Zeitschrift: Mitteilungen der Naturforschenden Gesellschaft des Kantons Glarus
Herausgeber: Naturforschende Gesellschaft des Kantons Glarus
Band: 18 (2008)

Artikel: Die Saurierspuren am Tödi und ihre geologische Umgebung
Autor: Feldmann, Mark / Furrer, Heinz
DOI: https://doi.org/10.5169/seals-1046763

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

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

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

Download PDF: 02.07.2025

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

Die Saurierspuren am Tödi und ihre geologische Umgebung

Mark Feldmann, geo-life Glarus, Heinz Furrer, Paläontologisches Institut und Museum der Universität Zürich

Der aussergewöhnliche Fund

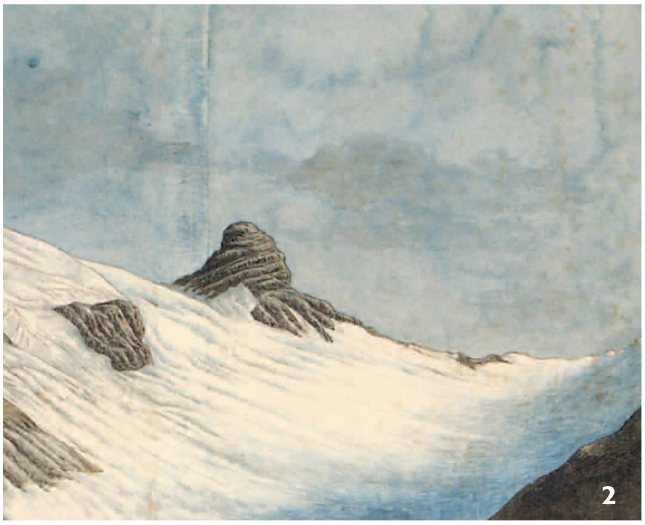
Es war sicher eine grosse Überraschung, als der Linthaler Berggänger Josef Oehler im Jahre 2000 südlich von Obersand, direkt unterhalb des Sandfirns in einer Höhe von ca. 2300m ü.M. (Koord. 711 700/186 900) Saurierspuren fand, die zu den ältesten der Schweiz gehören. Seit Beginn des 19. Jahrhunderts wurde die Region um den Tödi immer wieder von Geologen besucht. Es ist anzunehmen, dass diese Geologen fast jeden Quadratmeter um den Tödi betreten haben, trotzdem blieben die Saurierspuren unentdeckt. Schaut man sich die Felsoberfläche um die Saurierspuren an, erkennt man auffällige Schrammen im Gestein, welche durch die Bewegung eines Gletschers entstanden, der Gesteinsmaterial über die Oberfläche geschoben hat (**Abb. 1**).

1 Kratzspuren im Gestein zeugen davon, dass die Saurierspuren einst von einem Gletscher bedeckt waren. Foto: J. Oehler

Der Vergleich einer heutigen Fotografie mit einer Zeichnung von JOHANN CONRAD ESCHER zeigt, dass zumindest zu Beginn des 19. Jahrhunderts der Standort der Saurierspuren mit Eis bedeckt war (**Abb. 2**). Man weiss nicht, wann das Eis und der ewige Schnee die Spuren freigegeben haben. Es ist jedoch anzunehmen, dass dies nach 1949 geschah, da zu dieser Zeit HANS WIDMER die bisher letzten geologischen Untersuchungen am Tödi durchführte und man davon ausgehen kann, dass er während seiner Feldarbeiten die Saurierspuren entdeckt hätte.

Die geologischen Verhältnisse

Die Saurierspuren befinden sich auf einer schräg gestellten Schichtplatte im sogenannten Röti-Dolomit, einem sehr feinen, grauen Karbonatgestein mit einer meist gelblichen bis rötlichen Anwitterungsfarbe, welche der Lokalität «Röti» auf der Nordseite des Tödi zu ihrem Namen verhalf. Sie liegen auf der Oberseite einer etwa 50 Zentimeter dicken Bank aus beige



2 Die Zeichnung von J.C. Escher zeigt, dass die Region um die Saurierspuren zu Beginn des 19. Jahrhunderts von Eis bedeckt war.

3 Der Pfeil zeigt die Lokalität der Saurierspuren auf Obersand. Foto: J. Oehler

anwitterndem mikrokristallinem Dolomit (Dolomikrit), welche von einem dichten System feiner Klüfte durchzogen wird (**Abb. 4**).

Darüber folgt eine weitere etwa 1.2 Meter dicke Bank aus ähnlichem Dolomikrit. Die beiden Dolomitbänke werden durch eine bis zu 10 Zentimeter mächtige dunkle, rotbraune Tonsteinlage getrennt.

