

Dinosaurierspuren aus der Trias der Bergüner Stöcke (Parc Ela, Kanton Graubünden, SE-Schweiz)

CHRISTIAN A. MEYER, DANIEL MARTY, BASIL THÜRING, RICO STECHER UND SILVAN THÜRING

Zusammenfassung: Zum ersten Mal werden neue Sauropoden- und Theropodenspuren aus dem mittleren und oberen Teil der Hauptdolomit-Gruppe (Mittleres bis Spätes Norium) der oberostalpinen Ela-Decke im Naturpark Ela (Kanton Graubünden) beschrieben. 2009 und 2010 konnten durch Geländearbeiten und Helikopterprospektion zertrampelte Oberflächen im mittleren und oberen Teil der Hauptdolomit-Gruppe (Spätes Alaunium bis Frühes Sevatium) nachgewiesen werden. Drei Fundstellen (Piz Crap, Ostgrat Piz Mitgel, Ela-Lücke) zeigen grosse, rundliche Trittsiegel, die noch nicht näher zugeordnet werden können. Am Gipfelaufbau des Piz Mitgel (Gemeinde Filisur; 3127 m ü. M.) konnte im obersten Teil des Hauptdolomits eine Fläche mit gut erhaltenen, vierzehigen Fussabdrücken von Prosauropoden und von kleinen bis mittelgrossen Raubsauriern nachgewiesen werden.

Der Gipfelbereich des Piz Ela (Filisur) wird von ostwärts einfallenden Schichtflächen des oberen Teils der Hauptdolomit-Gruppe gebildet und zeigt drei Schichtflächen. Die unterste Lage weist mehrere Eindrücke kleiner Theropoden (*?Grallator*) auf. Die mittlere Schichtfläche zeigt eine lange Fährte mit grossen dreizehigen Eindrücken (Fusslänge 33 cm), die wohl der Ichnogattung *Eubrontes* zugeordnet werden kann. Auf der gleichen Fläche lässt sich noch eine weitere ?dreizehige Fährte beobachten, sie kann aber aufgrund der schlechten Erhaltung nicht näher zugeordnet werden. Die oberste Fläche, gleich unterhalb des Gipfels, zeigt dreizehige Spuren eines kleinen Theropoden und undeutliche, rundliche Eindrücke, die vermutlich von einem Prosauropoden stammen.

2006 wurden im hinteren Teil des Val Gravaratschas (Filisur) am nordwärts gerichteten Teilgrat des Fil da Stidier erste Trittsiegel in der hangenden Kössen-Formation (Sevatium) beobachtet, die aufgrund ihrer Morphologie fortgeschrittenen Sauropoden zugeschrieben werden können. 2010 konnte wenige Meter unterhalb eine Fährte mit mehreren, länglichen Zeheneindrücken und deutlichen Eindrücken der Vorderfüsse dokumentiert werden, die vermutlich von einem Prosauropoden erzeugt wurde. Diese gelten als bipede Dinosaurier, die sich fakultativ aber auch auf allen Vieren fortbewegen konnten. Diese Fährte ist einer der wenigen Belege für diese vierbeinige Art der Fortbewegung bei Prosauropoden, welche auch anhand von computergestützten Modellen an *Plateosaurus* postuliert wird.

Abstract: Dinosaur tracks from the Triassic of the Bergün area (Ela Park, Canton Graubünden, Southeastern Switzerland). We report here for the first time new prosauropod, sauropod and theropod tracks and trackways from the middle and upper part of the Hauptdolomit Group (Middle to Late Norian) from the Central Austroalpine Ela nappe (Southeastern Switzerland) in the Natural Reserve Parc Ela (Canton Grisons). 2009 and 2010 fieldwork including helicopter surveys revealed several trampled surfaces in the middle and upper part of the Hauptdolomit Group (Late Alaunian to Early Sevatian). Three localities (Piz Crap, East of Piz Mitgel, Ela West) show rounded tracks that can presently not be attributed to a specific ichnotaxon. The summit part of the Piz Mitgel (3127 m a. s. l.) has yielded two surfaces with well-preserved tetradactyl prosauropod trackways and small to medium-sized theropod tracks (upper part of the Hauptdolomit Group). The summit of Piz Ela (3339 m a. s. l.) is built up of eastward inclined surfaces of the Hauptdolomit Group with three track-bearing levels. The lowest level has yielded several tracks of small theropod dinosaurs (*?Grallator*). The following level displays a long trackway of a tridactyl animal (footprint length 33 cm) that can possibly be attributed to the ichnotaxon *Eubrontes*, another ?tridactyl trackway is not assignable to

a specific taxon yet. The highest level, immediately below the summit itself shows small tridactyl tracks and rounded, slightly eroded imprints possibly left by a prosauropod. In 2006, the first tracks were observed in the overlying Kössen-Formation (Sevatium); their morphology indicates an advanced quadrupedal sauropod. In 2010 just 1 meter below this level a trackway segment with 4 clear digit impressions and manus prints could be detected. This is one of the rare examples of a prosauropod in a quadrupedal gait, a gait, which has also been postulated by digital reconstructions of *Plateosaurus*.

Key words: Triassic, Central Austroalpine Ela Unit, Dinosaur tracks, Norian, Parc Ela, Canton Grisons.

