

Finden und Präparation von vollständigen Trilobiten

von Dipl. Geol. Jens Koppka

Als langjährige Fossiliensammler haben Heiko Sonntag und ich mit der Zeit nach dem Prinzip „try and error“ eine Reihe von Erfahrungen zu diesem Thema gesammelt, die ich im Anschluß erläutern möchte.

Beginnen wir am Anfang mit:

Wie findet man einen kompletten Trilobiten?

Als erstes sollte man sich Gedanken über eine oder mehrere gute Fundstellen machen und eine Exkursion planen und durchführen. Da Trilobiten weltweit verbreitet waren, kann man praktisch überall Trilobiten finden. Angaben zu den Lokalitäten findet man in der einschlägigen Literatur und/oder durch Internetrecherche (es gibt auch Chats zum Thema Trilobiten). Für den Laien sei bemerkt, daß Trilobiten nur im Paläozoikum (Kambrium bis Perm) verbreitet waren und dann zum Leidwesen der Trilobitenliebhaber nachkommenslos ausstarben.

Doch nun zurück zum Thema Fundstellen. Im Prinzip können in den meisten fossilführenden paläozoischen Gesteinen Trilobitenreste vorkommen. Ganze Trilobiten sind aber an den meisten Lokalitäten selten. Nur unter besonderen Umständen blieb der Trilobitenpanzer artikuliert erhalten. Normalerweise zerfiel der Panzer relativ schnell nach der Häutung oder dem Tod und mußte, um als ganzes Exemplar erhalten zu bleiben, daher schnell eingebettet werden. Günstige Bedingungen für die Erhaltung kompletter Trilobiten sind daher eine hohe Sedimentationsrate

(die für die Einbettung der Reste sorgt) und eine geringe oder fehlende Bodenströmung. In stark bioturbierten Gesteinen finden sich in der Regel keine kompletten Exemplare, da die Panzer durch die grabenden Organismen in ihre Einzelteile zerlegt werden. In regelmäßig geschichteten Gesteinen (z.B. Tonschiefern) ohne Bioturbation hat man dagegen gute Chancen komplette Trilobiten zu finden. Ein wichtiges Indiz für das Vorkommen ganzer Exemplare ist, wenn man zusammenhängende Thoraxglieder oder ein Cranium mit Freiwangen findet. Manchmal ist es so, daß man in einem Block (z.B. ein Stinkkalk aus dem schwedischen Oberkambrium) fast nur Lagen findet, in denen Trilobitenreste nach ihrer Größe sortiert (meist nur Kopfschilder) vorkommen. Doch nur wenig unter oder über diesen zusammen geschwemmten Lagen, findet man fossilarme Partien, in denen ganze Trilobiten vorkommen können (s. Abb. 1). Auch vollständige Brachiopoden sind ein Hinweis auf geringe Bodenströmung und somit ein Indiz für das mögliche Vorkommen ganzer Trilobiten (s. Abb. 2).



Abb. 1: komplette Häutungsreste und isolierte Cranidien von *Peltura*, *Sphaerophthalmus* und *Leptoplastus*; Oberkambrium (Stufe 5), von Västergötland (Schweden), in der Mitte: Länge der *Peltura* mit Freiwangen etwa 1cm