Der Röti-Dolomit wird allgemein in die Mittlere Trias gestellt, welche von etwa 245 bis 230 Millionen Jahre dauerte. Sichere Altersbestimmungen mit Leitfossilien oder radiometrischen Datierungen gibt es jedoch nicht. Im Vergleich mit der geologischen Fachliteratur über das Tödigebiet (WIDMER 1949) liegen die Saurierspuren im oberen Teil des Röti-Dolomits und dürften somit etwas älter als 230 Millionen Jahre sein.

Über dem Röti-Dolomit folgt eine 50 Zentimeter dicke orangefarbene Sandsteinschicht, welche teilweise brekziös erscheint und Gerölle aus dem Kristallin des Aarmassivs enthält. Der Sandstein zeigt eine invers gradierte Schichtung mit von unten gegen oben gröber werdenden Komponenten. Diese Sandsteinbank wird ebenfalls noch zur Mittleren Trias (R. TRÜMPY, mündl. Mitteilung) gezählt.

Die Saurierspuren befinden sich im obersten Bereich einer etwa 25 Meter mächtigen Dolomitabfolge des Röti-Dolomits. Gegen unten werden diese Dolomite zunehmend von hellen Sandsteinlagen des Melser Sandsteins durchsetzt (**Abb. 6**), bis der Dolomit schliesslich endgültig fehlt.

Der relativ grobe, helle Melser Sandstein wiederum geht gegen unten allmählich in helle, grünliche Konglomerate mit rosa Quarzgeröllen über. Diese Gesteine werden allgemein auch als permo-triadische Quarzite bezeichnet (**Abb. 7**). Eine scharfe Grenze ist zwischen dem Melser Sandstein und den Quarziten nicht zu erkennen.

4 Besucher der Saurierspuren auf der schräg gestellten Dolomitplatte. Die Frau mit dem roten Oberteil geht in einer Saurierfährte. Foto: M. Feldmann

5 Dunkelrote «Verrucano-Brekzien» deuten auf Ablagerungen in wüstenähnlichem Klima, als durch seltene Regengüsse grobe Komponenten in einer feinen Schlammmasse eingebettet wurden. Foto: M. Feldmann

6 Die Wechsellagerungen von hellem Sandstein und gelbrötlichem Dolomit künden den Übergang von Strandsanden zu lagunären Ablagerungen während der Triaszeit an. Foto: M. Feldmann

7 Rosa Quarzgerölle in permo-triadischen Fluss-Konglomeraten zeugen von der vulkanischen Aktivität während der Permzeit. Foto: M. Feldmann

Unterhalb dieser konglomeratischen Quarzite folgen rötliche bis violette Brekzien, die zum Teil Klasten von mehreren Zentimetern Durchmesser enthalten (**Abb. 5**). Sie entsprechen altersmässig wahrscheinlich dem klassischen Glarner Verrucano. Die Brekzien und die Quarzite haben an der Lokalität der Saurierspuren eine Mächtigkeit von etwa fünf Metern. Die Brekzien überlagern das Tödikristallin des Aarmassivs.

Die hellen Gesteine der mittleren Trias werden an der Lokalität der Saurierspuren diskordant von einer etwa 20 Meter mächtigen Serie von dunklen Sedimentgesteinen des Grenzbereiches Lias/Dogger (Früher/Mittlerer Jura) überlagert. Das weist darauf hin, dass im Tödigebiet offensichtlich die Ablagerungen der Späten Trias und des frühesten Jura fehlen, was einer Schicht- oder Zeitlücke von etwa 50 Millionen Jahren entspricht. Diese Schichtlücke entstand wahrscheinlich durch Erosion zu Beginn des Jura.

Die Gesteine des Lias setzen mit Bänken aus rötlichen und grünlichen Kalksandsteinen ein, die reich an Echinodermen (Stachelhäuter, vor allem

8 Verschiedene Echinodermenreste (weiss) in den Echinodermenkalken des Lias, welche die Triasgesteine mit den Saurierspuren überlagern. Foto: M. Feldmann

Seelilien) sind (**Abb. 8**). Darüber folgen dunkle Schiefer («Aalénienschiefer») des Dogger (Mittlerer Jura), welche von Echinodermenkalken mit eisenhaltigen Sandsteinlagen überlagert werden. Darauf liegen dünnbankige Lagen des eisenreichen Blegi-Ooliths. Den Abschluss des Dogger machen die gelblich anwitternden Schilt-Kalke. Etwas zurückversetzt folgen darüber jüngere Kalke des Späten Jura und der Kreide, welche hier nicht näher beschrieben werden. Diese Kalke entsprechen den Kalken im Gebiet Beggenen, in welchem im Sommer 2008 verschiedene Untersuchungen zur aktuellen Flora und Fauna durchgeführt worden sind.