1. Einleitung

Der integrierte Forschungsansatz, das Vorkommen von Körper- und Spurenfossilien zu kombinieren, hat zu neuen Erkenntnissen der frühen Evolution der Dinosaurier geführt. Das zeitgleiche Vorkommen von sauropoden¹ und prosauropoden² Dinosauriern führte zum Schluss, dass letztere vermutlich nicht die direkten Vorfahren der Sauropoden sind (Langer et al. 2010). Trotzdem bleibt die Frage offen, wie alt denn die ältesten Körper- und Spurenfossilien der Sauropoden wirklich sind. Die älteste Sauropoden-Gattung ist *Panphagia* aus der basalen, späten Trias der Ischigualasto Formation (Carnium) von Argentinien (Martinez und Alcobar, 2009). *Anteonitrus* aus dem Norium von Südafrika wird heute als früheste quadrupede Sauropoden-Gattung angesehen (Wilson 2005). Wenig jünger ist die thailändische Gattung *Isanosaurus* aus der Nan Phong-Formation (Spätes Norium – Rhaetium: Buffetaut et al. 2000). Die ältesten Spurenfossilien, die eine sauropode Synapomorphie³ (der gemeinsame Besitz eines abgeleiteten Merkmals bei Schwestertaxa) aufweisen, sind aus der basalen späten Trias (Carnium) der Portozuelo-Formation in Brasilien beschrieben worden (Marsicano und Barredo 2004). Diese Zuordnung ist aber nicht unumstritten. Die älteste Spurengattung *Eosauropus*, stammt aus der

Chinle-Formation (Norium/Rhaetium) des mittleren Westens der USA (Lockley et al. 2006). Das Auftreten von *?Pseudotetrasauropus* (Spurengattung die Prosauropoden zugeschrieben wird) in früh-norischen Ablagerungen des Schweizerischen Nationalparks (Diavel-Formation: Furrer 1993a, Lockley und Meyer 2000) muss vorerst noch bestätigt werden. Die Trittsiegel aus der Chinle-Formation zeigen Zeheneindrücke bei Händen und Füßen und werden vierfüssigen Sauropoden zugeschrieben. Bei den Spuren aus der Portozuelo-Formation gilt dies nur gerade für die Füße, da die Handeindrücke nur unvollständig erhalten geblieben sind. Die ältesten Sauropodenfährten mit leicht reduzierten Zehengliedern (entspricht einer fortgeschrittenen Entwicklung) sind aus der frühen Jura-Zeit (Hettangium/Sinemurium) des Trentino (Italien) bekannt geworden (Avanzini et al. 2003, Lockley und Meyer 2000).

Ziel der vorliegenden Arbeit ist, einen ersten Überblick über die neuesten Spurenfunde in der Schweiz zu geben und sie, wo bereits möglich, in einen entwicklungsgeschichtlichen Kontext zu stellen.

Allgemein lassen sich Spuren und Fährten von Dinosauriern aufgrund ihrer Umrisse zuordnen. Entscheidend für eine Zuweisung zu einer bestimmten Kategorie sind die generelle Umrisssform (rundlich, oval, dreieckig), die Anzahl der Zehen (drei bis fünf) und das Vorhandensein oder Fehlen von Vorderfusseindrücken. Daraus lässt sich sowohl die Fortbewegung (aufrecht auf zwei Beinen oder vierfüssig unterwegs), wie auch die weitere Zugehörigkeit zu einer Grossgruppe vornehmen. Fährten mit dreizehigen Hinterfusseindrücke gehören in der Regel zu

¹ Sauropode = Echtenbeckendinosaurier, immer vierfüssig, Pflanzenfresser

² Prosauropode = frühe Entwicklungsform der Sauropoden

³ Synapomorphie = abgeleitetes Merkmal, das zwei oder mehr Taxa verbindet

Raubsauriern, sind die Zehen und die Ferse jedoch rundlich sind sie vermutlich von Ornithopoden⁴ hinterlassen worden. Rundliche Hand- und Fusseindrücke weisen in der Regel auf Sauropoden als Erzeuger, während solche mit deutlichen Finger- und Zeheneindrücken meist zu Ankylosauriern oder Ceratopsiern (beides Ornithopoden) gehören. Anordnung und Form der einzelnen Zehen- und Fingereindrücke, wie auch die Schrittfolge und Schrittwinkel sind wichtige Merkmale um die Trittsiegel und Fährten einer bestimmten Spurengattung zuweisen zu können.

1.1 Geschichte

In der Schweiz wurden erste Spurenfunde aus der Trias bereits 1961 von Geologen der ETH Zürich im Schweizerischen Nationalpark gemacht (SE-Schweiz; Somm und Schneider 1961). Einige Jahre später erfolgte ihre Doku-

mentation durch eine Arbeitsgruppe der Universität Zürich (Furrer 1993a). 2007 wurden am Spi da Tantermozza (Schweizerischer Nationalpark, Zernez, Graubünden) zwei weitere Vorkommen entdeckt (Furrer und Lozza 2008), die neben Spuren von Raubsauriern sehr gut erhaltene Prosauropodenfährten zeigen.

