

# Dinosaurierspuren aus der späten Trias der Val d'Uina (Piz S-chalambert, Scuol)

Autor(en): **Meyer, Christian A. / Klein, Hendrik / Wizevich, Michael C.**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Jahresbericht der Naturforschenden Gesellschaft Graubünden**

Band (Jahr): **122 (2022)**

PDF erstellt am: **17.07.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-981213>

## **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.

Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.

Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

## **Haftungsausschluss**

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

# Dinosaurierspuren aus der späten Trias der Val d'Uina (Piz S-chalambert, Scuol)

von Christian A. Meyer (CM)<sup>1</sup>, Hendrik Klein<sup>2</sup>, Michael C. Wizevich<sup>3</sup>, Rico Stecher (RS)<sup>4</sup>

<sup>1</sup> Departement Umweltwissenschaften  
Universität Basel  
Bernoullistrasse 32  
4056 Basel  
chris.meyer@unibas.ch

<sup>2</sup> Saurierwelt Paläontologisches Museum  
Alte Richt  
D-92318 Neumarkt

<sup>3</sup> Departement of Geological Sciences  
Central Connecticut State University  
1615 Stanley Street  
New Britain, CT 06050, USA

<sup>4</sup> Bündner Naturmuseum  
Masanserstrasse 31  
7000 Chur

## Zusammenfassung

Wir stellen ein neues Fährtenvorkommen aus der Hauptdolomit-Formation der S-charl-Einheit am Piz S-chalambert Dadaint (Val d'Uina, Scuol) vor. Die Fundstelle wurde 2018 von Mario Riatsch (Sent/Scuol) entdeckt und liegt am Westgrat auf 2840 m ü. M. Die wissenschaftliche Dokumentation war nur mit Helikopter und Seilen möglich.

Die Fährten treten im obersten Teil der Hauptdolomit-Formation auf. Hier besteht die Abfolge aus gelbbraunen bis grauen Dolomiten mit Stromatolithen (Algen-Bakterienmatten). Die Fläche ist leicht geneigt (27°) und in etwa 50 m<sup>2</sup> gross. Drei Fährten sind vorhanden, die längste misst rund 12 m. Die Hauptfährte (TR1) besteht aus 14 nacheinander folgenden rechten und linken Fusseindrücken, wobei jeweils nur die rechten Fusseindrücke (FL: 36,5 cm, FW: 32,5 cm) gut erhalten sind. Letztere zeigen meist vier deutliche Zeheneindrücke. Bei einigen sind nur drei sichtbar. Die linken Füsse zeigen lang gezogene nierenförmige Eindrücke, die vom vierten Zeh und der Ferse stammen. Die durchschnittliche Schrittlänge misst 87,5 cm und die Doppelschrittlänge 154,4 cm. Eine zweite Fährte (TR2) weist nur teilweise erhaltene Fusseindrücke auf, und von der dritten (TR3), die aus drei Eindrücken besteht, ist nur ei-

ner gut erhalten. Der linke Fuss von TR3 ist länglich (FL: 50 cm, FW: 40 cm), oval, mit drei gut sichtbaren, nach innen gerichteten Zeheneindrücken.

TR1 und TR2 sind bezüglich Grösse und Morphologie der Eindrücke denjenigen aus der Ela- und Quaternals-Decke recht ähnlich. Sie sind mit dem Ichnotaxon *Pseudotetrasauropus* aus der unteren Elliot Formation von Lesotho und Südafrika und mit *P. grandcombensis* aus dem Norian von Grand Combe in Südfrankreich vergleichbar. Beide Fährtentaxa werden auf zwei Füßen gehenden (bipeden) Prosauropoden zugeschrieben.

TR3 hingegen ist eine andere Form und bisher aus der Schweiz unbekannt. Sie besitzt gewisse Ähnlichkeiten mit *Tetrasauropus* aus der unteren Elliot Formation von Lesotho und Südafrika und zeigt einen plantigraden Fusseindruck (ganzer Fuss wird auf dem Boden aufgesetzt) mit stark einwärts gebogenen Zehen. Die afrikanische Form hat jedoch zusätzlich einen Handeindruck, geht also auf einen auf vier Füßen gehenden (quadrupeden) Sauropodomorphen zurück.

Die verschiedenen Fundstellen aus der Trias der zentralen austroalpinen Deckeneinheiten unterstützen die These einer weit verbreiteten, hoch diversen Spurenfauna. Sie umfasst kleine und grosse Theropoden (*Grallator* isp., *Eubrontes* isp.), Sauropodo-

morphe mit möglichen Prosauropoden (*Pseudotetrasauropus bipedoida*) sowie frühe Sauropoden (?*Tetrasauropus* isp.) und besitzt grosse Ähnlichkeit mit der Spurenfauna des Südkontinents Gondwana. Bemerkenswert ist das Fehlen von Chirotherien (basale Archosaurier), die in spättriassischen siliziklastischen Ablagerungen des germanischen Beckens und in Nordamerika häufig sind und dort manche Fährtenflächen dominieren.

**Schlagworte:** Prosauropoden-Fährten, Hauptdolomit-Formation, Späte Trias, S-charl-Einheit, Engadiner Dolomiten, Val d'Uina (Scuol), Unterengadin

## Summary

We report on a new dinosaur tracksite in the Hauptdolomit Formation of the S-charl unit at Piz S-chalambert Dadaint (Val d'Uina, Scuol). The site was discovered in 2018 by a local hunter on the western ridge at 2840 m a.m.s.l. and could only be accessed by us using ropes and helicopters.

The footprints occur in the uppermost part of the Hauptdolomit Formation which consist of a series of buff to grey dolomites with stromatolites. The surface is slightly inclined by 27° and covers about 50 m<sup>2</sup>. Three trackways are present, the longest can be followed for almost 12 m. The main trackway (TR1) consists of 14 consecutive left and right pes impressions. Only the right pedes (FL: 36.5 cm, FW: 32.5 cm) are well preserved. They mostly display four distinct digit impressions, although in some, only three digits are visible. The left pedes of the trackway consist of elongated, kidney-shaped impressions that result from digit IV and the heel only. The average pace is 87.5 cm and stride is 154.4 cm, respectively. A second trackway (TR2) displays only one partial impression, and the third trackway (TR3) has three imprints, only one being reasonably well preserved. The left pes imprint of TR3 is elongated (FL: 50 cm, FW: 40 cm), oval shaped, with three well-marked, inwardly curved digits.

TR1 and TR2 are similar in size and overall footprint morphology to those reported from the Ela-Nappe and the Quattervals-Nappe. They share some similarities with the Gondwanan ichnotaxon *Pseudotetrasauropus* from the Lower Elliot Formation of Lesotho and South Africa and with footprints assigned to *P. («Otozoum»)* grandcombensis from the Norian of Grand Combe in southern France, which were attributed to prosauropods. TR3 is a hitherto unreported and different morphotype that shows

some resemblance with *Tetrasauropus* from the Lower Elliot Formation of southern Africa, by the more plantigrade pes imprint with digits strongly pointing inward, however it lacks the characteristic manus imprints present in the material from southern Africa.

The reported sites and ichnofauna from the Central Austroalpine Nappes support the evidence of a wide spread, highly diverse ichnofauna including small and larger theropods (*Grallator* isp., *Eubrontes* isp.), and sauropodomorphs with prosauropods (*Pseudotetrasauropus* isp.) and early sauropods (?*Tetrasauropus* isp.). Remarkable is the lack of chirotheriid (basal archosaur) footprints that are common in the Late Triassic siliciclastic facies of the Germanic Basin and in North America.

**Key words:** Prosauropod tracks, Hauptdolomit-Formation, Late Triassic, S-charl Unit, Val d'Uina (Scuol), Lower Engadine valley

## 1 Einführung

In der Schweiz wurden erste Spurenfunde aus der Trias bereits 1961 im Schweizerischen Nationalpark gemacht (SOMM & SCHNEIDER 1961). Einige Jahre später wurden am Spi da Tantermozza zwei weitere Vorkommen entdeckt (FURRER & LOZZA 2008), die neben Spuren von Raubsauriern sehr gut erhaltene Prosauropoden-Fährten zeigen. In der Ela-Decke westlich von Bergün, am Fil da Stidier, Piz Ela und Piz Mitgel konnten zahlreiche weitere Fundstellen dokumentiert werden (MEYER 2010, MEYER & STECHER 2007, MEYER ET AL. 2007, 2010, 2013).