Die Saurierspuren

Auf einer Schichtplatte des Röti-Dolomits sind auf etwa 500 Quadratmetern über 200 kreis- bis ellipsenförmige Vertiefungen oder Eindrücke von 10 bis 20 Zentimetern Durchmesser und maximal 3 Zentimetern Tiefe zu erkennen. Die Vertiefungen sind undeutlich begrenzt und zeigen, abgesehen von wenigen Ausnahmen, keine charakteristische Form. Auf der Platte erscheinen mindestens acht geradlinige Reihen von alternierenden Eindrücken, deren Entstehung nur mit Spuren oder Fährten von Wirbeltieren erklärt werden kann. Aufgrund ihrer Grösse und Anordnung, sowie des in die Mittlere Trias eingestuften Vorkommens, muss es sich dabei um grössere Reptilien handeln.

Für die näheren Untersuchungen wurden drei verschiedene Fährten A bis C von acht bis zehn Metern Länge auf Plastikfolie durchgezeichnet. Nach der Auswertung der Folien wurden die durchschnittlichen Fusslängen und die einfachen Schrittlängen (d.h. vom linken zum rechten Fuss oder umgekehrt) tabellarisch aufgezeichnet (**Tabelle 1**).

Fährte	**Fusslänge in cm**			**Einfache Schrittlänge in cm**		
	Durchschnitt	Min./Max.	Anzahl	Durchschnitt	Min./Max.	Anzahl
A	**23**	20/25	21	**54**	35/70	20
B	**16**	14/19	25	**43**	34/50	24
C	**25**	20/30	7	**140**	120/152	6

Tab.1 Auswertung zu Fuss- und Schrittlänge

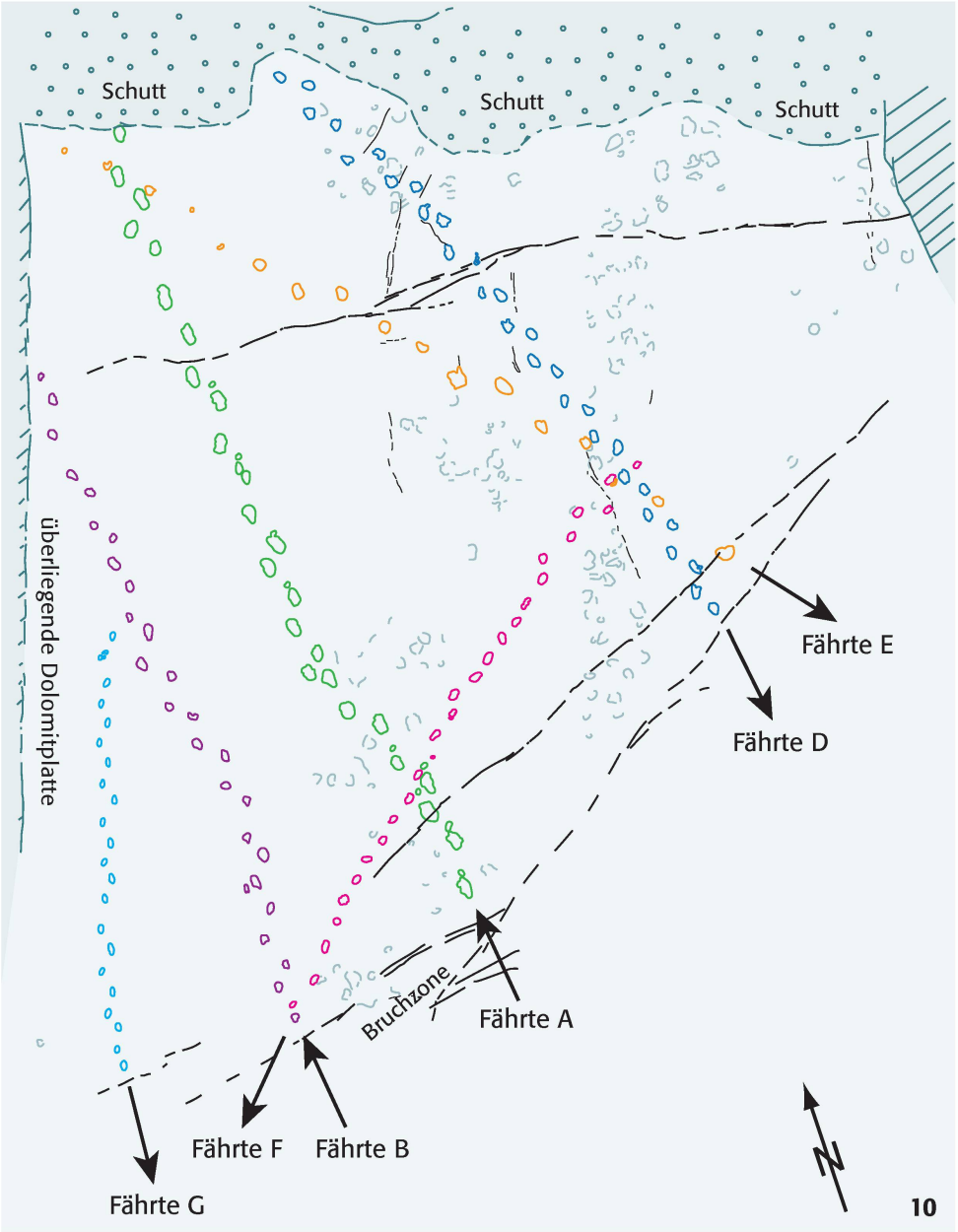
Die Fusseindrücke oder Trittsiegel der Saurierfährten erscheinen häufig elliptisch, sind jedoch oft gegen vorne verbreitert. Bei den Fährten A und B konnten keine eindeutigen Zehenabdrücke beobachtet werden. Bei der Fährte C wurden bei zwei aufeinander folgenden Trittsiegeln vorne je vier spitz auslaufende Eindrücke und hinten je ein gegen aussen gerichteter, daumengrosser Eindruck festgestellt. Sie dürften von vier nach vorn

