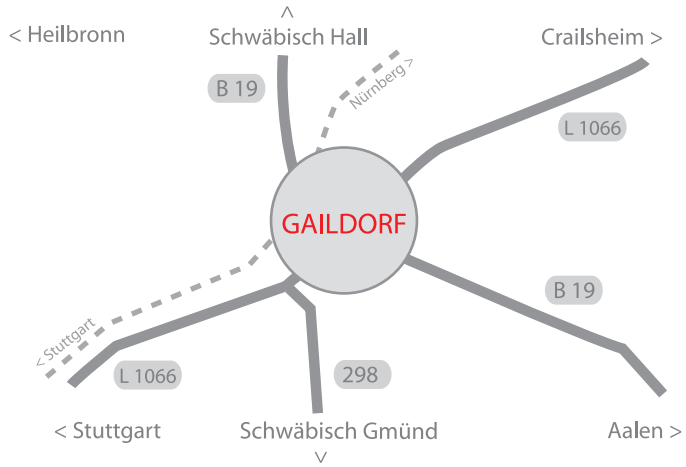
Anfahrt



Freibad Kunstausstellungen Folterkammer
Stadtführungen
Geologischer Pfad Stadtmuseum
Konzerte

Weitere Informationen rund um die Stadt Gaildorf erhalten Sie bei der Tourismusinformation:

Schloss-Straße 12
74405 Gaildorf

Tel. 07971/253-0
Fax 07971/253-188

http://www.gaildorf.de
E-Mail: stadt@gaildorf.de

Das komplette Freizeit- und Kulturprogramm der Stadt Gaildorf erhalten Sie im Internet oder in unseren Infoblättern.

Geologischer Pfad

STADT GAILDORF

Geologischer Pfad Gaildorf

Dieter Seegis

Der Geologische Pfad Gaildorf wurde im Jahre 2004 von der Gemeinde Gaildorf neu gestaltet. Er soll dem Besucher die Möglichkeit bieten, sich anhand von 11 Stationen den geologischen Aufbau der Landschaft um Gaildorf zu „erwandern“ und soll so dazu beitragen, ein besseres Verständnis für unsere Landschaft und ihre erdgeschichtliche Vergangenheit zu entwickeln.

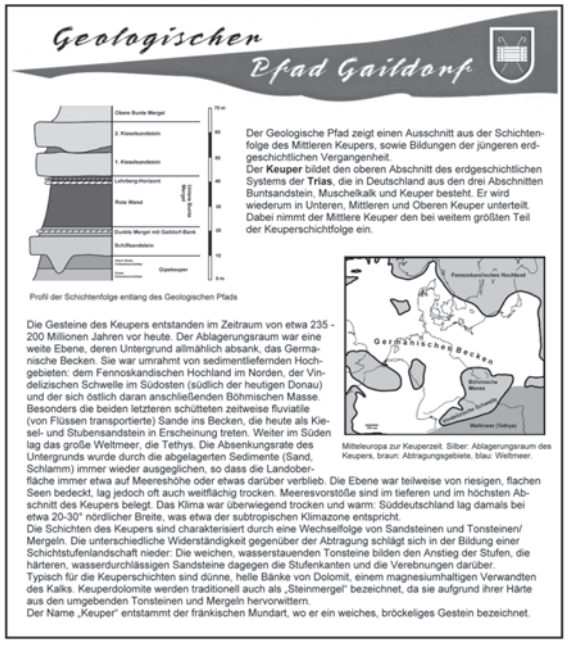
Der Weg zum Geologischen Pfad
Gaildorf kann mit der Bahn erreicht werden, der Bahnhof Gaildorf/West ist Haltestelle auf der Strecke Stuttgart-Nürnberg. Vom Bahnhof gehen wir die Bahnhofstraße entlang in die Ortsmitte. Am Marktplatz folgen wir der Schloßstraße nach links, vorbei am alten Schloss. Nach der Brücke über den Kocher gibt es einen großen Parkplatz für Autofahrer. Wir gehen weiter die Schloßstraße hinauf, bis zur Linkskurve kurz vorm Ortsausgang in Richtung Winzenweiler und Obersontheim. Hier mündet der Untere Hagerweg von rechts her ein. Wir biegen zunächst in ihn ein, wenden uns aber dann gleich wieder nach links und folgen dem Weg parallel zur Schloßstraße. Dort sehen wir nun das Hinweisschild „Geologischer Pfad“.
Autofahrer sollten in Gaildorf den erwähnten großen Parkplatz an der Schloßstraße, kurz hinter der Brücke über den Kocher, ansteuern und können von dort aus – wie beschrieben – zu Fuß die Schloßstraße bis zum Hinweisschild „Geologischer Pfad“ hinaufgehen.

Herausgeber: Stadt Gaildorf, 2. Auflage 2013

Abb. 1: Flachwellige Gipskeuperlandschaft am Weg zum Geologischen Pfad. Im Mittelgrund der Hagersbach, dahinter (waldbestanden) der Anstieg zu Schilfsandstein und Unteren Bunten Mergel.

Der Weg führt uns nun hinaus aus Gaildorf, in eine flachwellige Wiesenlandschaft. Rechter Hand begleitet uns der Hagersbach mit seinem Ufergehölz. Nach kurzer Zeit treten wir in einen schmalen, sehr schönen Laubwaldsaum ein, der den Weg bis zum eigentlichen Waldrand begleitet. Hier wachsen beiderseits des Wegs u.a. Eiche, Bergahorn, Rosskastanie, Buche, Haselnuss, Linde, Hainbuche, Robinie, Esche und Feldahorn. Bald nähert sich der Hagersbach von rechts her dem Weg, und wir sehen, wie sich sein Bachbett tief in den Gipskeuperuntergrund eingeschnitten hat. Nach Beginn des Waldrands steigt der Weg an und führt uns durch den Wald allmählich bergauf. Nach mehreren Windungen erreichen wir eine Lichtung, auf der links ein künstlich angelegtes Feuchtgebiet liegt. Direkt danach sehen wir am linken Wegrand die große Eingangstafel des Geologischen Pfads. Sie gibt uns einen ersten Überblick über den Aufbau der Gesteinsschichten um Gaildorf und zeigt auf, wie wir uns deren Bildungsbedingungen vorstellen müssen.

Abb. 2: Eingangstafel des Geologischen Pfads Gaildorf.



Geologischen Pfad Gaildorf

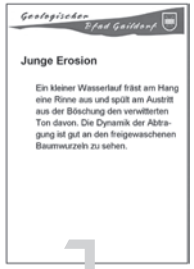
Der Geologische Pfad zeigt einen Ausschnitt aus der Schichtenfolge des Mittleren Keupers, sowie Bildungen der jüngeren erdgeschichtlichen Vergangenheit.
Der **Keuper** bildet den oberen Abschnitt des erdgeschichtlichen Systems der **Trias**, die in Deutschland aus den drei Abschnitten Buntsandstein, Muschelkalk und Keuper besteht. Er wird wiederum in Unteren, Mittleren und Oberen Keuper unterteilt. Dabei nimmt der Mittlere Keuper den bei weitem größten Teil der Keuperschichtfolge ein.

Profil der Schichtenfolge entlang des Geologischen Pfads

Die Gesteine des Keupers entstanden im Zeitraum von etwa 235 - 200 Millionen Jahren vor heute. Der Ablagerungsraum war eine weite Ebene, deren Untergrund allmählich absank, das Germanische Becken. Sie war umrahmt von sedimentliefernden Hochgebieten: dem Fennoskandischen Hochland im Norden, der Vindelizischen Schwelle im Südosten (südlich der heutigen Donau) und der sich östlich daran anschließenden Böhmischen Masse. Besonders die beiden letzteren schütteten zeitweise fluviatile (von Flüssen transportierte) Sande ins Becken, die heute als Kiesel- und Stubensandstein in Erscheinung treten. Weiter im Süden lag das große Weltmeer, die Tethys. Die Absenkungsrate des Untergrunds wurde durch die abgelagerten Sedimente (Sand, Schlamm) immer wieder ausgeglichen, so dass die Landoberfläche immer etwa auf Meereshöhe oder etwas darüber verblieb. Die Ebene war teilweise von riesigen, flachen Seen bedeckt, lag jedoch oft auch weitflächig trocken. Meeresvorstöße sind im tieferen und im höchsten Abschnitt des Keupers belegt. Das Klima war überwiegend trocken und warm: Süddeutschland lag damals bei etwa 20-30° nördlicher Breite, was etwa der subtropischen Klimazone entspricht.
Die Schichten des Keupers sind charakterisiert durch eine Wechselfolge von Sandsteinen und Tonsteinen/Mergeln. Die unterschiedliche Widerständigkeit gegenüber der Abtragung schlägt sich in der Bildung einer Schichtstufenlandschaft nieder: Die weichen, wasserstauenden Tonsteine bilden den Anstieg der Stufen, die härteren, wasserdurchlässigen Sandsteine dagegen die Stufenkanten und die Verebnungen darüber.
Typisch für die Keuperschichten sind dünne, helle Bänke von Dolomit, einem magnesiumhaltigen Verwandten des Kalks. Keuperdolomite werden traditionell auch als „Steinmergel" bezeichnet, da sie aufgrund ihrer Härte aus den umgebenden Tonsteinen und Mergeln hervorwittern.
Der Name „Keuper" entstammt der fränkischen Mundart, wo er ein weiches, bröckeliges Gestein bezeichnet.

Mitteleuropa zur Keuperzeit. Silber: Ablagerungsraum des Keupers, braun: Abtragungsgebiete, blau: Weltmeer.

Junge Erosion



Geologischen Pfad Gaildorf

Junge Erosion

Ein kleiner Wasserlauf fräst am Hang eine Rinne aus und spült am Austritt aus der Böschung den verwitterten Ton davon. Die Dynamik der Abtragung ist gut an den freigewaschenen Baumwurzeln zu sehen.

Station 1

Kurz hinter der Eingangstafel sehen wir die erste Station: ein schmaler Wasserriss am Hang zeigt, wie das Wasser weiche, tonige Schichten auswäscht, abträgt und so allmählich die Landschaft modelliert. Dieser Wasserriss ist noch jung und dementsprechend bescheiden, demonstriert aber eindrucksvoll, wie im Lauf der Zeit aus einer kleinen Rinne eine tiefe Schlucht werden kann. Solche oftmals wildromantischen Schluchten – im Keuperbergland „Klingen" genannt – treffen wir an zahllosen Stellen des Schwäbisch-Fränkischen Waldes, und sie sind nachgerade ein Charakteristikum dieses Naturraums.

Beim weiteren Weg bergaufwärts durchqueren wir nun die einzelnen, übereinanderliegenden Gesteinsschichten (Abb. 3), die an den Stationen des Pfads jeweils freigelegt sind – in „Aufschlüssen", wie der Geologe sagt. Diese Gesteinsschichten gehören zur Schichtenfolge des **Keupers**.

Der Keuper

Unter **Keuper** versteht man eine Wechselfolge von Sandsteinen und Tonsteinen, die nach den neuesten Datierungen im Zeitraum vor etwa 235 bis 200 Millionen Jahren abgelagert wurden. Typisch für den Keuper sind die bunten Farben der Tonsteine – rot, braun, grün, violett, grau – in allen Abstufungen.

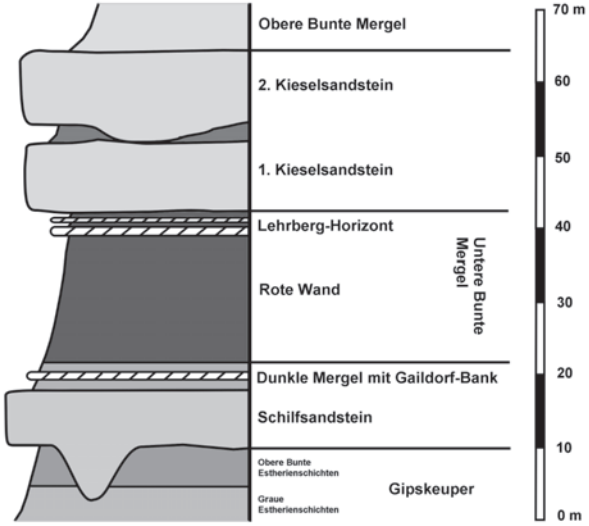
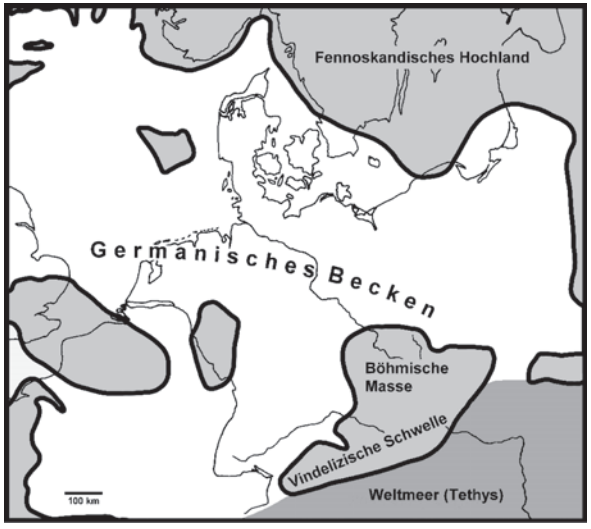


Abb. 3: Profil der Schichtenfolge am Geologischen Pfad Gaildorf.