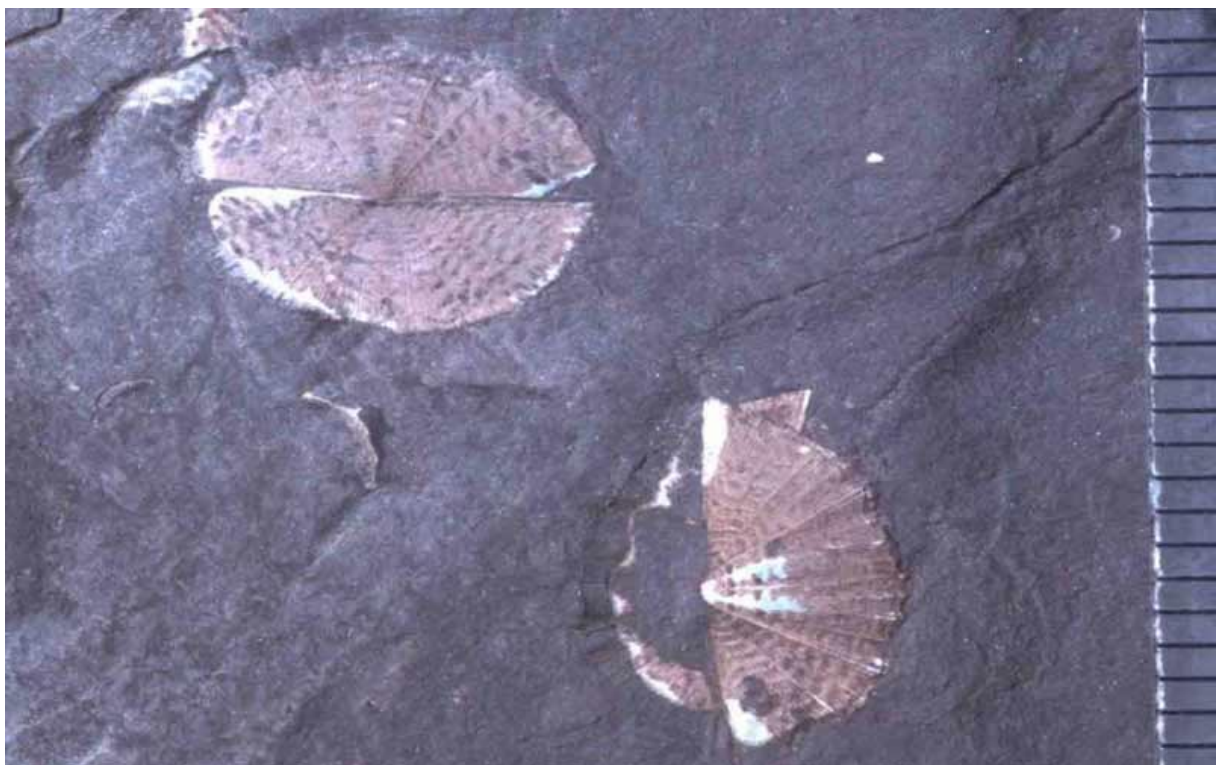


Abb. 2: doppelklappige, nicht näher bestimmte Brachiopoden aus dem roten Tretaspisschiefer (Upper Jonstorp Formation), ein guter Hinweis für ruhige Ablagerungsbedingungen, Oberordovizium von Västergötland (Schweden); Abb.1 und 2, col. Koppka 2002

Man sollte an Lokalitäten oder in bestimmten Schichten sammeln, von denen man weiß, daß dort Trilobiten gefunden wurden. Findet man nach einer Stunde eifrigen Suchens keine Spur eines Trilos, dann sollte man es woanders versuchen. Will man selber eine fundträchtige Lokalität finden, dann muß man Zeit investieren. Nehmen wir an, man steht vor einem Aufschluß, sagen wir ein Berghang oder Steinbruchwand, wo paläozoische Kalke anstehen. Es empfiehlt sich dann erstmal im Hangschutt nach Fossilien zu suchen. Wird man fündig (ganzer Trilobit oder zusammenhängende Pleuren), so sollte man sich das Gestein sehr genau ansehen, um im Anschluß die Schicht zu finden, aus der der verrollte Block stammt. Man kennt Fälle, wo es in einem großen Steinbruch nur eine oder 2 Schichten gibt, in denen komplette Trilobiten vorkommen. Sammelt man in dieser Schicht, kann man innerhalb kurzer Zeit interessante Funde machen. Allerdings kann es auch passieren, daß man an einer Stelle viel findet, während es an einer anderen Stelle nur wenige Meter weiter im selben Niveau nichts zu entdecken gibt. Ich rede nun schon die ganze Zeit von Sammeln und Finden ohne zu erwähnen, womit man dies eigentlich tut. Man braucht natürlich Werkzeuge, nämlich mindestens einen Hammer. Ich persönlich bevorzuge einen 1 kg Schlosserhammer in Kombination mit einem soliden Estwing-Geologenhammer. Der erstere ist preiswert und für die groben, kraftvollen Hammerschläge gedacht, mit denen man harte Kalkblöcke in handliche Stücke zerlegt. Mit dem Geologenhammer kann man mit dem spitzen Ende leicht kleinere Blöcke aus der Wand hebeln oder picken, man kann ihn zum Spalten von Schiefen nutzen oder als Spitzmeißelersatz in Kombination mit dem Schlosserhammer. Allerdings sollte man daran denken, daß der Estwinghammer aus gehärteten Stahl besteht, von dem bei zu hoher Belastung Stücke absplintern können. Es ist daher ratsam eine Schutzbrille zu tragen oder zumindest im Augenblick des Aufschlags auf den Stein oder den Hammerkopf die Augenlider zu schließen, denn ein Stein- oder Metallsplitter kann einem schnell das Augenlicht kosten. Sammelt man wie wir bevorzugt harte ordovizische Kalke, die oft sehr große Ausmaße besitzen, dann braucht man zur Grundausstattung weitere Werkzeuge. Ein guter Spitzmeißel und ein Flachmeißel (mind. 20 cm lang) sind bei diesen Blöcken hilfreich. Bei großen Blöcken ist auch der Einsatz eines 5 kg Vorschlaghammers nötig. Man treibt die Meißel mit Hilfe des „Bellos“ entlang einer Schichtfläche oder Kluft ins Gestein und nach einiger Zeit und kräftigem