Im Parc Ela wurden die ersten Trittsiegel durch einen der Koautoren (RS) im Jahre 2006 entdeckt (Meyer et al. 2007). Eine weitere Entdeckung noch im selben Jahr erfolgte durch Andi Niedermann (Parpan, Graubünden), der am Gipfelaufbau des Piz Mitgel (Filisur) eine Fährtenfläche beobachtete. Einer Arbeitsgruppe des Naturhistorischen Museums Basel gelang es in den folgenden Jahren, durch gezielte Prospektion, auch mittels Helikopter, weitere Fährtenflächen zu erkennen und teilweise zu dokumentieren. Die Forschungsarbeiten sind noch nicht abgeschlossen, da sie stark vom Wetter und der Schneeschmelze abhängig sind, die nicht alle Jahre alle Spurensflächen freigibt.

⁴ Ornithopoden = Vogelbeckendinosaurier, meist Pflanzenfresser

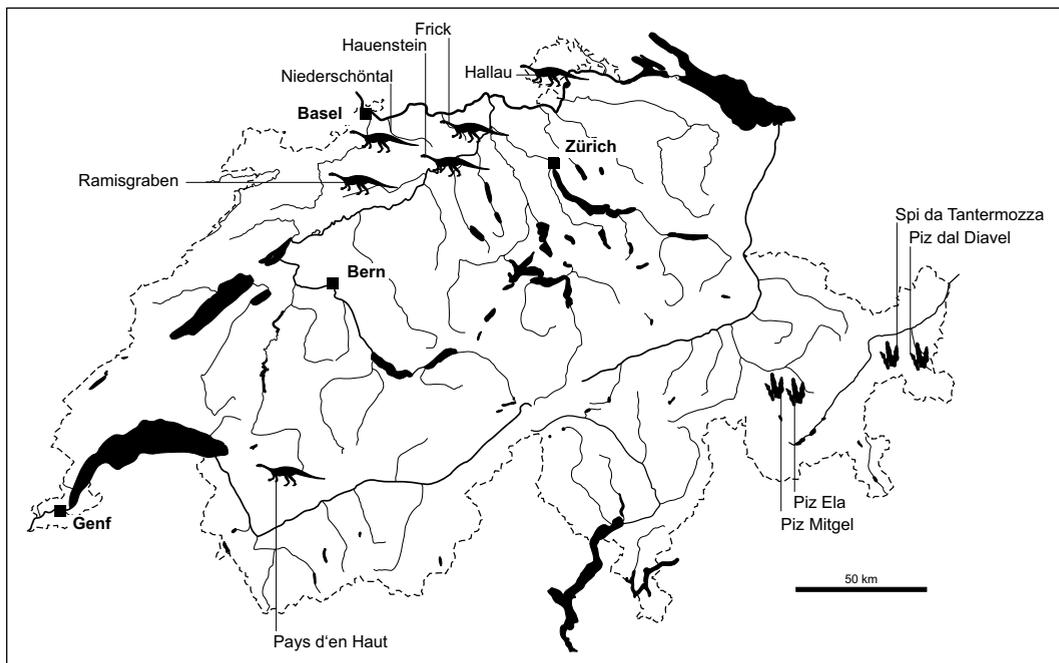


Abb. 1: Triassische Dinosaurierfundstellen in der Schweiz.

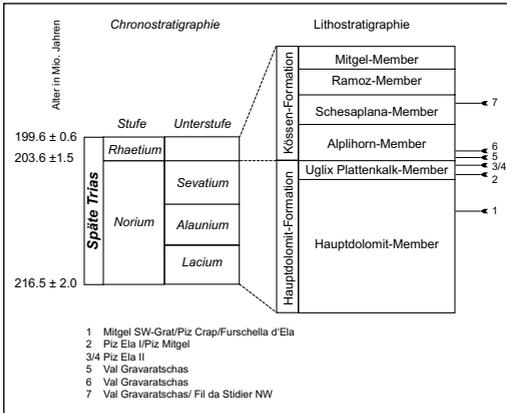


Abb. 2: Chrono- und Lithostratigraphie der Ela-Decke mit Position der einzelnen Fährtenhorizonte (absolute Alter nach Ogg et al. 2008).

Die Aufschlussverhältnisse sind äusserst schwierig. Die Spurenflächen sind meist nahezu senkrecht und stark durch Steinschlag gefährdet, und sind deshalb nur unter grossen Sicherheitsvorkehrungen dokumentierbar. Einige sind gar nicht zugänglich und nur von der Luft aus kartierbar (Westgrat des Piz Mitgel, Südflanke des Piz Crap).

1.2 Erste Resultate

Die im Rahmen dieser Arbeit erwähnten Aufschlüsse gehören zur höchsten tektonischen Einheit der Alpen. Die zentralostalpine Ela-Decke reicht vom Piz Toissa (Salouf, Graubünden) im Westen über Preda (Bergün, Graubünden) bis zum Piz Üertsch (Bergün) im Osten, wo sie von der Engadiner-Linie begrenzt wird. Die Trias-Jura-Grenzsichten umfassen die norische Hauptdolomit-Gruppe mit lokal ausgebildeter Subformation (rund 1500 m mächtig) und die liegende rhaetische Kössen-Formation. Letztere ist zwischen 200 und 350 m mächtig und kann in fünf Members untergliedert werden (Abb. 2; Furrer 1993b).