2018 entdeckte Mario Riatsch (Sent/Scuol) am Westgrat des Piz S-chalambert Dadaint eine Schichtfläche mit Spuren, die er als Dinosaurierspuren erkannte. Noch im gleichen Jahr bat er um Unterstützung bei zwei der Autoren dieser Arbeit (RS und CM). Eine erste Begehung erfolgte durch RS gemeinsam mit Mario und Seraina Riatsch im Juli 2018. Es konnten erste Fotos für eine Begutachtung der Fährten und der Umgebungssituation gemacht werden. Am 24. Mai 2019 wurde zwecks Vorbereitung der Feldarbeiten ein Rekognoszierungsflug mit dem Helikopter durchgeführt, um mögliche Landeplätze nahe der Fundstelle und Landemöglichkeiten nahe der geplanten Unterkunft auf der Nordseite der Val Torta abzuklären. Schliesslich erfolgte im Juli 2019 die detaillierte Untersuchung und Dokumentation der Fährtenfläche während einer Begehung durch die Autoren. Im September 2019 wurde dann abschliessend noch ein zweiter Helikopterflug für weitere Luftaufnahmen unternommen.

## 2 Geologischer Überblick

Das Untersuchungsgebiet liegt südlich des Inns, wo mächtige Triassedimente der S-charl-Decke aufgeschlossen sind (Abb. 1, Abb. 2). Diese stellen den Sedimentmantel des Kristallin dar (BURKARD 1953). Auf der Westseite des Piz S-chalambert Dadaint liegen über der Vallatscha-Formation (früher Arlberg Dolomit), gelbliche Dolomite und Rauhacken der Raibler-Formation, die gemäss BURKARD (1953) nur schwer von den hangenden hellen Dolomiten der Hauptdolomit-Formation abzugrenzen sind. Darüber folgt die unterjurassische Lischanna-Formation, während die Kössen-Formation (Rhät) in diesem Gebiet fehlt (Abb. 3, BURKARD 1953, DÖSEGGER ET AL. 1982, FURRER 1993b).

Die Fundstelle liegt am Westgrat des Piz S-chalambert Dadaint auf rund 2870 m ü. M. (Koord.: 2°826'841 N, 1°187'134 E) und besteht aus einem alleinstehenden, rund 6 m hohen Felsturm. Ungefähr 70 m unterhalb, auf 2800 m ü. M. verläuft eine kaum sichtbare Überschiebungsbahn durch den Hauptdolomit (Abb. 3).

Die kurze Abfolge besteht aus einer Serie von dunkelgrauen Dolomiten, oolithischen Dolomiten und feinkörnigen Sandsteinen mit Schrägschichtung.

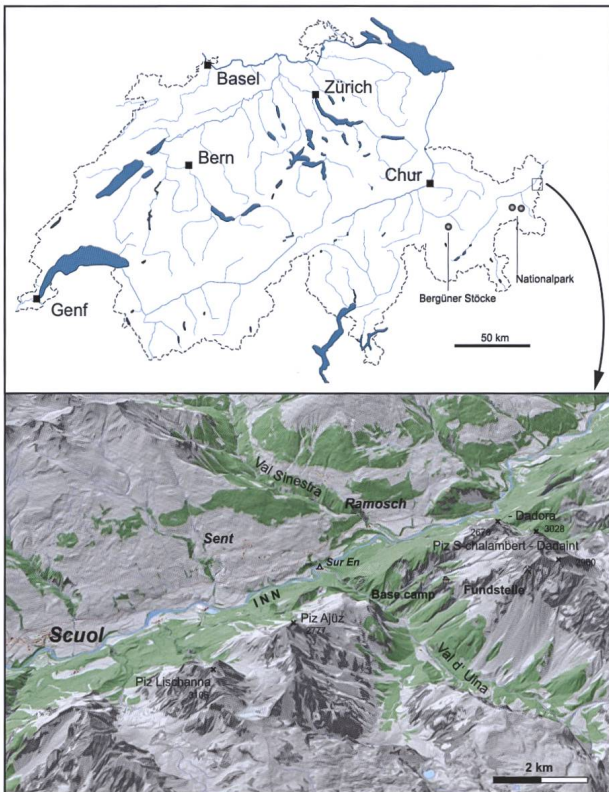


Abb. 1: Geografische Lage der Fundstelle (3D inset © swisstopo).

Die Bänke sind teilweise bioturbiert (durchwühlt von Lebewesen) und weisen zum Teil eine deutliche Lamination auf, die auf Algen-Bakterienmatten (Stromatolithen) zurückzuführen sind. Insgesamt sind drei Spurenhorizonte nachzuweisen, wobei nur der obere auch als Schichtfläche aufgeschlossen ist (Abb. 4).

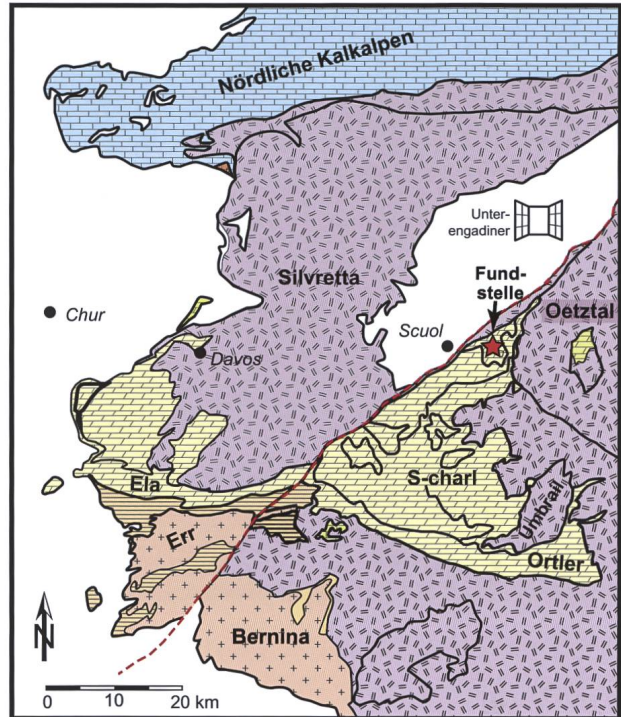


Abb. 2: Tektonische Übersicht mit der Position der Fundstelle am Piz S-chalambert (umgezeichnet nach FURRER 1993a).

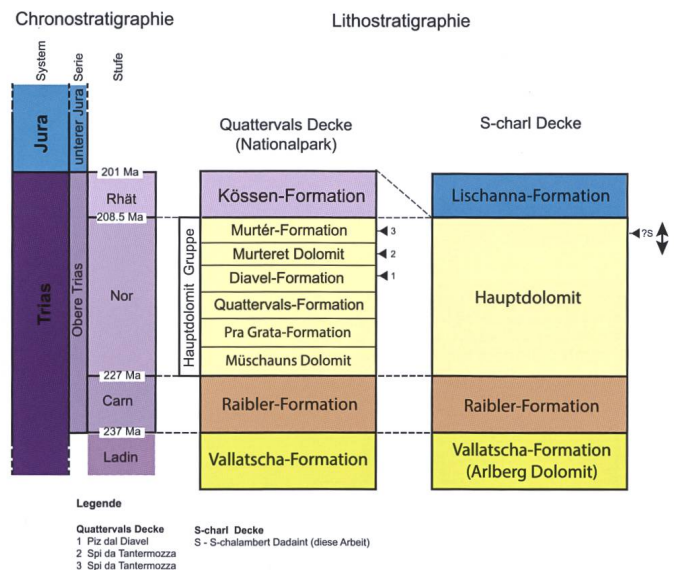


Abb. 3: Lithostratigraphische Übersicht und Vergleich der S-charl- und Quaternals-Einheit (umgezeichnet nach DÖSEGGER ET AL. 1982).

