

Zeitschrift: Regio Basiliensis : Basler Zeitschrift für Geographie
Herausgeber: Geographisch-Ethnologische Gesellschaft Basel ; Geographisches Institut der Universität Basel
Band: 66 (2025)
Heft: 1

Artikel: Die Saurierfunde aus der späten Trias von Frick : eine andauernde wissenschaftliche Erfolgsgeschichte
Autor: Sander, P. Martin / Oettl, Andrea / Pabst, Ben
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-1088597>

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: 15.01.2026

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

Die Saurierfunde aus der späten Trias von Frick: eine andauernde wissenschaftliche Erfolgsgeschichte

P. Martin Sander, Andrea Oettl und Ben Pabst

Zusammenfassung

Die Trias ist einer der spannendsten Abschnitte der Erdgeschichte, fällt in diese Zeit doch die Entstehung der Welt der Dinosaurier, aber auch der Ursprung der heutigen Fauna. Ablagerungen der Trias gibt es weltweit, aber wenige liefern so interessante Funde von Landwirbeltieren wie in der aargauischen Gemeinde Frick. Die saurierführenden Schichten gehören dem Gruhalde-Member der Klettgau-Formation an und sind ca. 230 bis 210 Millionen Jahre alt. Die Fundstelle Frick gehört zum Typus Plateosaurus-Friedhof; über hundert teils vollständige Skelette dieses bekannten sauropodomorphen Dinosauriers wurden inzwischen geborgen und sind in Museen in ganz Europa ausgestellt. Die Skelette sammelten sich über einen sehr langen Zeitraum an, da immer wieder einzelne Tieren in Schlammfallen und Wasserlöchern verendeten. Plateosaurus war durch seine Grösse (bis 10 m) besonders gefährdet. Neuerdings wurden aber teils sensationelle Funde weiterer Wirbeltierreste gemacht, so zwei Arten von primitiven Schildkröten, Flugsaurier und Brückenechsen. Mit Funden auch im Umkreis der Tongrube Gruhalde hat die Fundstelle einen minimalen Durchmesser von 4 km.

1 Einleitung

1.1 Dinosaurier und andere Saurier: Was ist der Unterschied?

Der Begriff “Saurier” meint im Deutschen nicht nur Dinosaurier, sondern alle grossen Reptilien des Erdmittelalters und späten Erdaltertums und sowohl Land- als auch Meeresbewohner, wie die Ichthyosaurier. Dinosaurier im engeren Sinn (die “dinosaurs” des englischen Sprachgebrauchs) sind die dominante Landwirbeltiergruppe der späten Trias, des Juras und der Kreide, einer Zeit-

Adressen der Autorin und der Autoren: P. Martin Sander, Paläontologie, Bonner Institut für Organismische Biologie, Nussallee 8, Universität Bonn, D-53115 Bonn, E-Mail: paulmartinsander1@gmail.com; Andrea Oettl-Rieser, Sauriermuseum Frick, Schulstrasse 22, CH-5070 Frick; Ben Pabst, Sauriermuseum Frick, Schulstrasse 22, CH-5070 Frick

spanne von 150 Millionen Jahren. Sie schliessen so vertraute Formen wie die pflanzenfressenden Langhalsdinos (Sauropoden) und den ultimativen Raubdinosaurier *T. rex* mit ein, aber auch die heutigen Vögel, die sich schon in der Jurazeit von den übrigen Raubsauriern abgespalten haben.

Vom Beginn der Dinosaurierevolution vor 230 Millionen Jahren bis ans Ende der Unterjura-Zeit vor 180 Millionen waren die frühen Sauropodomorphen die häufigsten Dinosaurier (vgl. *Nau* in diesem Heft). Zu ihnen gehört *Plateosaurus* aus Frick.

1.2 Dinosaurier in Europa und der Schweiz

Obwohl *Plateosaurus* sicher einer der bekanntesten Dinosaurier aus Europa ist, gibt es schon aus der Trias verschiedene andere Formen, die nicht nur durch Knochen, sondern auch durch Fussspuren belegt sind. Auch in der Jurazeit, z. B. im für die Periode namengebenden Jura Gebirge, und in der darauffolgenden Kreidezeit haben Dinosaurier ihre Spuren im wörtlichen Sinne in der Schweiz und vielen anderen Regionen Europas hinterlassen (vgl. *Meyer & Scisio* in diesem Heft). Für das Verständnis der Dinosaurier und ihrer Evolution sind aber fossile Knochen wichtiger, vor allem im Skelettverband. Hier ragt die Fundstelle Frick in der Schweiz heraus (Abb. 1), sie kann heute nach Anzahl und Qualität der Saurierskelette mit der UNESCO-Welterbestätte Monte San Giorgio im Tessin mithalten, welche vor allem kleine und mittelgrosse Meeressaurier geliefert hat.

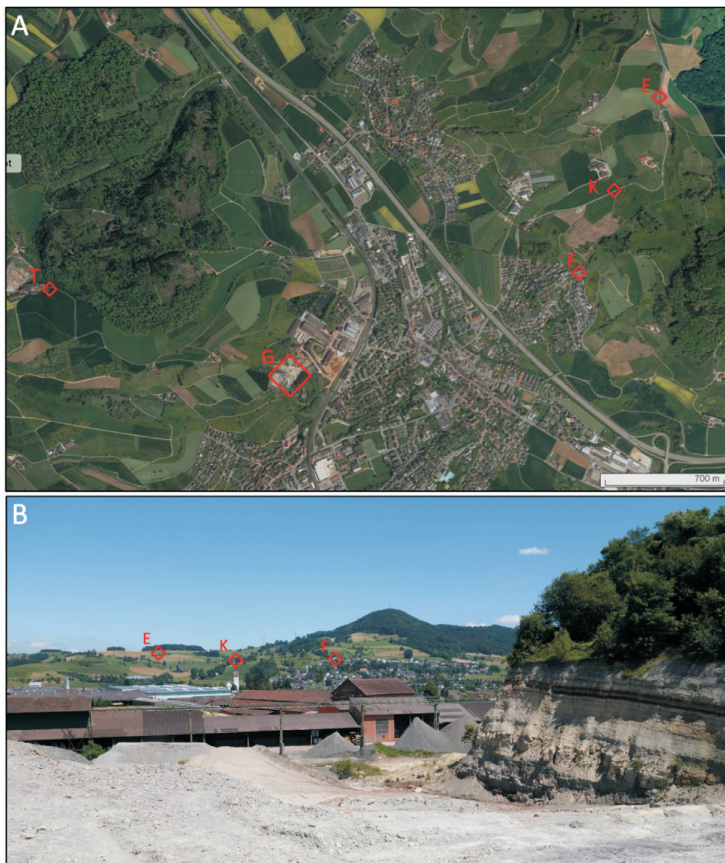


Abb. 1 (A) Die Satellitenaufnahme der Sauriervorkommen in Frick und Umgebung illustriert die enorme Ausdehnung der Fundstelle. (B) Blick von der Tongrube Gruhalde über die Ziegeleigebäude zum Frickberg. Abkürzungen: E = Ellenbüel, F=Überbauung Frickberg, G = Tongrube Gruhalde, K = Strasse nach Kaistenberg, T = Tannenheim.