9 Trittsiegel des linken Fusses eines Thecodontiers. Die spitze Form der Eindrücke entstand durch Deformation des ursprünglichen Kalkschlammes und widerspiegelt nicht die Form der Zehen. Der Eindruck hinten links stammt von der nach aussen gerichteten kleinen Zehe. Länge des Fusseindrucks ca. 25cm. Foto: M. Feldmann

gerichteten Zehen (I-IV) und einer nach aussen gerichteten kleinen Zehe (V) stammen.

Das ist ein eindeutiges Merkmal von sogenannten chirotheroiden Trittsiegeln oder Fährten, die nach dem klassischen Spurenfossil *Chirotherium* aus der Mittleren Trias Deutschlands benannt sind. Diese Spuren wurden von vierbeinig laufenden Echsen oder Reptilien hinterlassen, die von Kopf bis Schwanz 2 bis 4 m lang wurden. Sie gehörten zu den Thecodontiern und bildeten die Stammgruppe der Krokodilier und Dinosaurier, welche erst einige Millionen Jahre später am Beginn der Späten Trias nachgewiesen sind.

Allerdings konnten bei keiner der untersuchten Fährten eindeutige und wiederholt auftretende kleinere Eindrücke beobachtet werden, welche den bei *Chirotherium* typischen kleineren Trittsiegeln der Vorderfüsse entsprechen würden. Die relativ grossen Fuss- und Schrittlängen sprechen für einen Vergleich mit der Spurengattung *Isochirotherium*. Wie bereits erwähnt, sind die einzelnen Trittsiegel nur undeutlich begrenzt, was eine genauere Bestimmung im Vergleich mit besser erhaltenen Spurenfossilien aus Deutschland und Frankreich schwierig macht. Bisher ist nur eine ähnliche Fährte (*Isochirotherium archaem*) bekannt, bei der die Eindrücke der



10 Der Verlauf verschiedener Saurierfährten auf der Dolomitplatte. Die aufgenommenen Fährten C und H befinden sich ausserhalb dieser dargestellten Fährtenplatte. Zeichnung: H. Furrer Foto: M. Feldmann

Vorderfüsse fehlen und die deshalb möglicherweise von einem zweibeinig gehenden Vertreter der Thecodontier stammen könnte.

Die geologische Geschichte

Vor etwas über 300 Millionen Jahren, um die Mitte der Karbonzeit, wurde das ganze Gebiet der künftigen Alpen durch die sogenannte variskische (oder herzynische) Gebirgsbildung umgeprägt. Es entstanden die altkristallinen Gneise, Glimmerschiefer und Granite. Gleich nach der Entstehung dieses Gebirges setzte kräftige Erosion ein und der Schutt sammelte sich

in Senken an. Das Meer lag weit entfernt, in Südengland oder im österreichischen Kärnten. Das Klima war feucht-warm, so dass eine reiche Flora von Schachtelhalmen, Farnen und Bärlapp-Bäumen gedeihen konnte (**Abb. 11**). Aus ihnen bildeten sich mit der Zeit Kohlenlager, welche man heute noch am Bifertengrätli sehen kann.