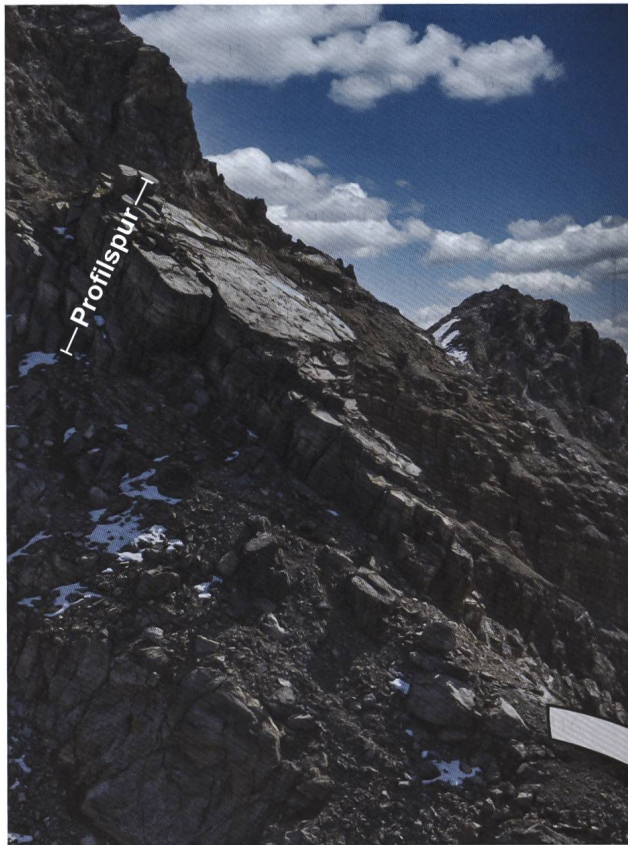
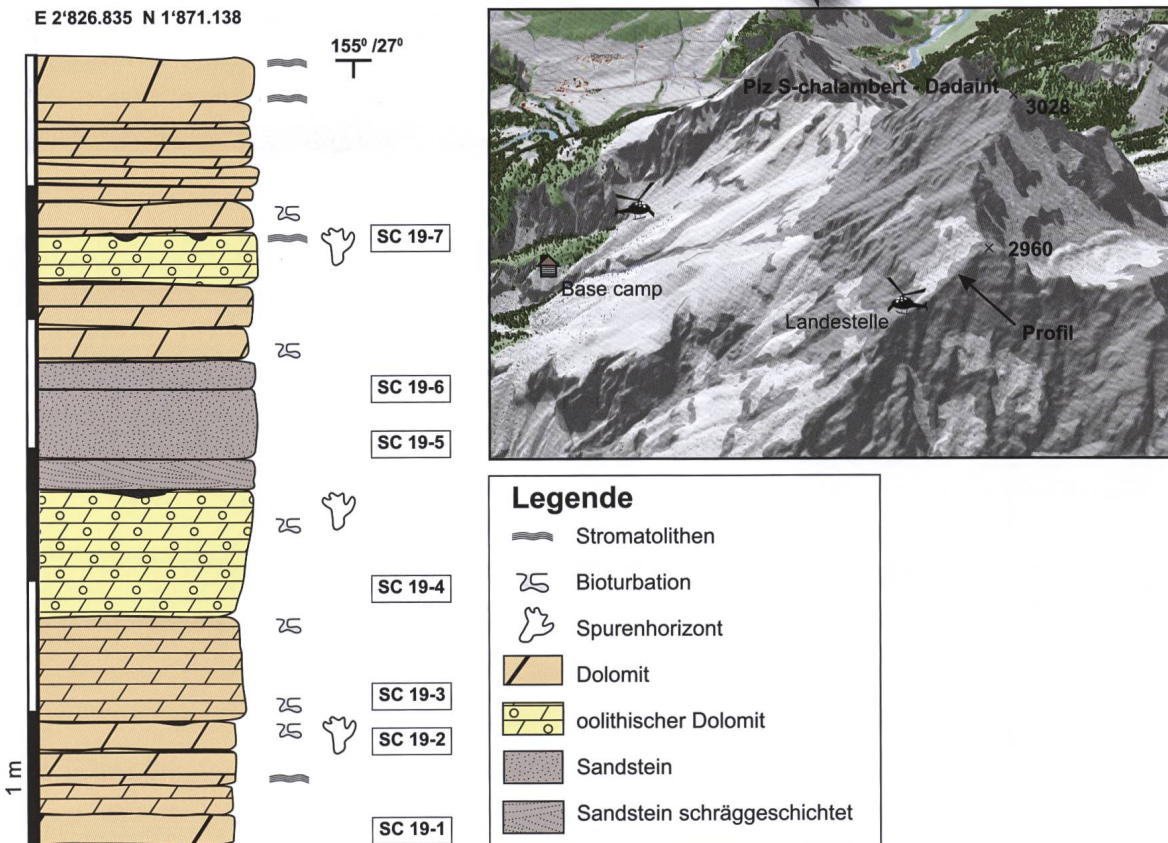


Abb. 4: Geologisches Profil der Fundstelle mit den Fährtenhorizonten und ihre Position am Piz S-chalambert (3D inset © swisstopo).



### 3 Material und Methoden

Ende Juli, Anfang August 2019 erfolgten die Feldarbeiten, an denen alle Mitautoren teilnahmen.

Die Fundstelle wurde mit einem Helikopter angefliegen, der Startplatz lag rund 300 Meter oberhalb der Hütte (Abb. 4). Die Vermessung der Fährtenfläche und die Profilaufnahme erfolgte mit Doppelmeter und Kompass, Basis für die Umrisszeichnungen bildeten Luftaufnahmen vom Mai und September 2019. Die Fläche und der Bereich, in dem das geologische Profil aufgenommen wurde, wurde mit Bohrhaken versehen, um eine optimale Sicherung für alle Teilnehmer zu gewährleisten. Die wichtigsten Trittsiegel wurden auf Monofilm (Acetatfolie) gezeichnet, Abgüsse des besterhaltenen Trittsiegels erfolgten mit Silikonkautschuk, das Positiv wurde mit Fiberglass verstärktem Epoxidharz hergestellt.

Von den drei erhaltenen Fussabdrücken wurden fotogrammetrische Modelle erstellt, dabei stützen wir uns auf die Arbeiten von MALLISON & WINGS (2014), MATTHEWS ET AL. (2016) und FALKINGHAM ET AL. (2018). Digitale Modelle wurden mit Metashape Pro (v 1.6.2) erzeugt, als Basis dienten mehr als 400 Aufnahmen mit einer CANON EOS Mark III. Die digitale Isolierung der Trittsiegel und die Reorientierung der Modelle erfolgt mit CloudCompare (v 2.9.1). Falschfarbenmodelle und Konturlinien wurden mit ParaView (v 5.8.0) erstellt. Zur digitalen Entwicklung und Verbesserung der Flugaufnahmen diente AirMagic (v 1.0). Kontrast und Qualität der Fotografien der einzelnen Trittsiegel wurden mit Luminar (v 4.3.0) verbessert. Von ausgewählten Handstücken wurden am Department Umweltwissenschaften der Universität Basel Dünnschliffe hergestellt. Die Vermessung der Fährten erfolgte auf Basis der Standardmethoden von LEONARDI (1987).

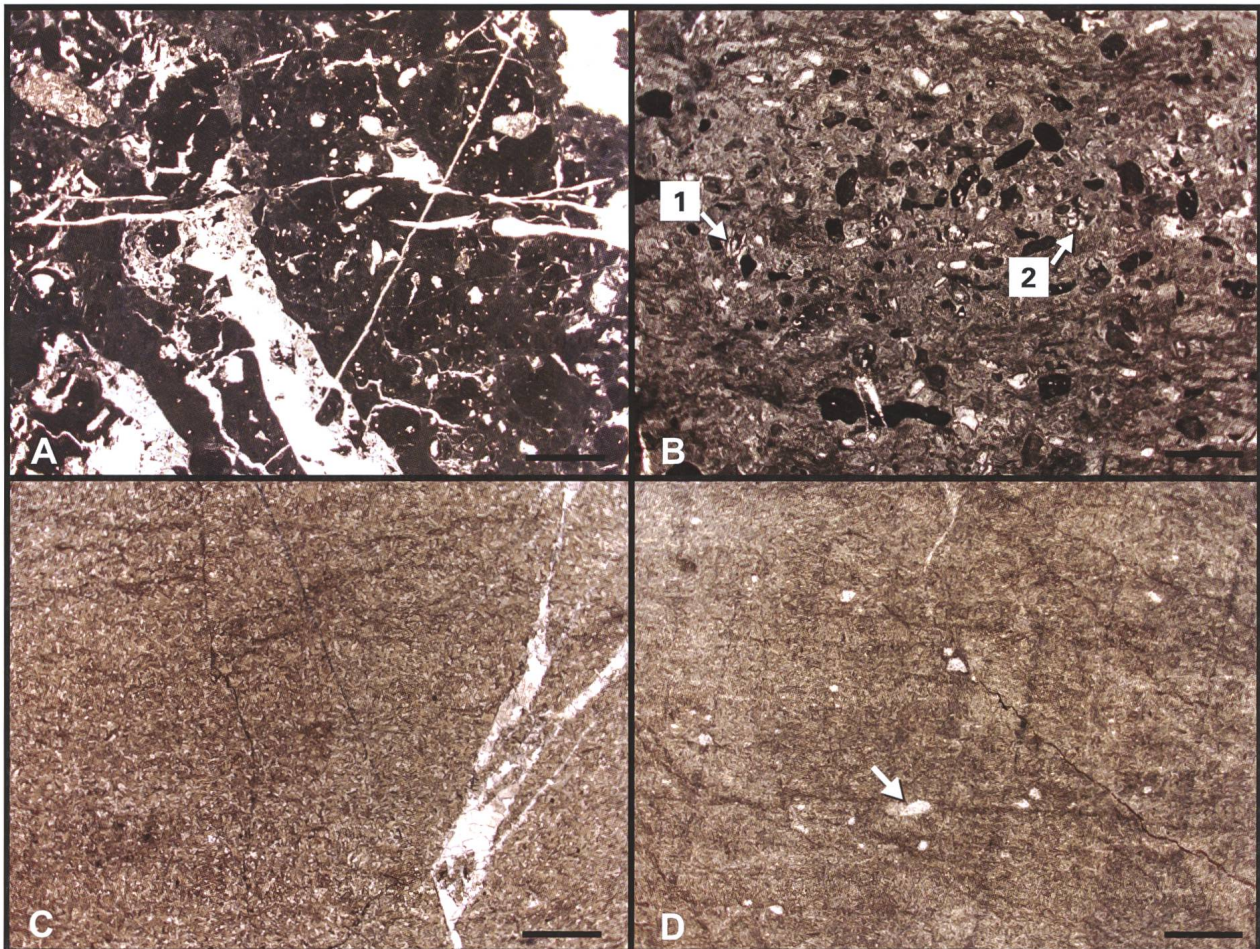


Abb. 5: Dünnschliffbilder der Gesteinstypen. A: SC 19-2, B: SC 19-4, 1 Dasycladaceae 2 benthische Foraminifere, C: SC-19-5, D SC 19-7 Pfeil key stone vug (Balkenlänge 5 mm, Erläuterungen siehe Text). Die Nummerierungen korrespondieren mit denen im Profil von Abb. 4.

