serie aus dunklen Tonschiefnern mit dünnen Sandsteinlagen an der Basis und mächtigeren am Top besteht. Letztere wird heute als Lech-Formation zusammengefasst, früher sprach man von „Kreideschiefnern“^{17,18}. Nach Funden von Aptychen (calcitische Kieferorgane von Ammoniten) in rötlichen, etwas knolligen Kalksteinen nahm Ampferer



2: Der oft erwähnte geschichtsträchtige Gasthof „Goldener Berg“ in Oberlech. Im Fundament einer benachbarten Baugrube entdeckte Otto Ampferer erstmals anstehende Eruptiva. Foto: G. Schweigert.



3: Geländeskizze des Riefkopf-Nordabhangs. Innerhalb der ladinischen Arlberg-Formation (hellrot) sind die andesitischen Vulkanite (dunkelrot) eingeschaltet (leicht verändert aus Ampferer 1932)³. Die größte Runse, die direkt auf den Ort zielt, wurde inzwischen kanalisiert.

an, dass die gesamte geringmächtige Juraserie in den Oberjura, genauer in das Tithonium einzustufen sei und übertrug diesen Befund auf weitere Vorkommen in der Nachbarschaft¹⁻³. Am Monzabon-See südlich des Riefkopfs zeigte sich allerdings bald, dass wir es dort mit Unterjura-Gesteinen zu tun haben, die der Adnet-Formation entsprechen (6)^{12,20}. Damit ungefähr gleichaltrige Sedimentgesteine scheinen sich auch bei Zürs im unteren Abschnitt der Serie zu verbergen. Ammoniten wären am besten geeignet um diese Gesteine zu datieren, dafür bräuchte es aber großräumig aufgeschlossene Schichtflächen. In früheren Zeiten klopfte man mühsam Material aus den Profilen und war um jeden halbwegs bestimmbar Splitter froh. Immerhin konnten dabei die Jura-Stufen Sinemurium, Pliensbachium und Toarcium sicher nachgewiesen werden¹². Der Abschnitt des höheren Toarciums fällt hier wie auch sonst in der Region durch seine intensiv ziegelrote Färbung auf (7). Jüngerer Mitteljura und früher Oberjura sind durch die meist violettroten, seltener grünlichen Radiolarite vertreten. Bei einer aktuelleren Profilaufnahme scheint man sich daran nicht mehr erinnert zu haben, denn nun wird der fragliche Profilabschnitt bei der Trittalpe östlich von Zürs wieder wie einst von Ampferer dem Tithonium zugeordnet, wenn auch mit Fragezeichen versehen¹⁷. Möglicherweise sind manche Profile tektonisch reduziert oder stratigraphisch nicht unmittelbar aufeinanderfolgende Schichtglieder übereinandergelitten und mehrfach

wiederholt¹⁷. Die geringmächtige Juraabfolge beruht auf der Ablagerungsposition auf einer untermeerischen Schwellenregion (hier der sogenannten „Zürs-Schwelle“), wo über einen sehr langen Zeitraum hinweg extreme Mangelsedimentation herrschte. Die Schwelle befand sich zur Jurazeit stets im tiefmarinen Bereich, zeitweise sogar etwas unterhalb der Kalkkompensationstiefe, sodass dann nur noch kie-seliger Radiolarienschlamm abgelagert wurde. Auf benachbarten, stärker abgesunkenen tektonischen Blöcken sind jüngere Abschnitte der roten Knollenkalksteine durch mächtige graubeige bis bräunliche Kalksteine und Mergel der Allgäu-Formation ersetzt, früher wegen der auffälligen Bioturbationsspuren als „Fleckenmergel“ bezeichnet. Sie erinnern faziell an die Numismalmergel-Formation im südwestdeutschen Unterjura, speziell die dortige Davoei-Bank, und führen gelegentlich Ammoniten¹⁵ und Belemniten, vor allem aber reichlich Spurenfossilien (8). Wohl am besten lässt sich diese Beckenabfolge in der nach Süden exponierten Flanke der Roten Wand beobachten (9). Auch dort sticht übrigens das höhere Toarcium durch seine rote Färbung als schmales Band („Ziegelrot-Serie“) innerhalb der sonst bräunlichen Allgäu-Formation ein wenig hervor^{12,18}, allerdings benötigt man hierfür ein Fernglas.

Während der alpidischen Gebirgsbildung wurden manchmal alte tektonische Störungen wieder aktiviert, wie beispielsweise im Fall der in Ost-West-Richtung verlaufenden Monzabon-Störung¹⁷. Als wir

vom Rüfikopf über den Monzabon-See hinab zur Monzabon-Alpe wanderten, fielen uns in der Nähe dieser Störung einige riesige Blöcke aus Oberhätalk mit seitlich anlagernden Juragesteinen auf (10), die vielleicht als submarine Bergsturzmassen in die Lech-Formation gerieten, als durch die Störung zwischen dem herausgehobenen Triasblock des Rükopfs im Norden und dem Kreideschieferbecken im Süden ein starkes Relief am Meeresboden entstand. Kleinere allochthone Blöcke aus tithonischem Aptychenkalk finden sich auch im Bachbett oberhalb der Monzabon-Alpe angeschnitten. Neuerdings werden auch einige Großstrukturen, deren Interpretation früher immer wieder für kontroversen Diskussionsstoff sorgte, für gewaltige untermeerische Sturzblöcke (Mega-Olistholithe) gehalten¹⁴, speziell das Massiv der Roggspitze südöstlich der Stuttgarter Hütte, das sich in die weichen Tonschiefer der Lech-Formation förmlich hineinzubohren scheint. Dasselbe dürfte für die weiter oben erwähnte Hasenfluh westlich des Zürsertals zutreffen^{14,17}. Otto Ampferer hatte stattdessen die Hasenfluh als eine Klippe der oberostalpinen Inntal-Decke interpretiert, wobei er aber bereits auffällige Gemeinsamkeiten mit dem Gesteinsbestand der Roggspitze feststellte. In beiden Fällen hatte Ampferer Probleme, diese Strukturen irgendwie in den tektonischen Kontext der unmittelbar benachbarten Geologie einzufügen^{1,4}. Ein isoliertes Vorkommen tithonischer Aptychenkalke oberhalb des Spullersees bei der Ravensburger Hütte (11) interpretierte er als eine zu einer höheren tektonischen Einheit gehörige „Tauchfalte“³, doch

auch dessen tektonische Position muss sicherlich neu überdacht werden und es könnte sich auch hierbei um einen Olistolith in den umgebenden Tonschiefern der Lech-Formation handeln.