2. Hauptdolomit Gruppe

2.1 Hauptdolomit-Formation

Die Helikopterprospektion nach weiteren Lokalitäten in den Jahren 2009 und 2010 erbrachte den Nachweis von Fährtenflächen im oberen

Teil der Hauptdolomit Gruppe. Dabei handelt es sich um grössere Flächen die extrem stark zertrampelt (dinoturbiert) sind. Vorerst aus der Luft als tektonisches Phänomen interpretiert, ergab eine genauere Analyse der liegenden und hangenden Schichten klare Hinweise auf Dinosaurierspuren, da die rundlichen Eindrücke stets durch Sedimente verfüllt waren. Drei Fundstellen, die alle insgesamt in etwa dem gleichen stratigraphischen Niveau liegen, sind bis heute bekannt. Zwei davon sind absolut unzugänglich, sie liegen im mittleren Teil der Piz Crap Süd- und Nordflanke des Piz Mitgel-Südwestgrats. Die dritte Fläche ist mit Seil zugänglich und befindet sich östlich der Furschella d'Ela (alle Filisur).

2.1.1 Uglix Plattenkalk-Member

Die spektakulärsten Fundstellen befinden sich im oberen Bereich des Uglix-Plattenkalk Members. Dazu gehört die Fläche am Gipfelaufschwung des Piz Mitgel unmittelbar rechts vom Klettersteig, die erstmals von Andi Niedermann (Parpan) erkannt wurde. Unmittelbar links, in der Ostflanke lässt sich diese Fläche ebenfalls nachweisen. Hier sind sehr gut erhaltene Fussabdrücke von Prosauropoden und kleine bis mittel-grosse Trittsiegel von Raubsauriern vorhanden (Abb. 4). Bei näherer Untersuchung zeigt sich, dass wenige Dezimeter höher ein weiterer Spurenhorizont vorhanden ist; hier sind die Trittsiegel in einem mergeligen Substrat als Füllungen unter einem Überhang sichtbar.

Die Fläche westlich des Gipfels umfasst rund 70 m² und fällt mit rund 50° nach Norden ein. Insgesamt sind 9 grosse Trittsiegel gut sichtbar, davon sind 5 allerdings stark verwittert. Diese waren es, die auch dem Entdecker bei der Begehung des Klettersteigs aufgefallen waren. Es handelt sich dabei um deutliche Eindrücke von bis zu 70 cm Länge mit drei deutlichen, schlanken, leicht gebogenen Zeheneindrücken. Jeweils ein linker und ein rechter Fuss bilden mindestens zwei kurze Fährtensegmente. Da aber eine längere Schrittfolge bisher fehlt, lassen sich keine näheren Aussagen zur Fortbewegungsgeschwindigkeit machen. Mit Sicherheit handelt es sich dabei aber um bipede Fährten ohne Anzeichen

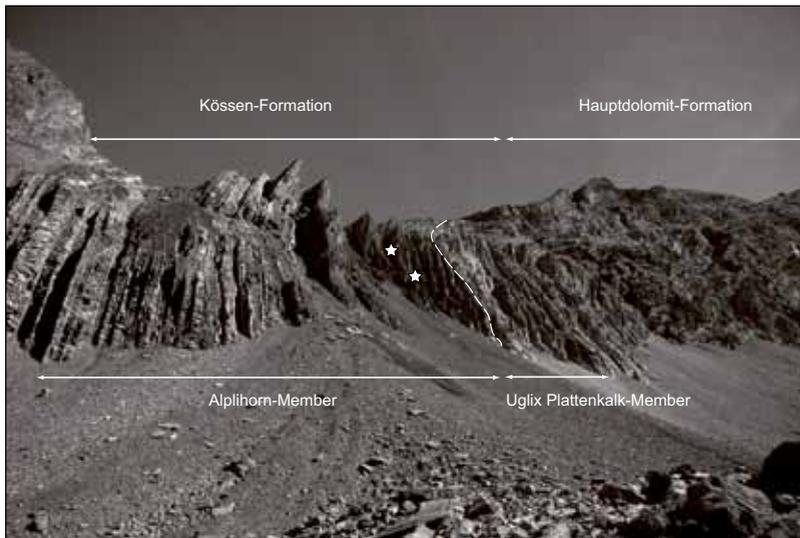


Abb. 3: Ansicht der Grenze Hauptdolomit-Formation/Kössen-Formation von Norden (Sterne verweisen auf zwei Fährtenhorizonte in der Steilwand; Horizonte 4/5 in Abb. 2 und Abb. 6, 7).

für Handeindrücke. Aufgrund der Morphologie, der Grösse und Erscheinung der Trittsiegel lassen sie sich mit Vorsicht zur FährtenGattung *Otozoum* stellen, eine genauere Analyse steht aber noch aus. Sie sind wesentlich besser erhalten, als diejenigen vom Piz dal Diavel (Zerne), welche nur als «undertracks» (Paus Spuren) vorliegen. Die Funde vom Spi da Tantermozza (Furrer und Lozza 2008) zeigen wesentlich mehr Details. Allesamt sind die Trittsiegel von zweibeinigen Prosauropoden hinterlassen worden. Ein möglicher Erzeuger wäre *Plateosaurus*, Knochenfunde wurden allerdings bisher noch keine gemacht. Auf der Fläche am Piz Mitgel sind zudem insgesamt sieben weitere dreizehige Eindrücke zu erkennen, zwei nur mit undeutlichen einzelnen Zeheneindrücken. Die gut sichtbaren Trittsiegel variieren in der Länge von 17 bis 25 cm. Die Grösse, die schlanken, dünnen Zehen und der leicht sichelförmig verlaufende Eindruck der mittleren Zehe deutet auf die FährtenGattung *Grallator*. Sie stammen von kleinen bis mittelgrossen Raubsauriern und lassen sich durchaus mit denjenigen vom Piz dal Diavel vergleichen.