## 4 Resultate

### 4.1 Das Profil der Fundstelle

Die tektonischen Verhältnisse am Westgrat lassen die kontinuierliche Aufnahme eines geologischen Profils nicht zu. Mehrere Überschiebungsbahnen, die unterhalb und oberhalb der Fundstelle verlaufen sowie Gehängeschutt kaschieren einen grösseren stratigraphischen Kontext. Das Profil beginnt mit einer rund zwei Meter mächtigen Abfolge von dünnbankten Dolomiten, die im unteren Teil Stromatolithe aufweisen. In der Mitte dieser kurzen Abfolge lassen sich auf der Südseite des Felsturms im Querschnitt deutliche Trittsiegel erkennen. Die Dachbank (Abb. 5 A, SC 19-2) ist ein Packstone mit zahlreichen Rindenkörnern, Peloiden, Intraklasten und Schalenbruchstücken, die sich nicht näher zuordnen lassen. Darüber folgen rund ein Meter oolithische Dolomite, die Reste von Dasycladaceen (Grünalgen, Abb. 5 B Pfeil 1, SC 19-4) und benthische Foraminiferen aufweisen (Abb. 5 B Pfeil 2). Der oberste Teil dieser Bank weist einen weiteren Fährtenhorizont auf, der aber nur im Querschnitt erkennbar ist. Im Hangenden (Gestein oberhalb) sind drei Bänke eines sehr feinkörnigen Sandsteins entwickelt, die unterste Bank weist zudem Schrägschichtung auf (Abb. 5 C). Sie bestehen ausschliesslich aus eckigen Quarzkörnern der Feinsandfraktion und besitzen eine Quarzementierung. Solche Sandsteinabfolgen sind bisher nirgends aus der Trias der ostalpinen Decken beschrieben worden. Darüber folgt eine ein Meter mächtige Serie von beigen bis grauen Dolomiten und oolithische Dolomiten, deren Dachbank Stromatolithen aufweist und die Hauptfährtenfläche bildet (Abb. 5 D). Obwohl im Dünnschliff viele Harnische vorhanden sind (Abb. 5 D), lassen sich deutlich kristallisierte Gasblasen, sogenannte «key stone vugs» erkennen (Abb. 5 D Pfeil), die auf ein Auftauchen hinweisen. Im Hangenden (Gestein oberhalb) folgen dünnbankige, fossilfreie Dolomite mit Stromatolithen-Lagen.

### 4.2 Beschreibung der Fährtenfläche

Die Fährtenfläche ist leicht geneigt (27°) und umfasst rund 50 m<sup>2</sup>. Sie besteht aus einem gräulich-gelblichen Dolomit, der im Dünnschliff deutliche Poren aufweist (Abb. 5 D Pfeil).

Drei Fährten sind vorhanden (Abb. 6), die längste misst rund 12 m. Die Hauptfährte (TR1) besteht aus 14 nacheinander folgenden rechten und linken Fuss-eindrücken, wobei jeweils nur die der rechten Seite gut erhalten sind. Letztere zeigen meist vier deutliche Zeheneindrücke (I–IV). Bei einigen sind nur drei sichtbar. Die linken Fusseindrücke bestehen le-

diglich aus lang gezogenen nierenförmigen Spuren, die vom vierten Zeh und der Ferse stammen. Eine zweite Fährte (TR2) weist nur einen teilweise erhaltenen Fusseindruck auf, und von der dritten Fährte (TR3), die drei Eindrücke zeigt, ist nur ein Fusseindruck gut erhalten. Es ist unklar, ob der weiter südlich entdeckte Fusseindruck ebenfalls zu TR3 gehört.

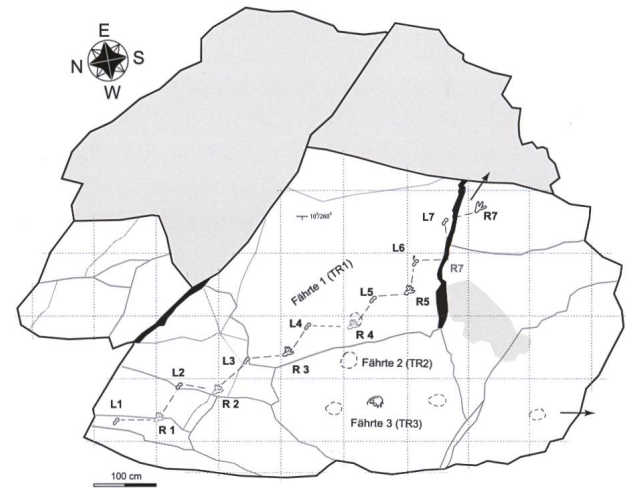


Abb. 6: Karte der Fährtenfläche mit den Fährten 1 bis 3 (TR1 bis TR3).

### 4.3 Fährte 1

Die vier, teilweise auch nur drei deutlich voneinander abgesetzten Zeheneindrücke sowie das deutlich ausgeprägte basale Polster (Abb. 7 bis Abb. 9), weisen auf die Spurengattung *Pseudotetrasauropus*. Letztere wurde ursprünglich aus der unteren Elliot-Formation (Obertrias, spätes Carnium bis frühes Norium) von Libataolong in Lesotho des südlichen

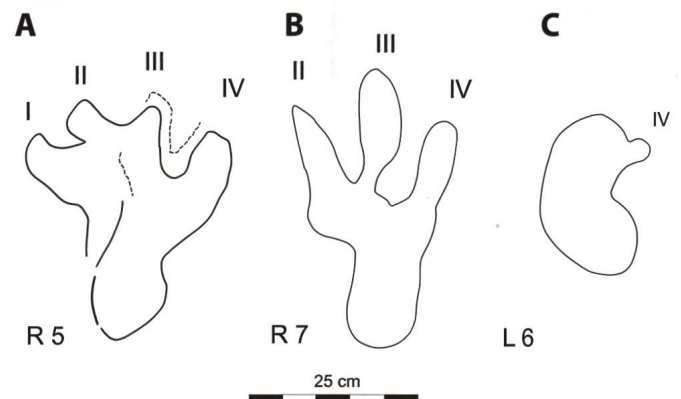


Abb. 7: Umrisszeichnungen einzelner Trittsiegel von Fährte 1. Man beachte die unterschiedliche Zahl von Zeheneindrücken. A und B sind von der rechten Seite, C von der linken Seite der Fährte.