Hammereinsatz, bricht der Block entlang der natürlichen Unstetigkeitsfläche. Nun sollte man sehr aufmerksam die freigelegte Schichtfläche beobachten. Nur in seltenen Ausnahmefällen (Sonntagsschläge) ist jetzt schon ein komplett freigelegter Trilobit zu sehen. Oft findet man nichts, doch wenn man Glück hat, dann sieht man den Querbruch durch einen Panzer oder es ist ein Kopfschild mit Freiwange und den sich anschließenden Pleurenenden freigelegt worden. Hat man also solch ein verdächtiges oder sicheres Stück, dann beginnt man nun vorsichtig mit dem Formatieren des Blockes (Man kann ja nicht alles mitschleppen). Ein Sammlersprichwort besagt in diesem Zusammenhang allerdings, daß man mit dem vorletzten Hammerschlag aufhören sollte. Es sind schon die schönsten Trilobiten beim Zerkleinern zerstört worden. Man bedenke, daß man i.d.R. Trilobiten aus Kalksteinen nicht mit Hammerschlägen präparieren kann, da die Schale empfindlich ist und leicht wegbriecht und sich in kleinen Stücken vom Steinkern löst. Die besten Trilobitenpräparate entstehen aus Stücken, von denen man am Anfang möglichst wenig sieht. Daher ist das eingehende Betrachten von Schicht- und Bruchflächen sowie gute Kenntnisse über den Trilobitenbau und große Formenkenntnis ungemein wichtig für den Erfolg der Suche. Man ärgert sich noch Jahre später, wenn man von einem Trilobiten nur das Positiv mitgenommen hat und das Neaktiv, in dem die mit bloßen Auge nicht sichtbaren Stacheln waren, liegen geblieben ist.

Es hat sich weiterhin als vorteilhaft erwiesen auf der Exkursion einen guten Sekundenkleber mit dabeizuhaben, mit dem man lose Schalenstücke oder rissige Partien der Schale fixieren kann. Bei kaltem Wetter braucht der Sekundenkleber allerdings ziemlich lange um auszuhärten, man sollte geklebte Stücke sicherheitshalber einige Zeit nicht bewegen. Will man größere Brocken handlicher gestalten, also Formatieren, dann bietet es sich an, eine Flex mit Diamantscheibe dabeizuhaben, mit der man überflüssiges Gestein vor Ort absägen kann. Verpackt werden die Fundstücke (Druck und Gegendruck) mit Zeitungspapier, dazu ein Zettel mit der Fundortangabe. Auch die Lage der Fundschicht sollte ermittelt werden, bzw. man sollte sich merken, welche Stücke aus einer Schicht oder bei losen Blöcken aus einem Block stammen. Weiterhin sollte man auch die Begleitfauna mitnehmen, auch wenn es sich nur um lose Kopf- und Schwanzschilder handelt. Besonders gilt dies für seltene Formen, wie z.B. Harpiden oder Lichiden.