Der Keuper bildet den obersten Abschnitt der **Trias**, des erdgeschichtlichen Zeitraums vor 251 –200 Millionen Jahren. Unter dem Keuper liegen die beiden anderen Abschnitte der Trias: erst der Muschelkalk mit seinen fossilreichen grauen Kalken und Mergeln – er ist in zahlreichen Steinbrüchen des Hohenloher Landes zugänglich – und darunter dann die rotgefärbten Sandsteine und Tonsteine des Buntsandsteins, der bei uns z.B. im nördlichen Schwarzwald zu Tage tritt.
Das Wort „Keuper“ stammt ursprünglich aus der fränkischen Mundart der Coburger Gegend und bezeichnet dort ein bröckeliges, weiches Gestein, eben die typischen Keuper-Tonsteine. Nachweislich unzutreffend ist dagegen die zuweilen unterstellte Ableitung von „Köper“, einer bunten Tuchart, an die die bunten Gesteinsfarben der Keuperschichten angeblich erinnern sollen. („Köper“ bezieht sich im übrigen auf die Webart, nicht die Farbe des Stoffes).
Traditionell nennt man die tonigen Gesteine des Keupers „Mergel“. Richtiger ist jedoch der Ausdruck „Tonsteine“, da Mergel definitionsgemäß ein Gemenge aus Ton und Kalk ist und die meisten Keupertonsteine zu wenig Kalk enthalten, um als echte Mergel zu gelten.

Abb. 4: Mitteleuropa zur Keuperzeit. Weiss: Ablagerungsraum der Keuperschichten, hellgrau: Abtragungsgebiete (Hochgebiete), dunkelgrau: Weltmeer.



Die Keuperzeit

Die Schichten des Keupers sind besonders in Süddeutschland, in Teilen Thüringens und Norddeutschlands verbreitet. Sie entstanden vor etwa 235 bis 200 Millionen Jahren in einem langsam absinkenden Gebiet, dem Germanischen oder Mitteleuropäischen Becken. In Südwestdeutschland häuften sich in diesem Zeitraum allmählich etwa 300 m mächtige Ablagerungen auf. Da sich die Kontinentalplatten auf der Erde im Lauf der Jahrmillionen verschieben, lag Mitteleuropa damals noch im subtropischen Klimabereich, bei etwa 20-30 Grad nördlicher Breite. Die Kontinente waren noch in einer großen Landmasse – Pangaea genannt – vereinigt, auf der sich stabile Hochdruckzellen ausbilden konnten. Hinzu kam, dass die Polkappen nicht vereist waren. Die relativ einförmige Land-Meer-Verteilung unterstützte ein fast weltweites Monsun-Klima mit ausgeprägten saisonalen Trocken- und Regenzeiten. Hinzu kam, dass aufgrund der Kontinentgröße viele Gebiete weiter vom Meer entfernt lagen und daher relativ wenig Niederschläge erhielten. Aus all diesen Gründen überwogen zur Keuperzeit meist die trocken-warmen Bedingungen. Augenfällige Belege dafür sind heute die im Keuper verbreiteten roten Gesteinsfarben: sie gehen auf den Gehalt an feinverteiltem Hämatit zurück, einem Eisenoxid-Mineral, das bei häufigem Wechsel zwischen Durchfeuchtung und Austrocknung abgeschieden wurde, besonders bei höheren Umgebungstemperaturen. Auch das häufige Auftreten von Gips in den Keuperschichten belegt ein trockenes Klima.

Ablagerungsbedingungen des Mittleren Keupers

In der Geologie gilt das Aktualitätsprinzip, wonach in der erdgeschichtlichen Vergangenheit grundsätzlich die gleichen Naturgesetze und natürlichen Prozesse galten, wie sie sich heute beobachten lassen. Daher kann man durch das intensive Studium heutiger Ablagerungsräume fundierte Rückschlüsse auf frühere Ablagerungsräume ziehen, die uns heute lediglich in Form von Ablagerungsgesteinen vorliegen. Auch die unterschiedlichen Gesteinseinheiten im Mittleren Keuper lassen sich solchen Ablagerungsräumen zuordnen. Die wichtigsten davon sind:

1. Playas

Die tonigen, rotgefärbten Schichten des Keupers werden gerne mit den Ablagerungen verglichen, die sich heutzutage in Playas beobachten lassen, beispielsweise in Australien oder dem Südwesten der USA. Unter einer Playa versteht man eine praktisch tischebene, oberflächlich abflusslose Tonschlammebene in einem semiariden bis ariden, also ausgesprochen trockenen Klima. Im Grunde kann man Playas als extrem flache Wüstenseen, die den Großteil des Jahres trockenliegen, ansehen. Starke Niederschläge können eine Playa allerdings kurzfristig unter Wasser setzen, so dass ein Playasee entsteht, der jedoch bald wieder austrocknet. Playas sind damit lebensfeindliche, gewöhnlich nur spärlich bewachsene Ablagerungsräume, in denen sich oft Salzausblühungen finden.
Typische Sedimenttypen des Keupers, die man heute als Playaablagerungen deutet, sind schlecht bis gar nicht geschichtete Tonsteine von meist roter und violetter Färbung, mit Trockenrissen, Gips- oder Dolomitknollen.

Der weite Ablagerungsraum des Keuperbeckens war von Hochgebieten eingerahmt, deren Charakter wir uns als Mittelgebirge vorstellen können. An ihrem Fuß häuften sich durch die Abtragung Sand- und Schuttmassen an, die in Ermangelung einer geschlossenen Vegetationsdecke bei jedem stärkeren Regenfall ins Becken hinaus transportiert wurden. Auf den Hochgebieten entsprangen auch Flüsse, die aber oft nur periodisch im Jahr Wasser führten. Vermutlich bedingt durch zeitweilig verstärkte Hebungen im Bereich dieser Hochgebiete, nahm das Gefälle der Flüsse zu. Dadurch schoben sich während mancher Phasen Schwemmfächer vom Fuß der Hochgebiete in die Ebene des Mitteleuropäischen Beckens vor: Wir kennen diese sandigen Schwemmfächerablagerungen in Südwestdeutschland heute als Kiesel- und Stubensandstein. Die Verzahnung der tonigen Beckensedimente mit den sandigen, von den randlichen Hochgebieten immer wieder in Richtung Becken vordringenden Schwemmfächersedimenten ist verantwortlich für den mehrfachen Wechsel von Sandstein- und Tonsteinhorizonten, der für den süddeutschen Keuper so typisch ist.

Unter den Keupersandsteinen nimmt der Schilfsandstein eine Sonderstellung ein. Er ist nicht nur weiter verbreitet als die anderen Keupersandsteine – er tritt im gesamten Mitteleuropäischen Becken auf –, sondern besitzt auch eine andere Herkunft: Sein Material stammt nicht vom südlichen Beckenrand, sondern weit aus dem Norden, aus dem westlichen, damaligen Fennoskandischen Hochland im heutigen West-Skandinavien. Bis heute wird in geologischen Fachkreisen über seine Entstehung debattiert. Einigkeit herrscht aber zumindest darüber, dass der Schilfsandstein die Ablagerung eines sehr ausgedehnten Flusssystems war.

2. Schwemmfächer und Flussebenen

3. Seen und Salzseen

Viele grau oder graugrün gefärbte, geschichtete Tonsteine im Keuper, oft mit fossilführenden Dolomitbänken – die man wegen ihrer Verwitterungsbeständigkeit auch „Steinmergel“ nennt –, sieht man heute als Ablagerungen von Seen und Salzseen an. Sie enthalten gewöhnlich fossile Belege für die Existenz wasserbewohnender Lebewesen: Schalenkrebse, Muscheln, Schnecken oder Fischschuppen. Manche dieser Seen der Keuperzeit waren flächenmäßig zwar sehr ausgedehnt, nach geologischen Maßstäben aber eher kurzlebig.

Eines der Charakteristika des Keupers ist das Auftreten sogenannter **Leithorizonte**. Dies sind Schichten, die eine weite Verbreitung aufweisen und gleichzeitig leicht erkennbar sind. Damit „leiten“ sie sozusagen durch die Schichtenfolge. Im Keuper bestehen solche Leithorizonte oftmals aus dünnen Dolomitbänkchen. Beispiele sind die Lehrbergbänke oder der Gaildorf-Horizont.

Die Schichtenfolge am Geologischen Pfad

Unterkeuper

Der Unterkeuper (Lettenkeuper) ist am Geologischen Pfad zwar nicht aufgeschlossen, da er im tiefsten Hangbereich, wenig über dem Kocher, liegt, doch ist der Gaildorfer Unterkeuper wissenschaftshistorisch durchaus von Bedeutung. Er besteht aus einer Wechselfolge dunkler Tonsteine, Mergel, gelblicher Dolomitbänke und Sandsteine – manchmal treten sogar dünne, tonige Kohleflöze auf. Im Unterkeuper wechselten sich mehr festländisch entstandene Schichten mit solchen ab, die eher marin (vom Meer beeinflusst) waren. Insgesamt war aber bei der Entstehung des Unterkeupers mehr Wasser beteiligt, als beim Großteil der restlichen Keuperschichten. Durch wichtige Saurierfunde erlangte der Gaildorfer Unterkeuper schon vor längerer Zeit einige Berühmtheit.

Die Gaildorfer *Mastodonsaurus*-Funde

Unweit des Geologischen Pfades wurden im 19. Jahrhundert spektakuläre Funde von Saurier-Überresten gemacht, durch die Gaildorf seinerzeit auch in Paläontologenkreisen bekannt wurde. Zwischen 1763 und 1895 baute man am rechten Kocherufer in niedrigen Stollen eine schwefelkiesreiche, kohlige Tonsteinschicht ab, deren genaue Position innerhalb des Unterkeupers jedoch noch unklar ist. (Der Stollen begann etwa 190 m westlich der Mündung des Hagersbachs in den Kocher, die einstige Stollenöffnung ist aber heute nicht mehr auffindbar.) Aus dem Schwefelkies gewann man Eisenvitriol und Eisenalaun, die zum Beizen und Färben von Leder und Stoffen gebraucht wurden.

Im Zeitraum zwischen 1824 und 1840 entdeckte man hier drei große Schädel sowie zahlreiche Knochen des riesigen Urlurchs *Mastodonsaurus*, daneben Knochen anderer Saurier, ferner Süßwassermuscheln und Pflanzenreste. Es ist das Verdienst des damaligen Grubenbesitzers Friedrich Ludwig Dieterich, diese Fossilien für die Nachwelt erhalten zu haben, indem er sie barg und nach Stuttgart sandte. Sie werden noch heute im Staatlichen Museum für Naturkunde in Stuttgart aufbewahrt.

Die Gaildorfer *Mastodonsaurus*-Funde waren die ersten gut erhaltenen ihrer Art und blieben dies bis 1977, als beim Bau der A6 Heilbronn-Nürnberg nahe Kupferzell-Bauersbach zahlreiche weitere *Mastodonsaurus*-Reste entdeckt wurden. *Mastodonsaurus* war der größte Lurch der Erdgeschichte. Das äußerlich etwas einem Krokodil ähnelnde Tier erreichte bis ca. 6 m Länge und besaß einen riesigen, abgeflachten Schädel mit zahlreichen kleinen Zähnen und mehreren großen Fangzähnen. *Mastodonsaurus* lauerte vermutlich am Grunde von Gewässern auf Fische und andere Saurier, die er durch blitzartiges Öffnen der Kiefer ansaugte und ergriff.