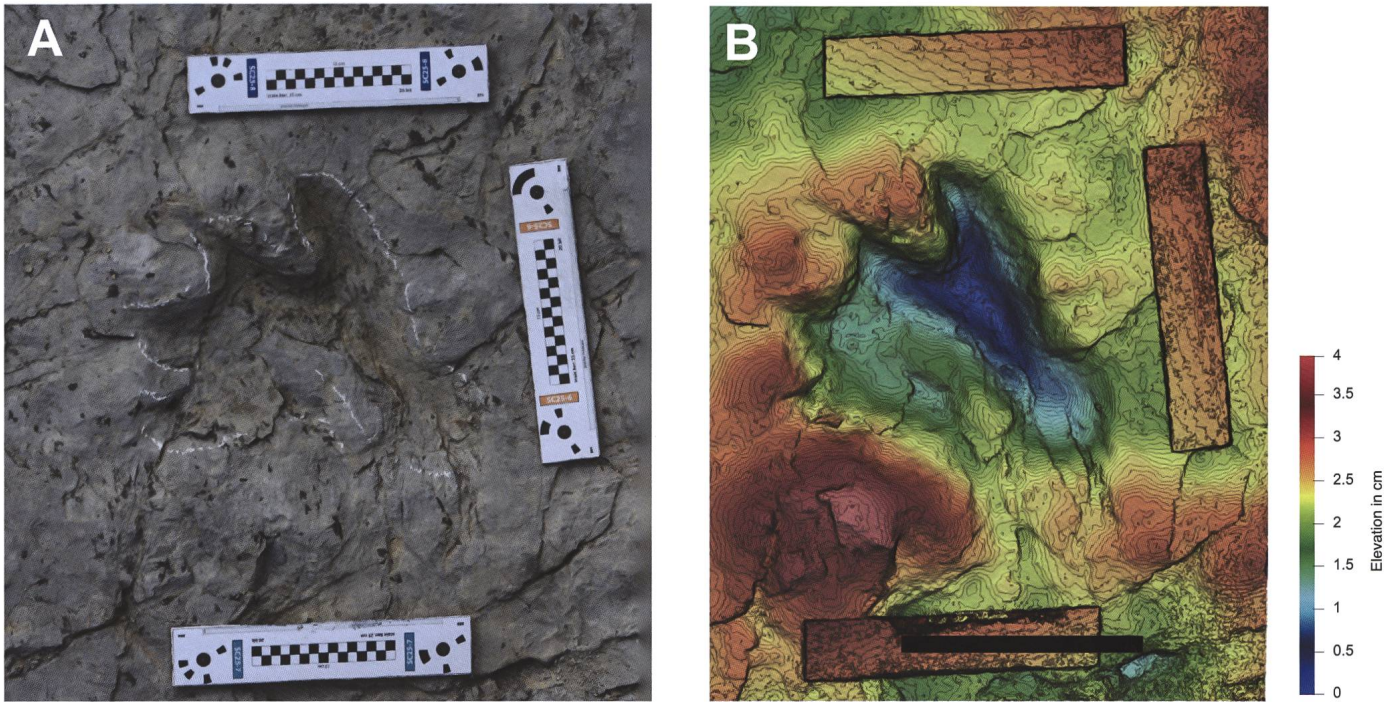


Abb. 8: Foto (A) und 3D-Falschfarben und Höhenlinienmodell (B) von R5 aus Fährte 1.

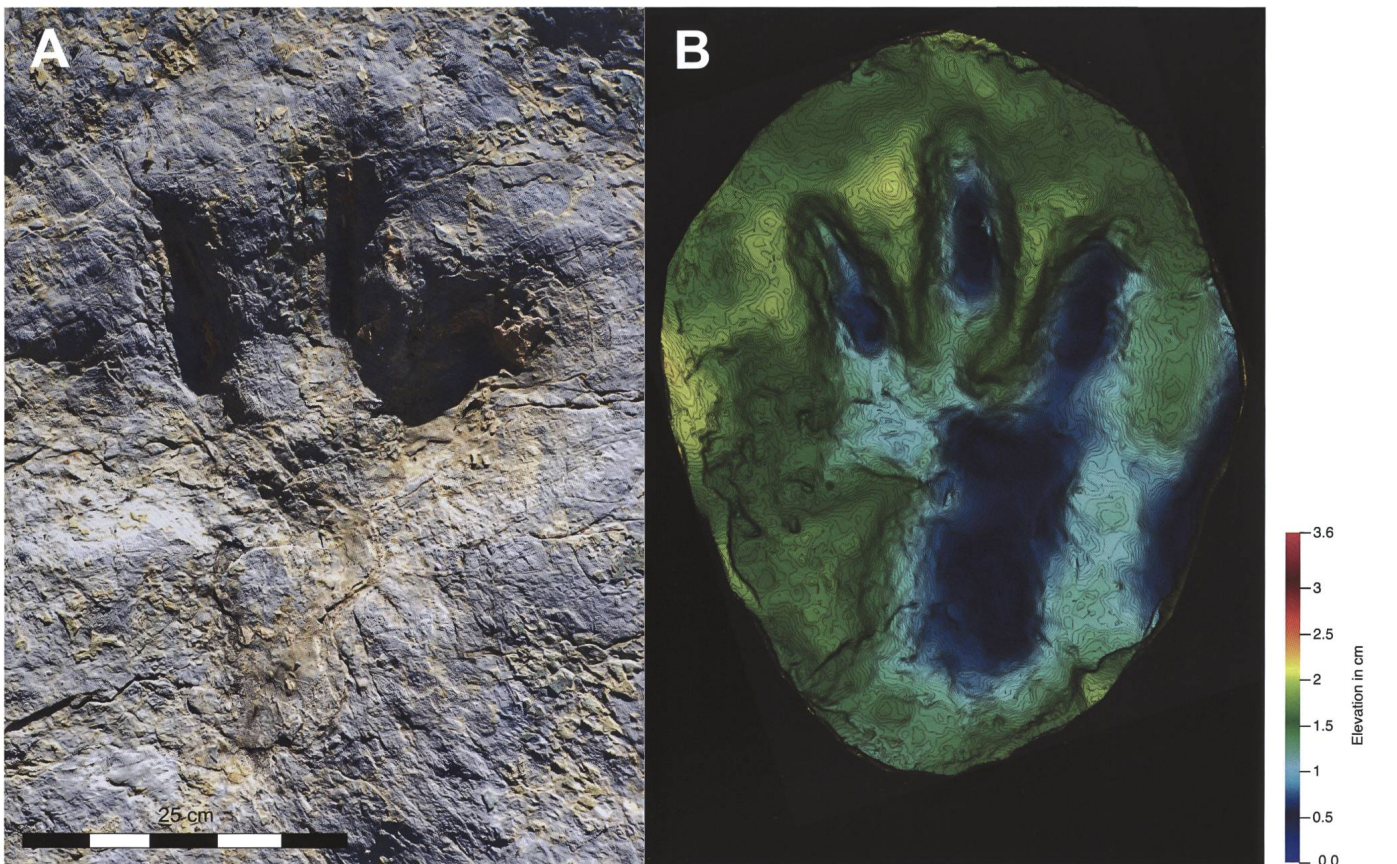


Abb. 9: Foto (A) und 3D-Falschfarben und Höhenlinienmodell (B) von R7 aus Fährte 1.