Abbildung: P. M. Sander, A. Oettl und B. Pabst

Auch im gesamteuropäischen Vergleich ist die Fundstelle Frick von grosser Bedeutung. Obwohl man bei Dinosauriern an weit entfernte Regionen wie das westliche Nordamerika, die Mongolei oder Argentinien denkt, gibt es auch in Europa sehr viele und auch historisch bedeutende Funde. So sind die englischen Funde von *Megalosaurus* und *Iguanodon* aus der Unterkreide zu nennen, die den Beginn der Dinosaurierforschung markieren. Zahlreiche *Iguanodon*-Skelette wurden auch in Belgien in einer Kohlenmine entdeckt, und die vegetationsarmen Regionen Südwesteuropas haben in den letzten Jahrzehnten zahlreiche und vielfältige Funde geliefert. Eine kleine Besonderheit stellt *Europasaurus* dar, ein entfernter Nachfahre von *Plateosaurus* aus der späten Jurazeit. *Europasaurus* war ein enger Verwandter des riesigen *Brachiosaurus*, aber viel kleiner, kleiner sogar als *Plateosaurus*. *Europasaurus* stellt das klarste Beispiel für Inselverzweigung bei Dinosauriern dar und ist eine geologisch folgerichtige Entdeckung, da Europa zur Jurazeit vom Meer bedeckt war und Meeressaurier wie Ichthyosaurier und Plesiosaurier wesentlich häufiger gefunden werden als Dinosaurier. In der Trias aber war Europa noch landfest und offensichtlich von zahllosen Plateosauriern bewohnt.

1.3 *Plateosaurus*

Plateosaurus wurde an dutzenden von Fundstellen in der Schweiz, Deutschland und Frankreich gefunden (Sander 1992; Schoch & Seegis 2014; Schaeffer 2024). Allerdings wurde seine genaue Gestalt erst durch Fossilien von drei herausragenden Vorkommen bekannt, nämlich Trossingen am Westrand der Schwäbischen Alb, Halberstadt in Sachsen-Anhalt und seit einiger Zeit auch Frick. Diese drei Fundstellen ähneln sich in vielen Aspekten und werden zu Fossilagerstätten des Typs “*Plateosaurus*-Friedhof” zusammengefasst (Sander 1992). Zahlreiche vollständige Skelette aus diesen Lagerstätten zeigen uns, dass *Plateosaurus* mit bis zu 10 m Gesamtlänge und 4 Tonnen Lebendgewicht schon ein “ordentlicher Saurier” war. Wie alle frühen Dinosaurier bewegte er sich auf zwei Beinen fort, die Vierbeinigkeit seiner Verwandten entwickelte sich erst später. *Plateosaurus* hatte einen kleinen, pferdeähnlichen Kopf auf einem langen, schlanken Hals, einen eher langgestreckten Rumpf und einen langen, an der Basis sehr dicken Schwanz, der als Gegengewicht zum Rest des Körpers beim Stehen und Laufen auf zwei Beinen diente. Die Vorderbeine waren viel schwächer und kürzer ausgebildet als die Hinterbeine, hatten aber eine gut ausgebildete, fünf-fingrige Hand mit einer mächtigen Daumenkralle (Nau et al. 2020; Schaeffer 2024). Diese ist ein Erkennungsmerkmal (Synapomorphie) der Sauropodomorphen und diente *Plateosaurus* wohl zur Verteidigung, aber auch beim Nahrungserwerb. Der *Plateosaurus*-Fuss hatte vier gut ausgebildete, kräftige Zehen mit starken Krallen, die aber weniger gebogen und seitlich abgeflacht waren als die Daumenkralle. Wie bei allen Dinosauriern waren die Beine beim Laufen vollständig unter den Körper gestellt, was auch durch aus der Schweiz bekannte fossile Fussspuren belegt wird.

Der Schädel (Lallensack et al. 2021; Schaeffer 2024) besitzt eine lange Reihe gleichförmiger und dicht stehender Zähne in jedem Kieferast, und die Augenöffnung liegt weit hinten. Die Form der Zähne erinnert an ein Laubblatt durch die seitliche Abflachung und Verbreiterung der Krone, die eine grobe Zähnelung trägt. Die Wurzel ist dagegen schlank und im Querschnitt rund. Diese Bezahnung ist typisch für Pflanzenfresser unter den Reptilien und weist somit auf eine herbivore Ernährung hin. Allerdings wurde das Gebiss nur zum Abbeissen und Abreissen der Pflanzennahrung verwendet, die wie bei allen Sauropodomorphen unzerkaut geschluckt wurde.

1.4 Die *Plateosaurus*-Friedhöfe der späten Trias

Die *Plateosaurus*-Friedhöfe belegen die weite Verbreitung und Häufigkeit dieses Sauriers eindrücklich, allen voran die Fundstelle Frick, die in den Fundzahlen der letzten beiden Jahrzehnte Trossingen und Halberstadt übertroffen hat. Diese drei bekannten *Plateosaurus*-Friedhöfe bieten aber ein erstaunlich einheitliches Bild nach Fossilinhalt und Erhaltung (Sander 1992), indem sie in erster Linie Massenansammlungen grösserer, anscheinend erwachsener *Plateosaurus*-Skelette enthalten. Massenansammlungen werden in der Paläontologie schnell mit einem Massensterben in Verbindung gebracht, was sich aber für diese Vorkommen gerade nicht belegen lässt. Der Nachweis eines Massensterbens wäre von Interesse, weil er ein Hinweis auf Herdenleben bei *Plateosaurus* und Dinosauriern im Allgemeinen wäre.