Was folgt nach der Exkursion? - Die Präparation

Nach der Rückkehr von der Exkursion macht man es sich, sobald es die Zeit erlaubt, an die Präparation seiner Schätze. Je nach Exkursionsgebiet und Erfolg sind so zwischen 20 und 50 ganzen Trilos zusammengekommen. Nun stellt sich die Frage, was brauche ich für eine erfolgreiche Präparation. Man selbst sollte auf jedenfall Geduld und eine ruhige Hand besitzen sowie sich wie schon erwähnt mit der Anatomie und Formenfülle von Trilobiten auskennen. Nur so vermeidet man aufgrund einer unüberlegten Aktion, den Trilobiten zu beschädigen. Die Präparation sollte stets unter dem Mikroskop erfolgen. Die besten Erfolge erzielt man mit einer Kombination verschiedener Präparationsmethoden, die man abhängig vom Gestein, der Erhaltung des Panzers und dem Schwierigkeitsgrad wählen sollte (glatte Trilobiten sind einfach, stark tuberkulierte und/oder bestachelte Formen schwierig).

Im Vorfeld sollte man sich Gedanken um die Lage des Trilobiten im Gestein machen, z.B. ob er ausgestreckt ist oder ob er komplett, halb oder nur leicht eingerollt ist. Manche (besonders devonische Trilobiten) kann man auch in einer „Hohlkreuz“-Lage beobachten. Liegt der Trilobit im Bruch vor, weiß man wo vorn und hinten ist, man kann mit etwas Erfahrung und Kenntnis der Schichten meist erkennen, um was für einen Trilobiten es sich handelt und wie er im Gestein liegt. Liegt kein Bruch vor, so kann man mitunter erst im Laufe der Präparation des Trilobiten erkennen, wie seine genaue Lage ist.

Kennt man nun die Lage des Panzers im Gestein, dann kann man das Handstück mit der Säge in ein handlicheres Format (i.d.R. viereckig) schneiden. Liegt der Panzer ausgestreckt im Gestein und man hat den Gegendruck wieder aufgeklebt, um die durch das Aufschlagen im Negativ verbliebende Schale wieder auf das Positiv aufzupräparieren, dann kann man mit etwa 1cm Sicherheitsabstand auch parallel zur Schale sägen. Jeder abgesägte Kubikzentimeter Gestein spart Präparationszeit. Man sollte dies aber nur bei Trilobiten tun, bei denen man keine Überraschungen wie Stacheln oder lange Augen erwartet. Übrigens sollte man bevor der Gegendruck mit Sekundenkleber aufgeklebt wird, dafür sorgen, daß man den Teil des Negativs entfernt, wo die Schale auf dem Positiv nicht beschädigt wurde. Es ist günstig, wenn man einen solchen Bereich soweit bearbeitet, daß ein Fenster entsteht, d.h. daß man nach dem Aufkleben des Gegenstücks einen Teil der Schale vom Positiv sehen kann. So weiß man genau, ab welcher Höhe man vorsichtig präparieren muß. Nach dieser groben

Vorarbeit folgt nun die feinere Präparation. Den Gravierer und den Proxonschleifer nutzt man um sich an die Schale des Trilobiten heranzuarbeiten. Löst sich das Gestein leicht von der Schale und sitzt diese fest auf dem Steinkern, dann kann man fast den gesamten Trilobiten mit dem Gravierer präparieren. Gibt es Komplikationen, dann muß man schonender vorgehen. Mit dem Schleifer nähert man sich bis kurz über die Schale und entfernt den Rest mit der Nadel. Je nachdem, ob es sich um einen glatten oder bestachelten Trilobiten handelt und an welcher Stelle des Panzers man mit der Präparation beginnt, gibt es unterschiedliche Strategien der Vorgehensweise. Man beginnt immer da, wo man etwas von der Schale des Panzers sehen kann. Sind anfangs nur ein paar Pleuren sichtbar, dann ist es günstig eine Pleure nach der anderen freizulegen, hier bietet sich als Ansatzpunkt die Spindel an. Hat man eine Pleure freigelegt, dann kann aufgrund ihrer Breite abschätzen, in welchem Abstand die nächste kommen wird und man „hangelt“ sich dann von einer zur nächsten. Es ist vorteilhaft, wenn man weiß, wieviel Pleuren der Trilobit hat, den man gerade präpariert. Bei *Asaphus*, *Nileus*, *Ptychopyge* sind es 8, bei *Ampyx*, *Cnemidopyge* 6 usw. Wenn man dies beachtet, dann weiß man wann das Kopfschild oder das Schwanzschild kommt und daß man nun besonders vorsichtig sein muß. Nicht selten ist der Nackenring etwas stärker aufgewölbt, als es die Pleuren sind. Auch besitzen viele Formen einen Tuberkel auf der Glabella, den es zu erhalten gilt. Bei der Präparation des Kopfschildes sind die Augen die schwierigsten Partien, da sie bei zu starken Druck leicht abbrechen. Ich präpariere meist über den Nackenring nach vorne, lege die Glabella frei und suche dann vorsichtig hinter der Glabellarfurche den sanft ansteigenden Augendeckel. Auch hier ist es wieder wichtig zu wissen, was für ein Augentyp einen erwartet. Kleine Augen, wie von Calymeniden stellen kein Problem dar. Die großen schizocroalen Augen mit den vielen großen Linsen von phacopiden Trilobiten sind wiederum schwieriger, da man jede Linse versuchen sollte heil herauszuholen. Man sollte sich mit einem kleinen Kugelkopf nahe heranschleifen und dann mit der Nadel die empfindlichen Linsen freilegen. Manche Trilobiten, wie z.B. *Cybele*, *Kettneraspis* oder *Asaphus (Neoasaphus) kowalewskii* besitzen lange dünne Stielaugen, deren Präparation große Vorsicht erfordert. Bei der Präparation der Augen sollte man darauf achten, daß man mit der Nadel nicht in die Gesichtsnaht stößt, da sonst leicht der Augendeckel abbrechen kann.