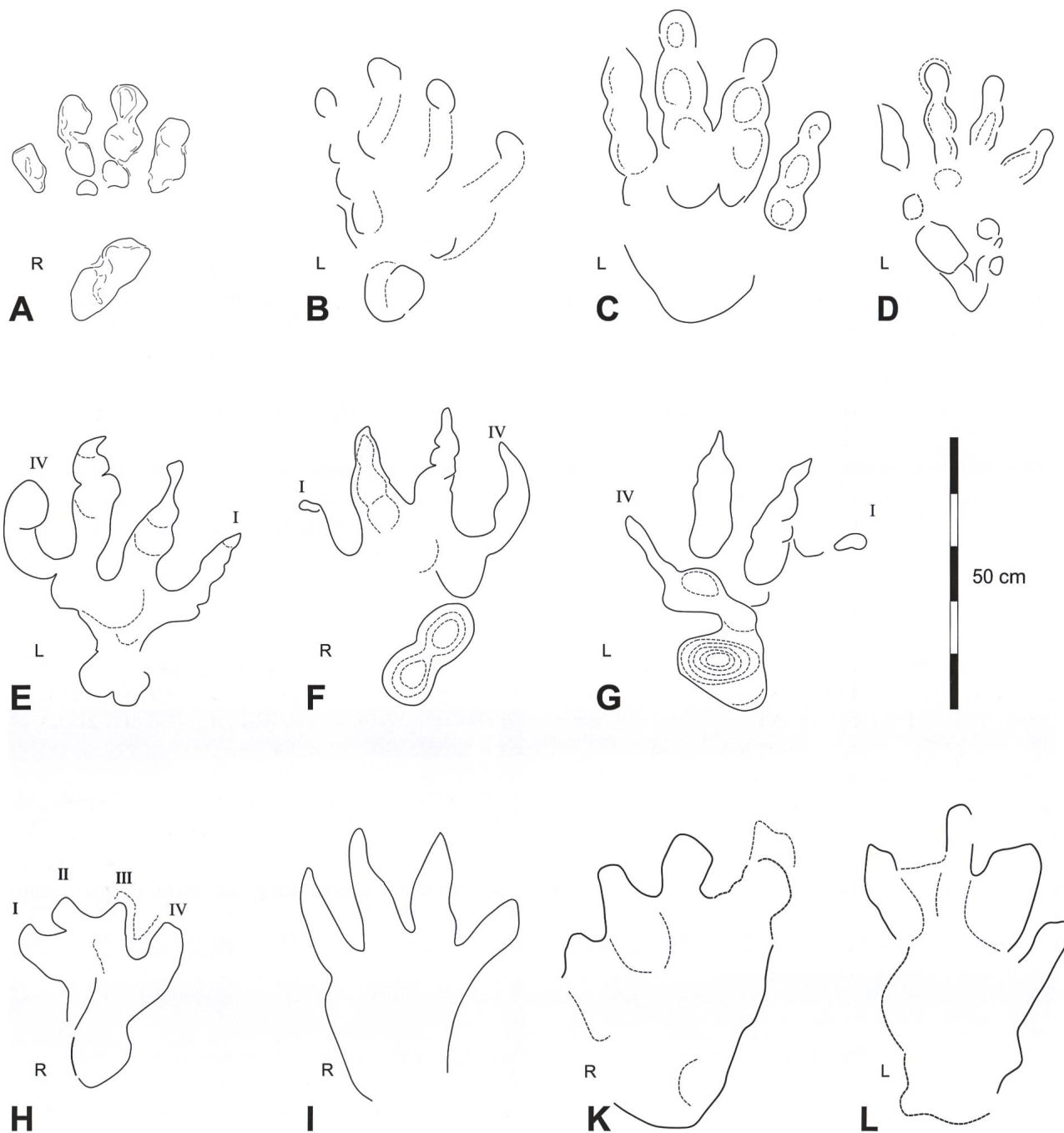


Abb. 10: Vergleich verschiedener Trittsiegel aus der späten Trias. A: *Pseudotetrasauropus bipedoida* (ELLENBERGER) untere Elliot-Formation (spätes Carnium bis frühes Norium) Libataolong (Lesotho) umgezeichnet nach D'ORAZI PORCHETTI & NICOSIA (2007) B, C, D: *P. bipedoida* (ELLENBERGER) untere Elliot-Formation (spätes Carnium bis frühes Norium) Libataolong (Lesotho), umgezeichnet nach ELLENBERGER (1972, Fig. 28, 29, 34). E, F, G: *P. bipedoida* aus der «Grès supérieurs et Argolites bariolées»-Formation, Alès (Frankreich), umgezeichnet nach GAND ET AL. 2000, Fig. 6, P1, P2, P5). H: *P. bipedoida* (ELLENBERGER), Fährte 1, rechter Fuss 4, Hauptdolomit-Formation, Piz S-chalambert Dadaint. I: *P. bipedoida* (ELLENBERGER), Fährte 1, rechter Fuss, Hauptdolomit-Formation, Piz Mitgel. K: *P. bipedoida* (ELLENBERGER), Fährte 1, rechter Fuss, Hauptdolomit-Formation, Spi da Tantermozza. L: *P. bipedoida* (ELLENBERGER), Fährte 1, linker Fuss, Hauptdolomit-Formation, Spi da Tantermozza (Umrisszeichnung nach Abguss im Nationalparkzentrum, Zehe IV wurde durch den Hersteller weggeschliffen).

Afrika beschrieben (ELLENBERGER 1970, 1972). Die Fusslänge liegt im Mittel bei 36,5 cm, die Breite bei 32,5 cm. Die Schrittlänge schwankt zwischen 145 und 165 cm (M = 154,5 cm) und der Doppelschritt zwischen 70 und 94 cm (M = 87,6 cm). Daraus ergibt sich dann für das Tier eine Hüfthöhe von 1,46 m. Weiter lässt sich eine Fortbewegungsgeschwindigkeit von 1,45 km/h berechnen.

Kennzeichnend für das Spurenfossil *Pseudotetrasauropus* sind digitigrade (Zehengänger) Eindrücke mit vier nach vorne gerichteten Zehen und Fährten, die eine zweibeinige (bipede) Gangart anzeigen (Abb. 10). Ein deutliches basales Polster, das in Beziehung zum stark reduzierten fünften Zeh steht, aber selten sichtbar ist, ist am hinteren Rand an der externen Seite vorhanden. Die Zehen sind in ihrer ganzen Länge deutlich voneinander getrennt. Die Orientierung der Fussachse ist variabel und kann, relativ zur Fortbewegungsrichtung, sowohl nach aussen wie auch nach innen rotiert sein.

Die Spurengattung *Pseudotetrasauropus* (ELLENBERGER 1970, 1972) hat sehr verschiedene Synonymisierungen hinter sich. HAUBOLD (1971) betrachtete diese Fährtenform als zu *Otozoum* gehörig. OLSEN & GALTON (1984) rechneten sie zu *Brachychirotherium*, während LOCKLEY & MEYER (2000) *Otozoum* und *Pseudotetrasauropus* als synonym ansahen.

Bei *Otozoum* ist der Eindruck des dritten und vierten Zehs an der Basis nahezu verschmolzen, und Zehe I ist distal von den übrigen leicht abgespreizt. Die Eindrucktiefe nimmt entlang des äusseren Rands von Zehe III und IV langsam zu, mit einem tieferen Eindruck im Bereich des gemeinsamen metatarsalphalangealen Polsters von Zehe III–IV (RAINFORTH 2003). *Pseudotetrasauropus* fehlt ein solches Polster und verschmelzende Eindrücke von Zeh III–IV sind unbekannt.

Die Fusslänge ist zwar kleiner als bei den südafrikanischen Formen, der kurze Zeh I und der lange Zeh III hingegen und der fächerförmige Eindruck des Trittsiegels stimmen sehr gut mit *P. bipedoida* (ELLENBERGER 1970, 1972) überein. Bei unserer Fährte sind Kralleneindrücke zwar sichtbar, aber sie weisen nur eine geringe Eindrucktiefe auf (Abb. 11). Auffällig ist das am äusseren Rand deutlich sichtbare rundlich-ovale basale Zehenpolster. Der Winkel zwischen den Zehen ist deutlich geringer als beim ursprünglich beschriebenen Trittsiegel und schwankt zwischen 13° und 21°, dies dürfte aber mit der geringeren Fusslänge in Verbindung zu bringen sein. Der Schrittwinkel schwankt zwischen 92° und 128° und stimmt gut mit den Originalfährten überein. Das Gleiche gilt für die relative Zehenlänge I<II<III<IV.

Betrachten wir die bereits bekannten Spuren aus dem Kanton Graubünden, dann müssen wir davon ausgehen, dass es sich beim Fährtenerezeuger vom Piz S-chalambert Dadaint um ein Jungtier handelte. Die vom Piz Mitgel und vom Spi da Tantermozza bekannten Fusseindrücke sind wesentlich grösser (S. FURRER & LOZZA 2008 und MEYER ET AL. 2013), dürften aber zum gleichen Ichnotaxon gehören (vgl. Abb. 10 H–I und K–L).

Die Fährte vom Piz S-chalambert Dadaint zeigt eine wesentlich unterschiedliche Überlieferung. Einerseits finden sich vollständige Eindrücke mit vier Zehen (Abb. 7 A, Abb. 8) und solche mit nur drei sichtbaren Zehen (Abb. 7 B, Abb. 9), letztere können sehr leicht mit denjenigen von dreifingerigen Raubosauriern verwechselt werden. Andererseits besteht eine Besonderheit der Fährte vom Piz S-chalambert Dadaint in der unterschiedlichen Erhaltung der linken und rechten Seite. Während die rechten Fusseindrücke meistens vier Zehen zeigen, ist auf der linken Seite nur das nierenförmige Polster von Zeh IV sichtbar geblieben (Abb. 7 C). Damit wurde vom linken Fuss nur die Aussenseite stark eingedrückt, was auf eine stärkere Neigung des Untergrunds während der Entstehung hinweist. Die variable Erhaltung hat wesentlich dazu beigetragen, andere Fährten in Graubünden besser zu verstehen.

Weitere Fährten sind aus der späten Trias der Cevennen bekannt geworden (GAND ET AL. 2000). Sie stammen aus der Formation «Grès supérieurs et Argolites bariolées» (Carnium-Norium) und wurden als neue Art der Spurengattung *Otozoum*, *O. grandcombensis* beschrieben. Wir stimmen aber mit D'ORAZI PORCHETTI & NICOSIA (2007) überein, dass es sich dabei um die von ELLENBERGER (1972) beschriebene Art *P. bipedoida* handelt.