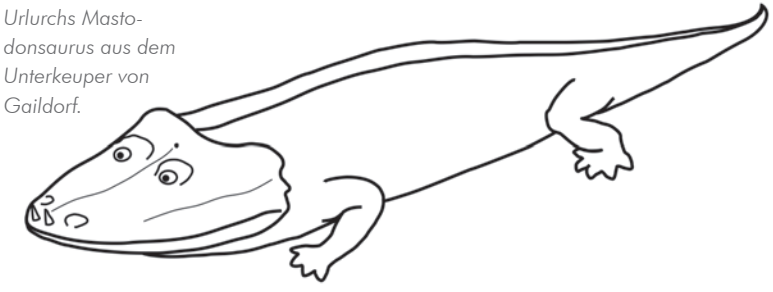


Abb. 5: Rekonstruktion des riesigen Urlurchs Mastodonsaurus aus dem Unterkeuper von Gaildorf.

Abb. 6: Schädel (mit Unterkiefer) des Urlurchs Mastodonsaurus aus dem Unterkeuper von Gaildorf. Länge 85 cm.

Gipskeuper

Der tiefste am Geologischen Pfad erschlossene Abschnitt der Keuperschichtfolge ist der Gipskeuper, eine insgesamt etwa 100 m mächtige Abfolge aus Tonsteinen und Dolomitbänken, die gleichzeitig den untersten Abschnitt des Mittleren Keupers repräsentiert. Der Name verweist auf das häufige Auftreten von Gips, vor allem im tieferen Teil der Abfolge. Gipsbänke aus diesen sog. Grundgipsschichten wurden in einer Gipsgrube bei Eutendorf abgebaut.

Der tiefere Abschnitt des Gipskeupers bildet am Geologischen Pfad den Landschaftsteil, den man auf dem Weg zur ersten Station durchwandert. Diese Schichten sind jedoch wegen der Bodendecke und Vegetation nicht direkt einsehbar. Der Beobachtung unmittelbar zugänglich ist jedoch am Geologischen Pfad der obere Teil des Gipskeupers, die Grauen Estherienschichten. Sie bestehen aus grauen, feingeschichteten Tonsteinen mit einzelnen Dolomitbänkchen. Ihren Namen verdanken sie dem gelegentlichen Auftreten kleiner Schalenkrebse, den sog. Estherien, die aussehen wie winzige Muscheln. Die Tonsteine sind bröckelig, lassen sich aber gut aufblättern. Wenn man genau hinschaut und eine Weile sucht, kann man so auf manchen Schichtflächen die namengebenden Estherien finden (Abb. 7).

Die Grauen Estherienschichten entstanden nach heutiger Kenntnis in einem riesigen, weite Teile Mitteleuropas einnehmenden Binnensee, dessen Wasser zeitweise salzig war. Die gute Feinschichtung der Tonsteine legt nur geringe Strömungen am Seeboden nahe. Die eher bescheidene artliche Vielfalt an tierischen Fossilien in diesen Tonsteinen – bei gleichzeitigem relativem Individuenreichtum – legt nahe, dass die ökologischen Bedingungen wenig optimal waren und nur wenige Arten wie die Schalenkrebse gut damit zurechtkamen.

Geologischen Pfad Gaildorf

Oberer Abschnitt des
Gipskeupers

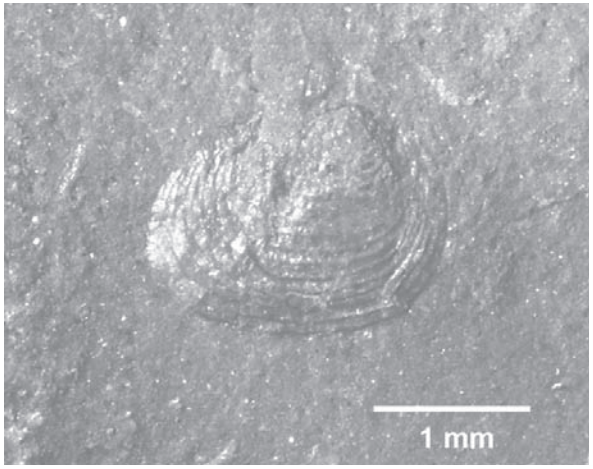
Sichtbar sind graue Tonsteine der Grauen Estherienschichten. Es sind Ablagerungen eines riesigen, flachen Sees, der teilweise salzig war. Ihren Namen führen sie nach gelegentlich auftretenden winzigen Schalenkrebsen, den Estherien.
Der Gipskeuper enthält besonders in seinem tieferen Abschnitt Gipsbänke und Gipsknollen, wonach er benannt ist.

4 mm
Schalenkrebs (Euestheria)

2

Station 2

Abb. 7: Der winzige Schalenkrebs Euestheria aus dem oberen Gipskeuper von Gaildorf, Geologischer Pfad.



Über den Grauen Estherienschichten liegen gewöhnlich die rotbraunen Tonsteine der Oberen Bunten Estherienschichten; sie sind am Geologischen Pfad nicht aufgeschlossen.

Stellenweise – allerdings nicht am Geologischen Pfad – findet man in Dolomitbänken des Gipskeupers weitere Fossilien, vor allem schlecht erhaltene Muscheln sowie Knochen und Zähne von Sauriern und Fischen (Abb. 8-10). Sie sind freilich für den Laien oft schwer erkennbar. Bei Gaildorf wurden teils schon vor Jahrzehnten viele solcher Reste entdeckt, die jedoch noch kaum wissenschaftlich bearbeitet sind. Die meisten davon werden heute im Staatlichen Museum für Naturkunde in Stuttgart aufbewahrt.

Saurierfunde im Gipskeuper von Gaildorf

Obwohl im Gaildorfer Gipskeuper nur isolierte Saurierknochen und -zähne vorkommen, kann man sich dank zusammenhängender Skelettfunde nahe verwandter Formen, die in anderen Triasschichten gefunden wurden, ein genaueres Bild vom Aussehen dieser Reptilien machen. Die meisten Reste gehören zur Gruppe der Nothosaurier („Bastardsaurier", so genannt, weil sie vermeintlich Merkmale verschiedener Tiergruppen in sich vereinigen). Dies waren schlanke, ans Wasserleben angepasste Reptilien, die sich wohl meist von Fischen ernährten. Sie waren in der Trias häufig, starben jedoch am Ende dieser Epoche aus.

Der obere Gipskeuper von Gaildorf hat überwiegend Knochen einer kleinen *Nothosaurus*-Art geliefert, die etwa 1-1,5 m lang wurde (Abb. 9). Daneben kennt man eine Rippe eines deutlich größeren, aber nicht näher bestimmbaren Verwandten (Abb. 8).

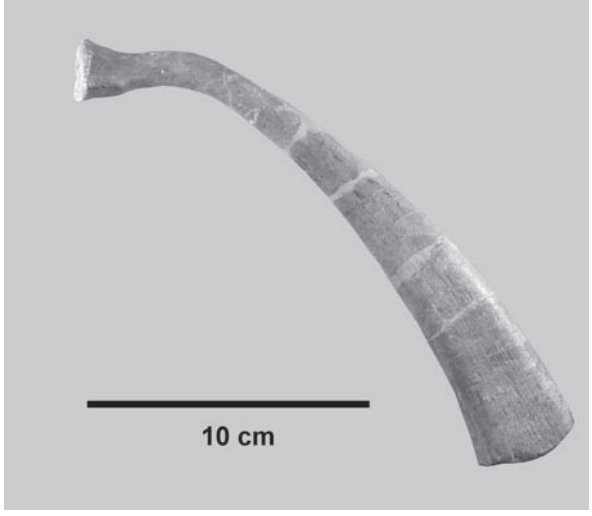


Abb. 8: Rippe eines großen Bastardsauriers aus dem oberen Gipskeuper von Gaildorf.

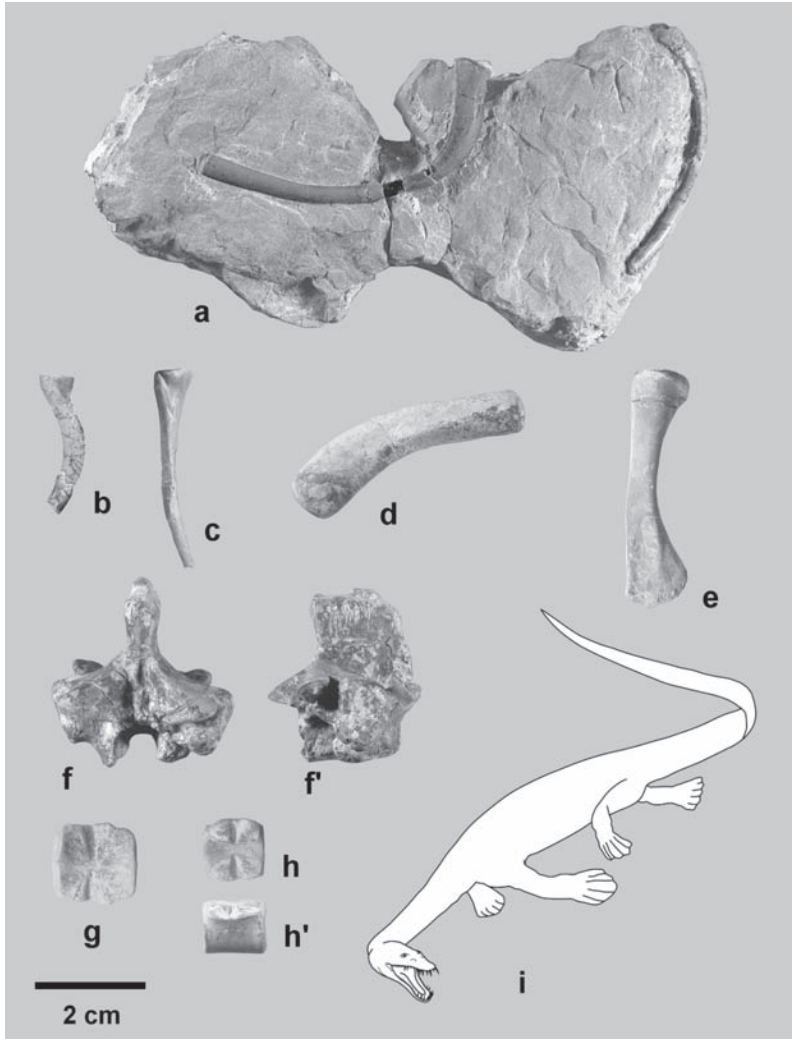


Abb. 9: Der Bastardsaurier Nothosaurus (ca. 1-1,5 m lang) aus dem oberen Gipskeuper von Gaildorf. a: Gesteinsstück mit 2 Rippen; b, c: Rippenfragmente; d: Oberarmknochen; e: Schienbein; f, f': Wirbelaufsatz (von vorn und rechts); g: Wirbelkörper; h, h': kleiner Wirbelkörper (von oben und seitlich); i: Rekonstruktion anhand vollständiger Skelettfunde aus dem Muschelkalk.

Fischreste aus dem Gipskeuper von Gaildorf

Auch Fische waren in den Gewässern der Gipskeuperzeit häufig, doch kennt man von ihnen fast nur einzelne Knochen, Zähnchen und Schuppen. Besonders widerstandsfähig und deshalb öfters zu finden sind Zähne kleiner Haifische, doch muss man schon genau hinsehen, um sie zu erkennen. Eine dieser Haifischarten ist bislang ausschließlich aus dem Gaildorfer Gipskeuper bekannt.
Für das fast vollständige Fehlen zusammenhängender Skelettreste von Fischen und Sauriern im Gipskeuper gibt es eine einfache Erklärung: Der Boden der damaligen, flachen Gewässer war meist gut durchlüftet, so dass Kadaver gewöhnlich rasch der Verwesung und Aasfressern anheimfielen. So blieben lediglich Einzelknochen übrig, die oft genug auch noch durch Strömungen verstreut wurden.

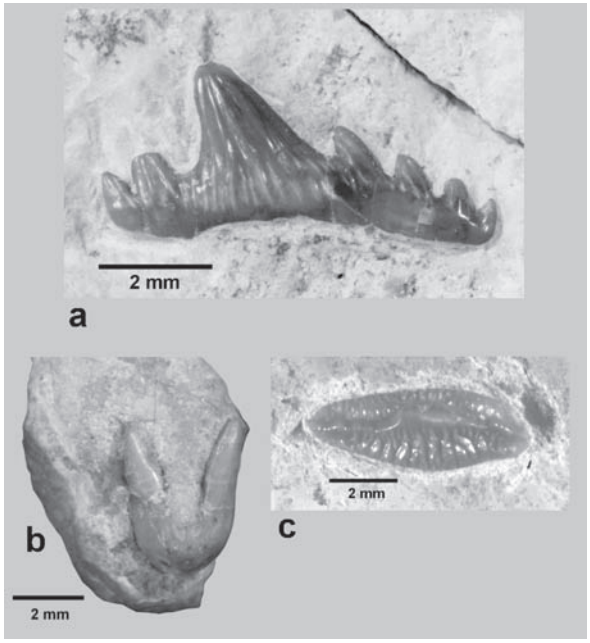


Abb. 10: Verschiedene Haifischzähne aus dem Gipskeuper von Gaildorf.
a: Mehrspitziger Zahn von Polyacrodus.
b: V-förmig zweispitziger Zahn des altertümlichen Hais Mooreodontus.
c: Relativ flacher Zahn von „Palaeobates“.