Was für Werkzeuge und Hilfsmittel kann man für die Trilobitenpräparation nutzen?

Chemische Hilfsmittel:

Klebstoffe und Lösungsmittel:

dünnflüssige Sekundenkleber, z.B. Loctite, Patex, Turbo 2000 oder Super Glue für schnelle Klebarbeiten mit hoher Festigkeit; Expoxidharz (für große Klebeflächen und wo es auf sehr starken Halt ankommt, nämlich wenn Schale aufpräpariert wird), Akemi-Marmorkitt (z.T. mit Gesteinsmehl an Gesteinsfarbe farblich angepaßt) für Klebeflächen mit mittlerer Festigkeit und zum Ausfüllen von fehlenden Gesteinspartien

Lösungsmittel für Sekundenkleber:

entfernt weiß verfärbten Sekundenkleber, weicht den Kleber auf und erleichtert das Entfernen überschüssiger Reste, aufgeweichter Kleber härtet nach spätestens 1 Tag wieder aus

Azeton:

reinigt verschmutzte Oberflächen, löst handelsübliche Alleskleber wie UHU oder ähnliches; löst „gefakte“ Stacheln oder Schalenteile von in Marokko präparierten Trilobiten

Für die Vorpräparation:

Hämmer, kleine Meißel, Reißnadel: zum Entfernen größerer Gesteinpartien

wassergekühlte Gesteinssäge mit Diamantblatt: zur Entfernung überschüssigen Gesteins

Schleifmaschine mit Karbid-Schleifscheiben: grobes Heranschleifen an die Schale bis auf 1 mm

Handschleifmaschine mit Diamant-Trennscheiben (z.B. Proxon oder Dremel)

Für die Feinpräparation: s.a. Abb. 3

Mikroskop (8 bis 40-fach Zoom) mit guter Beleuchtung (am Besten Kaltlichtleuchten)

elektrischer Gravierer, Druckluftstichel mit Kompressor: Freilegen der Schale unter Mikroskop

Nadelhalter mit angeschliffenen Nähnadeln: für feine Arbeiten unter dem Mikroskop (z.B. Augen)

Skalpelle: am besten sind Zahnarztscalpelle mit kleiner Klinge geeignet, für Arbeiten in weichen Schiefen oder Mergeln

Schleifmaschine mit feinen Zahnarztbohrern: zum Heranschleifen an die Schale, z.T. löst sich das Gestein durch die Präparationshitze und den Drall des Schleifkörpers (besonders bei Diskusförmigen Schleifköpfen)

Zahnbürste und Wasser: zum Säubern der freigelegten Oberfläche

Sandstrahler (Airbraise): zur abschließenden Oberflächenbehandlung der freigelegter Schalen oder zur Präparations von Trilobiten mit guter Schalenerhaltung in weichen Sedimenten.