#### 4.4 Fährte 3 (TR3)

Die zweite unvollständige Fährte im unteren Bereich der Platte umfasst drei Eindrücke, nur einer ist relativ gut erhalten (Abb. 11 A–B). Dieser, es handelt sich dabei um einen linken Fuss, ist länglich bis queroval (FL: 50 cm, FW: 40 cm) und weist drei gut sichtbare, stark nach innen gebogene Zeheneindrücke auf. Der morphologische Unterschied zu Eindrücken der Fährte 1 (TR1) ist sehr deutlich. Solche Abdrücke sind bisher aus der ostalpinen Trias unbekannt. Sie sind am besten mit dem Ichnotaxon *Tetrasauropus unguiferus* zu vergleichen, das aus der unteren Elliot-Formation (spätes Carnium – frühes Norium) von Falsata in Lesotho beschrieben wurde (ELLENBERGER 1972, D'ORAZI PORCHETTI & NICOSIA 2007). Da diese Fährten von auf vier Füßen gehenden Tieren

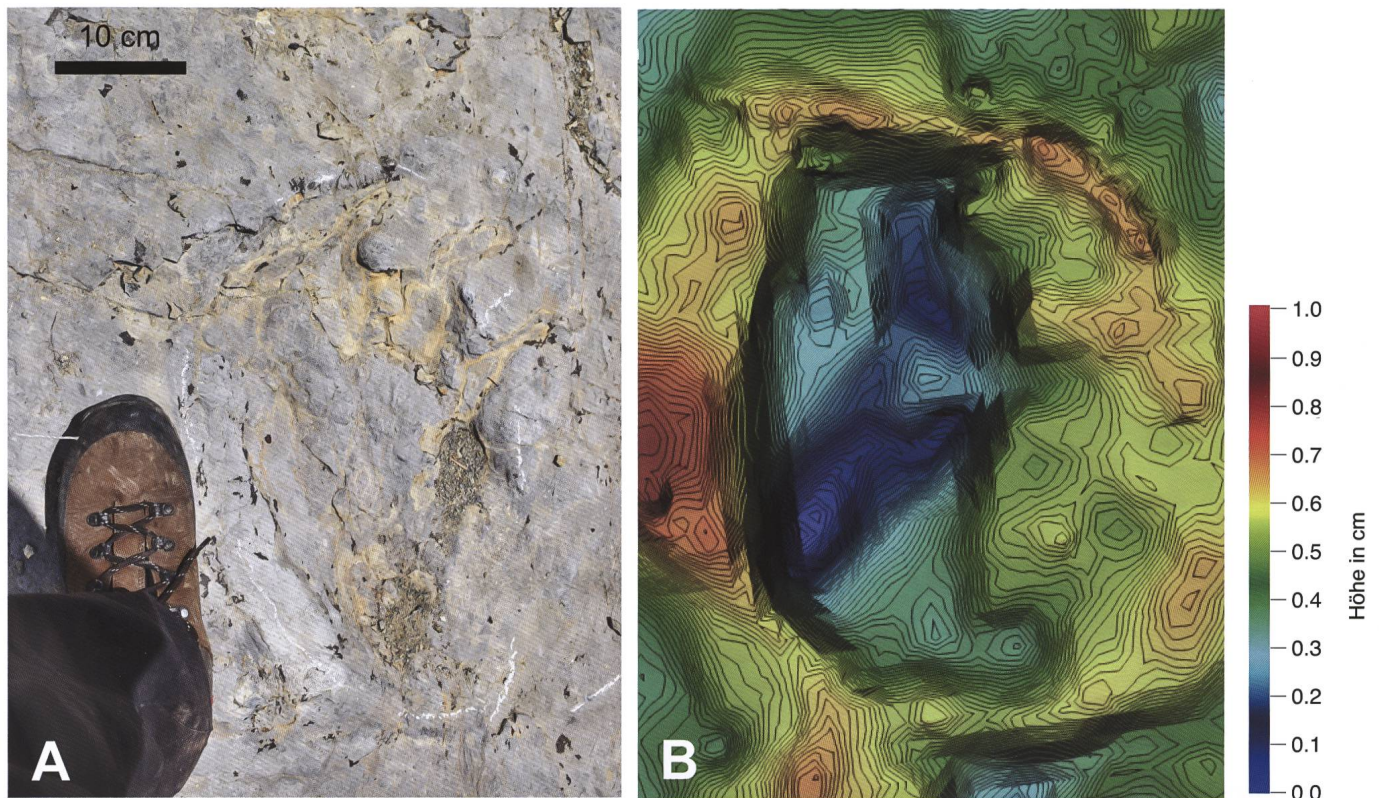


Abb. 11: Foto (A) und 3D-Falschfarben und Höhenlinienmodell (B) von L2 aus Fährte 3.

stammen, stellen wir das einzelne Trittsiegel vom Piz S-chalambert Dadaint, das aus TR3 gut sichtbar ist, unter Vorbehalt zu *Tetrasauropus isp.*

## 5 Interpretation der Abfolge

Das geologische Profil am Westgrat weist im unteren Teil Dolomite und oolithische Dolomite auf, die nebst Stromatolithen auch Dinosauriertrittsiegel und Mikrofossilien enthalten, die auf eine Bildung im Bereich von Lagunen mit eingeschränkter Wasserzirkulation (Dasycladaceen) hinweisen. Diese sind wiederholt ausgetrocknet. Die darüber folgenden feinkörnigen Sandsteine mit Schrägschichtung deuten auf einen windbedingten Eintrag vom Festland und auf eine längere Phase von Trockenheit hin. Die hangenden Dolomite zeigen wiederum lagunäre Ablagerung (Ablagerung in einem ausgedehnten, stehenden Gewässer) mit eingeschränkter Wasserzirkulation an. Stromatolithe weisen auf das höhere Intertidal (Bereich der Gezeitenzone, zwischen extremem Niedrigwasser und extremem Hochwasser), Dinosaurierspuren auf ein längeres Trockenfallen.

## 6 Schlussfolgerungen

Während der Trias-Zeit lag Zentraleuropa am nördlichen Rand der Tethys, einer ausgedehnten Bucht am Ostrand des Superkontinents Pangaea. Dieser flachmarine Bereich war mit Karbonatschlamm-Plattformen durchsetzt. Zu dieser Zeit wurden mehrere 100 m Kalksteine und Dolomite abgelagert. Dies erfolgte im Spritzwasserbereich oberhalb des Gezeiteninflusses, in dem der Einfluss des Meeres deutlich den des Landes überwiegt, aber auch in Lagunen auf der Landseite der Plattform, die zeitweise trockenfiel und so Sedimentzufuhr vom Kontinent erhielt. Die Fährten am Piz S-chalambert Dadaint befinden sich im obersten Teil der Hauptdolomit-Formation, in dem diese aus einem «shallowing upward»-Zyklus von beigen bis grauen, bioturbierten oolithischen Dolomiten besteht, die von Stromatolithen und Fährtenlagen abgeschlossen werden. Zwei dicke Sandsteinlagen mit Schrägschichtung sind dort zwischengeschaltet. Diese sind wohl das Resultat von starken Monsunereignissen, die Sand vom Kontinent auf der Plattform angehäuft haben. In der Ela-Decke besteht der Uglia Plattenkalk (oberstes Member der Hauptdolomit-Formation) aus dünnen Kalkbänken mit

unterschiedlichem Gehalt an Muschelschalen, Kotpillen und Intraklasten in Sandgrösse. Ihre erosive Basis und die Ablagerungsmuster deuten auf Sturmereignisse. Die niedrige Faunendiversität spricht für abgeschnürte Lagunen. Einige Bänke weisen am oberen Ende Stromatolithen auf und zeigen Dinosaurierfährten, bisweilen sind sie regelrecht zertrampelt. Zusätzlich sind Phänomene wie Paläokarstoberflächen und rote Paläoböden deutliche Anzeichen für längere Auftauchperioden. Am Piz Mitgel direkt über der Hauptfährtenfläche findet sich eine Lage mit Süswasserkohle, die Reste von Bernstein geliefert hat. Die Auftauchbereiche am Ende der Ablagerungszyklen interpretieren wir als Sequenzgrenzen der 3. und 4. Ordnung im Sinne der Sequenzstratigraphie. Diese und andere Beobachtungen in der S-charl-Einheit, der Quattervals-Teildecke und in der Ela-Decke zeigen, dass der obere Teil der Hauptdolomitformation, entgegen bisherigen Annahmen, wesentlich mehr unter kontinentalem Einfluss stand. Das bezeugen nicht nur die weit verbreiteten Vorkommen von Dinosaurierspuren, sondern auch Kohleablagerungen, Bernstein, Pflanzenfunde und Bodenbildungen (MEYER ET AL. 2019, WIZEVICH & MEYER 2021).

Die verschiedenen Fundstellen aus der Trias der zentralen austroalpinen Deckeneinheiten unterstützen die These einer weit verbreiteten, hoch diversen Spurenfauna. Sie umfasst kleine Theropoden (*Grallator* isp.) vom Piz dal Diavel und Piz Mitgel (FURRER 1993a, MEYER ET AL. 2013) und grosse Theropoden (*Eubrontes* isp.) vom Piz Ela (MEYER ET AL. 2013). Fährten von Prosauropoden (*Pseudotetrasauropus bipedoida*) sind vom Piz Mitgel (MEYER ET AL. 2013), vom Piz S-chalambert Dadaint und vom Spi da Tantomozza (FURRER & LOZZA 2008, MEYER ET AL. 2019) bekannt. Die Fährte vom Piz dal Diavel ist leider nur als «Pausspur» erhalten, dürfte aber auch zu dieser Spurengattung zu rechnen sein. Fährten von frühen Sauropoden (*Tetrasauropus* isp.) kennen wir vom Piz S-chalambert Dadaint (MEYER ET AL. 2019) und vom Fil da Stidier (MEYER ET AL. 2013). Eine weitere bisher unbekannt Form, die vermutlich von einem anderen Sauropoden stammt, wurde in der Kössen-Formation nachgewiesen (MEYER & STECHER 2007, MEYER ET AL. 2013, 2019). Das Vorkommen und die unterschiedliche Erhaltung der Trittsiegel am Piz S-chalambert Dadaint ist sehr wichtig für das Verständnis und die Interpretation von unterschiedlich gut überlieferten Fährten in anderen Bereichen des zentralen Ostalpin.