Der Gipfelaufbau des Piz Ela (Bergün) wird von ostwärts einfallenden Schichtflächen des oberen Teils der Hauptdolomitgruppe gebildet. 2009 konnten mittels gezielter Helikopterprospektion drei Fährtenflächen lokalisiert werden.

Die stratigraphisch tiefste Lage weist rund 25 dreizehige Eindrücke von Theropoden (*?Grallator*) auf. Die mittlere, grösste Schichtfläche zeigt eine Fährtenfolge mit 5 grossen, dreizehigen Eindrücken (Fusslänge zwischen 28 und 33 cm; Abb. 5). Die Eindrücke der einzelnen Zehen beziehungsweise deren Ballen sind breit und rundlich, und unterscheiden sich klar von denjenigen kleinerer Trittsiegel. Sie gehören vermutlich zur in der Späten Trias weltweit verbreiteten Spurengattung *Eubrontes*. Auf der gleichen Fläche lässt sich noch eine weitere Fährte beobachten, sie kann aber aufgrund der Erhaltung nicht näher zugeordnet werden. Die jüngste Fläche, gleich unterhalb des Gipfels zeigt dreizehige Spuren eines kleinen Theropoden und schwache rundliche Eindrücke, die vermutlich von einem Prosauropoden stammen (Meyer et al. 2010). Eine nähere Untersuchung der Fläche war für 2010 geplant, musste aber aufgrund der schlechten Wetterverhältnisse abgebrochen werden.

3. Kössen-Formation (Abb. 2)

3.1 Alplihorn-Member

Besonders interessant ist das Vorkommen von Trittsiegeln von hochentwickelten Sauropoden aus dem untersten Teil der Kössen-Formation (Alplihorn-Member; Spätes Norium) aus der



Abb. 4: Luftaufnahme der westlichen Fährtenfläche am Piz Mitgel (Uglix Plattenkalk-Member). Sichtbar sind vierzehige Eindrücke von Prosauropoden und dreizehige Eindrücke von Theropoden.



Abb. 5: Luftaufnahme des Gipfelaufbaus des Piz Ela (Hauptdolomit-Formation). Sichtbar sind fünf aufeinanderfolgende dreizehige Eindrücke eines grossen Raubsauriers (*Eubrontes* sp.).



Abb. 6: Hinter- und Vorderfusseindruck eines hochentwickelten Sauropoden in der Kössen-Formation vom Val Gravaratschas.



Abb. 7: Ansicht der Fährtenfläche im Val Gravaratschas (Uglix Plattenkalk Member). Vierzehige Eindrücke (oberhalb des Koautors B. Thüring) auf der gelblichen Dolomitbank.

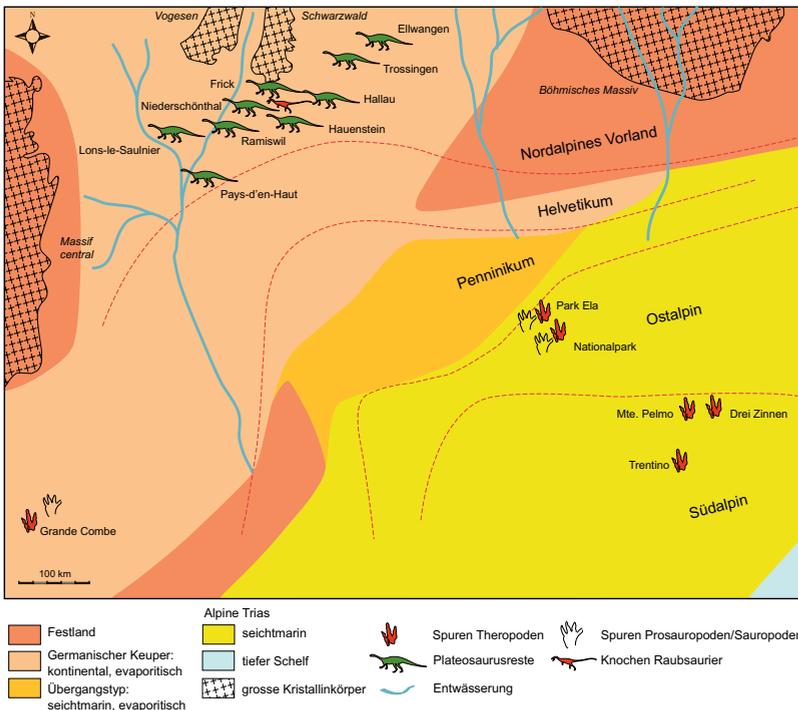


Abb. 8: Kombinierte paläogeographische Karte der oberen Trias (Norian) von Zentraleuropa mit den wichtigsten Fundstellen von Prosauropoden. Abwicklung verändert nach Pfiffner (2009), Entwässerung nach Berra et al. (2009), Lokalitäten nach Meyer und Thüring (2003), Lockley und Meyer (2000), Meyer (2010), Meyer et al. (2010) und Belvedere et al. (2010).

zentralen ostalpinen Ela-Decke. Sie wurden von Rico Stecher 2006 südwestlich von Filisur (Kanton Graubünden) an einem steilen Grataufschwung im Val Gravaratschas erstmals bemerkt.