Die Mohnenfluh-Brekzie

Ein gewisses Mysterium, das uns Otto Ampferer hinterlassen hat, ist seine „Mohnenfluh-Brekzie“, eine Gesteinsschicht, die auf der Ostflanke der Mohnenfluh oberjurassische Kalksteine und Radiolarite bzw. Mergel der Allgäu-Formation überlagert^{1,3}. Die Brekzie setzt sich seiner Beschreibung nach überwiegend aus Lokalmaterial zusammen, also den jeweils unterlagernden Gesteinen. Als Besonderheit erwähnte er mehrfach das Vorkommen exotischer Phyllit-Komponenten in dieser Brekzie und verglich diese Phyllite mit leicht geschieferten Sedimenten an der Basis der Nördlichen Kalkalpen im Montafon, die in das späte Karbon oder frühe Perm gestellt werden und informell als Kristberg-Formation bezeichnet werden. Obwohl Ampferer seinerzeit keinerlei Fossilien vorlagen, unterstellte er der Brekzie wegen der exotischen Komponenten ein oberkreidezeitliches Alter und hielt sie für eine Gosau-Bildung. Eine genaue Mächtigkeit gab Ampferer für die Mohnenfluh-Brekzie nicht an. Er schrieb zwar von „geringmächtig“, aber sie schien doch immerhin mächtig genug zu sein, um auf einer geologischen Karte und auf Profilansichten (12) problemlos dargestellt werden zu können³. Die Brekzienlagen sollen laut einer anderen Studie Ampferers mit gelbbraunen Mergeln wechsellagern¹. Die

4: Heutige Ansicht des Rükopf-Nordabhanges, Blick vom „Goldenen Berg“. Foto: G. Schweigert.



Phyllitstückchen werden dabei speziell aus den feineren, bräunlichen Brekzienlagen erwähnt. Von einer stratigraphischen Überlagerung der Brekzie durch irgendwelche noch jüngere Schichten ist bei Ampferer nicht die Rede. Bei späteren Untersuchungen will man dann durch Funde der Großforaminifere *Orbitolina conoidea-discoidea* Gras ein frühkreidezeitliches Alter (Aptium–Albium) dieser Mohnenfluh-Brekzie nachgewiesen haben, doch fand man eigentümlicherweise im untersuchten Material keinerlei Phyllit¹². Weiterhin wurde seltsamerweise behauptet, die Brekzie werde mit geringer Winkeldiskordanz von Kreideschiefern – also der Lech-Formation – überlagert. Andere betrachteten das gehäufte Vorkommen von Phyllit zwar als eine lokale Besonderheit, doch sollen Brekzien an der Basis der Kreideschiefer (= Lech-Formation) auch andernorts gelegentlich kleine Phyllitfitterchen enthalten¹⁰. Der Marburger Geologe



S. A: Eine der Bachrinnen mit zahlreichen grünlichen vulkanogenen Geröllen am Flühenweg unterhalb der Rüfikopf-Nordostwand. B: Herabgestürzter Gesteinsblock aus andesitischem Tuffit mit größeren Kalkstein-Xenolithen. Fotos: S. & G. Schweigert.

Reinhold Huckriede (1926–2014) gab neben Phyllit sogar Glimmerschiefer als Bestandteil der Mohnenfluh-Brekzie an und zitiert Ampferer, obwohl man bei diesem jedweden Hinweis auf diese höhermetamorphe Komponente vermisst¹⁰. Der zuletzt an der Technischen Universität Berlin tätige Alpengeologe Max Richter (1900–1984), der eine der Fundstellen für seinen Exkursionsführer selber besucht hatte, erwähnte zwar ebenfalls keinen Phyllit, bestätigte aber immerhin exotische Komponenten in Gestalt von Quarzen und Quarziten. Nach seinen Angaben gehen die Brekzien (und Konglomerate) nach oben in graue Mergel und Sandsteine über¹⁸. Der eloquente österreichische Alpengeologe Alexander Tollmann (1928–2007) untersuchte den komplexen tektonischen Bau im Grenzbe- reich zwischen der Lechtal- und der Allgäu-Decke²² und ordnete Ampferers Mohnenfluh-Brekzie in seiner Synopsis des kalkalpinen Mesozoikums der oberkretazischen Losenstein-Formation (seinerzeit Losensteiner Schichten genannt) zu²³. In dieser sind zwar exotische Kristallingerölle in Konglomeraten häufig anzutreffen, Brekzien jedoch untypisch, weswegen die Gesteins- ausbildung der Mohnenfluh-Brekzie eher für die erst später eingeführte Branderfleck-Formation spräche, deren stratigraphischer Altersumfang sich tatsächlich mit Gosaubildungen überschneidet. Eine Zuordnung zu dieser Formation wurde aber wegen der äußerst mangelhaften Datierung nicht gewagt⁷.