Schilfsandstein

Geologischer Pfad Gaildorf

Schilfsandstein

Feinkörnige Sandsteine mit Tonzwischenlagen. Sedimente eines ausgedehnten Flusssystems aus dem baltisch-skandinavischen Raum, das fast ganz Mitteleuropa überzog und im heutigen Alpenraum ins Meer mündete. In den einstigen Flusstälern wurden bis zu 30 m mächtige Sandsteine abgelagert, während sich in den Überschwemmungsbereichen dazwischen (wie hier) nur wenige Meter mächtige, tonige Sandsteinlagen bildeten. Benannt ist der Schilfsandstein nach den örtlich häufigen Resten fossiler Schachtelhalme, die von den Steinbrechern früher als „Schilf“ angesehen wurden.

Station 3

3

Der Schilfsandstein besteht aus meist graugrünen Sandsteinen mit grauen oder graugrünen Tonsteinlagen. Nehmen wir einmal ein solches Stück Schilfsandstein in die Hand, so fällt uns das feine und recht gleichmäßige Korn des Sandsteins auf – besonders im Vergleich zu dem der sonstigen Keupersandsteine, wie Kiesel- oder Stubensandstein (siehe S. 33).

Der Schilfsandstein tritt in zwei Ausbildungen auf: der sog. „Normalfazies“ und der „Flutfazies“, wobei für letztere neuerdings auch der geeignetere Ausdruck „Rinnenfazies“ gebraucht wird. (Als „Fazies“ bezeichnet man den Habitus, den ein Ablagerungsgestein in Bezug auf seine gesteinskundlichen Ausbildung oder seine Fossilführung aufweist). In „Normalfazies“ ist der Schilfsandstein maximal nur wenige Meter mächtig und besteht aus sandigen Tonsteinen und dünnen Sandsteinbänkchen. In typischer „Rinnenfazies“ dagegen weist er eine Mächtigkeit von teils über 30 m auf und besteht vorwiegend aus massigen Sandsteinen. Die hohe Mächtigkeit dieser Rinnenfazies geht darauf zurück, dass der Schilfsandstein tief in den Gipskeuper-Untergrund eingeschnitten ist, wobei letzterer bis mehrere Zehnermeter tief ausgeräumt sein kann. Wir haben hier ehemalige Flusstäler vor uns, die zur Schilfsandstein-Zeit erst von Flussläufen ausgefräst und dann allmählich von Flüssen und Seen mit Sand und Ton wieder aufgefüllt, „plombiert“ wurden. Diese Täler verlaufen mehrheitlich etwa in Nordost-Südwest-Richtung. In manchen Fällen wurden diese Täler überwiegend mit mächtigen tonigen Sedimenten aufgefüllt; dann besteht die „Rinnenfazies“ nur untergeordnet aus Sandsteinen.

Abb. 11: Schilfsandstein in dünnbankiger Ausbildung am Geologischen Pfad Gaildorf.

Wie entstand der Schilfsandstein?

In geologischen Fachkreisen wird seit langem darüber diskutiert, wie die Ablagerungsbedingungen zur Schilfsandsteinzeit aussahen. Heute wird davon ausgegangen, dass der Schilfsandstein in einem riesigen Flusssystem abgelagert wurde, das den größten Teil Mitteleuropas überspannte. Die Flüsse entsprangen im nordwestlichen Teil des großen Fennoskandischen Hochlands, im heutigen westlichen Skandinavien und brachten von dort ihre Sandfracht mit. Sie mündeten im heutigen Alpenraum in das damalige Weltmeer, die Tethys. Für die Flusstheorie sprechen neben sedimentologischen Indizien und den vielen fossilen Pflanzenresten auch einige Arten von Süßwassermuscheln und -fischen, die man im Schilfsandstein örtlich gefunden hat. Andere Arten scheinen eher dem Meer zu entstammen; sie dürften die Flüsse aufwärts gewandert sein, wie dies auch heute manche Fischarten in großen Strömen tun. Die Ursachen dafür, warum die Sandschüttungen des Schilfsandsteins sich in geologisch doch relativ kurzer Zeit über fast ganz Mitteleuropa ausbreiteten, um dann wieder zu verschwinden, sind jedoch bis heute noch nicht restlos geklärt.

Mächtige Sandsteine, die früher als Bausteine abgebaut wurden, sind z.B. im aufgelassenen Steinbruch am „Sturz“ bei Eutendorf zu sehen. Sie zeigen hier gut das Phänomen der Schrägschichtung, das man im Schilfsandstein häufig antrifft: Neben einzelnen horizontal liegenden Schichten sieht man viele spitzwinklig, also „schräg“ dazu verlaufende Schichten. Diese Schrägschichtung entstand durch stromabwärts wandernde Sandbänke, an deren steil abfallender Vorderfront sich immer neue „Schrägschichtungsblätter“ anlagerten. Was wir heute an den Steinbruchwänden angeschnitten sehen, ist die aus zahllosen übereinandergestapelten Sandbänken bestehende Füllung solcher Flussbetten.

Abb. 12: Schrägschichtung im Schilfsandstein. Alter Steinbruch am „Sturz“ bei Eutendorf.

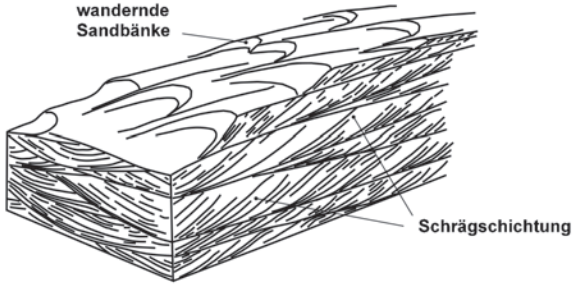


Abb. 13: Blockbild zur Entstehung von Schrägschichtung. Wandernde Sandbänke in einem Flusslauf erzeugen Schrägschichtungsgefüge im Sand, der sich später zu Sandstein verfestigt. Die Strömungsrichtung verläuft im Bild von rechts nach links.

Im Schilfsandstein findet man manchmal – allerdings nicht im Aufschluss am Geologischen Pfad – kohlige Pflanzenreste, die von den Steinbrechern früher irrtümlich als „Schilf" angesehen wurden. Es sind meist Reste von Schachtelhalmen (Abb. 14-15), die an den Rändern der Schilfsandstein-Gewässer in großer Zahl wuchsen. Gräser, zu denen ja auch das Schilf gehört, gab es hingegen zur Keuperzeit noch lange nicht.

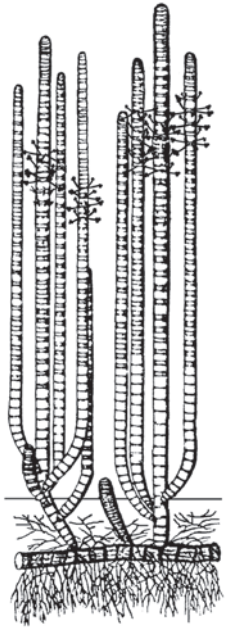
Der Schilfsandstein war über Jahrhunderte hinweg ein beliebter Bau- und Werkstein. Dies beruht auf seinem feinen, gleichmäßigen Korn und der im frischen Zustand geringen Härte, die auch feinere Steinmetzarbeiten erlauben. Gegenüber den modernen Luftschadstoffen reagiert er jedoch recht empfindlich, und so ist seine Verwendung stark zurückgegangen. Von seiner früheren Nutzung zeugen aber noch viele verfallene Steinbrüche, so bei Eutendorf, Münster oder Hausen a. d. Rot. In Gaildorf fanden Bausteine aus Schilfsandstein in der Evangelischen Kirche oder den Schlössern Verwendung.

Abb. 14: Großes Stammbruchstück des Schachtelhalms Equisetites. Schilfsandstein, Fichtenberg.

Fossilfunde im Schilfsandstein

Die bei weitem häufigsten Fossilien im Schilfsandstein sind Pflanzenreste. Dabei überwiegen ganz eindeutig die uns heute fremdartig erscheinenden großen Schachtelhalme der Gattung *Equisetites*. Sie bildeten an den Ufern der Schilfsandstein-Gewässer dichte Röhrichte, wie ihre Wurzelhorizonte bezeugen. Manche dieser Schachtelhalme erreichten beachtliche Größen: man kennt Stengelbruchstücke von bis zu 25 cm Durchmesser, was auf eine Höhe der Pflanze von mehreren Metern schließen lässt. Auch Nadelbäume sind durch Zweig- und Holzreste belegt, und von Farnen und Palmfarnen kennt man Wedel. Tierische Fossilien sind deutlich seltener: in manchen Lagen des Schilfsandsteins hat man Zähnchen oder Schuppen von Fischen sowie Muscheln und Schalenkrebse gefunden. Örtlich wurden auch Knochenreste großer Urlurche geborgen.

Abb. 15: Rekonstruktion des großen Schachtelhalms Equisetites. Diese Pflanzen erreichten mehrere Meter Höhe und bildeten zur Schilfsandstein-Zeit ganze Röhrichte.



Dunkle Mergel mit Gaildorf-Horizont

Den oberen Teil der Schilfsandstein-Abfolge bilden die Dunklen Mergel. Ihr Name bezieht sich auf die überwiegend düsteren Farben – violett, grauviolett, graubraun, rotbraun. Früher wurden diese mehrere Meter mächtigen Schichten den Unteren Bunten Mergeln zugerechnet, sie gehören jedoch noch zum Schilfsandstein. Sie enthalten den Gaildorf-Horizont, ein Schichtpaket aus violetten Tonsteinen und gelblichen Dolomitbänkchen. Eine besonders mächtige, manchmal fossilführende Dolomitbank in diesem Horizont nennt man Gaildorf-Bank. Diese Gaildorf-Bank wurde erstmals 1922 im Eisbachtal bei Gaildorf identifiziert und benannt, und erst jüngst wurde dann für den ganzen Schichtabschnitt der Name Gaildorf-Horizont geprägt. Gaildorf ist damit bundesweit die *Typlokalität* für diese Schichten, also die Stelle, auf der die Definition dieses Schichtabschnitts beruht.

Dunkle Mergel und Gaildorf-Horizont sind als Ablagerung einer ausgedehnten, oft trockenfallenden, jedoch zeitweise mit vielen Seen durchsetzten Tonschlammebene aufzufassen. Der Gaildorf-Horizont scheint in weiten Bereichen des Mitteleuropäischen Beckens ausgebildet zu sein, was nahelegt, dass für die Entstehung dieser Seenlandschaft überregionale Faktoren, beispielsweise weiträumiger Grundwasseranstieg oder Klimaeinflüsse, verantwortlich waren.

Über dem Gaildorf-Horizont treten manchmal noch Sandsteine vom Schilfsandstein-Typ auf, was die Zugehörigkeit der Dunklen Mergel zum Schilfsandstein unterstreicht.

Geologischen
Pfad Gaildorf

Dunkle Mergel mit Gaildorf-Horizont

Düsterviolette und braune Tonsteine mit gelblichen, harten Dolomitbänken (Gaildorf-Bank) und Dolomitknollen, auch ausgelaugten Gipsrelikten. Dieser Abschnitt gehört noch zum Schilfsandstein, da er stellenweise von geringmächtigen Sandsteinen überlagert wird. Er ist nach der typischen Ausbildung im Raum Gaildorf benannt. Es handelt sich um Ablagerungen einer teils sumpfigen Seenlandschaft gegen Ende der Schilfsandsteinzeit.

Station 4

4

Fossilfunde im Gaildorf-Horizont

Im Gaildorf-Horizont wurden stellenweise zahlreiche Süßwassermuscheln gefunden, die beachtliche Größen erreichen können. Etwas seltener kommen kleine Schnecken vor. Die örtliche Individuenhäufigkeit der Muscheln und Schnecken steht allerdings in starkem Kontrast zu deren insgesamt sehr geringer Artenzahl.

Auch Fische waren durchaus vorhanden, doch ist die Fischfauna noch wenig bekannt, da es wie im Gipskeuper nur einzelne Reste gibt. Neben kleinen Fischschuppen hat man insbesondere winzige Zähnchen von Haifischen geborgen.

Abb. 16: Anhäufung kleiner Muscheln in der Gaildorf-Bank von Gaildorf.