Die Fläche umfasst ungefähr 96 m² und weist eine rund 19 m lange Fährte mit insgesamt 14 Eindrücken auf. Die Eindrücke sind als negative Epichnia in einem dunklen Mikrit im untersten Teil des Alplihorn-Members (Kössen-Formation, Norium) erhalten und zeigen sehr gut entwickelte Sedimentwülste. Die Spuren werden von einer 5 bis 10 cm mächtigen Mikritbank überdeckt, ohne dass sie sich auf diese überliegende Schichtfläche durchpausen. Das deutet darauf hin, dass die Fährtenfläche schnell, also zum Beispiel durch ein Sturmereignis, zugeeckt wurde. Zusammen mit der guten Erhaltung der Spuren und den Sedimentwülsten belegt dies auch, dass es sich um sogenannte «echte Spuren» und nicht um «Paussspuren» handelt (Abb. 6).

Die steile Fläche (75°) erlaubt nur Zugänge am Seil und ist extrem durch Steinschlag gefähr-

det. Sie zieht sich bis nach oben in den Grat des Fil da Stidier, wo mittels Helikopterprospektion noch weitere Eindrücke nachgewiesen werden konnten, die bisher aber noch nicht direkt vor Ort begutachtet werden konnten. Die am Besten erhaltene Hand-Fuss Abfolge zeigt eine klassische Heteropodie, wobei der Handeindruck wesentlich kleiner ist als derjenige des Hinterfusses. Die Hände sind digitigrad («Zehengänger») und zeigen keine Klaueneindrücke, Die Hinterfüsse sind vierzehig ohne Balleneindrücke, doch lässt sich Letzteres infolge der Erhaltung nicht eindeutig sagen. Ihr Aussehen lässt sich weder mit Trittsiegeln aus Nordamerika, Brasilien noch mit denjenigen des Schweizerischen Nationalparks, alle mit deutlichen Zeheneindrücken, vergleichen. Infolge der ausgeprägten Zehenreduktion scheinen sie bis heute die weltweit ältesten Spuren fortgeschrittener Sauropoden zu sein.

Nur wenige Meter unterhalb der Fährtenfläche konnte das sehr gut erhaltene Skelett eines Flugsauriers geborgen werden (Stecher 2008). Im höheren Bereich der Kössen-Formation sind

Reste von Placodontiern (Pflasterzähnechsen), Haien, Fischen und von wirbellosen Tieren (Brachiopoden, Bivalven) nicht allzu selten (z.B. Bürgin und Furrer 1993).

Im Liegenden der Flugsaurierfundsicht, nur wenige Meter oberhalb der Grenze zum liegenden Uglix Plattenkalk, konnte eine weitere Fährte dokumentiert werden. Die als negative Epichnia erhaltenen Trittsiegel zeigen deutlich Sedimentwülste und sind auf einer gelblichen Dolomitbank erhalten. Diese rund 7 m lange Fährte weist ein deutliche Heteropodie auf. Die Handeindrücke sind klein und rundlich, die Füsse wesentlich grösser rund 65 cm lang und mit vier deutlichen, gebogenen Zeheneindrücken (Abb. 7). Sie kann einem Prosauropoden zugeschrieben werden, der fakultativ quadruped (auf allen Vieren) unterwegs war. Biomechanische Bewegungsmodelle von *Plateosaurus* zeigen, dass diese bipede Form zu kurzer Fortbewegung auf allen Vieren fähig war (Mallison 2010a, 2010b, 2011).

3.2 *Schesaplana*-Member (Abb. 2)

Während der ersten Geländekampagne im August 2007 konnten in einem namenlosen Tälchen südlich des Val Gravaratschas im höheren Teil der Kössen-Formation (*Schesaplana*-Member, Spätes Rhaetium) bereits mehrere rundliche Eindrücke lokalisiert werden. Sie sind in einem dolomitischen Kalk erhalten, der eindeutige Zeichen (?birdseyes) für ein Trockenfallen der Fläche aufweist. Auch wenn ihre Erhaltung nicht besonders gut ist, lässt sich erkennen, dass es sich dabei um rundliche Eindrücke ohne Zeheneindrücke handelt, die wohl von Sauropoden hinterlassen wurden. 2009 konnte der gleiche Horizont auch im Val Gravaratschas nachgewiesen werden, wo die rundlichen Spuren besser und von Sedimentwülsten umgeben erhalten sind, und eindeutig frühen Sauropoden zugeordnet werden können (Meyer et al. 2010).

4. Schlussfolgerungen

Bis heute sind in der Trias der Ela-Decke sieben Fährtenhorizonte nachgewiesen, die vom Norium (Alaunium) bis ins Späte Rhaetium rei-

chen. Die grossen Raubsaurier (Spurengattung *Eubrontes*) des Piz Ela und des Piz Mitgel (Uglix-Plattenkalk) bilden zusammen mit den Spuren vom Piz dal Diavel (Diavel-Formation) des Schweizerischen Nationalparks aus der Hauptdolomit Formation und denjenigen der Drei Zinnen von Lavaredo (?Tuvalium; Dolomiten, Italien: Belvedere et al. 2010) die ältesten eindeutigen Belege grosser Raubsaurier der Trias-Zeit. Sie sind älter als die Skelette von *Liliensternus liliensterni* aus dem spät-norischen Knollenmergel von Süddeutschland (Huene 1934). Diese Raubsauriergattung mit rund 5 bis 8 m Länge käme als Erzeuger der Spuren und Fährten in Frage.