Nach dieser Literaturrecherche am Schreibtisch machten wir uns zu einer Wanderung auf, um uns eine eigene Meinung über den geologischen Kontext zu bilden. Eines der Vorkommen angeblicher „Mohnenfluh-Brekzie“ überlagert den sogenannten „Roten Schrofen“ (auch „Rotschrofen“ genannt), einen anscheinend tektonisch umgrenzten Klotz aus Mergeln der Allgäu-Formation, gefolgt von rötlichvioletten Radiolariten der Ruhpolding-Formation – welche sicherlich den Namen dieses Bergs bedingen – und hellgrauen Kalksteinen der Ammergau-Formation (Aptychen-Schichten) (13). Diese Schichtenfolge stimmt exakt mit den Verhältnissen viel weiter im Südwesten jenseits des Lechtals, im Gebiet zwischen dem Spullersee und dem Formarin-

see, überein (14A). Auch dort folgen über den violetten Radiolariten und Aptychenkalken noch Kalksteine mit eingelagerten groben Brekzien (14B), ehe dann die Sandsteine und Tonschiefer der Lech-Formation einsetzen. Die Gesteinsabfolge am Rotschrofen gehört also ganz klar zum Inventar der Lechtal-



6. A (unten): Unterjurassische rote Knollenkalke der Adnet-Formation überlagern beim Monzabon-See den hellen, Korallen führenden Oberrhätalkalk aus der Späten Trias (und werden ihrerseits durch die kretazischen Tonschiefer und Sandsteine der Lech-Formation diskordant überlagert). B (oben): Detail der roten Knollenkalke mit Mangankrusten um kleine Lithoklasten. Fotos: G. Schweigert.

Decke. Ein zweites Vorkommen, ein unterhalb des Hauptdolomits der Mohnenfluh hochziehender Streifen aus brekziösen Gesteinen, überlagert stattdessen Mergel der Allgäu-Formation und dürfte zu einer ganz anderen tektonischen Einheit gehören. Trotz der räumlichen Nähe haben die beiden von Ampferer als „Mohnenfluh-Brekzie“ bezeichneten Gesteinspartien (15) offenkundig gar nichts miteinander zu tun. Die oben erwähnte Datierung mittels *Orbitolina conoidea-discoidea* Gras¹² kann nur für die Brekzie am Rotschrofen gelten, die tatsächlich keine exotischen Komponenten aufzuweisen scheint, wogegen die brekziösen Gesteine im Hangenden der Allgäu-Formation mit ihren exotischen Komponenten – die eigentliche Mohnenfluh-Brekzie – noch ihrer Datierung und Interpretation harren.

Die Kristallinmoräne bei der Tannläger-Alpe

Eine andere hochinteressante Entdeckung Ampferers dürfte einem gewöhnlichen Wanderer heutzutage kaum auffallen, zumal sie in späterer Literatur nicht mehr erwähnt wird: ein kleines Moränenvorkommen mit Kristallingesteinen als Komponenten



unweit der Tannläger-Alpe, am damaligen Fußweg vom oberen Lechtal zum Spullersee (16)³. Da jedoch die Topographie und das Wegenetz der alten geologischen Karte vom heutigen Zustand erheblich differieren, ist es uns leider trotz längerer Suche nicht gelungen, diese Moräne bzw. entsprechende erratische Blöcke wieder aufzufinden. Man müsste das in Frage kommende Gelände hier wohl systematisch durchkämmen. Ampferer spekulierte, ob es sich um ein Erosionsrelikt rissglazialer Grundmoräne handle. Aber wieso sollte diese ausgerechnet dort erhalten geblieben sein? Wahrscheinlicher ist, dass der mächtige Klostertal-Gletscher während des Hochglazials der Würmeiszeit im Gebiet südlich des Spullersees eine kleine Zunge hinüber ins obere Lechtal entsandt hat, die eine Zeitlang solche kristallinen Geschiebe anlieferte. Beim deutlich höher gelegenen Flexenpass weiter im Osten sind keinerlei Kristallingeschiebe bekannt geworden. Dies kann entweder daran liegen, dass diese später wieder komplett ausgeräumt wurden oder – in diesem Fall allerdings sehr unwahrscheinlich – dass solche Kristallingeschiebe noch irgendwo unter jüngerer Überdeckung verborgen liegen. Eine dritte Möglichkeit ist, dass es im Nährgebiet derjenigen Gletscherzunge, die auf den Flexenpass übergriff, gar keine Kristallingesteine gab, sondern nur mesozoische Karbonate. Erst ein Stück weiter westlich und talabwärts, beim Einschnitt des Spullersees (17), konnten dann Kristallingeschiebe führende, im Gletscherstrom des Klostertals weiter innen gelegene Moränen in Richtung Lechgletscher abströmen. Allerdings nur so lange, wie ein gleichzeitiges Abströmen durch das Zürsertal möglich war. Sobald die Eishöhe dort die kritische Passhöhe unterschritt, musste die Karbonatgeschiebe führende Gletscherzunge ihren Weg wieder durch das Klostertal nehmen und die zentralalpine Kristallingerölle führende innere Moräne hatte dann keine Möglichkeit mehr, durch die Spullerseepforte abzufließen. Dies ist jedenfalls eine schlüssige Erklärung, die zwar nicht im Lehrbuch steht, die wir uns aber angesichts der Gesamtsituation grob zusammensetzten. Vielleicht greift sie irgendwann einmal jemand auf und simuliert dies in einem digitalen Geländemodell. Problematisch ist hierbei vor allem das Fehlen genauer Zeitmarken. Eine der wenigen Möglichkeiten wäre, den Zustand der maximalen Vereisung mittels der höchstgelegenen Gletscherschliffe zu simulieren. In den vorherrschenden Karbonatgesteinen der Region sind Gletscherschliffe jedoch nicht allzu langlebig, sofern sie offen der Verwitterung ausgesetzt sind. Außerdem könnte man versuchen, die Kristallinerratika führende Moräne



7: Sehr stark kondensierte Juraabfolge im Bereich der Zürser Schwellenzone mit geringmächtigen roten Knollenkalken, hier vermutlich aus dem Unterjura, bei der Trittalpe östlich oberhalb von Zürs. Foto: G. Schweigert.