Im Perm bildete sich südlich des Tödi allmählich ein etwa 50 Kilometer breiter, von Südwesten gegen Nordosten ziehender Bruchgraben, an dessen Rändern Magma aufstieg und Vulkane ausbrachen. In dieser Binnensenke häuften sich in der Folge bis zu 1600 Meter dicke Laven und kontinentale Sedimente des Glarner Verrucano im trockener und heisser werdenden Klima der permischen Wüste. Geringmächtige dunkelrote bis fast violette «verrucanoähnliche» Brekzien findet man auch wenige Meter östlich der Saurierspuren in den tiefer liegenden Schichten unter dem Röti-Dolomit und Melser Sandstein.

Gegen Osten hin werden die Gesteine zunehmend jünger. Zuerst sind es noch grobe Konglomerate, die mit der Zeit feiner und grünlicher oder weisslicher werden. Solche Gesteine werden Quarzite genannt. Viele von ihnen enthalten die für diese Zeit charakteristischen rosafarbenen Quarzgerölle, die von explosiven Vulkanen rhyolitischer («granitischer») Zusammensetzung herrühren. Sie sind die Zeugen des Zeitabschnittes am Übergang vom Perm zur Trias vor ca. 250 Millionen Jahren.

Das Klima war warm und trocken mit viel Wind. Sanddünen prägten die Landschaft. Flüsse und Bäche lagerten ihre kiesigen und sandigen Sedimente, die späteren konglomeratischen grünlichen Quarzite, im Mündungsbereich des aus Norden herannahenden Meeres ab.

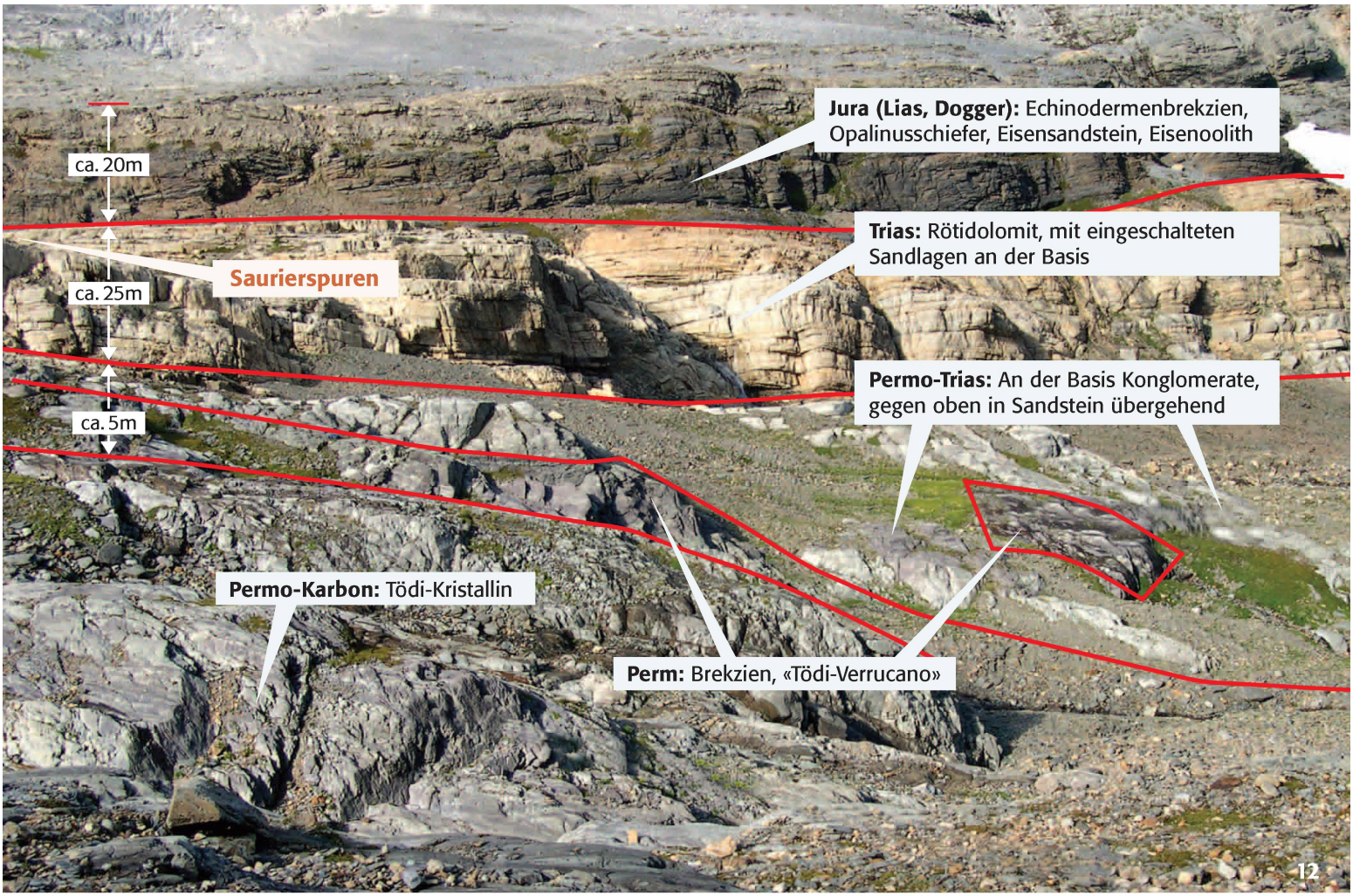
Am Anfang der Trias schritt die Abtragung des variskischen Gebirges weiter fort. Viel Sand wurde im Bereich der Strandebenen und um die Küsten abgelagert. Auf diese Art entstand der helle Melser Sandstein (**Abb. 6**). Das Klima war sehr heiss und trocken, etwa so ähnlich wie die heutigen Bedingungen am Persischen Golf. Die Kontinente waren immer noch zu einem einzigen Superkontinent Pangäa vereint.