Dieser Forschungsansatz wurde auch in den späten 1980er Jahren in Frick durch die Universität Zürich verfolgt (Sander 1992). Das Arbeitsfeld wird als Taphonomie bezeichnet und geht der Frage nach, wie eine Fossilfundstelle entstanden ist. Allerdings ist taphonomische Forschung kein Selbstzweck, sondern dient dem besseren Verständnis der fossilen Tiere und Pflanzen als lebende Organismen. Taphonomische Prozesse sind der Filter, der die meiste Information, die ein lebender Organismus bietet, vor dem Übergang in den Fossilbericht zurückhält. So lässt sich durch ein Verständnis des Filters auf die lebenden Tiere und Pflanzen zurückschliessen. Auf die Entstehung der *Plateosaurus*-Friedhöfe wird gegen Ende des Artikels nach der Übersicht über die Funde näher eingegangen.

1.5 Der geologische Rahmen und das Profil im Fricktal

Die Fundschichten der Fricker Saurier (Abb. 2) lassen sich dem mittleren Keuper zuordnen, der einen Grossteil der späten Trias abdeckt. Auf der geologischen Karte werden die Schichten der Klettgau-Formation und innerhalb dieser dem Gruhalde-Member zugeordnet (Jordan et al. 2016). In der namensgebenden Tongrube Gruhalde, die über viele Jahrzehnte von der Tonwerke Keller AG betrieben wurde, sind diese Schichten zusammen mit den unter- und überlagernden Ablagerung hervorragend zugänglich und müssen nach Ende des Abbaus als Geotop geschützt werden. Die Saurierschichten im Gruhalde-Member beginnen mit einem deutlichen Farbwechsel von gelb und rot nach grau-grün. Beim grau-grünen Gestein des mittleren Gruhalde-Members handelt es sich um einen Mergel, also ein feinkörniges Sediment mit einem hohen Anteil von Karbonat, wie es typisch für aride Gegenden ist. Die in den gelb-roten Bereichen sehr deutliche Schichtung verliert sich, und es schalten sich dunkelrote Partien ein, die von der Entwicklung von Böden zeugen. Erosionsrinnen zeugen von fliessendem Wasser, das sich in eine weite, trockene Schwemmebene ("Playa") einschnitt. In diesem Schichtpaket kommen in mindestens vier Niveaus die Saurierskelette vor (Abb. 3 & 4). Der obere Teil des Gruhalde-Members ist einheitlicher in seiner stärker grauen Farbe und hat nur eine, relativ kürzlich entdeckte Saurierschicht in seinem obersten Meter, die entsprechend als obere Saurierschicht bezeichnet wird. Direkt darüber folgen Ablagerungen des unteren Juras, wobei der obere Keuper, die Ablagerungen des Rhäts, in Frick fehlen, ebenso wie die untersten Juraablagerungen. Der untere Jura (Arietenkalk/Beggingen-Member) enthält neben zahllosen und oft sehr grossen Ammoniten ebenfalls Saurierreste, allerdings solche von Meeressauriern (Ichthyosaurier, siehe oben).

Die Knochenfunde aus dem mittleren Teil des Gruhalde-Members (untere und mittlere Saurierschicht) sind von aussen mit einem leicht orangen Überzug versehen und im Bruch violett-grau, bei Verwitterung zeigen sie das intensive Blau des Minerals Vivianit. Die Funde aus der obersten Saurierschicht hingegen sind schwarz und von zahllosen feinen Brüchen und hellen Adern durchzogen (Abb. 5A & 5B), Resultate der Bodenbildung nach der Einbettung der Kno-

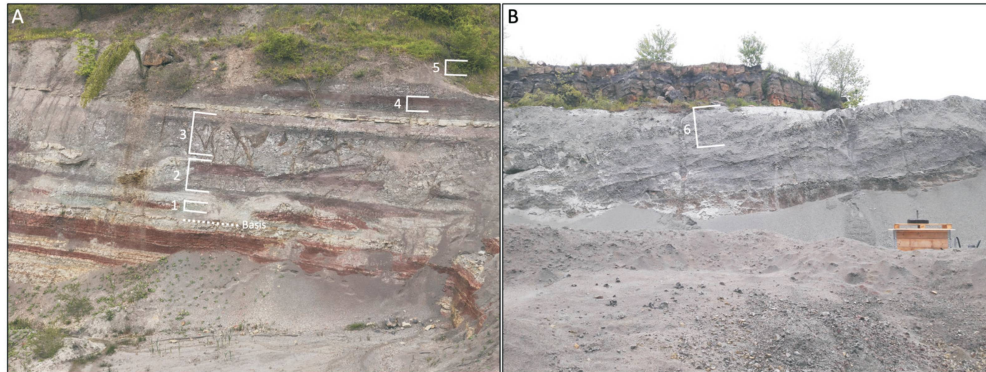


Abb. 2 Die Saurierschichten im Gruhalde-Member der Klettgau-Formation in der Tongrube Gruhalde in Frick, AG. (A) Der mittlere Teil des Gruhalde-Members der Klettgau-Formation beginnt mit der ersten grau-grünen Schicht. Bald darüber liegt die unterste Saurierschicht (1), die bisher nur wenige Funde geliefert hat. Darüber folgt die “untere Schicht tief” (Schicht 2) und die “untere Schicht hoch” (3). Über der aushaltenden gelblichen Dolomitbank folgt die “mittlere Saurierschicht tief” (4) und die “mittlere Saurierschicht hoch” (5). Zumindest die Fundschichten 2–5 entsprechen dem Typus des *Plateosaurus*-Friedhofs. (B) Im oberen Teil des Gruhalde-Members gibt es eine weitere Saurierschicht (6), die eine etwas andere Erhaltung mit schwarzen Knochen und einem Raubdinosaurier-Skelett zeigt. Die gesamte Dicke der Saurierschichten von der Basis des mittleren Teils bis zum Top der oberen Saurierschicht ist 13,8 m.

Abbildung: P. M. Sander, A. Oettl und B. Pabst

Abb. 3 (A) Das grösste in Frick gefundene *Plateosaurus*-Skelett “XL” mit einer Femurlänge von 78 cm (Länge des Oberschenkels), präpariert weitgehend in Fundlage, auf einer Sonderausstellung im Museum Koenig in Bonn. (B) “Fabian”, der mit Abstand kleinste bekannte *Plateosaurus* mit einer Femurlänge von 24 cm, ausgestellt im Sauriermuseum Frick.