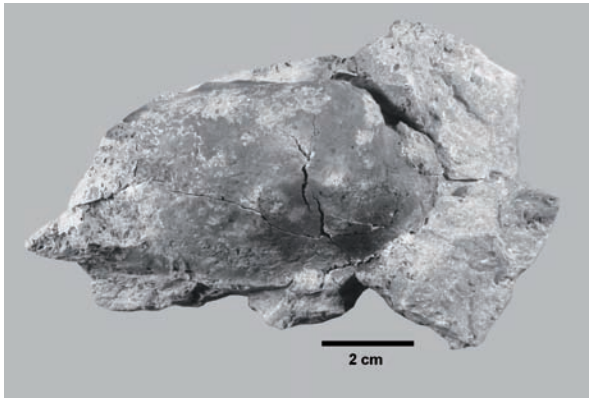


Abb. 17: Große Süßwassermuschel aus der Gaildorf-Bank von Gaildorf.

Abb. 18: Zähnchen des kleinen Süßwasserhais Lissodus aus dem Gaildorf-Horizont von Gaildorf.

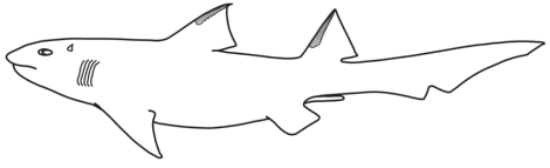


Abb. 19: Rekonstruktion des Süßwasserhais Lissodus. Länge ca. 30 cm.

Hangschutt

An den Hängen im Keuperbergland findet man unter der Bodenkrume keineswegs immer sofort die anstehenden Keuperschichten. Oft sind sie nämlich durch eine dünnere oder dickere Hangschuttbedeckung verhüllt. Dieser Hangschutt besteht aus Tonbröckchen und zahlreichen Sandsteinstückchen bis -blöcken, die in einer tonigen Grundmasse „schwimmen". Die Sandsteinblöcke können beachtliche Größen erreichen; ein solcher größerer, ausgewitterter Sandsteinblock ist oberhalb der Tafel erkennbar.

Geologischer Pfad Gaildorf

Hangschutt

An den Hängen des Keuperberglands liegt über dem anstehenden Gestein häufig eine Schuttbedeckung aus Tonbröckchen, Sandsteinstücken und Sandsteinblöcken. Ein größerer Sandsteinblock ist oberhalb der Tafel erkennbar. Hangschutt ist eine Verwitterungsbildung der letzten Eiszeit: Im Winter gefror damals der Boden tiefgründig und zerlegte das Gestein durch Frostsprengung in Brocken; im Sommer taute dieser Permafrostboden nur oberflächlich wieder auf, und der so entstehende nasse Schuttbrei wanderte talabwärts und überzog die Hänge.

Station 5

Hangschutt ist eine Verwitterungsbildung der letzten Eiszeit (und damit natürlich wesentlich jünger als die Keuperschichten): Im Winter gefror damals der Boden tiefgründig und zerlegte das Gestein durch Frostsprengung in Brocken; im Sommer taute dieser Permafrostboden nur oberflächlich wieder auf. Der so entstandene nasse Schuttbrei wanderte, der Schwerkraft folgend, talabwärts und überzog die Hänge mit einem Schuttmantel aus Gesteinstrümmern der höher am Hang zutage tretenden Schichten. Daher können wir heute an Steilhängen um Gaildorf z.B. Kieselsandsteinbrocken bis hinab zum Niveau des Gipskeupers finden.

Im Hangschutt kann das Wasser besonders gut hangabwärts fließen, was sich in einer guten Wasserversorgung des Bodens niederschlägt. Wir sehen dies hier an der üppigen Vegetation mit ihrer ausgeprägten Krautschicht.

Rote Wand

Geologischer Pfad Gaildorf

Rote Wand

Hauptabschnitt der Unteren Bunten Mergel. Relativ einheitlich rotgefärbte Tonsteine, mit wenigen grünen Flecken und Lagen. Manchmal finden sich dünne Lagen und Knollen von Gips, der in Oberflächennähe jedoch meist ausgelaugt ist. Zur Ablagerungszeit der Roten Wand herrschten im Keuperbecken sehr ausgedehnte, lebensfeindliche Tonschlammebenen vor. In zeitweiligen Salzseen auf diesen Ebenen wurde Gips abgeschieden.

Station 6

Die Rote Wand bildet zusammen mit dem darüber folgenden Lehrberg-Horizont den Hauptteil der gut 20 m mächtigen Unteren Bunten Mergel. Sie besteht aus ziegelrot bis rotbraun gefärbten Tonsteinen, deren farbliche Eintönigkeit nur durch wenige grüne Lagen oder Flecken aufgelockert wird. Die Tonsteine sind gewöhnlich nur schlecht geschichtet. Lagen von Gips-Auslaugungsrelikten sind öfters zu finden. Immer wieder sind auch dünne, knollige, rotgraue Steinmergelbänkchen oder sehr dünne, feinkörnige Sandsteinlagen eingeschaltet. An ihrer Unterseite fallen manchmal würfelförmige, erhabene Gebilde auf. Es sind natürliche Ausfüllungen ehemaliger, längst aufgelöster Steinsalzkristalle, die im damaligen Boden oberhalb des Grundwasserspiegels wuchsen. Sie belegen einen zeitweise hohen Salzgehalt im Boden und damit wüstenhafte Verhältnisse. Gesteinsplatten mit besonders schönen solchen ehemaligen Steinsalzwürfeln fand man bei Gaildorf-Münster (Abb. 20).

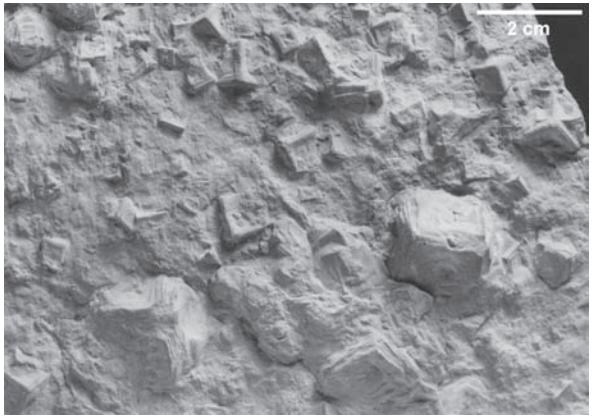


Abb. 20: Sandsteinausfüllungen ehemaliger würfelförmiger Steinsalzkristalle. Rote Wand, Gaildorf.

Die Rote Wand wurde wahrscheinlich in einer ausgedehnten Playa mit vielen Salzseen und -tümpeln abgelagert. Die schlechte Schichtung geht wahrscheinlich auf häufiges Trockenfallen und Gips- und Salzabscheidung im damaligen Boden zurück: Zwar setzten sich durch episodische Niederschläge im Lauf der Zeit immer wieder neue Lagen von Tonschlamm ab, doch wurde deren zunächst vorhandene Schichtung durch Trockenrisse und Salzkristallisation immer wieder beeinträchtigt oder zerstört.

Die Rote Wand gehört zu den fossilärmsten Abschnitten des Mittleren Keupers – bislang sind nur wenige Schalenkrebse und Fischschuppen gefunden worden. Auch diese Fossilarmut unterstreicht die Lebensfeindlichkeit des Ablagerungsraums.

Geologischen Pfad Gaildorf

Lehrberg-Horizont (Lehrbergschichten)

Oberer Abschnitt der Unteren Bunten Mergel, benannt nach dem Ort Lehrberg bei Ansbach. Rote Tonsteine mit zwischengeschalteten hellen Dolomitbänken (Lehrbergbänke), letztere sind durch begleitende graugrüne Tonsteine deutlich erkennbar. Die roten Tonsteine sind auf Tonschlammebenen entstanden, die in häufigem Wechsel überschwemmt wurden und wieder trocken fielen. Die Lehrbergbänke dagegen stellen Ablagerungen gigantischer, aber flacher Seen von teilweise über 75000 km² Flächenausdehnung dar. Sie bildeten sich während zeitweilig niederschlagsreicherer Klimaperioden und lassen sich in mancher Hinsicht mit dem heutigen Tschadsee in Afrika vergleichen.

Station 7

7

Lehrberg-Horizont

Über der Roten Wand wird die farbliche Eintönigkeit durch die helleren Farbtöne des Lehrberg-Horizonts aufgelockert. Diese mehrere Meter mächtige Abfolge, die auch als Lehrbergschichten bezeichnet wird, besteht aus dünnen, hellgrauen Dolomitbänkchen (Steinmergel) mit graugrünen Tonsteinen, die durch rotbraune Tonsteine vom Typ der Roten Wand getrennt werden. Der Name bezieht sich auf die Ortschaft Lehrberg bei Ansbach, wo diese Steinmergel im 19. Jahrhundert als Wegschottermaterial abgebaut wurden. Die Steinmergellagen des Lehrberg-Horizonts nennt man „Lehrbergbänke“.

Abb. 21: Lehrberg-Horizont mit Lehrbergbank (über dem Hammer) am Geologischen Pfad Gaildorf.

An den Unterseiten der Dolomitbänkchen sehen wir manchmal helle netzförmige Strukturen (Abb. 22): es sind dolomitgefüllte Trockenrisse. Sie entstanden, als zur Keuperzeit ein See teilweise austrocknete und sich im tonigen Schlammboden netzförmige Risse bildeten. Als dann der See sich wieder ausdehnte, wurden die Risse mit Karbonatschlamm ausgefüllt. Diese Ausfüllungen treten uns heute an den Grenzflächen von Tonstein zu Dolomit als sog. „Netzleisten“ wieder entgegen. Wie sich Trockenrisse im Schlamm bilden, kann man auch heute noch beobachten

– beispielsweise in ausgetrockneten Schlammpfützen auf unbefestigten Feldwegen.

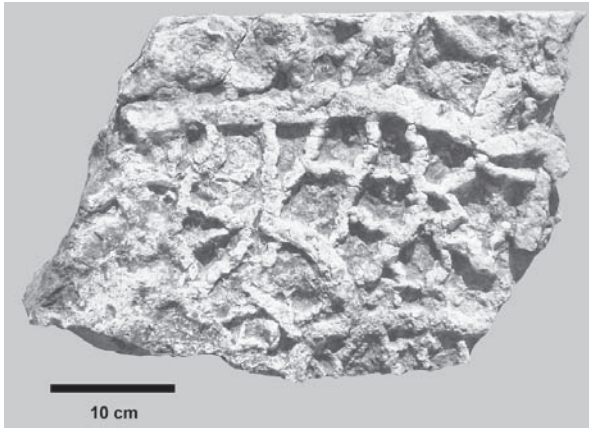


Abb. 22: Netzleisten (Ausfüllungen von Trockenrissen) auf der Schichtfläche einer Lehrbergbank von Gaildorf.

Die Dolomitbänke des Lehrberg-Horizonts entstanden in gigantischen Seen, die bis zu 76 000 km² Flächenausdehnung hatten, bei einem maximalen Durchmesser von über 400 km. Trotz ihrer Größe waren diese Seen ausgesprochen flach, im Mittel wohl nur wenige Meter tief. Vermutlich verdanken sie ihre Existenz längeren, etwas niederschlagsreicheren Klimaperioden, während denen sich stehende Wasserkörper bilden und halten konnten. Ein schwacher Salzgehalt des Seewassers läßt sich aus den überlieferten Fossilresten, die nicht nur Süßwasserarten umfassen, ableiten. Im Gegensatz zu den dolomitischen Lehrbergbänken repräsentieren die rotbraunen Tonsteine dazwischen Phasen eines trockeneren Klimas, als die Seen trocken fielen und auf der weiten Ebene nur Tonschlamm abgelagert wurde. Da es drei dieser Lehrbergbänke gibt, die sich mit den zwischenlagernden roten Tonsteinen abwechseln und die sich außerdem über sehr große Entfernungen beobachten lassen, ist der Lehrberg-Horizont ein gutes Beispiel einer Schichtenfolge, die aus sich mehrfach wiederholenden Ablagerungszyklen besteht. Diese Zyklen waren im Falle des Lehrberg-Horizonts wahrscheinlich klimagesteuert.

Der Lehrberg-Horizont ist einer der wichtigsten Leithorizonte des Keupers. Er lässt sich bis ins Osnabrücker Bergland, den Raum Coburg oder das Thüringer Becken verfolgen.

Fossilfunde im Lehrberg-Horizont

In den Lehrbergbänken finden sich örtlich – allerdings nicht am Geologischen Pfad – zahlreiche Reste der damaligen Fauna, die durch neuere Analysen besonders gut untersucht ist. Am häufigsten sind kleine Muscheln und Schnecken, doch sind sie nur an wenigen Stellen gut erhalten.