In der Mittleren Trias wurde die Tödiregion allmählich von Norden durch das Muschelkalkmeer überflutet. Im seichten Wasser lagerte sich Kalkschlamm ab, der später zu Dolomit umgewandelt wurde. Zeitweise wurden noch Sande eingespült. Auf diese Weise entstanden die alternierenden Sandstein- und Dolomitlagen an der Basis des Röti-Dolomits. Mit der Zeit nahmen die Sandablagerungen ab und es bildeten sich Lagunen, die durch Sand- und Karbonatbarren vom offenen Muschelkalkmeer abgetrennt waren. In solchen Lagunen war die Verdunstung (Evaporation) so hoch, dass zeitweise Gipsknollen im Karbonatschlamm auskristallisierten.

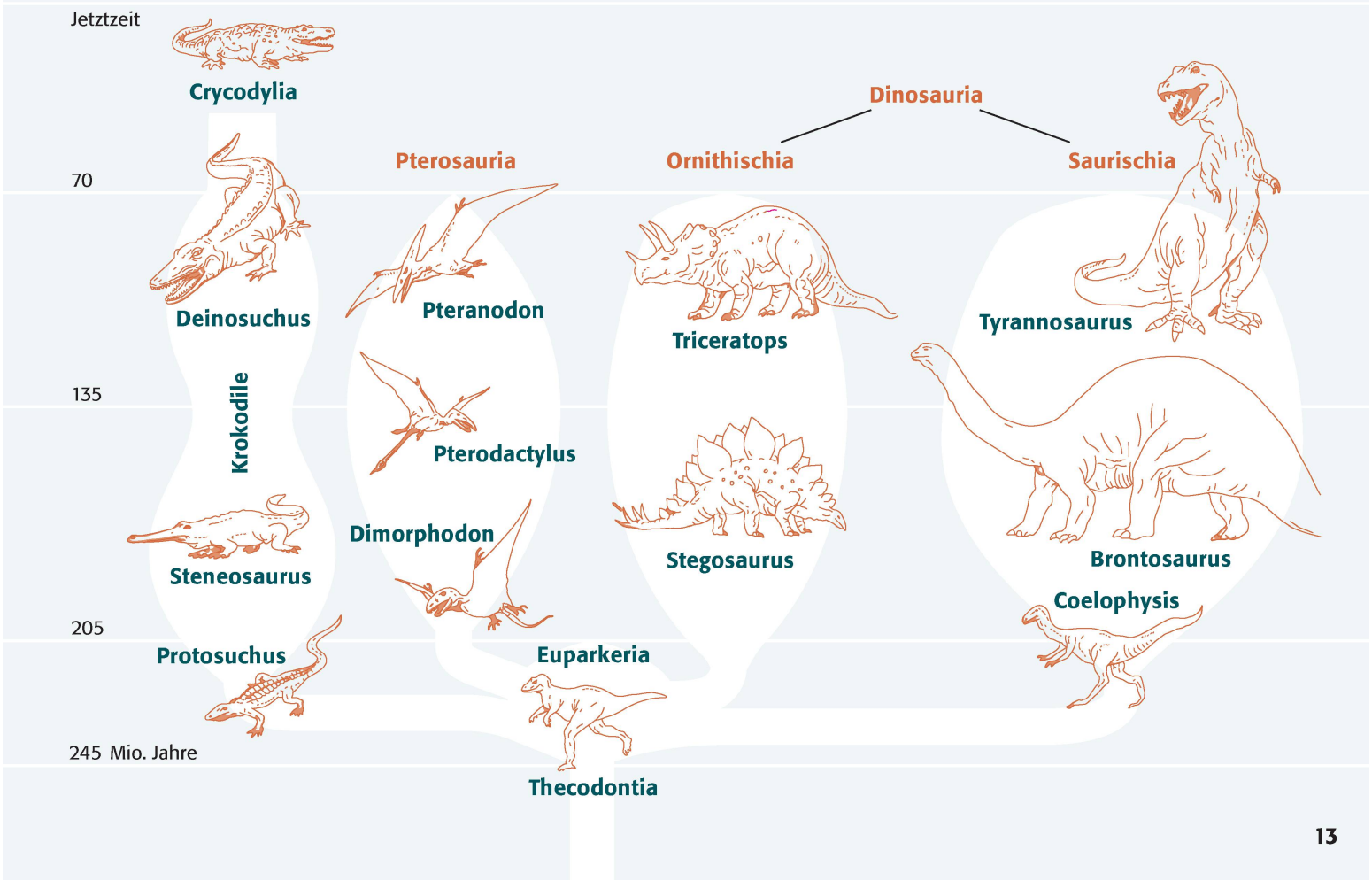
11 Der Farn *Pecopteris lamuriana* aus den kohleführenden Karbonschichten am Bifertengrätli. Fotoausschnitt ca. 8 cm hoch. Foto: W. J. Jongmans