Abbildung: P. M. Sander, A. Oettl und B. Pabst



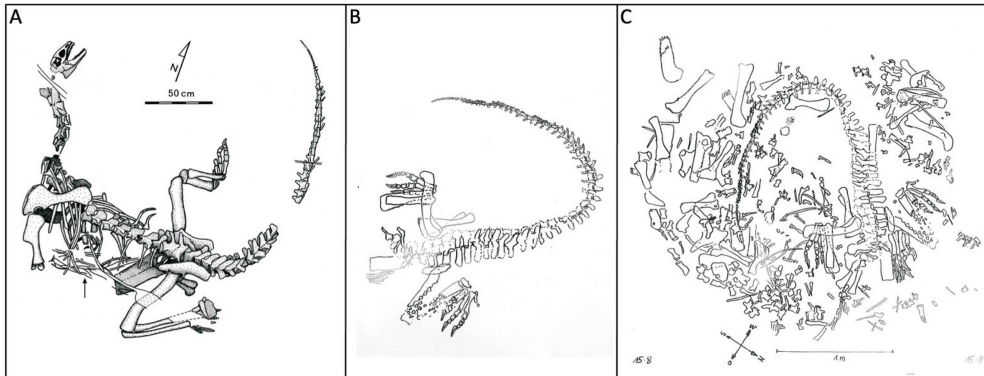


Abb. 4 (A) Zeichnung des ersten vollständigen *Plateosaurus*-Skelettes aus Frick von 1985, präpariert in Fundlage. Das Skelett, oft als “Fricki” apostrophiert, zeigt die für *Plateosaurus*-Friedhöfe typische Fundlage. (B) Fundplan der hinteren Hälfte eines *Plateosaurus*-Skelettes in der typischen Lage. (C) Fundplan der Knochenkonzentration von Plateosauriern mit den Resten von acht Tieren, darunter das kleine Jungtier “Fabian”. Auch hier ist das oberste Individuum in der typischen Fundlage erhalten.

Abbildung: P. M. Sander, A. Oettl und B. Pabst

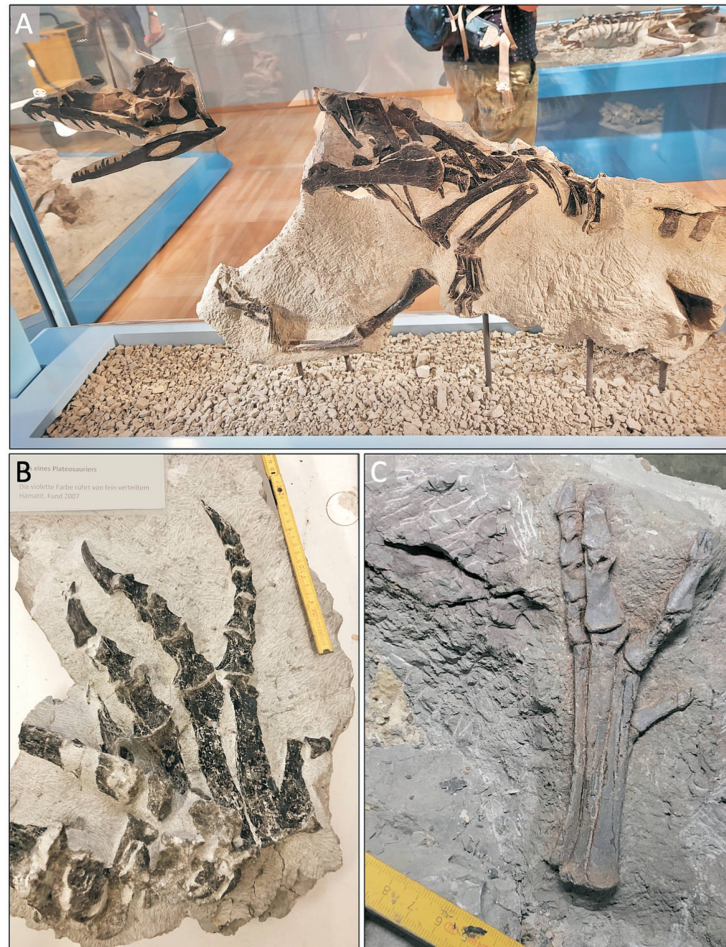
chen. Diese oberste Schicht fiel zuerst durch das Skelett eines kleinen Raubdinosaurs (*Notatessaeraptor frickensis*) auf (Abb. 5A), danach durch ein Skelett und weitere Teilskelette eines Sauropodomorphen, der nicht zu *Plateosaurus* gehört (Abb. 5B).

1.6 Die geologische Zeit

Die vielleicht schwierigste Lektion der Geowissenschaften und der Paläontologie sind die im wörtlichen Sinne unvorstellbaren Zeiträume von Jahrmillionen der geologischen Zeitskala. In der Kommunikation sind deshalb die seit über 150 Jahren angewandten Namen für die geologischen Zeitabschnitte hilfreich. Dies kann aber auch Gefahren bergen, wie das Beispiel der Trias drastisch zeigt – mit Konsequenzen für das Verständnis des Fricker Sauriervorkommens. Die Trias, benannt nach der Dreiheit von Buntsandstein, Muschelkalk und Keuper und unterteilt in Unter-, Mittel-, und Obertrias, dauerte ziemlich genau 50 Millionen Jahre, von 252 bis 202 Millionen vor heute. Allerdings zeigen nun neue Datierungen, dass die Verteilung der drei Abschnitte extrem ungleichmässig ist. Als Konsequenz repräsentieren die knapp 20 Profilmeter des Gruhalde-Members eine Zeitspanne von rund 20 Millionen Jahr, was ungefähr der Zeitstufe des Nors entspricht (Jordan et al. 2016), also eine Million pro Meter. Die Tiere, die in den verschiedenen Saurierschichten vorkommen, haben demnach Millionen von Jahren getrennt voneinander gelebt. Dies wäre genug Zeit für deutliche evolutive Veränderungen, die sich aber bis auf die Funde aus der obersten Schicht im Fossilmaterial bisher nicht erkennen lassen. Unklar ist, ob keine evolutive Entwicklung stattgefunden hat oder ob die Ablagerung des Sediments nicht kontinuierlich, sondern in einzelnen Schüben in geringem zeitlichen Abstand stattgefunden hat.

Abb. 5 (A) Teilskelett des kleinen Raubdinosauriers *Notatesseraeraptor frickensis* aus der oberen Saurierschicht in der typischen schwarzen Erhaltung der Knochen, ausgestellt im Sauriermuseum Frick. (B) Auffällig graziler Fuss aus dem Skelett eines basalen Sauropodomorphen aus der oberen Saurierschicht. (C) Isolierter Fuss eines noch unbeschriebenen kleinen Raubosauriers aus der unteren Saurierschicht.