Seltener findet man Schuppen oder Knochenreste verschiedener Fische, die die Lehrbergseen bevölkerten. Wie im Gipskeuper ist es für den Laien aber meist nicht leicht, sie zu erkennen. Hervorgehoben seien Reste von Quastenflossern (Abb. 24), einer altertümlichen Fischgruppe, deren Angehörige sich seit über 350 Millionen Jahren nur wenig verändert haben und von der heute nur noch sehr wenige Vertreter existieren. Ausnahmefunde sind dagegen Knochen und Zähne großer Urlurche und krokodilähnlicher Reptilien; diese Tiere lebten im Uferbereich der Lehrbergseen.

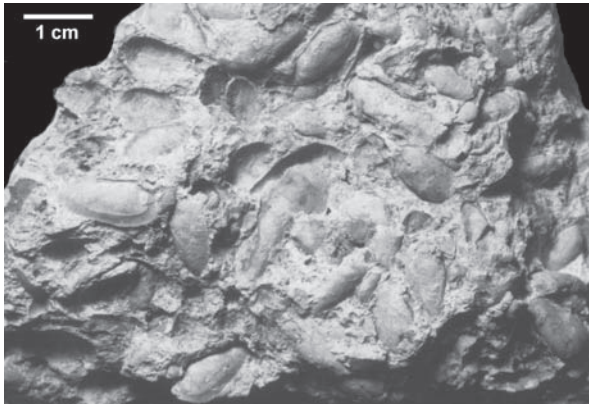


Abb. 23: Anhäufung kleiner Süßwassermuscheln im Lehrberg-Horizont. Raum Bühlerzell.

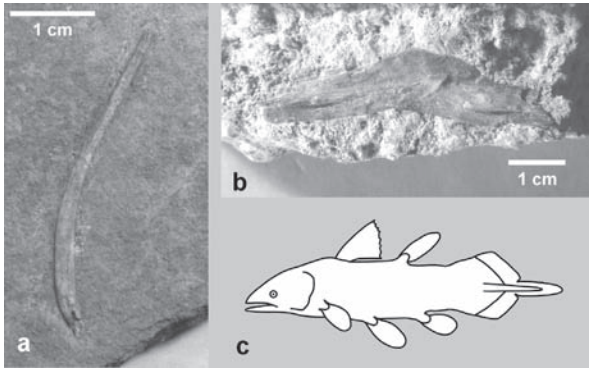


Abb. 24: Knochen des Quastenflossers Chinlea aus dem Lehrberg-Horizont von Gaildorf (a) und Fichtenberg (b) im Gestein. a: Flossenstrahl, b: Unterkieferknochen, c: Rekonstruktion aufgrund vollständiger Skelettfunde aus gleichaltrigen Schichten Nordamerikas.

Unterer Kieselsandstein

Die etwa 20–25 m mächtige Kieselsandstein-Abfolge besteht aus meist grob- bis mittelkörnigen Sandsteinen mit eingeschalteten graugrünen oder rotbraunen Tonsteinlagen. Auffallend im Vergleich zum Schilfsandstein ist das deutlich gröbere Korn, und auch die Korngrößen der einzelnen Sandsteinlagen untereinander sind sehr viel uneinheitlicher. Der Geologe spricht hier von „schlechter Sortierung“, sie weist auf stark schwankende Strömungsenergien und damit auf recht wechselhafte Bedingungen bei der Ablagerung hin. Auch durch die mehr bräunlichen bis hellen Farben unterscheidet sich der Kieselsandstein vom eher graugrünen Schilfsandstein.

Im Kieselsandstein gibt es neben kieseligen (durch Quarz verkitteten) Sandsteinlagen auch solche, die ein toniges Bindemittel besitzen. Der Name geht auf die Stuttgarter Region zurück, wo der Kieselsandstein überwiegend harte, kieselige Lagen aufweist.

Geologischen Pfad Gaildorf

Unterer Kieselsandstein

Helle, grobkörnige Sandsteine. Sie bilden hier aufgrund ihrer Widerständigkeit gegenüber der Abtragung eine Verebnung. Solche Kieselsandstein-Verebnungen prägen an vielen Stellen des Schwäbisch-Fränkischen Waldes das heutige Landschaftsbild. Die Sande des Kieselsandsteins wurden zur Keuperzeit von Flüssen in ausgedehnten Schwemmebenen abgesetzt, die sich vom Hochgebiet der Vindelizischen Schwelle in das Keuperbecken vorschoben. Die Grobkörnigkeit ist ein Hinweis auf den relativ kurzen Transportweg vom damaligen Liefergebiet.

Station 8

8

Ein Blick durch die Lupe

Sehen wir uns die Oberfläche eines grobkörnigen Kieselsandstein-Stücks einmal genauer an, am besten mit einer Lupe. Die meisten Sandkörner bestehen aus dem Mineral Quarz, das in der Häufigkeit der Minerale der Erdkruste den zweiten Platz einnimmt. Uns fällt auf, dass viele dieser Quarzkörner in der Sonne glitzern. Das ist jedoch keine ursprüngliche Eigenschaft, sondern vielmehr eine Folge der Prozesse, die zur Verfestigung des einst losen Sands zum harten Sandstein führten: Auf den Quarzkörnern schied sich zirkulierende Kieselsäure in kristalliner Form (d. h. ebenfalls als Quarz) ab und bildete nicht nur glänzende Kristallflächen, sondern verkittete auch gleichzeitig als natürlicher Zement die einzelnen Sandkörner miteinander.

Zwischen den Quarzkörnern liegen einzelne undurchsichtige, weißliche bis rötliche Sandkörner mit schwach glänzenden Spaltflächen – es sind Kalifeldspäte. Die Mineralgruppe der Feldspäte stellt die häufigsten Minerale der Erdkruste.

Besonders auf Schichtflächen des Sandsteins finden wir schließlich noch glänzende Blättchen von Mineralen aus der Gruppe der Glimmer, entweder schwarz (das ist der Biotit) oder silberglänzend (der Muskovit).

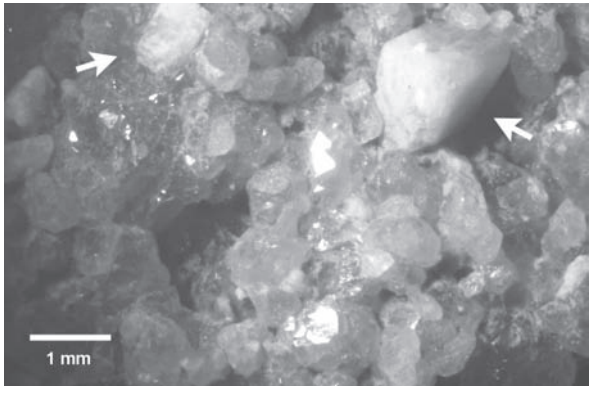


Abb. 25: Oberfläche eines Kieselsandstein-Stücks vom Geologischen Pfad Gaildorf, stark vergrößert. Die Sandkörner sind überwiegend Quarz (glasartig, teils mit aufgewachsenen glänzenden Kristallflächen) und seltener helle, milchige Feldspatkörner (Pfeile).

Diese drei Hauptbestandteile der Kieselsandsteine – Quarz, Feldspat und Glimmer – weisen uns auf die Herkunft des Sandes hin: Er entstammt zur Keuperzeit abgetragenen Grundgebirgs-Graniten, die damals an der Erdoberfläche anstanden. Das Gestein Granit besteht aus sandkorngroßen Mineralkörnern von Quarz, Feldspat und Glimmer, in die es im Lauf von Jahrtausenden bei der Verwitterung zerfällt.

Das Abtragungsgebiet dieser Granite war die Vindelizische Schwelle, ein Hochgebiet, das sich im Gebiet südlich der heutigen Donau erstreckte (die es damals noch längst nicht gab) und das im Osten in die Böhmische Masse überging (Abb. 4). Das häufige Vorkommen des Feldspats im Kieselsandstein erlaubt eine weitere Aussage: Da Feldspat ein Mineral ist, das im feuchten Klima relativ rasch zu Tonmineralen verwittert, muss zur Kieselsandstein-Zeit eher Trockenheit geherrscht haben.

Als Ablagerungsraum des Kieselsandsteins können wir uns einen der oben erwähnten, großen Schwemmfächer vorstellen, der seine Sand- und Schuttmassen von der Vindelizischen Schwelle im Südosten in das Mitteleuropäische Becken schob.

Ein Paläoboden im mittleren Kieselsandstein

Der Kieselsandstein lässt sich stellenweise in zwei Sandsteinhorizonte unterteilen – den 1. und 2. Kieselsandstein. Zwischen beiden liegen mächtigere, meist rotbraune Tonsteine, die hier aufgeschlossen sind. Auffallend sind die fehlende Schichtung der Tonsteine und besonders die vielen hellen Dolomitknollen.

Wir haben hier einen fossilen Boden (Paläoboden) vor uns, der zur Kieselsandsteinzeit entstanden ist. Er weist viele Charakteristika auf, die uns aus rezenten Böden in trockenen subtropischen bis tropischen Klimabereichen bekannt sind: rote Farbe, Entschichtung, teils vertikal angeordnete Dolomitknollen, Fehlen von Fossilien. Die Entschichtung geht auf bodenbildende Prozesse – häufiger Wechsel von Durchfeuchtung und Austrocknung, Bodenleben, evtl. Pflanzenwurzeln – zurück. Die Dolomitknollen haben sich in diesem Boden als sog. Konkretionen abgeschieden; sie entstanden nahe dem damaligen Grundwasserspiegel im Kapillarsaum des Bodens. Die vertikale Anordnung der Knollen weist auf die damaligen vertikalen Wasserbewegungen hin, die sowohl abwärts (Sickerwasser) als auch aufwärts (Verdunstung von der Bodenoberfläche her) erfolgten.

Solche fossilen Böden sind im Keuper keineswegs auf den Kieselsandstein beschränkt, sondern treten z.B. auch im Schilf- und Stubensandstein auf.

Geologischen Pfad Gaildorf

Rotbraune Tonsteine im mittleren Kieselsandstein

Der Kieselsandstein wird örtlich durch rotbraune, sandige Tonsteine zweigeteilt, die hier helle Dolomitknollen enthalten. Es handelt sich um einen fossilen Boden zur Kieselsandsteinzeit, in dem sich unter trockenwarmem Klima Dolomitknollen abschieden.

9

Station 9

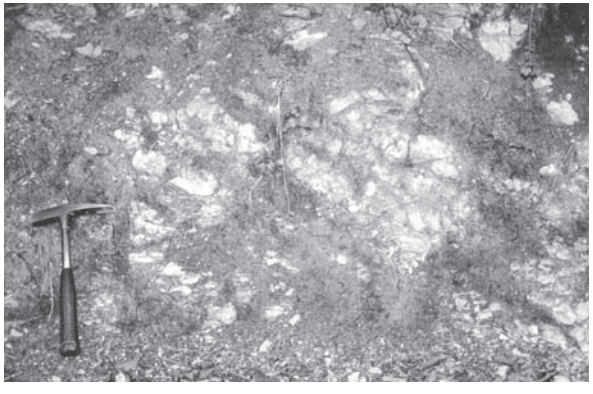


Abb. 26: Paläoboden mit Dolomitknollen im Kieselsandstein am Geologischen Pfad Gaildorf.

Fossilien sind im Kieselsandstein eher selten, lediglich kohlig erhaltene Pflanzenreste kommen öfters vor. Hervorgehoben seien jedoch einige wichtige Funde von Saurierresten und von Spurenfossilien aus dem Raum Gaildorf.

Saurierfunde im Kieselsandstein rund um Gaildorf

Der Kieselsandstein der Gaildorfer Umgebung hat zwei wichtige Saurierreste geliefert: Bei Fichtenberg entdeckte man um 1960 in einem Sandsteinblock den fast kompletten Abdruck des Schädeldachs eines Urlurchs der Gattung *Metoposaurus* (Abb. 28). Bei Gaildorf wurde in den 1930er Jahren der Abdruck einer unvollständigen Kehlbrustpanzerplatte eines gleichartigen Urlurchs gefunden (Abb. 27). *Metoposaurus* ist ein kleinerer Verwandter des großen *Mastodonsaurus* aus dem Unterkeuper und erreichte eine Körperlänge von etwa 2 m.

Abb. 27: Abdruck einer Kehlbrustpanzerplatte des Urlurchs Metoposaurus aus dem Grenzbereich Lehrberg-Horizont/ Kieselsandstein von Gaildorf.