12 Lithologische Übersicht bei den Saurierspuren. Blick Richtung Westen. (Foto: J. Oehler.)

13 Vereinfachter Stammbaum der Thecodontier. Modifiziert aus «Die Urwelt», Bechtermünz Verlag, 1998.


ca. 20m
ca. 25m
ca. 5m
Jura (Lias, Dogger): Echinodermenbrekzien, Opalinusschiefer, Eisensandstein, Eisenoolith
Trias: Rötidolomit, mit eingeschalteten Sandlagen an der Basis
Saurierspuren
Permo-Trias: An der Basis Konglomerate, gegen oben in Sandstein übergehend
Permo-Karbon: Tödi-Kristallin
Perm: Brekzien, «Tödi-Verrucano»

12


Jetztzeit
Crocodylia
Dinosauria
Ornithischia
Saurischia
Pterosauria
70
Deinosuchus
Pteranodon
Triceratops
Tyrannosaurus
135
Krokodile
Pterodactylus
Dimorphodon
Stegosaurus
Brontosaurus
Steneosaurus
Coelophysis
205
Protosuchus
Euparkeria
245 Mio. Jahre
Thecodontia

13

Millionen Jahre später löste sich dieser Gips (Calciumsulfat) auf, wobei der Schwefel mit Wasserstoff reagierte und in Form der berühmten Stachelberger Schwefelquellen wieder zu Tage trat. Alle bekannten Schwefelquellen in unserer Region haben ihre Ursache im Gips, der einst in der Mittleren und Späten Trias abgelagert wurde.

Zu dieser Zeit gab es bereits ziemlich grosse Landreptilien, die zu den Archosauriern gehörenden Thecodontier, die sich bereits im Perm entwickelt hatten. Aus ihnen gingen später die Dinosaurier, die Flugsaurier und die Krokodile hervor (**Abb. 13**). Als «Saurier» werden allgemein alle ausgestorbenen Echsen oder Reptilien bezeichnet.

Im Tödigebiet finden sich nun über 200 Fussabdrücke solcher Archosaurier oder Thecodontier, die vor etwas mehr als 230 Millionen Jahren im feinen Karbonatschlamm am flachen Strand eines seichten Meeres hin- und hergingen. Die ursprünglichen Thecodontier bewegten sich auf allen Vieren fort. Möglicherweise liefen aber einzelne Vertreter nur auf den grösseren Hinterbeinen oder hinterliessen kaum Eindrücke der deutlich kleineren Vorderfüsse. Die unterschiedlichen Schrittlängen von 50 bis 140 Zentimetern, bei etwa gleich grossen Fusslängen deuten auf langsamere und schnellere Fortbewegung hin. Leider verwischten sich wegen des hohen Wassergehalts und der Feinheit des Schlammes die Umrisse der Spuren schon kurz nachdem sie hinterlassen worden waren.

In der Trias hingen alle Kontinente noch zusammen, so dass diese Reptilien weltweit verbreitet waren. In der Späten Trias und im Frühen Jura zerbricht der Superkontinent Pangäa allmählich in die zwei grossen Kontinente Gondwana im Süden und Laurasia im Norden. Die Fossilien des Lias und Dogger (Früher und Mittlerer Jura) wie Echinodermen (Stachelhäuter), Ammoniten oder Belemniten des Tödigebiets sind Zeugen des tiefer werdenden Tethys-Ozeans, der sich vor etwa 180 Millionen Jahren zwischen diesen beiden Grosskontinenten öffnete. Ein jüngeres Beispiel für ein derartiges Phänomen, welches zur Trennung von Kontinenten führt, kann man heute am Roten Meer beobachten, wo sich die arabische von der afrikanischen Platte trennt.