Abbildung: P. M. Sander, A. Oettl und B. Pabst



2 Erforschungsgeschichte der Saurierfundstelle Frick

2.1 1960–1980: Nicht sehr aufregend: eine neue *Plateosaurus*-Fundstelle

Als im Jahr 1961 der Laborleiter der Tonwerke Keller AG, Ernst Wälchli, als Mineraliensammler einen kleinen blauen Brocken in der Tongrube Gruhalde aufsammelte, war nicht abzusehen, welche weitreichende Entdeckung er gemacht hatte. Wälchli erkannte, dass es sich um einen fossilen Knochen handelte. Der Fund wurde dann am Paläontologischen Institut der Universität Zürich (PIMUZ) als Zehenknochen eines Dinosaurierers aus dem Umfeld von *Plateosaurus* bestimmt. Die Oberfläche fossiler Knochen zeigt schon nach einigen Monaten der Verwitterung die Umwandlung in den blauen Vivianit (ein wasserhaltiges Eisenphosphat-Mineral), wodurch die Fossilien sich deutlich vom Untergrund abheben und einfach zu entdecken sind.

2.2 1980–2000: mehr Plateosaurier, aber nichts Neues

Allerdings sollte es noch fast 20 Jahre dauern, bis der Abbau in der Gruhalde ein ganzes Skelett anschnitt, das von dem jungen Präparator am Institut, Urs Oberli, und dem Studenten der Biologie, Ben Pabst, fachmännisch geborgen und anschliessend präpariert wurde (Oberli 2018). Vor allem die hintere Hälfte war vollständig und im perfekten anatomischen Zusammenhang erhalten, während Bauch, Schulter, Hals und Schädel möglicherweise schon vor der Fossilisation, aber sicherlich durch den Bagger stark zerstört wurden. Jedenfalls sollte sich dieser Fund in mehrfacher Hinsicht als Schlüsselstück erweisen, da er den eindeutigen Beleg der Gattung *Plateosaurus* für Frick erbrachte (Galton 1985 & 1986) und auch die typische Erhaltung in den *Plateosaurus*-Friedhöfen zeigte. Das Stück war sozusagen die Keimzelle des Sauriermuseums Frick und ist auch heute noch ausgestellt.

Inspiziert durch diesen Fund wurde dann von Prof. Hans Rieber vom PIMUZ eine gross angelegte Grabung veranlasst, die 1985 durch die Brüder Beat und Thomas Imhof mit herausragendem Erfolg durchgeführt wurde, resultierte sie doch in einem der bis heute vollständigsten Plateosaurierskelette. Auch dieses Stück (Abb. 4A) zeigt die typische Skelettstellung (Sander 1992). Weitere Funde wurden seit 1979 kontinuierlich geborgen, einschliesslich einer vom Autor und seiner Frau Carole Gee organisierten grossen Grabung mit amerikanischen Freiwilligen des Earthwatch-Programmes im Jahr 1988 (Sander & Gee 1992). Die wissenschaftliche Bearbeitung der Funde setzte aber schon Anfang des Jahrzehntes durch den renommierten britisch-amerikanischen Dinosaurierspezialisten Peter Galton ein (Galton 1985, 1986 & 2001). Er bestätigte die Bestimmung als *Plateosaurus* und stellte die Funde zur Art *P. engelhardti*, wie auch die meisten anderen Funde aus den mitteleuropäischen *Plateosaurus*-Friedhöfen. Galton bemerkte bereits eine auffällige morphologische Variabilität, sah sich aber ausserstande, andere Arten abzugrenzen. *P. engelhardti* wurde inzwischen durch den Namen *P. trossingensis* ersetzt, weil das ursprüngliche Fundmaterial aus dem Jahr 1837 (einer der ersten benannten Dinosaurierfunde, noch bevor der Name Dinosauria geprägt wurde) nicht diagnostisch ist und so die Zuordnung späterer Funde nicht abgesichert werden kann (Lallensack et al. 2021; Schaeffer 2024, vgl. *Nau* in diesem Heft).

2.3 Ab 2000: die Frage der Variabilität und Vielfalt bei frühen Dinosauriern

Die Relevanz einer Fundstelle wie Frick wandelt sich mit dem wissenschaftlichen Fortschritt. Obwohl durch den stillstehenden Abbau in der Zeit von 1988 bis 2004 nur wenige neue Funde gemacht wurden, hatte doch das zunehmende Interesse an Dinosauriern (Stichwort “Jurassic Park”) zu neuen Forschungsfragen geführt, wie die nach ihrer Lebenslaufgeschichte. Die Bearbeitung dieser Frage bei den Fricker Sauriern mittels Wachstumsmarken im Knochen zeigte, dass es keinen klaren Zusammenhang zwischen Körpergrösse (repräsentiert durch die Länge des Femurs [Oberschenkel]) und Alter gibt, eine überraschende Entdeckung, welche der Fundstelle eine Erwähnung in der renommierten Zeitschrift “Science” eintrug (Sander & Klein 2005). Manche der kleineren Individuen waren also schon ausgewachsen, andere noch nicht. Diese Flexibilität in der Lebenslaufgeschichte wurde inzwischen auch bei anderen frühen Dinosaurierformen entdeckt und zeigt möglicherweise ein Frühstadium in der Evolution der Warmblütigkeit, da die Wachstumsflexibilität eigentlich ein Merkmal von wechselwarmen Tieren ist. Verschieden grosse Arten als Erklärung des Musters konnten bis heute auch nicht festgestellt werden (Lallensack et al. 2021).

2.4 Ab 2004: neuer Abbau an der Gruhalde

Mit der Wiederaufnahme des Abbaus in der Gruhalde durch die Tonwerke Keller AG im Jahr 2004 kamen auch schnell weitere Plateosaurierreste zum Vorschein. Nun konnten die Grabungsaktivitäten durch die Saurierkommission der Gemeinde Frick in geregelte Bahnen gelenkt werden, finanziert durch den kantonalen Swisslos-Fonds (vgl. *Oetli & Gmünder* sowie *Bachmann* in diesem Heft). So wurden in den letzten 20 Jahren ca. 80 Individuen von Plateosauriern geborgen, von wenigen assoziierten Einzelknochen bis zu ganzen Skeletten (oder auch Skelettpaaren). Auch die hohe Zahl an Schädeln mit den Skeletten ist aussergewöhnlich. Schon *Lallensack et al.* (2021) konnten ihre Untersuchung auf 14 Schädel und Teil-Schädel stützen, und seitdem sind weitere zum Vorschein gekommen. Eine Fundstelle in einer Bodenvertiefung bewahrte mindestens acht Individuen (Abb. 5C). Unter ihnen befand sich auch das erste kleine Jungtier eines *Plateosaurus*, das auf den Namen “Fabian” hört (Abb. 3B; *Nau et al.* 2020). Die genaue zeichnerische Dokumentation der Grabungsbefunde seit 2005 (Abb. 4B & 4C) bildet inzwischen eine einzigartige Datenbasis, um die Entstehung der Fundstelle und die Paläobiologie der Fricker Saurier noch besser zu verstehen.