Die bis heute bekannten Taxa von Theropoden wie *Grallator* und *Eubrontes* haben in der späten Trias eine weltweite Verbreitung (LOCKLEY & MILNER IN PRESS). Betrachten wir das Spurenspektrum mit Pro-

sauropteren und Sauropoden, so zeigt es eine sehr grosse Ähnlichkeit mit der Spurenfauna des Südkontinents Gondwana bzw. der Spurenfauna von Südafrika und Lesotho. Bemerkenswert ist das Fehlen von Chirotherien (Archosaurier), die in spätriassischen siliziklastischen Ablagerungen des germanischen Beckens und in Nordamerika recht häufig sind.

## 7 Dank

An erster Stelle möchten wir uns bei Mario und Seraina Riatsch (Sent/Scuol) für die Information zur Fundstelle und ihre Unterstützung bei den Geländearbeiten bedanken. Dank geht an die Kulturförderung des Kantons Graubünden, die Gemeinde Scuol und die Stiftung Sammlung Bündner Naturmuseum für die finanzielle Unterstützung des Projekts. Mike Wizevich wurde durch einen Reisebeitrag des Department of Geological Sciences der Central Connecticut State University unterstützt. Unser Dank geht auch an die Familie Carl Mosca (Sent/Scuol) für die Benützung ihrer Jagdhütte als Basislager. Pascal Tschudin (Department Umweltwissenschaften, Universität Basel) fertigte mit geschickter Hand die Dünnschliffe für die nähere Gesteinsansprache.

## 8 Literaturnachweis

- BURKARD, G. 1953. Geologische Beschreibung der Piz S-chalambert-Gruppe (Untere Engadiner Dolomiten). Diss. Uni Bern 59 pp.
- D'ORAZI PORCHETTI, S., NICOSIA, U. 2007. Re-Examination of some large Early Mesozoic Tetrapod from the African Collection of Paul Ellenberger. *Ichnos* 14: 219–245.
- DÖSEGGGER, R., FURRER, H., MÜLLER, W. H. 1982. Die Sedimentserien der Engadiner Dolomiten und ihre lithostratigraphische Gliederung. *Eclogae Geologicae Helvetiae* 75/2: 303–330
- ELLENBERGER, P. 1970. Les niveaux paléontologiques de première apparition des mammifères primordiaux en Afrique du sud et leur ichnologie. Etablissement de zones stratigraphiques détaillées dans le Stormberg du Lesotho (Afrique du Sud) (Trias supérieur à jurassique); *in*: Second Gondwana Symposium, Proceedings and Papers. Council for Scientific and Industrial Research, Pretoria: 343–370.
- ELLENBERGER, P. 1972. Contribution à la classification des Pistes de Vertébrés du Trias: Les types du Stormberg d'Afrique du Sud (I). *Paleovertebrata*,

- Memoire Extraordinaire 1972, Montpellier: 152 p.
- FALKINGHAM, P. L., BATES, K. T., AVANZINI, M., BENNETT, M., BORDY, E. M., BREITHAUP, B. H., CASTANERA, D., CITTON, P., DÍAZ-MARTÍNEZ, I., FARLOW, J. O., FIORILLO, A. R., GATESY, S. M., GETTY, P., HATALA, K. G., HORNING, J. J., HYATT, J. A., KLEIN, H., LALLENSACK, J. N., MARTIN, A. J., MARTY, D., MATTHEWS, N. A., MEYER, C. A., MILÀN, J., MINTER, N. J., RAZZOLINI, N. L., ROMILIO, A., SALISBURY, S. W., SCISCIO, L., TANAKA, I., WISEMAN, A. L. A., XING, L. D., BELVEDERE, M. 2018. A standard protocol for documenting modern and fossil ichnological data. *Palaeontology* 61: 469–480.
- FURRER, H. 1993a. Dinosaurier im Schweizerischen Nationalpark. *Cratschla, Ediziuns specialas* 1: 4–24.
- FURRER, H. 1993b. Stratigraphie und Facies der Trias/Jura-Grenzsichten in den oberostalpinen Decken Graubündens. Diss. Univ. Zürich, 112 pp.
- FURRER, H., LOZZA, H. 2008. Neue Funde von Dinosaurierfährten im Schweizerischen Nationalpark. *Cratschla* 1: 17–21.
- GAND, G., VIANEY-LIAUD, M., DEMATHIEU, G., GARRIC, J. 2000. Deux nouvelles traces de pas de dinosaures du Trias supérieur de la bordure Cévenole (La Grand-Combe, Sud-Est de la France). *Geobios* 33: 599–624.
- HAUBOLD, H. 1971. *Ichnia Amphibiorum et Reptiliorum fossilium*. Encyclopedia of Paleoherpology 18: 124 pp.
- LEONARDI, G., ED. 1987, Glossary and manual of tetrapod footprint palaeoichnology. Ministerio Minas Energie, Departamento Nacional Produção Mineral, Brasilia, 117 p.
- LOCKLEY, M. G., MEYER, CH. A. 2000. *Dinosaur Tracks and Other Fossil Footprints of Europe*. Columbia University Press.
- LOCKLEY, M. G., MILNER, A. R. C. (in press): *Eubrontes* out west: the distribution morphology, ichnotaxonomy and associated ichnofauna of a large, Early Jurassic theropod trackmaker. *Bulletin New Mexico Museum of Natural History*.
- MALLISON, H., WINGS, O. 2014. Photogrammetry in paleontology – a practical guide. *Journal of Paleontological Techniques* 12: 1–31.
- MATTHEWS, N. A., NOBLE, T., BREITHAUP, B. H. 2016. Closerange photogrammetry for 3-D ichnology: the basics of photogrammetric ichnology. 28–55. In FALKINGHAM, P. L., MARTY, D., RICHTER, A. (eds). *Dinosaur tracks: The next steps*. Bloomington, Indiana University Press.
- MEYER, CH. A., STECHER, R. 2007. The house of the rising sauropods – Evidence from the Late Triassic of the Eastern Alps. 5th Swiss Geoscience Meeting, Geneva, 16.–17.11.2007. Abstract Volume.: 206–207.
- MEYER, CH. A., KLEIN, H., WIZEVICH, M., STECHER, R. 2019. Triassic Sauropodomorph tracks with Gondwana affinities from the Central Austroalpine Nappes of Switzerland. Abstracts Swiss Geoscience Meeting: 133–134.
- MEYER, CH. A., MARTY, D., THÜRING, B., STECHER, R., THÜRING, S. 2013. Dinosaurierspuren aus der Trias der Bergüner Stöcke (Parc Ela, Kanton Graubünden, SE-Schweiz). *Mitteilungen der Naturforschenden Gesellschaft beider Basel* 14: 135–144.
- MEYER CH. A., THÜRING, B., COSTEUR, L., THÜRING, S. 2010. Tracking early dinosaurs – new discoveries from the Upper Austroalpine Nappes of Eastern Switzerland (Hauptdolomit, Norian). Abstracts 8th Meeting Meeting European Association of Vertebrate Palaeontologists, Aix-en-Provence 2010, S. 58.
- MEYER CH. A., THÜRING, B., COSTEUR, L., THÜRING, S. 2007. The early rise of sauropods – Evidence from the Late Triassic of the Eastern Swiss Alps. Abstracts 7th Meeting European Association of Vertebrate Palaeontologists, Berlin.
- OLSEN, P. E., GALTON, P. M. 1984. A review of the reptile and amphibian assemblages from the Stormberg of southern Africa, with special emphasis on the footprints and the age of the Stormberg: *Palaeontologia Africana*, Haughton Memorial Volume, p. 92–116.
- RAINFORTH, E. C. 2003. Revision and re-evaluation of the Early Jurassic dinosaurian ichnogenus *Otozoum*. *Palaeontology* 46: 803–838.
- SOMM, A., SCHNEIDER, B. 1961. Zwei paläontologische und stratigraphische Beobachtungen in der Obertrias der Quattervalsgruppe der südwestlichen Engadiner Dolomiten (Graubünden). *Ergebnisse der wissenschaftlichen Untersuchungen im Schweizerischen Nationalpark*. Band VII (Neue Folge) 47: 355–377.
- WIZEVICH, M., MEYER, CH. A. 2021. Sedimentology of Triassic dinosaur trackway localities of the Eastern Alps, Switzerland. *Geological Society of America Abstracts with Programs*. Vol. 53, No. 1, 2020 doi: 10.1130/abs/2021NE-361981.