8: Typische Bioturbation („Fleckenmergel“) in der unterjurassischen Allgäu-Formation der Allgäu-Decke im Lechtal bei der Bodenalpe nordöstlich von Stubenbach. Foto: G. Schweigert.

bei der Tannläger-Alpe – sofern man sie wiederfindet – mit modernen Isotopenmethoden (Aluminium-Beryllium) direkt zu datieren, was im Fall von Moränen aus Karbonatgesteinen nicht funktioniert.

Im Unterschied zu dieser uns plausibel erscheinenden Interpretation, die auch in den Gesamtkontext passt⁸, nahm Max Richter aus uns unbekanntem Gründen an, dass eine Seitenzunge des Lechgletschers den Flexenpass durch das Zürsertal in genau umgekehrter Richtung überwunden und so den Klostertal-Gletscher (und damit letztlich den Rhein-

gletscher) noch zusätzlich genährt habe¹⁸. Damit hätten wir dann aber eine Art „Kreisverkehr“ des Eises vorliegen gehabt, ein Perpetuum Mobile. Unlogisch ist daran, dass diese Fließrichtung sowohl dem natürlichen Gefälle des Zürsertals als auch demjenigen des darin einmündenden Pazieltals widerspricht und das Eis folgt nun einmal zwangsläufig der Schwerkraft. Doch weder die Einmündung des Zürsertals in das Lechtal am Fuß des Omeshorns bei Lech noch diejenige des Pazieltals in das Zürsertal (18) zeigen irgendwelche geomorphologische Spuren eines Umbiegens nach Süden. Das Beispiel zeigt, dass es sich lohnt, auch die jungen Sedimente nicht zu vernachlässigen, denn auch sie erzählen ja ein bedeutendes Stück Erdgeschichte.

Was steckt hinter Ampferers „Schlusseiszeit“?

Vielleicht sind Sie weiter oben über den seltsam anmutenden Begriff „Schlusseiszeit“ gestolpert und fragten sich, was Ampferer denn damit gemeint haben könnte. Etliche von ihm neu ins Leben gerufene Begriffe werden heute noch verwendet, andere ernteten aus Fachkreisen Widerspruch, und zu Letzteren gehört auch die „Schlusseiszeit“. Ampferer verteidigte seinen Begriff damals aber vehement und hatte gute Argumente auf seiner Seite². Die heutigen Täler der Lechtaler und Klostersaler Alpen waren während des Würmglazials von mächtigen Talgletschern eingenommen. In den heutigen

9: Die nach Süden exponierte Felsfront der Roten Wand erschließt ein Profil vom triassischen Oberrhätalkalk bis in die kretazische Lech-Formation. Nach dem Ertrinken der triassischen Karbonatplattform wurden zunächst wie auf den Schwellenzonen rote Knollenkalke der Adnet-Formation abgelagert, ehe bei weiterer Absenkung mächtige bräunlich gefärbte Mergel und Kalke der Allgäu-Formation („Fleckenmergel“) folgten. Die weichen Tonschiefer der Lech-Formation bilden eine begrünte Zone. Foto. S. Schweigert.





10: Während der frühen Kreidezeit lebten alte Störungen wie die Monzabon-Störung wieder auf. Im Bild links befindet sich der herausgehobene Triasblock aus hellen Karbonaten, rechts daneben Wiesengelände mit den erosionsanfälligen Kreideschiefern der Lech-Formation im Untergrund. Große Blockmassen mit Oberrhätalk und auflagerndem Jura scheinen entlang dieser Störung in die Kreideschiefer hineingestürzt zu sein. Foto: G. Schweigert.

Tälern, wie beispielsweise dem Zürsertal, beobachtete Ampferer die Endmoränen zahlreicher kleiner Hängegletscher. Diese konnten sich dort aber erst gebildet haben, nachdem die dortigen Talgletscher zuvor bereits komplett abgeschmolzen waren. Ampferers Folgerung war, dass es nach der eigentlichen Würmeiszeit noch eine letzte separate Eiszeit gegeben haben muss, die zu einer neuerlichen Vergletscherung führte, eben seine „Schlusseiszeit“. Mit den Rückzugsstadien der würmzeitlichen Gletscher konnte das nichts zu tun haben, weil deren Formenschatz durch diese neuen, jüngeren Moränen gestört wurde. Der plötzliche neuerliche Vorstoß von Gletschern dürfte mit dem Kälterückschlag während der sogenannten Jüngerer Dryaszeit (vor 12.680–11.590 Jahren) zusammenhängen. Was Ampferer als ein im Frühstadium stecken gebliebenes Glazial ansah, wurde in der Folge entweder missverstanden oder zu einem Stadial degradiert. Aber das sind reine Begrifflichkeiten, menschengemachte Definitionen

ohne natürliche Grenzen. Als mögliche Ursache des Kälterückschlags wird heute meist ein katastrophaler Ausbruch von Schmelzwasser des Lake Agassiz in den Nordatlantik angenommen, der den Golfstrom unterbrach⁵. Eine andere in letzter Zeit heftig diskutierte Erklärung dieses Kälterückschlags als Folge eines kosmischen Impakts wird gegenwärtig von vielen namhaften Wissenschaftlern zurückgewiesen⁹.