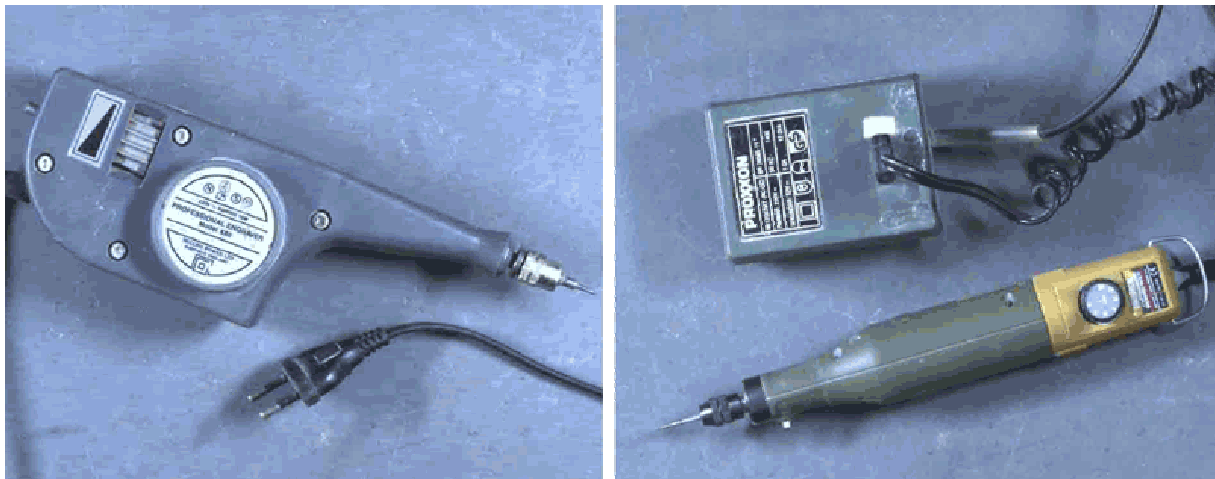


Abb. 3: Präparationswerkzeuge, links: ein elektrischer Gravierer (Burgess Professional), rechts: ein Proxon-Schleifer mit Kugelkopf-Hartmetallstift für die Feinpräparation mit dem dazugehörigen Netzteil

Die Nadelpräparation

Die Präparation mit dem einfachsten Werkzeug kann durchaus auch am schwierigsten sein. Mit einem Nadelhalter, in den man angeschliffene und gekürzte Nähadeln festschraubt, kann man feinste Arbeiten durchführen. Mit der Nadel dauert die Präparation allerdings auch am längsten. Man braucht diese Technik aber, wenn es sich um empfindliche Schalen handelt, das Gestein fest auf der Schale haftet; Stacheln, Glabellarfurchen, Augen oder Tuberkel freigelegt werden sollen. Also immer dann, wenn Gefahr besteht, daß man mit den maschinenbetriebenen Werkzeugen das Fossil beschädigen könnte. Die Nähadeln sollte man unter dem Mikroskop anschleifen, wobei man die Nadelspitze sehr dünn und spitz gestalten kann. Man kann auch feine Schneiden schleifen. Mit der Nadel kann man Kratzen, Schaben oder sie einfach ins Gestein drücken, bis man ein kleines Stück Gestein von der Schale entfernt hat. Beim Drücken empfiehlt es sich möglichst senkrecht zur Schale zu arbeiten. Doch Vorsicht, rutscht man aufgrund einer stumpfen Nadelspitze ab oder drückt man zu stark, dann gibt es häßliche weiße Punkte oder Löcher („Treffer“) auf der Schale. Diese Treffer gilt es zu vermeiden. Man kann auch parallel zur

Präparation mit Gravierern

Es gibt zwei Gerätetypen unter den Gravierern. Zum einen die elektrischen Geräte, z.B. der Burgess Professional und zum anderen die pneumatisch betriebenen Druckluftstichel. Die elektrischen Gravierer haben den Vorteil, daß sie in der Anschaffung verhältnismäßig preiswert sind. Dafür sind sie aber bei Vollast extrem laut und aufgrund ihres Gewichtes nicht einfach zu handhaben. Hat man sich allerdings mit diesem Gravierertyp eingefuchst, dann kann man auch damit hervorragend präparieren. Bedingungen sind aber, daß man kräftige Hände hat und verständnisvolle bzw. schwerhörige Nachbarn besitzt. Die Leistung des Gerätes ist regulierbar und gute Geräte sind ziemlich leistungsstark, vergleichbar einem kleinen Presslufthammer.