Eine weitere Entwicklung während dieser Zeit war von Interesse, die Entdeckung von Plateosauriern an anderen Stellen des Fricktales durch die Überwachung von Baumassnahmen (Abb. 1). Immer, wenn der mittlere Teil des Gruhalde-Members angeschnitten wird, stellen sich auch bald die Saurier ein. So geschehen zuerst am Frickberg 2009: Dort wurden in den Baugruben für neue Eigenheime nicht nur *Plateosaurus*-Reste gefunden, sondern auch ein sehr schönes Exemplar der frühen Schildkröte *Proganochelys* (*Scheyer et al.* 2022). Basierend auf dem Gesamtbild der *Plateosaurus*-Friedhöfe von Halberstadt und Trossingen, wo schon sehr früh solche Schildkröten gefunden worden waren (vgl. *Scheyer* in diesem Heft), war ein *Proganochelys*-Fund tatsächlich zu erwarten. Auch bei der Verbreiterung der Kaistenbergstrasse im Osten von Frick in jüngster Zeit (2021) konnten wiederum Plateosaurier an zwei Stellen geborgen werden. So erreicht die Fundstelle zusammen mit dem Vorkommen im Westen am Tannenheim eine Ausdehnung von mindestens vier Kilometern (Abb. 1A), was weltweit rekordverdächtig für Dinosaurierfundstellen ist.

Selbst wenn der Abbau derzeit zum Stillstand gekommen ist, bleibt noch genügend offene Fläche für weitere Grabungen. Diese sind vor allem deswegen interessant, weil in den letzten Jahren Plateosaurier auch höher im Profil gefunden wurden und weil inzwischen erstaunlicherweise auch einige andere Reptilfunde zum Vorschein gekommen sind. Spektakuläre aber noch unpublizierte Funde sind z. B. die Skelette von Flugsauriern. Derartige Funde haben die anderen *Plateosaurus*-Friedhöfe nicht geliefert, und fast alle anderen triassischen Flugsaurier stammen aus Meeresablagerungen. Frick ist also auch in der Zukunft für Überraschungen gut, und es besteht grosses Potenzial für weitere wichtige Entdeckungen.

3 Der Stand der Saurierforschung in Frick

3.1 Plateosaurus: Die Frage nach dem richtigen Artnamen

Wie erwähnt, hat sich bei *Plateosaurus* herausgestellt, dass die Grösse kein guter Vorhersagewert für das Individualalter ist. Wachstumsmarken im Knochen sowie Verwachsungsmuster in der Wirbelsäule belegen dies (*Sander & Klein* 2005; *Klein & Sander* 2007; *Hofmann & Sander* 2014). Es gibt also grosse, noch nicht ausgewachsene Exemplare und kleine ausgewachsene. Nur das Skelett “Fabian” (Abb. 3B) gehörte mit seiner Femurlänge von nur 24 cm jedenfalls zu einem bestenfalls halbwüchsigen Tier (*Nau et al.* 2020). Obwohl man vermuten könnte, dass dieses Muster

auf verschiedene Arten von *Plateosaurus* hinweist, ist es bisher nicht gelungen, diese nachzuweisen. Alle Merkmale, z. B. im Schädel, variieren ohne klares Muster (Lallensack et al. 2021). So ist es am sinnvollsten, alle Funde der Art *P. trossingensis* zuzuordnen, deren Holotyp aus Trossingen kürzlich neu beschrieben wurde (Schaeffer 2024).

3.2 Raubdinosaurier

Obwohl immer die Hoffnung bestand, dass auch einmal die Reste eines Raubsauriers (und nicht nur ihre abgenutzten Zähne) im Fundmaterial aus der Gruhalde sein würden, passt die Erhaltung von Raubsauriern nicht in die Hypothese zur Entstehung der Fundstelle. Die bisher aus Europa und weltweit bekannten Raubsaurier der späten Trias erreichen nicht die Grösse und das Gewicht, um wie die Plateosaurier durch Schlammfallen gefährdet zu sein. So gibt es zwar inzwischen einen spannenden Raubsaurierfuss (Abb. 5C) sowie verschiedene sehr unvollständige Skelettreste und Einzelknochen aus den unteren und mittleren Saurierschichten, aber das einzige Skelett stammt aus der obersten Schicht (Abb. 5A). Der Rumpf kam 2006 nach heftigen Regengüssen zum Vorschein, der Kopf erst 2009. Der Fund wurde auf den etwas zungenbrecherischen Namen *Notatesseraeraptor* getauft (Zahner & Brinkmann 2019), der Bezug auf die phylogenetische Zwischenstellung des Tieres nimmt. Es ist eines der besten und attraktivsten Raubsaurierskelette aus der späten Trias, die wir kennen, und hat sogar die Reste seiner letzten Mahlzeit zwischen den Rippen erhalten. *Notatesseraeraptor* war ein ca. 2.7 m langer flinker Räuber mit scharfen Zähnen.

3.3 Archosaurier: Aetosaurier und Flugsaurier

Aus anderen Keuperfundstellen, die nicht dem Typ des *Plateosaurus*-Friedhofes entsprechen, z. B. in Süddeutschland und den USA, sind schon lange verschiedene andere Landsaurier bekannt. Gepanzerte, eher kleine Pflanzenfresser unter ihnen waren die Aetosaurier, die nach einem früh in Frick gefundenen Rest in Form einer Panzerplatte inzwischen durch ein Teilskelett belegt sind. Eine wesentlich grössere Überraschung stellten hingegen die jüngsten Funde von mindesten fünf Flugsaurierskeletten dar. Sie sind ein absolutes Novum für *Plateosaurus*-Friedhöfe und für Landablagerungen, da bisherige Funde triassischer Flugsaurier, kurz nach der Entstehung dieser ersten Flieger unter den Wirbeltieren, aus Meeresablagerungen stammen. Meeresablagerungen sind auch der überwiegende Entdeckungsort aller späteren Funde. So sind die noch in der Bearbeitung befindlichen Fricker Flugsaurier ein weiteres Highlight der Fundstelle. Molekulare Stammbäume sehen sogar die Schildkröten in der Verwandtschaft der Archosaurier, eine Hypothese, für die sich bei *Proganochelys* und späteren Schildkröten keine morphologischen Hinweise finden lassen. Aber neueste Funde aus der Grabungssaison 2024 könnten dies ändern.