Skelettreste kleiner Raubsaurier sind in der Trias vor allem aus Nordamerika bekannt. Sie können als Verursacher der Spurengattung *Gralator* angesehen werden. Der kürzlich in den Knollenmergeln der Tongrube Frick (Kanton Aargau) entdeckte Raubsaurier gehört mit grosser Wahrscheinlichkeit in die Familie der Coelophysoidea (Hugi 2008; Foelix et al. 2011), also zur gleichen bisher nur aus Nordamerika bekannten Gruppe.

Die Skelette von Prosauropoden, notabene der Gattung *Plateosaurus*, sind in der späten Trias Süddeutschlands, der Nordschweiz und im französischen Jura sehr häufig. Ihre Spuren konnten aber im germanischen Becken bisher nicht nachgewiesen werden (Abb. 8). Die Frage nach ihrem Fehlen lässt sich noch nicht beantworten, ob sie bisher einfach übersehen wurden, muss vorerst dahingestellt bleiben.

Besonders interessant sind aber die im Parc Ela in verschiedenen Niveaus nachgewiesenen Trittsiegel und Fährten, die nach dem bisherigen Kenntnisstand von fortgeschrittenen Sauropoden mit reduzierten Zehen stammen. Sie sind sowohl in etwas älteren wie auch fast in zeitgleichen Schichten mit eindeutigen Prosauropoden-Fährten gefunden worden. Dies unterstützt die These, dass offensichtlich beide, sowohl Prosauropoden als auch Sauropoden zur gleichen Zeit vorkamen und nicht wie bisher angenommen nacheinander aufgetreten sind.

Die vorliegenden Untersuchungen zeigen, dass triassische Dinosaurierspuren wesentlich weiter verbreitet waren als bisher angenom-

men. War man bisher davon ausgegangen, dass sie sich auf die Quaternals-Einheit der Engadiner Dolomiten beschränken, zeigen die neuen Funde eine räumlich grössere Verbreitung, sowohl in der Ortler-Einheit (mündl. Mitt. H. Plozza) wie auch in der Ela-Decke. Zudem weisen die hier beschriebenen Funde nach, dass insgesamt sieben verschiedene Fährtenniveaus vorhanden sind, die vom mittleren Norium bis ins mittlere Rhaetium reichen. Dies belegt eine wiederholte Präsenz von Dinosauriern im Untersuchungsgebiet. Darüber hinaus zeigt ihre unterschiedliche Morphologie und Grösse auch deutlich, dass die Zusammensetzung der Gemeinschaften wesentlich grösser war, als die bisherigen Funde allein belegen konnten.

Zusammen mit den Spurenfunden aus dem Schweizerischen Nationalpark und denjenigen aus der späten Trias von Norditalien ergeben sich mit fortschreitendem Kenntnisstand neue Einblicke in die frühe Evolution der Dinosaurier.

5. Danksagungen

Dieses Projekt wurde von der Kulturförderung des Kantons Graubünden und von der Stiftung zur Förderung des Naturhistorischen Museums Basel finanziell unterstützt. Unser Dank geht an Jürg-Paul Müller und Ueli Rehsteiner (Naturmuseum Chur) für die Erlaubnis, im Gebiet zu arbeiten, gleichzeitig auch an Dieter Müller (Parc Ela) für die Mithilfe und Unterstützung des Projekts. Dank auch an die Gemeindebehörden von Filisur und Bergün und an Thuri Huber, Hüttenwart der Ela-Hütte für seine Hilfe und das Vertrauen. Danken möchten wir Andi Niedermann (Parpan), der uns seine Entdeckung am Piz Mittel anvertraut und unser Team unterstützt hat. Herzlichen Dank an Marc Niedermann (Basel), Stefan Bucher (Neuchâtel) und Beni Jost (Zürich) für ihre Hilfe im Gelände. Besonderer Dank geht an Sherpa für die grosszügige Unterstützung mit Expeditionsmaterial.