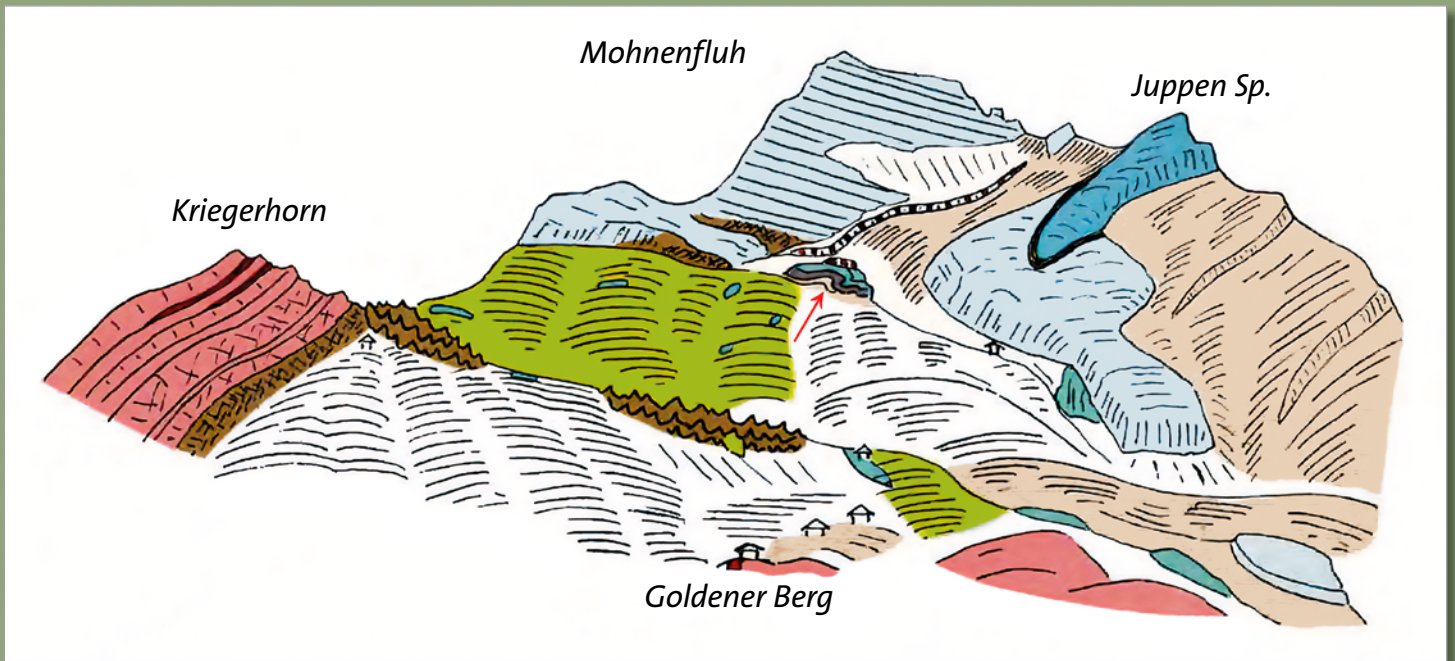
Manches wird heute anders interpretiert oder sprachlich ausgedrückt als noch zu Zeiten eines Otto Ampferers und rasch ist man geneigt, Modelle zu entwickeln, die den im Detail überaus komplexen alpinen Gebirgsbau einfach erklären sollen. Allzu leicht mag dabei der Eindruck entstehen, jetzt sei alles hinreichend bekannt und höchstens an ein paar kleinen Details wäre eventuell noch etwas zu feilen. Das heutige Bild wäre aber ohne die früheren Überlegungen und manchmal nicht mehr wiederholbaren Beobachtungen undenkbar, sondern baut darauf auf. Wissenschaft lebt weiterhin davon, gewonnene Erkenntnisse immer wieder in Frage zu stellen und dies gehörte auch explizit zu Ampferers Credo.

Tipps in der Region

Zu einem leicht verdaulichen „Einstieg“ in einen Teil der vorkommenden Gesteine, die geologischen und tektonischen Zusammenhänge bei der alpinen Gebirgsbildung und Verkarstungsphänomene in den mesozoischen Karbonatgesteinen eignet sich der neu eingerichtete familientaugliche und recht aufwändig gestaltete Geopfad am Rüfikopf (19). An vielen Stellen mit kleinen Infotafelchen, durch fest installierte Steinmännchen gut gekennzeichnet, sind didaktisch günstige Gesteinspartien sogar anpoliert oder auf andere Weise hervorgehoben worden. Auch Fossilien wie Riffkorallen, Seelilienstielglieder, Muscheln, Ammoniten und sogar ein größerer Nautilide (20) sind zu entdecken. An der Seilbahnstation des Rüfikopfs oder auf dem Lecher Touristenbüro kann für 5 Euro eine kleine Broschüre erworben werden, in der die Gesteine und der geologische Werdegang in allgemein verständlicher Weise recht anschaulich dargestellt werden. Die Beschriftung vor Ort weist freilich in manchen Fällen Korrekturbedarf auf. Regelmäßig werden in der Sommersaison Füh-



11: Oberjurassische (tithonische) Kalke wie dieser Crinoiden führende Kalkstein ähneln auf den ersten Blick oft solchen aus dem Unterjura, unterscheiden sich aber durch die zusätzlich darin enthaltenen Aptychen. Das Juravorkommen bei der Ravensburger Hütte wurde schon von Otto Ampferer entdeckt und von ihm Relikt einer höheren tektonischen Einheit aufgefasst³. Foto: G. Schweigert.



12: Geländeskizze vom Kriegerhorn zur Mohnenfluh (leicht verändert aus Ampferer 1932)³. Der eingefügte rote Pfeil zeigt auf den Rotschrofen. Farblegende: hellrot = Arlberg-Formation; dunkelrot = Vulkanite; dunkelbraun = Raibl-Formation; hellblau = Hauptdolomit; dunkelblau = Oberrhätkalk; hellbraun = Allgäu-Formation; türkis = Ammergau-Formation; grün = Lech-Formation; schwarz-weiß alternierendes Band = Mohnenfluh-Brekzie.



13: Blick auf den Rotschrofen zu Füßen der Mohnenfluh. Die dortige Schichtfolge mit bräunlichen Fleckenmergeln (Allgäu-Formation, gut aufgeschlossen am rechten Fuß des Rotschrofens), violettroten Radiolariten (Ruhpolding-Formation) und hellen Aptychenkalken (Ammergau-Formation) verweist auf die Lechtal-Decke. Der Hauptdolomit der Lechtal-Decke, der die Mohnenfluh aufbaut, ist geschichtet, was durch die leichte Schneebedeckung besonders deutlich wird. Foto: G. Schweigert.