3.4 Brückenechsen und Haie

Schon die Earthwatch-Grabung von 1988 hatte Kieferbruchstücke von Brückenechsen in Schlammrückständen geliefert (Sander 1992). Nicht nur stellte sich die letzte Mahlzeit von *Notatesseraeraptor* als solche heraus, sondern lieferte auch die Saison 2024 erstaunliche Funde dieser oft sehr kleinen und heute nur noch in Neuseeland überlebenden sehr primitiven Echsen. Brückenechsen sind im Keuper bisher kaum nachgewiesen, und auch diese Funde versprechen viele wichtige Erkenntnisse. Die erwähnte Schlammaktion (Auflösen und Durchsieben des Sedimentes) galt im übrigen den bisher noch nicht nachgewiesenen frühen Säugern, die z. B. aus wenig jüngeren

Schichten aus Hallau (SH) bekannt sind (vgl. *Furrer* in diesem Heft). Ebenso lieferte das Schlammkonzentrat Bruchstücke von Lungenfischzähnen und solche von kleinen Süßwasserhaien der Gattung *Lissodus* (*Sander* 1992).

4 Die Entstehung der *Plateosaurus*-Friedhöfe am Beispiel Frick

Bei der Frage der Entstehung der Fricker Saurierfundstelle lässt sich auf die Hauptfunde aus den unteren und mittleren Schichten (mittlerer Teil des Gruhalde-Members; Abb. 2A) das Modell des *Plateosaurus*-Friedhofs anwenden (*Sander* 1992). Bei den *Plateosaurus*-Friedhöfen gibt es auffällige Muster der Fossilhaltung (*Sander* 1992), vielfach bestätigt durch die Fricker Funde der letzten 20 Jahre (Abb. 3A & 4): So sind kleine Tiere mit einer Oberschenkelänge von ca. 45 cm extrem selten und bisher nur durch ein Skelett ("Fabian", Frick) bekannt (Abb. 3B). Die Länge des Femurs (Oberschenkel) ist ein guter Messwert für die Grösse des Tieres, da sie ungefähr ein Zehntel der Gesamtlänge beträgt. Ein *Plateosaurus* mit 45 cm Femurlänge dürfte mehrere Hundert Kilogramm auf die Waage gebracht haben. Auch Skelette anderer Saurierarten, die weniger wogen, fehlen in den *Plateosaurus*-Friedhöfen. Eine merkwürdige Ausnahme sind ganze Skelette der frühen Schildkröte *Proganochelys* (siehe Kap. 2.4). Erst in jüngster Zeit finden sich in Frick die oben beschriebenen Reste kleinwüchsiger Reptil- und Saurierformen, aber bisher keine *Plateosaurus*-Schlüpflinge.

Auffallend ist die Spanne der Vollständigkeit der Skelette. Sie reicht von wenigen Knochen, die offensichtlich Teile eines Individuums sind, bis zu Funden, die zu den vollständigsten bekannten Dinosaurierskeletten überhaupt gehören. Hier finden sich auch sonst sehr selten erhaltene Knochen wie die bleistiftgrossen Schlüsselbeine. Hintere Skelethälften sind überrepräsentiert (Abb. 4). Alle Skelette, die noch irgendeinen anatomischen Zusammenhang erkennen lassen, befinden sich in Bauchlage. Es lassen sich hier zwei Arten der Bauchlage erkennen, einmal mit abgespreizten Hinterbeinen (Abb. 4A & 4B) und einmal mit unter dem Körper liegenden, angewinkelten Hinterbeinen. In beiden Fällen sind die Füße der tiefste Teil des Skelettes. Korrigiert man für die Sedimentkompaktion, können die Füße zum Todeszeitpunkt über einen Meter tiefer als das Becken gelegen haben.

Auffallend ist zudem die geringe Dichte der Funde. Etwa die Hälfte aller Funde bestehen aus zwei oder mehr assoziierten Skeletten, die vermutlich zu einem ähnlichen Zeitpunkt umgekommen sind. Der Rest sind Einzelfunde, wobei diese sowie die Assoziationen oft durch zehn oder mehr Meter räumlich voneinander getrennt sind. Die *Plateosaurus*-Skelette werden oft von isolierten Kronen von *Plateosaurus*-Zähnen und seltener solchen von Raubsauriern begleitet.

Die sehr einheitliche Erhaltung der Skelette in Bauchlage zeigt an, dass der Tod an Ort und Stelle erfolgte und die Kadaver nicht verschwemmt wurden (*Sander* 1992; *Schoch & Seegis* 2014). Die Lage der Skelette in der Hocke lässt sich am besten mit dem Einsinken im weichen Schlamm erklären. Auch für die Funde mit den abgespreizten Beinen ist dies denkbar, denn das Einsinken im Schlamm erklärt auch das Fehlen kleinerer Saurier, die weniger durch Einsinken gefährdet waren. Die geringe Funddichte und die Lage in verschiedenen Horizonten zeigt an, dass der Tod episodisch war und nicht ein Massenerigniss, welches eine ganze Herde grosser Plateosaurier tötete. Ein synchroner Tod lässt sich für die einzelnen Fundkomplexe nicht belegen, insbesondere vor dem Hintergrund der extrem langen zeitlichen Dauer des Gruhalde-Members. Unvollständige Skelette wurden durch Verwitterung und Aasfresser verursacht, darunter anscheinend auch Artgenossen, aber auch kleinere Raubdinosaurier, die Zahnkronen im Rahmen des regulären Zahnwechsels beim Fressen verloren.

Zusätzlich ist auch an einen Tod durch Verdursten an austrocknenden Wasserlöchern zu denken; allerdings würde diese Hypothese weitere Hilfsannahmen bedingen, um das Fehlen kleinerer Saurier und die Häufigkeit isolierter Skelette zu erklären. Bei einem Tod am Wasserloch würde man zudem eine dichtere Ansammlung von mehreren Tieren erwarten. Da die Grabungspläne der letzten 20 Jahre derzeit ausgewertet werden, wird bald eine verbesserte Bewertung dieser taphonomischen Hypothesen gegenüber dem Stand von 1992 möglich sein.