6. Literaturverzeichnis

- Avanzini, M., G. Leonardi, G. & P. Mietto (2003): *Lavinipes cheminii* Ichnogen., Ichnospec. nov., A possible Sauropodomorph track form the Lower Jurassic off the Italian Alps. *Ichnos* 10: 179–193.
- Belvedere, M., M. Rigo, L. Marchetti, & P. Mietto (2010): Upper Triassic dinosaur tracks from the Dolomites: new dating and material. Abstracts 8th Meeting European Association of Vertebrate Palaeontologists, Aix-en-Provence, 19.
- Berra, F., F. Jadoul & A. Anelli (2009): Environmental control on the end of the Dolomia Principale/Hauptdolomit depositional system in the central Alps: Coupling sea-level and climate changes. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology* 29 doi:10.1016/j.palaeo.2009.06.037
- Buffetaut, E., V. Suteethorn, G. Cuny, G., H. Tong, J. Le Loeuff, S. Khansubha & S. Jongautchariyakul (2000): The earliest known sauropod dinosaurs. *Nature* 407: 72–74.
- Bürgin, T., & H. Furrer (1993): Kieferreste eines grossen Strahlenflossers (Osteichthyes, Actinopterygii) aus der ostalpinen Obertrias der Bergüner Stöcke (Kanton Graubünden, Schweiz) und Diskussion der Validität von *Birgeria costata* (Muenster 1839). *Eclogae geologicae Helvetiae* 86: 1015–1029.
- Foelix, R., B. Pabst & R. Kindlimann (2011): Die Saurier in Frick. Aargauische Naturforschende Gesellschaft, 37, 59–75.
- Furrer, H. & H. Lozza (2008): Neue Funde von Dinosaurierfährten im Schweizerischen Nationalpark. *Cratschla* 1: 17–21.
- Furrer, H. (1993a): Dinosaurier im Schweizerischen Nationalpark. *Cratschla, Ediziuns specialas* 1: 4–24.
- Furrer, H. (1993b): Stratigraphie und Facies der Trias/Jura-Grenzschichten in den oberostalpinen Decken Graubündens. Diss. Univ. Zürich, 112 S.
- Huene, F. v. (1934): Ein neuer Coelurosaurier in der thüringischen Trias. *Paläontologische Zeitschrift* 16 (3/4): 145–70.
- Hugi, J.C. (2008): The axial and posterior appendicular morphology of the first theropod skeleton (Saurischia, Dinosauria) of Switzerland (Late Triassic; Frick, Canton Aargau). Master Thesis, Paleontological Institute and Museum of the University of Zürich, 161 S.
- Langer, M.C., M.D. Ezcurra, J.S. Bittencourt & F.E. Novas (2010): The origin and early evolution of dinosaurs. *Biological Reviews* 85: 55–110.
- Lockley, M., S.G. Lucas & A.P. Hunt (2006): *Eosauropus*, A new name for a Late Triassic track: Further observations on the Late Triassic Ichnogenus *Tetrasauropus* and related forms, with notes on the limits of interpretation. In: Harris Jerry D., S.G. Lucas, J. A. Spielmann, M.G. Lockley, A.R.C. Milner, & J. I. Kirkland, (Hrsg.): *The Triassic-Jurassic*

- Terrestrial Transition. New Mexico Museum of Natural History and Science Bulletin 37: 192–198.
- Lockley, M.G. & C.A. Meyer (2000): Dinosaur tracks and other fossil footprints of Europe. Columbia University Press, New York. 360 S.
- Mallison, H. (2010a): The digital *Plateosaurus* I: body mass, mass distribution and posture assessed using CAD and CAE on a digitally mounted complete skeleton. *Palaeontologia Electronica* 13.2.8A
- Mallison, H. (2010b): The digital *Plateosaurus* II: an assessment of the range of motion of the limbs and vertebral column and of previous reconstructions using a digital skeletal mount. *Acta Palaeontologica Polonica* 55(3): 433–458; doi:10.4202/app.2009.0075
- Mallison, H. (2011): *Plateosaurus* in 3D: how CAD models and kinetic-dynamic modeling bring an extinct animal to life. In: Klein, N., Remes, K., Gee, C. & Sander M. (Hrsg.): *Biology of the Sauropod Dinosaurs: Understanding the life of giants. Life of the Past* (series ed. Farlow, J.) Indiana University Press: 219–236.
- Marsicano, C.A. & S.P. Barredo (2004): A Triassic tetrapod footprint assemblage from southern South America: palaeobiogeographical and evolutionary implications. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology* 203: 313–335.
- Martinez, R. N. & Alcobar, O.A. (2009): A Basal Sauropodomorph (Dinosauria: Saurischia) from the Ischigualasto Formation (Triassic, Carnian) and the early evolution of Sauropodomorpha. *PLoS ONE* 4(2):doi:10.371/journal.pone.0004397.
- Meyer Ch.A., & B. Thüring, L. Costeur, & S. Thüring (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.
- Meyer Ch.A., & B. Thüring, L. Costeur, & S. Thüring (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, C.A. & R. Stecher (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. & Thüring, B. (2003): Dinosaurs of Switzerland. *Comptes Rendus Académie des Sciences, Palevol Spec.* Volume. 2: 103–117.
- Meyer, Ch.A. (2010): Les Dinosaures en Suisse – de Porrentruy à Bergün. *Géochronique Mém. Spec.*117: 65–67.
- Ogg, J.G., G. Ogg & F.M. Gradstein (2008): *The concise geologic time scale.* Cambridge University Press, Cambridge, 177 S.
- Pfiffner, A.O. (2009): *Geologie der Alpen.* Haupt Verlag, Bern, Stuttgart, Wien. 359 S.
- Somm, A. & B. Schneider (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.
- Stecher, R. (2008): A new Triassic pterosaur from Switzerland (Central Austroalpine, Grisons), *Raeticodactylus filisurenensis* gen. et sp. nov. *Swiss Journal of Geosciences* 101: 185–201.
- Wilson, J. (2005): Integrating ichnofossil and body fossil records to estimate locomotor posture and spatiotemporal distribution of early sauropod dinosaurs: a stratocladistic approach. *Paleobiology* 31(3): 400–423.

Christian A. Meyer, Basil Thüring
Naturhistorisches Museum Basel
Augustinerstrasse 2
CH-4001 Basel
e-mail: christian.meyer@bs.ch

Daniel Marty
Office de la culture, Paléontologie A16
Hôtel des Halles, CP 64
CH-2900 Porrentruy 2

Silvan Thüring
Naturmuseum Solothurn
Klosterplatz 2
CH-4500 Solothurn

Rico Stecher
Schellenbergstrasse 13
CH-7000 Chur