Abb. 28: Schädelabdruck des Urlurchs Metoposaurus aus dem Kieselsandstein von Fichtenberg.

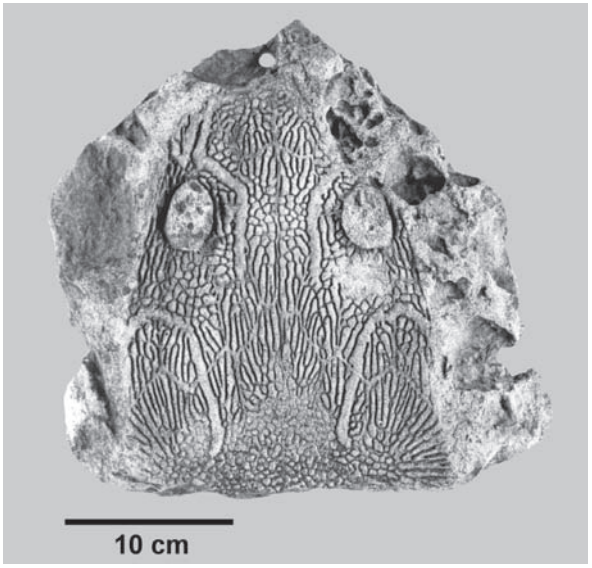


Abb. 29: Rekonstruktion des großen Urlurchs Metoposaurus, etwa 2 m lang. Diese Amphibien waren zur Keuperzeit weit verbreitet.

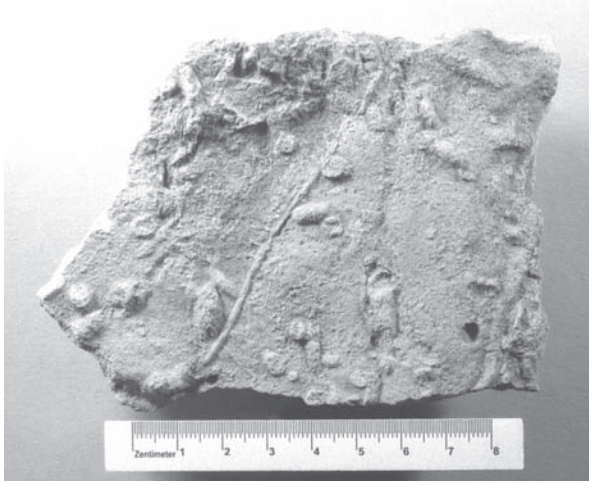
Spurenfossilien im Kieselsandstein von Gaildorf

Auch fossile Belege für die Existenz kleinerer, wirbelloser Tiere sind auf Gesteinsplatten des Kieselsandsteins gelegentlich zu finden. So hat man auch bei Gaildorf früher die typischen, an Kaffeebohnen erinnernden Spuren kleiner Krebstiere entdeckt (Abb. 30). Sie wurden in Anlehnung an den Fundort *Rusophycus eutendorfensis* benannt. Man nimmt an, dass sie von sog. Rückenschalern erzeugt wurden, einer Krebstiergruppe, die heute noch gelegentlich in Tümpeln Mitteleuropas auftritt.
Häufiger trifft man im Kieselsandstein auf Wühlgänge unbekannter, wurmähnlicher Organismen (Abb. 31).

Abb. 30: Die kaffeebohnenförmige Spur Rusophycus eutendorfensis und ihr mutmaßlicher Erzeuger, der Urzeitkrebs Triops. Kieselsandstein, Gaildorf.

Ebenso wie in der Roten Wand wurden im Kieselsandstein bei Gaildorf Sandsteinplatten gefunden, die auf ihrer Unterseite die Ausfüllungen ehemaliger Steinsalzkristalle tragen.

Abb. 31: Sandsteinplatte mit Wühlgängen unbekannter wurmartiger Organismen. Kieselsandstein, Gaildorf.



Oberer Kieselsandstein

10

Station 10

Im oberen Kieselsandstein nehmen die graublauen Tonsteine zu. Hierin kündigt sich bereits der Übergang zu den überlagernden Oberen Bunten Mergeln an. Am Geologischen Pfad können wir an den herumliegenden grobkörnigen Sandsteinblöcken die mineralogische Zusammensetzung der Sandsteine (S. 33) gut studieren.
Manche Sandsteinblöcke des Kieselsandsteins zeigen rundliche Löcher, die meist in Lagen angehäuft sind. Hierbei handelt es sich um Hohlformen ausgewitterter, ehemaliger Tongerölle (sogenannte Tongallen). Solche Tongerölle entstanden, wenn zur Kieselsandstein-Zeit vorher abgelagerte Tonsteinschichten durch Fließgewässer wieder erodiert wurden. Die dabei als Aufarbeitungsrelikte des Tonsteins anfallenden Tongerölle wurden wieder in den Sand eingelagert, der sich später zu Sandstein verfestigte.
Im Bereich der Stationen 8-10 fällt uns auf, dass der Weg weitaus weniger steil verläuft als seither. Hier ist auf Kieselsandstein eine Verebnung ausgebildet (siehe S. 44), wie sie sich auch sonst im Keuperbergland um Gaildorf beobach-

ten lässt. Im Bereich dieser Verebnung sind die Böschungen entlang des Wegs meist recht niedrig, weshalb nur kleinere Gesteinsanschnitte für den Geologischen Pfad angelegt werden konnten. Die Verebnungen in diesem Niveau gehen vermutlich nicht allein auf die Widerständigkeit des Kieselsandsteins zurück, sondern auch auf eine flächenhafte Abtragung im Bereich einer alten Landoberfläche (siehe S. 46).

Obere Bunte Mergel

Die Oberen Bunten Mergel sind im Gelände durch ihre charakteristische graublaue Farbe leicht kenntlich. Zwar sind sie in Nordostwürttemberg keineswegs „bunt", sondern eher eintönig graublau bis graugrün gefärbt, doch treten in Südwürttemberg rote Farbtöne weitaus stärker in den Vordergrund. Meist enthalten die Oberen Bunten Mergel Lagen oder Knollen von hellem Dolomit. In frischen Aufschlüssen lassen sich oft auch dünne Lagen oder Knollen von Gips – bzw. deren Auslaugungsrückständen – beobachten. Von den etwa 15 Metern Gesamtmächtigkeit der Oberen Bunten Mergel ist am Geologischen Pfad nur noch ein kleiner Abtragungsrest auf einer Verebnung vorhanden. Die Oberen Bunte Mergel sind sehr fossilarm. Nur manchmal können Schalenkrebse oder kleine, kohlig erhaltene Pflanzenreste gefunden werden. Im frischen Zustand sind die Oberen Bunten Mergel häufig geschichtet, was eine Ablagerung unter Wasser belegt. Die Fossilarmut und der Gipsgehalt weisen auf Ablagerung in stark salzigen Binnenseen hin.

Bei der Verwitterung verwandeln sich die geschichteten Tonsteine in plastische Tone, die einen schweren Boden liefern, was man gut im Aufschluss am Geologischen Pfad sieht. Im feuchten Zustand schmierig, wird dieser Tonboden beim Austrocknen rissig und fest. Waldbaulich ist ein solcher zur

Geologischen Pfad Gaildorf

Obere Bunte Mergel

Graublaue Tonsteine mit hellgrauen Dolomitknollen und Dolomitlagen, hier bereits stark verwittert. Sie bilden hier lediglich eine geringmächtige Restbedeckung auf der Verebnung des Kieselsandsteins. Es sind Ablagerungen von Tonschlamm in weiten, meist lebensfeindlichen Salzseen.

11

Station 11

Vernässung neigender Tonboden problematisch, und so sehen wir auch auf der Verebnung am Geologischen Pfad nur einen schlechtwüchsigen Fichtenwald, wie er auf solchen Böden häufig anzutreffen ist.

Mit den Oberen Bunten Mergel endet am Geologischen Pfad Gaildorf die Schichtenfolge, doch setzt sie sich in anderen Teilen des Schwäbisch-Fränkischen Waldes noch weiter nach oben hin fort. Dort folgen noch die Sandstein- und Tonsteinschichten des **Stubensandsteins**, dann die roten, rutschanfälligen Tonsteine des **Knollenmergels**, die nur örtlich ausgebildeten grauen Ton- und Sandsteine des **Oberkeupers** und schließlich die Ton- und Sandsteine des **Schwarzen Juras**. Diese höheren geologischen Schichten des Keupers können daher an weiteren Geologischen Pfaden studiert werden: beispielsweise am Pfad Welzheim-Laufenmühle, am Keuperlehrpfad Aspach oder am Pfad Winnenden-Grunbach.

Die erdgeschichtliche Entwicklung nach der Keuperzeit

Nach Ende der Keuperzeit überflutete das Jura-Meer Süddeutschland, und über den Schichten des Keupers wurden etwa 700 m Gesteine der Jura-Zeit abgelagert. Vor etwa 140 Millionen Jahren fand auch diese Epoche ihr Ende, und Süddeutschland hob sich erneut aus dem Meer und fiel wieder trocken. Ab jetzt setzten die Prozesse der festländischen Verwitterung und Abtragung ein und begannen allmählich, die Landschaft, wie sie uns heute vertraut ist, zu formen. Ganz langsam wurde so eine typische **Schichtstufenlandschaft** herausmodelliert. Dabei wurden in Nordwürttemberg die zuvor abgelagerten Schichten des Juras bis auf kleine Reste wieder abgetragen und die darunterliegenden Keuperschichten freigelegt.

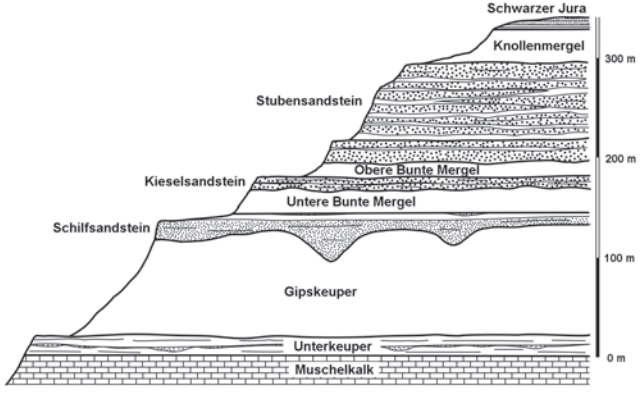


Abb. 32:
Schematischer Schnitt durch die Schichtstufenlandschaft aus Keuper und Unterjura des Schwäbisch-Fränkischen Waldes.

Schichtstufenlandschaft

Südwestdeutschland ist ein klassisches Beispiel einer *Schichtstufenlandschaft* (Abb. 32). Die Herausbildung dieser Schichtstufen ist bedingt durch die unterschiedliche Verwitterungsbeständigkeit und Wasserdurchlässigkeit der einzelnen Keuperschichten: weiche, wasserstauende Tonsteine gegenüber harten, wasserdurchlässigen Sandsteinen. Der Steilabfall einer Stufe wird dabei stets von einem Tonsteinpaket gebildet (z.B. Untere Bunte Mergel), die Stufenkante und die darauffolgende Verebnung von einem Sandstein (z.B. Kieselsandstein).
Im Schwäbisch-Fränkischen Wald wirkt sich besonders der Kieselsandstein als markanter Verebnungsbildner aus.

Abb. 33: Blick vom Fuß des westlichen Kieselberg-Ausläufers bei Bröckingen nach Norden auf Münster (links). Im Mittelgrund und hinter Münster flach ansteigende Wiesen auf Gipskeuper, sodann steilerer, waldbestandener Stufenanstieg über Schilfsandstein zu den Unteren Bunten Mergeln. Den Abschluss bildet eine waldbestandene Verebnung auf Kieselsandstein und Resten von Oberen Bunten Mergeln.