5 Perspektiven

Wie dargestellt, hat sich Frick in den letzten Jahren zu einer der weltweit bedeutendsten Fundstellen für Dinosaurier der Triaszeit entwickelt. Diese Einordnung beruht auf der Anzahl und Qualität der Funde und der Ausdehnung der Fundstelle. Hier kommt auch das Konzept der "Collector's Curve" ins Spiel, die Anzahl, Qualität und Bedeutung der Funde aus einer Fundstelle beschreibt. Nach einer flachen Anfangsphase kommt es typischerweise zu einem exponentiellen Anstieg, dann flacht die Kurve wieder ab; eine Sättigung ist erreicht. Obwohl man annehmen könnte, dass die Sättigungsphase in Frick inzwischen auch erreicht ist, sprechen die Funde der letzten Jahre eine andere Sprache und lassen einen verstärkten Forschungsaufwand als zwingend erscheinen. Dies vor allem vor dem Hintergrund der Entdeckung der langen Dauer der späten Trias und ihre zentrale Bedeutung für den Ursprung der modernen Welt.

Abschliessend soll betont werden, dass der Forschungsaufwand in Frick und anderen Saurierfundstellen sich nicht nur auf die Grabungen bezieht, die relativ einfach und preisgünstig zu bewerkstelligen sind, sondern auf Präparation (vgl. *Bachmann* in diesem Heft) und wissenschaftliche Bearbeitung. Erstere lässt sich auch als "Fluch der Saurierforschung" apostrophieren: Der Aufwand (und damit Kosten) für die Präparation nehmen exponentiell mit der Körpergrösse zu, der Informationsgehalt des Sauriers bleibt aber immer gleich. So hat sich bei den Fricker Sauriern inzwischen auch ein grosser Rückstau von unpräparierten Funden angesammelt, für den Dauerleihgaben an andere Museen nur ein Teil der Lösung sein können. Auch verlangt die wissenschaftliche Bearbeitung mit zunehmender Diversität der Funde immer mehr Personal und diversifizierte Expertise. So ist sehr zu hoffen, dass sich Finanzierungsmöglichkeiten finden werden, die der Bedeutung und dem Potenzial der Fricker Saurier und ihrer Fundstelle für Forschung und der so wichtigen Vermittlung wissenschaftlicher Inhalte gerecht werden.

Danksagung

Die Tonwerke Keller AG haben über Jahrzehnte die Grabungen in ihrer Tongrube Gruhalde ermöglicht. Die Präparatoren Urs Oberli, Beat Imhof und Thomas Imhof haben wichtige Grabungen durchgeführt. Beiträge zu Finanzierung der Grabungen und der Forschung kamen vom Swisslos-Fonds Aargau, dem Schweizerischen Nationalfonds (SNF) und der Deutschen Forschungsgemeinschaft (DFG).

Literatur

- Galton P.M. 1985. Cranial anatomy of the prosauropod dinosaur *Plateosaurus* from the Knollenmergel (Middle Keuper, Upper Triassic) of Germany. II. All the cranial material and details of soft-part anatomy. *Geologica et Palaeontologica* 19: 119–159.
- Galton P.M. 1986. Prosauropod dinosaur *Plateosaurus* (= *Gresslyosaurus*) (Saurischia: Sauropodomorpha) from the Upper Triassic of Switzerland. *Geologica et Palaeontologica* 20: 167–183.
- Galton P.M. 2001. The prosauropod dinosaur *Plateosaurus* Meyer, 1837 (Saurischia: Sauropodomorpha; Upper Triassic). II. Notes on the referred species. *Revue de Paléobiologie*, Genève 20: 435–502.
- Hofmann R. & Sander P.M. 2014. The first juvenile specimens of *Plateosaurus engelhardti* from Frick, Switzerland: isolated neural arches and their implications for developmental plasticity in a basal sauropodomorph. *PeerJ*, 2, e458: 1–40.
- Jordan P., Pietsch J.S., Bläsi H., Furrer H., Kündig N., Looser N., Wetzel A. & Deplazes G. 2016. The Middle to Late Triassic Bänkerjoch and Klettgau formations of northern Switzerland. *Swiss Journal of Geosciences* 109: 257–284.
- Klein N. & Sander P.M. 2007. Bone histology and growth of the prosauropod *Plateosaurus engelhardti* MEYER, 1837 from the Norian bonebeds of Trossingen (Germany) and Frick (Switzerland). *Special Papers in Palaeontology* 77: 169–206.
- Lallensack J.N., Teschner E., Pabst B. & Sander P.M. 2021. New skulls of the basal sauropodomorph *Plateosaurus trossingensis* from Frick, Switzerland: is there more than one species? *Acta Palaeontologica Polonica*: 66, 1–28.
- Nau D., Lallensack J.N., Bachmann U. & Sander P.M. 2020. Postcranial osteology of the first early-stage juvenile skeleton of *Plateosaurus trossingensis* from the Norian of Frick, Switzerland. *Acta Palaeontologica Polonica* 65: 1–30.
- Oberli U. 2018. *40 Jahre Arbeit mit den Plateosauriern von Frick*. Selbstverlag, St. Gallen.
- Sander P.M. 1992. The Norian *Plateosaurus* bonebeds of central Europe and their taphonomy. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology* 93: 255–299.
- Sander P.M. & Gee C.T. 1992. A volunteer-powered dinosaur excavation in the Late Triassic of Switzerland. *Journal of Geological Education* 40: 194–203.
- Sander P.M. & Klein N. 2005. Developmental plasticity in the life history of a prosauropod dinosaur. *Science* 310: 1800–1802.
- Schaeffer J. 2024. Osteological redescription of the holotype of *Plateosaurus trossingensis* (Dinosauria: Sauropodomorpha) from the Upper Triassic of SW Germany and its phylogenetic implications. *Journal of Systematic Palaeontology* 22: 2335387.
- Scheyer T.M., Klein N., Evers S.W., Mautner A.-K. & Pabst B. 2022. First evidence of *Proganochelys quenstedtii* (Testudinata) from the *Plateosaurus* bonebeds (Norian, Late Triassic) of Frick, Canton Aargau, Switzerland. *Swiss Journal of Palaeontology* 141: 17.
- Schoch R.R. & Seegis D. 2014. Taphonomy, deposition and pedogenesis in the Upper Triassic dinosaur beds of Trossingen. *Palaeobiodiversity and Palaeoenvironments* 94: 571–593.
- Zahner M. & Brinkmann W. 2019. A Triassic averostran-line theropod from Switzerland and the early evolution of dinosaurs. *Nature Ecology & Evolution* 3: 1146–1152.