Erdzeitalter

Karbon:
Vor 355-290 Mio. Jahren

Perm:
Vor 290-250 Mio. Jahren

Trias:
Vor 250-205 Mio. Jahren

Jura:
Vor 205-145 Mio. Jahren

Kreide:
Vor 145-65 Mio. Jahren

Tertiär:
Vor 65-1.6 Mio. Jahren

Literatur

Widmer, Hans (1949): Zur Geologie der Tödigruppe. A.-G. Buchdruckerei Wetzikon und Rüti, 97 S.

Geologische Ausdrücke

Aarmassiv: Das Aarmassiv erstreckt sich in West-Ost-Richtung nördlich des alpinen Längstals der Aare etwa von Leukerbad bis zum Tödi.

Brekzie: Sedimentgestein bestehend aus eckigen Bruchstücken von Resten anderer, älterer Gesteine.

Diskordanz: das winklige oder unregelmässige Aufeinanderliegen von Gesteinsschichten.

Dolomikrit: Dolomit bestehend aus mikroskopisch kleinen Kristallen aus Dolomit.

Dolomit: Mit dem Kalkstein verwandtes, aus Magnesium/Kalzium-Karbonat aufgebautes Sedimentgestein. Weniger gut löslich und härter als Kalkstein, bilden Dolomite häufig steile und solide Felswände.

gradiert: Die vertikale Differenzierung der gradierten Schichtung entsteht dadurch, dass die grösseren Sedimentanteile bei gegebener Strömungsgeschwindigkeit schneller zu Boden sinken als die kleineren. Verringert sich die Strömungsgeschwindigkeit, sedimentieren immer kleinere Partikel auf die darunter liegenden grösseren.

Klasten: Gesteinsbruchstücke, die aus der mechanischen Zerstörung anderer Gesteine stammen.

Konglomerat: Aus Bruchstücken anderer, älterer Gesteine (Blöcke, Schotter, Kiese, Sand) zusammengesetztes Sedimentgestein, durch einen hochwasserführenden Fluss transportiert und in einem Delta- oder Mündungsbereich wieder abgelagert.

Kristallin: Aus Kristallen aufgebautes Gestein. Dazu gehören magmatische und metamorphe Gesteine.

Mächtigkeit: = Dicke

Permokarbon: Abschnitt am Ende des Paläozoikum; vom Ende des Karbon bis zum Beginn des Perm reichend.

Permotrias (permo-triadisch): Übergangsperiode vom Ende des Paläozoikum (Perm) zum Beginn des Mesozoikum (Trias).

Quarzit: Festes Gestein, weisslich oder grünlich, mit sehr hohem Quarzgehalt. Quarzite sind metamorphe Gesteine sedimentären Ursprungs.

Rhyolith: Saures Vulkangestein,(von granitischer Zusammensetzung) mit Quarzkristallen in einer feinkörnigen Grundmasse, in der von blossem Auge keine Kristalle erkennbar sind.

Tethys: Name einer griechischen Meeresgöttin, mit dem die im Verlauf von der Trias bis zum Tertiär zwischen Laurasia (Nordamerika, Europa, Asien) im Norden und Gondwana (Südamerika, Afrika, Apulien, Arabien, Indien, Australien, Antarktis) im Süden verschwundenen Meere bezeichnet werden.

Variskische Gebirgsbildung: Lange Gebirgsbildungsphase am Ende des Paläozoikum von 350 bis 260 Millionen Jahren. Zahlreiche Granite und Gneise der europäischen kontinentalen Kruste haben variskische Strukturen bewahrt, so z.B. die Alpen (Gotthard, Aarmassiv, Mont Blanc), die Zentralpyrenäen, das französische Zentralmassiv und die Bretagne, die Vogesen und der Schwarzwald.

Verrucano: Der Verrucano des Glarnerlandes besteht hauptsächlich aus einer Grundmasse von Ton und Feinsand, sowie aus schlecht gerundeten Geröllen, meist von einigen Millimetern bis einigen Zentimetern Grösse. Unter den Geröllen herrschen vulkanische Gesteine vor; Granite sind selten und Gneise nur ausnahmsweise vertreten. Auffallend ist das Vorkommen von Trümmern ganz unterschiedlicher Grösse im selben Stück. Solche Gesteine bilden sich heute in trockenem, warmem Klima, wo plötzliche Regengüsse den angesammelten Schutt in einer breiartigen Masse mitschwemmen und in Schuttfächern ablagern können.