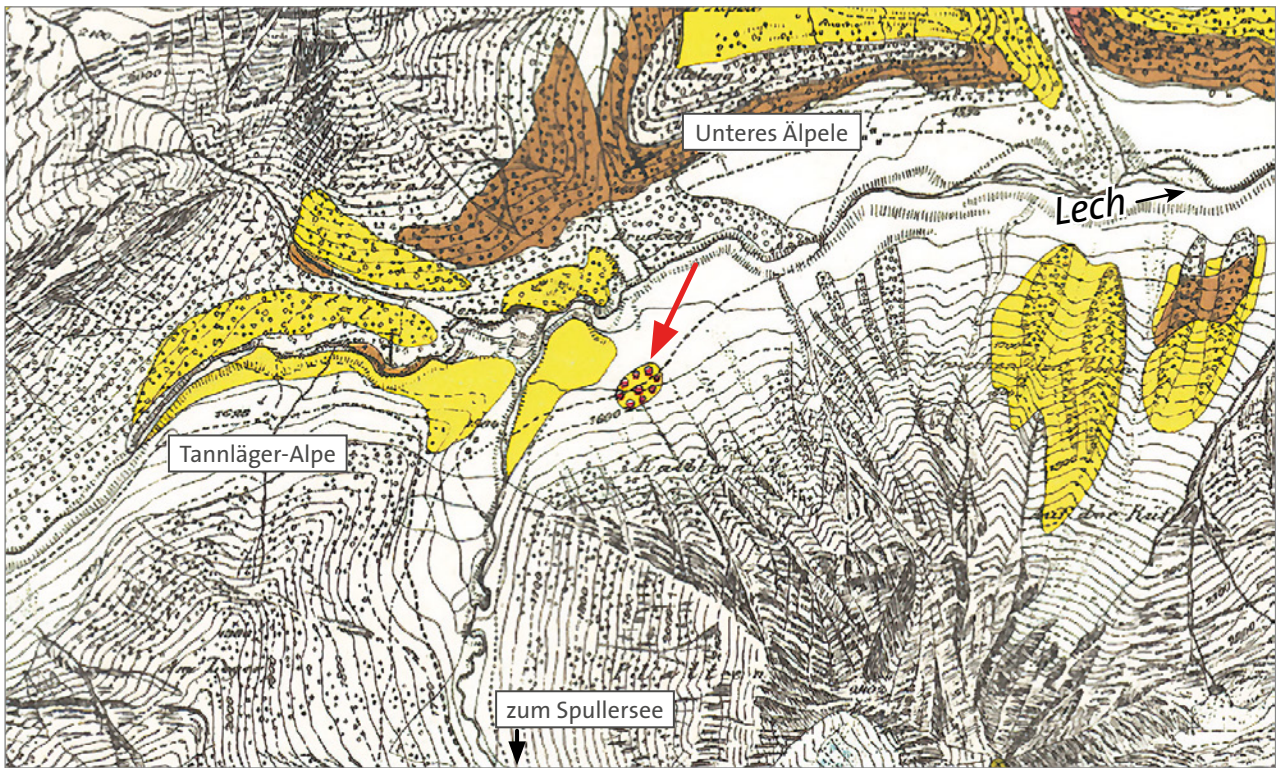


14. A: Blick vom Steinernen Meer nach Osten. Über schlecht aufgeschlossenen Mergeln der Allgäu-Formation (Unterjura) folgt ein markantes Felsband aus rötlichvioletten Radiolariten (Mittel-/Oberjura), darüber helle Aptychenkalke (Oberjura) und schließlich Sandsteine und Tonschiefer der Lech-Formation (Unterkreide). B: Brekzie zwischen den Kalken der Ammergau-Formation und der Lech-Formation südwestlich der Dalaaser Staffel. Exakt dieselbe Situation finden wir auch am Rotschrofen unterhalb der Mohnenfluh. Foto: G. Schweigert.





15: Die beiden Vorkommen von Brekzien am Fuß der Mohnenfluh gehören zu unterschiedlichen tektonischen Einheiten. Das Vorkommen am Rotschrofen (roter Pfeil) überlagert Aptychenkalke und hat nichts mit dem Vorkommen unterhalb des Hauptdolomits der Mohnenfluh (gelber Pfeil) zu tun, der eigentlichen „Mohnenfluh-Brekzie“.




16: Reliktisches Moränenvorkommen mit Geschieben aus zentralalpinen Gneisen im oberen Lechtal zwischen der Tannläger-Alpe und dem Unteren Äpele: unmissverständlicher Beweis für eine zeitweilige Gletscherverbindung vom Kloistertal in das Lechtal (aus Ampferer 1932)³.

rungen angeboten, die für Inhaber der sogenannten Lech Card kostenlos sind. Mit diesem Rüstzeug kann man sich auch etwas abseits des Geopfads ganz gut orientieren.