Flussgeschichte

Ursprünglich bildete sich auf der nach Südosten geneigten süddeutschen Schichttafel ein dem Gefälle folgendes, also nach Südosten gerichtetes, Flusssystem aus. Es wird als *danubisches* Flusssystem bezeichnet, da es zum damaligen Einzugsgebiet der Ur-Donau gehörte. Es entwässerte im Tertiär zuerst ins sog. Molassebecken, das große Sediment-Auffangbecken am Nordrand der Alpen, und seit dem ausgehenden Obermiozän dann in ein dem heutigen Donausystem entsprechendes Gewässernetz, das ins Pontische Meer, den Vorläufer des Schwarzen Meers, mündete. Dann änderte jedoch der Einbruch des Oberrheingrabens im frühen Tertiär, vor etwa 50 Millionen Jahren, vieles: Im Gefolge dieses Ereignisses bildete sich vor etwa 15-20 Millionen Jahren ein neues Flusssystem heraus: das *rheinische*. Seine Gewässer hatten indes einen deutlich kürzeren Weg zum Meer, der Nordsee, zurückzulegen als die des danubischen Systems. Folglich war auch das Gefälle im rheinischen System höher. Dies führte dazu, dass sich dessen Bäche und Flüsse stärker zurückschnitten und so anfingen, dem danubischen System buchstäblich „das Wasser abzugraben". Zum Rhein fließende Gewässer erreichten durch ihre starke rückschreitende Erosion solche des danubischen Systems, zapften sie an und lenkten deren Oberlauf zu sich herein. So entstanden bezeichnende Knickstellen im Verlauf. Ein Beispiel dafür ist die Rot, die nach Südosten und Osten fließt, um dann bei Unterrot in den nach Nordwesten fließenden Kocher zu münden. Sie gehörte einst zum danubischen System, ihr Tal wurde dann aber vom rheintributären Kocher angezapft und ihr Wasser nach Norden umgeleitet.

Alte Schuttdecken

Im Schwäbisch-Fränkischen Wald findet man auf einer Meereshöhe von etwa 480-500 m auf Verebnungen nicht selten alte Fremdschuttdecken. Sie bestehen aus ockergelben Sanden und enthalten viele verwitterungsresistente Gerölle höherer, heute weitgehend abgetragener Schichten: Kieselhölzer aus dem Stubensandstein, Keuperfeuersteine, Sandsteine aus Oberkeuper und Unterjura. Ihre Verbreitung lässt auf ein einstmals zusammenhängendes Ablagerungsgebiet schließen, das durch die spätere Taleintiefung zerrissen wurde. Das Alter dieser Fremdschuttmassen lässt sich nur ungefähr angeben; man nimmt an, dass sie im ausgehenden Tertiär bis frühesten Quartär abgelagert wurden und damit ein Alter von etwa 5 -1,8 Millionen Jahren aufweisen.

Diese Schuttdecken werden oft auf Kieselsandstein-Verebnungen angetroffen, aber auch auf Reliktflächen von Gesteinen, die eigentlich nicht zu Verebnungen neigen, wie den Oberen Bunten Mergeln. Daher liegt die Vermutung nahe, dass vor ihrer Ablagerung eine weitaus flächenhaftere Abtragung vorherrschte als heute, wohl bedingt durch ein wärmeres Klima mit intensiverer Verwitterung. Die damals entstandenen flächigen Landschaftsformen mitsamt den darauf abgelagerten Fremdschuttmassen wurden durch die seitherige lineare Abtragung und Talbildung während des Eiszeitalters und der Nacheiszeit stark zerschnitten und treten uns heute auf den Höhen des Schwäbisch-Fränkischen Waldes nurmehr als tiefgründig verwitterte Reste sogenannter „alter Landoberflächen" entgegen.

Feuersteine und Kieselhölzer

Auf den erwähnten Verebnungen des Kieselsandsteins bis hinauf zu solchen des Unteren Stubensandsteins kann man in der Umgebung von Gaildorf örtlich bis über kopfgroße Feuersteine finden, die durch ihren Farbreichtum auffallen: rot, braun, bläulich, weiß – fast alle Farben sind vertreten. Der südöstlich von Gaildorf gelegene Kieselberg (Abb. 34) hat seinen Namen nach diesen harten Feuersteinen erhalten.

Abb. 34: Ausgeprägte Verebnung auf Kieselsandstein auf dem westlichen Ausläufer des Kieselbergs bei Bröckingen. Im Hintergrund der Weiler Kieselberg.

Auch in manchen Bachtälern, deren Einzugsgebiet solche Verebnungen umfasst, sind Feuersteine zu finden. Sie sind auch weit über den Raum Gaildorf hinaus verbreitet und besonders häufig an manchen Stellen der Hohenloher Ebene. Feuerstein ist ein extrem hartes, scharfkantig brechendes Kieselgestein, das gewöhnlich aus der Verkieselung von Kalken hervorgegangen ist. Die Feuersteine des Schwäbisch-Fränkischen Waldes sind Abtragungsrelikte feuersteinreicher Schichten des höheren Keupers, ganz überwiegend der in den höheren Knollenmergel eingelagerten sog. Mittelbronn-Schichten, und stellen dank ihrer extremen Verwitterungsbeständigkeit oft die letzten Überreste alter Schuttdecken dar. Feuerstein wurde von unseren steinzeitlichen Vorfahren mit Vorliebe als Rohmaterial zur Herstellung von Steingeräten benutzt.

Zusammen mit diesen Feuersteinen findet man manchmal Stücke versteinerten Holzes. Sie sehen „normalen“ Holzstücken oft frappierend ähnlich, sind jedoch durch höheres Gewicht und Härte sofort erkennbar. Ursprünglich stammen diese fossilen Hölzer aus dem Stubensandstein. Aufgrund ihrer Verwitterungsbeständigkeit blieben sie bei der Abtragung der Stubensandsteinschichten zurück und konnten sich sekundär anreichern, so in Schuttdecken oder jungen Flussablagerungen.

Diese Hölzer sind verkieselt, also in Quarz umgewandelt, und werden daher Kieselhölzer genannt. Sie stammen von Koniferen, die zur Keuperzeit auf den sandigen Schwemmebenen wuchsen. Deren Holzreste wurden in den Sand eingebettet, wo sie nahe dem Grundwasserspiegel im Lauf der Zeit verkieselten. Dabei wurde die Holzsubstanz mit Kieselsäure imprägniert und von ihr ersetzt, wobei oftmals feinste Zellstrukturen erhalten blieben. Eine Art dieser verkieselten Koniferenhölzer wurde 1953 anhand eines Exemplars von Gaildorf als *Dadoxylon gaildorfianum* beschrieben.

Eiszeitliche Bildungen

Das Eiszeitalter (Pleistozän), das etwa von 1,8 Millionen bis vor 10000 Jahren dauerte und durch einen mehrfachen Wechsel von Kalt- und Warmzeiten gekennzeichnet war, hat im Keuperbergland relativ wenige Ablagerungen hinterlassen. Am Geologischen Pfad findet sich der auf S. 26 behandelte **Hangschutt**. Ferner gehören hierzu die in unseren Flusstälern liegenden **Schotter und Sande** sowie der stellenweise angehäufte **Löß**, ein ockergelbliches, vom Wind verfrachtetes, staubfeines Sediment, dessen aus ihm entstandene Böden für ihre Fruchtbarkeit bekannt sind.

Weiterführende Literatur

Autorenkollektiv (1987): Rund um den Haselstein – über die Buocher Höhe. Der Geologische Pfad von Winnenden nach Grunbach. – Natur an Rems und Murr, 6: 76 S., 37 Abb.; Remshalden-Buoch.

Hagdorn, H. & Simon, T. (1988): Geologie und Landschaft des Hohenloher Landes. – 2. Aufl.: 192 S., 125 Abb.; Sigmaringen (Thorbecke).

Hauschke, N. & Wilde, V. [Hrsg.] (1999): Trias, eine ganz andere Welt: Mitteleuropa im frühen Erdmittelalter. – 647 S., zahlr. Abb.; München (F. Pfeil).

Heizmann, E.P.J (Hrsg.) (1998): Vom Schwarzwald zum Ries. – 288 S., zahlr. Abb.; München (F.Pfeil).

Schüssler, H., Simon, T. & Warth, M. (1999): Entstehung, Schönheit und Rätsel der Hohenloher Feuersteine. – 175 S., zahlr. Abb.; Bergatreute (Eppe GmbH).

Geyer, M., Nitsch, E. & Simon, T. (2011): Geologie von Baden-Württemberg. - 5. Aufl.: 627 S., 185 Abb.; Stuttgart (Schweizerbart)

Dank: Für die Überlassung von Abbildungsvorlagen und die Erlaubnis, Sammlungsstücke fotografieren zu dürfen, dankt der Verfasser herzlich Herrn Dr. R. Schoch, Herrn Dr. R. Böttcher (beide Staatliches Museum für Naturkunde in Stuttgart) und Herrn Dr. W. Hansch (Städtische Museen Heilbronn, Naturhistorisches Museum).

Aufbewahrungsorte der Originale zu den Abbildungen:

Staatliches Museum für Naturkunde in Stuttgart:
Abb. 6, 8, 9a, 9f, 10a-b, 22-23, 24a-b, 27-28

Privatsammlung D.Seegis, Schorndorf:
Abb. 7, 9b-e, 9g-h, 10c, 14, 16-18, 25

Städtische Museen Heilbronn, Naturhistorisches Museum: Abb. 20, 30-31

Abbildungsnachweis:

Abb. 13: umgezeichnet und verändert nach Wurster, P. (1958): Geometrie und Geologie von Kreuzschichtungskörpern. - Geol. Rdsch., 47, 322-359; Stuttgart.

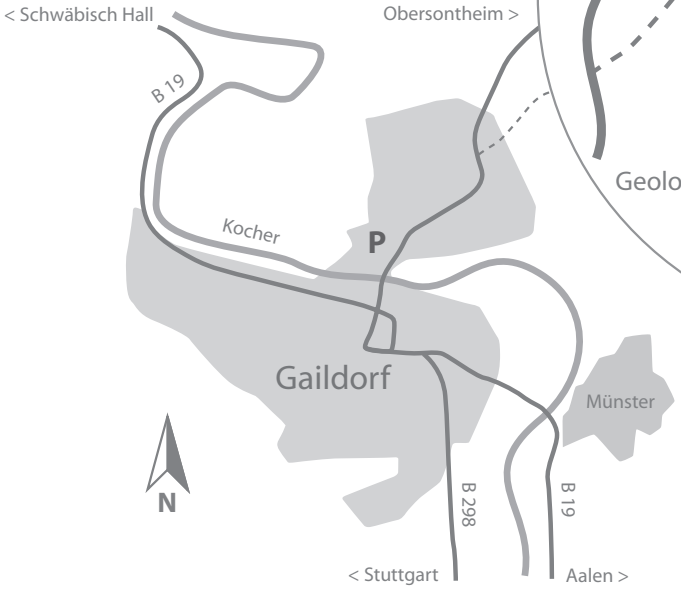
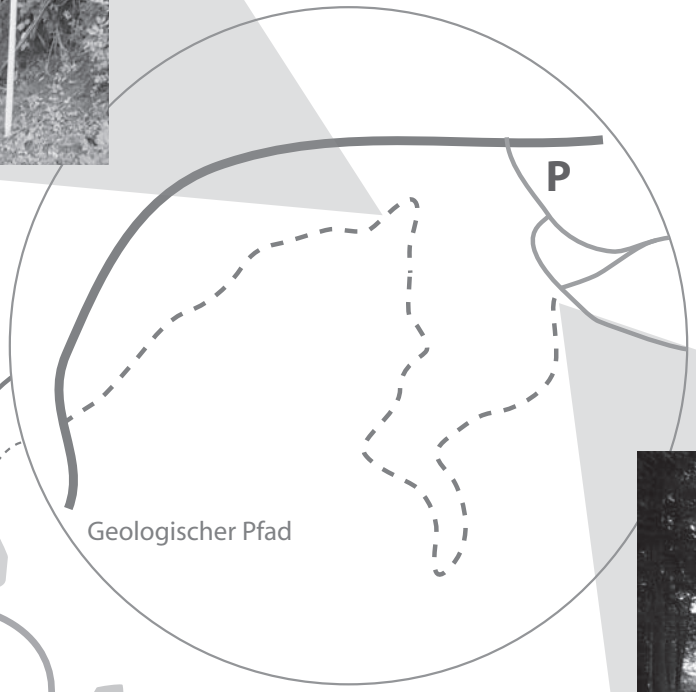
Abb. 15: verändert nach Frentzen, K. (1933): Equisetaceen des Germanischen Keupers. - Paläont. Z., 15, 30-45; Berlin.

Abb. 19: umgezeichnet und verändert nach Pallerola, J.E.G. (1985): Nuevos Hybodóntidos del Cretácico Inferior de Santa María de Meyá (Lérida). - Bol. Geol. y Min., 96(4): 372-380; Madrid.

Abb. 30, Strichzeichnung: umgezeichnet und verändert nach Trusheim, F. (1937): Triopsiden (Crust. Phyll.) aus dem Keuper Frankens. - Paläont. Z., 19: 198-216; Berlin.

Abb. 6, 10a, 10b, 28: Staatliches Museum für Naturkunde in Stuttgart (Foto-Lumpe)

Alle anderen Abbildungen: D.Seegis

Anschrift des Verfassers: Dr. Dieter Seegis,
Vordere Ramsbachstr. 7, 73614 Schorndorf.

Geologischer Pfad Gaildorf