Eine ähnliche, wenn auch nicht ganz identische Schichtenfolge wie am Rüfikopf trifft man auch im oberen Lechtal im Gebiet des „Steinernen Meeres“ an, worüber bereits in FOSSILIEN berichtet wurde¹⁹. Der nahe gelegene Formarinsee ist mit dem Lecher Ortsbus erreichbar und bietet sich als Ausgangspunkt für die reizvolle erste Etappe des sogenannten „Lechwegs“ an. Aufschlüsse sind im Tal zwar gegenüber der umgebenden Bergwelt dünner gesät, aber wer mit offenen Augen unterwegs ist, entdeckt auch hier zahlreiche erd- und landschaftsgeschicht-

liche Schmankerln. Über weite Strecken ist der Fluss in Gesteine der karnischen Raibl-Formation eingeschnitten (21), die aus Kalksteinen, Sandsteinen und porösen Rauhwacken bestehen und in zahllosen kleinen Kaskaden überwunden werden. Bachgerölle bieten ein Spektrum der im Einzugsbereich des oberen Lechs anstehenden Gesteine und zeigen in feuchtem Zustand Strukturen oder Fossilinhalte viel besser als im frischen Bruch. Auch eiszeitliche Moränen, Bergsturzböcke unterschiedlichsten Kalibers und Flussterrassen sind allenthalben anzutreffen. Etwas oberhalb des Dorfes Zug wird dann die ladinische Arlberg-Formation erreicht, welche vor allem weiter talabwärts am Rüfikopf die oben beschriebenen andesitischen Vulkanite enthält. Aber schon im Bereich



17: Der tiefe Einschnitt zwischen dem Klostertal und Lechtal am heute künstlich aufgestauten Spullersee ermöglichte die Transfluenz von Eis des Klostertalglatchers in das Lechtal. Foto: S. Schweigert.



18: Das glazial geprägte Tal des Pazielsbaches mündet mit nordwestlicher Ausrichtung ins Zürsertal ein – das Eis floss also sicher nicht über den Flexenpass ins Klostersertal, sondern dem Lechtal zu.
Foto: G. Schweigert.



19: Zentrale Infotafel des Geopfads Rükfopf bei der Bergstation der Seilbahn. Foto: S. Schweigert.



20: Eine Station des Geopfads Rüfikopf beim Monzabon-See: ein angewitterter großer Nautilide aus dem Unterjura; der Kontrast zum Nebengestein wurde künstlich verstärkt durch einen Überzug aus Lack. Foto: G. Schweigert.

gegenüber der Zuger Säge sind solche Vulkanite im Moränenmaterial enthalten und müssen daher noch ein Stückchen talaufwärts irgendwo anstehen.

Dank: Wir bedanken uns ganz herzlich bei Familie Huber (www.pension-daniel.at) für den angenehmen Aufenthalt.

Literatur zum Thema:

- ¹ Ampferer, O. (1930): Beiträge zur Geologie des obersten Lechtales. Jb. Geol. B.-A. 80: 103–146.
- ² Ampferer, O. (1930): Begründung der Schlusseiszeit. Petermanns Geogr. Mitt. 1930: 231–233.
- ³ Ampferer, O. (1932): Erläuterungen zu den geologischen Karten der Lechtaler Alpen i. M. 1: 25.000. Wien (Geologische Bundesanstalt).
- ⁴ Ampferer, O. (1934): Über das Westende der Inntal- und Krabachjochdecke in den Lechtaler Alpen. Jb. Geol. B.-A. 84: 41–54.
- ⁵ Broecker, W., J. Kennett, B. Flower, J. Teller, S. Trumbore, G. Bonani & W. Wolfli (1989): Routing of meltwater from the Laurentide Ice Sheet during the Younger Dryas cold episode. Nature 341: 318–321.
- ⁶ Flügel, H. W. (2004): Die virtuelle Welt des Otto Ampferer und die Realität seiner Zeit. Geo. Alp 1: 1–9.
- ⁷ Gaupp, R. (1982): Sedimentationsgeschichte und Paläotektonik der kalkalpinen Mittelkreide (Allgäu, Tirol, Vorarlberg). Zitteliana 8: 33–72.
- ⁸ Hantke, R. (1983): Eiszeitalter, Bd. 3. Ott-Verlag, Thun.
- ⁹ Holliday, V. T., T. L. Daulton, P. J. Bartlein, M. B. Boslough, R. P. Breslawski, A. E. Fisher, I. A. Jorgeson, A. C. Scott, C. Koeberl, J. Marlon, J. Severinghaus, M. I. Petaev & P. Claeys (2023): Comprehensive refutation of the Younger Dryas Impact Hypothesis (YDIH). Earth-Sci. Rev. 2023: 104502. <https://doi.org/10.1016/j.earscirev.2023.104502>
- ¹⁰ Huckriede, R. (1959): Die Kreideschiefer bei Kaisers und Holzgau in den Lechtaler Alpen (Apt–Unteres Cenoman). Verh. Geol. B.-A. 1959: 44–92.
- ¹¹ Klebelsberg, R. (1949): Otto Ampferers geologisches Lebenswerk. Jb. Geol. B.-A. 92: 93–116.
- ¹² Koch, K. E. & W. Stengel-Rutkowski (1959): Faziesuntersuchungen in Jura und Unterkreide der westlichen Lechtaler Alpen. Verh. Geol. B.-A. 1959: 179–201.
- ¹³ Krainer, K. & C. Hauser (2007): Otto Ampferer (1875–1947): Pioneer in geology, mountain climber, collector and draftsman. Geo.Alp Sonderband 1: 91–100.



21: An einem Prallhang des Lechs etwa 2 km oberhalb des Gasthofs „Unteres Älpele“ sind Kalke, Sandsteine und Tonschiefer der karnischen Raibl-Formation angeschnitten. Foto: G. Schweigert.

¹⁴May, T. & G. Eisbacher (1999): Tectonics of the synorogenic “Kreideschiefer basin”, northwestern Calcareous Alps, Austria. *Ecol. geol. Helvet.* 92: 307–320.

¹⁵Meister, C. & J. G. Friebe (2003): Austroalpine Liassic ammonites from Vorarlberg (Austria, Northern Calcareous Alps). *Beitr. Paläont.* 28: 9–99.

¹⁶Norris, S. L., D. Garcia-Castellanos, J. D. Jansen, P. A. Carling, M. Margold, R. J. Woywitka & D. G. Froese (2021): Catastrophic drainage from the northwestern outlet of glacial Lake Agassiz during the Younger Dryas. *Geophys. Res. Lett.* 48: e2021GL093919. <https://doi.org/10.1029/2021GL093919>

¹⁷Ortner, H. (2013): Field Trip 4. Deep water sedimentation on top of a growing orogenic wedge – interaction of thrusting, erosion and deposition in the Cretaceous Northern Calcareous Alps. *GeoAlp* 13: 141–182.

¹⁸Richter, M. (1978): Vorarlberger Alpen. Sammlung Geologischer Führer, Bd. 49. Borntraeger-Verlag, Berlin & Stuttgart.

¹⁹Schweigert, G. (2007): Das Steinernes Meer im Lechquellgebirge. *Fossilien* 2007(4): 220–225.

²⁰Stengel-Rutkowski, W. (1962): Der Bau des Gebirges um Lech (Vorarlberg). *Z. Dtsch. Geol. Ges.* 113: 535–556.

²¹Thenius, E. (1988): Otto Ampferer, Begründer der Theorie der Ozeanbodenspreizung. *Die Geowissenschaften* 6: 103–105.

²²Tollmann, A. (1971): Zur Rehabilitierung des Deckenbaues in den westlichen Nordkalkalpen. *Jb. Geol. B.-A.* 114: 273–360.

²³Tollmann, A. (1976): Monographie der Nördlichen Kalkalpen, Bd. 2, Analyse des klassischen nordalpinen Mesozoikums. Stratigraphie, Fauna und Fazies der Nördlichen Kalkalpen. Deuticke-Verlag, Wien.



Dr. Günter Schweigert, Jahrgang 1964, ist am Staatlichen Museum für Naturkunde Stuttgart für die Sammlungen der Invertebraten aus Jura und Kreide sowie der Mikropaläontologie zuständig. Seit 2009 ist er einer der beiden Herausgeber der Zeitschrift FOSSILIEN.



Susanne Schweigert, ist Technische Redakteurin, interessiert sich für Historisches, Prähistorisches und die Natur und begleitet ihren Ehemann gerne bei gelegentlichen Sammeltouren im In- und Ausland.

FOSSILIEN bietet:

- » Reise- und Wandertipps zu erdgeschichtlich bedeutenden Orten
- » Vorstellung erdgeschichtlicher Besonderheiten
- » aktuelle Highlights aus der Forschung
- » Berichte über Grabungen
- » Wissenswertes über bedeutende Paläontologen
- » Vorstellung interessanter Geotope
- » fachkundige Rezensionen von Neuerscheinungen
- » und vieles mehr



Der **praktische Sammelordner** für einen Jahrgang. **Extra-Geschenk** für Schnellentschlossene!



Der **immerwährende Fossilien-Kalender** für jeden Abonnenten



Unser einmaliges Angebot:
3 Ausgaben kostenlos testen

FOSSILIEN erscheint: 6-mal im Jahr mit je 64 Seiten, durchgehend farbig.

Verlagsanschrift: edition Goldschneck im Quelle & Meyer Verlag GmbH & Co. Industriepark 3, 56291 Wiebelsheim, Tel.: 06766/903-140, Fax: -320, E-Mail: vertrieb@quelle-meyer.de

Abonentenservice: Frau Britta Fellenzer, Tel.: 06766/903-206

www.fossilien-journal.de

Wir verarbeiten Ihre personenbezogenen Daten unter Beachtung der Bestimmungen der EU-Datenschutz Grundverordnung (DS-GVO), des Bundesdatenschutzgesetzes (BDSG) sowie aller weiteren maßgeblichen Gesetze. Grundlage für die Verarbeitung ist Art. 6 Abs. 1 DS-GVO. Unsere Datenschutzerklärung finden Sie unter www.quelle-meyer.de/datenschutz.

Preisstand 2024, Änderungen vorbehalten

Absender:

Name _____
Straße, Nr. _____
PLZ, Ort _____
E-Mail _____

Quelle & Meyer Verlag GmbH & Co.
Abonentenservice „FOSSILIEN“
z. Hd. Frau Britta Fellenzer
Industriepark 3
56291 Wiebelsheim

Fax: 06766/903-320

Bestellschein Ja, ich möchte Fossilien kostenlos testen!

Bitte schicken Sie mir im Rahmen Ihres freibleibenden Angebots das letzte Fossilien-Heft, die aktuelle sowie die folgende Ausgabe unverbindlich und unberechnet ins Haus. **Auch die Versandkosten werden von Ihnen übernommen!**

Nur wenn ich innerhalb von 14 Tagen nach Erhalt des dritten Heftes nichts Anderslautendes von mir hören lasse (Postkarte, Fax, E-Mail gerichtet an Quelle & Meyer Verlag GmbH & Co.), möchte ich FOSSILIEN im Abonnement zum Preis von € 65,00 (Schüler/innen, Studenten/innen, Auszubildende € 48,75, Bescheinigung erforderlich) zzgl. Versand für 12 Monate beziehen. Als Begrüßungsgeschenk erhalte ich **kostenlos den immerwährenden Fossilien-Kalender**.

Ich habe mich bereits entschieden und bestelle FOSSILIEN ab sofort bzw. ab Heft ____ im Abonnement zum Preis von € 65,00 (Schüler/innen, Studenten/innen, Auszubildende € 48,75, Bescheinigung erforderlich) zzgl. Versand für 12 Monate. Mir stehen deshalb sofort folgende Geschenke zu: **3 Ausgaben kostenlos, 1x immerwährender Fossilien-Kalender, 1x Sammelordner**.

Ort, Datum _____ Unterschrift _____

Garantie: Ich habe das Recht, diese Bestellung innerhalb von 14 Tagen (Poststempel) schriftlich bei der Quelle & Meyer Verlag GmbH & Co. zu widerrufen. Zeitschriften-Abonnements können jederzeit zum Ende der Abonnementlaufzeit, spätestens jedoch 1 Monat vorher (Datum des Poststempels), gekündigt werden. Die Kenntnisnahme bestätige ich mit meiner

2. Unterschrift:

Preisstand 2024, Änderungen vorbehalten