Die Druckluftstichel sind im Vergleich zum elektrischen Gravierer die luxuriösere Variante. Aufgrund des Kompressors, der für den Betrieb des Stichels notwendig ist, sind die Anschaffungskosten allerdings ganz schön happig. Der Druckluftstichel lohnt sich besonders bei Besitzern von Eigenheimen, da man den Kompressor extern aufstellen kann und die Druckluftzufuhr elegant mit Hilfe langer Druckluftleitungen gewährleisten kann. Wie geht man nun mit diesen Geräten um? Der elektrische Gravierer (s. Abb. 3) besitzt einen angespitzten etwa 1 mm starken

Schale arbeiten, sollte aber eine sehr fein geschliffene Nadel nutzen und darauf achten möglichst keine Kratzer auf der Schale zu erzeugen. Manchmal ist der Kalk regelrecht mit der Schale verwachsen (aufgesintert), bei solchen Partien kommt man nur mit der Nadel und viel Vorsicht weiter. Manchmal ist es in so einem Fall hilfreich, sich mit dem Schleifwerkzeugen dicht über die Schale zu schleifen und den Rest dann mit der Nadel zu machen.

Das Feingefühl und einen mit Hornhaut verstärkten Zeigefinger (schützt vor Blasen nach stundenlanger Präparation) muß man sich mit der Zeit erarbeiten. Will man üben, sollte man nicht mit seinem besten Stück anfangen und günstig ist es auch mit einem weichen Gestein zu beginnen, z.B. ein mergeliger Kalkstein. Bei jeder Präparation sollte übrigens der Sekundenkleber nicht weit wegstehen, da man abgebrochene Schalentteile oder mit Rissen versehene Stellen mit dem Kleber wieder festkleben bzw. sichern kann. Der Sekundenkleber hat den Vorteil, daß er durch einen Spalt unter die Schale dringt und sich aufgrund der Kapillarkräfte weitflächig verteilt und so die Schale sichert.

Vidiastahlstift (es gibt auch eine Ausführung mit einer Diamantspitze). Mit dieser, durch den Motor in Vibration versetzten Nadel, kann man leicht Furchen in das Gestein treiben. Ich arbeite meist so, daß ich die Furchen in 2-3 mm Abstand nebeneinander anlege, so daß das dazwischenbefindliche Gestein wegbricht. Arbeitet man in Richtung der Schale ist Achtung geboten und man sollte den Endpunkt einer Furche immer etwa 1 mm oder 0,5 mm oberhalb der Schale wählen. Die Vibration der Nadel lockert das Gestein und bewegt man den Nadelkopf schnell aber vorsichtig über die dünne Gesteinspartien (welche noch die Schale verdeckt) hin und her, dann platzt nach einiger Zeit das Gestein weg und die Schale wird freigelegt. Bei dieser Methode sollte man möglichst einen steilen Winkel zur Schale wählen und extrem vorsichtig sein. Denn verpaßt man den Augenblick, wo der Gesteinsplitter wegbricht, dann landet man schnell einen Treffer auf der Schale, der sich dann als eine unschöne weiße Grube erweist. Man sollte auch stets auf die schon freigelegte Schale achten, fängt diese an zu vibrieren, dann ist die Schale durch die Erschütterungen vom Steinkern losgelöst und kann jeden Moment abplatzen. Möchte man sich eine halbstündige Suche nach Schalentrümmern auf dem Fußboden ersparen, die manchmal nur

durch den Einsatz eines Staubsaugers und dem Mikroskopieren des Staubbeutelinhalt Erfolg verspricht, dann sollten der vibrierende Schalen- teil mit Hilfe eines Sekundenklebers gesichert werden. Die Umgebung des gefährdeten Bereichs sollte man dann besser mit einem Schleifer und dem Nadelhalter präparieren. Die Präparation mit dem Druckluftstichel ist im Prinzip ähnlich. Bei diesem Gerät wird die Nadelspitze durch die ausströmende Luft in Vibration versetzt. Die Stärke der Vibration kann am Kompressor durch die Änderung des Druckes erreicht werden. Manchmal hackt die Nadelspitze und muß sich erst freirütteln (Schnipsen mit dem Fingelnagel an die Nadelspitze hilft oft weiter). Der Luftstrom pustet als willkommener Nebeneffekt den beim Präparieren entstehenden Gesteinsgrus fort. Empfindsame Zeitgenossen stören sich allerdings

Präparation mit Schleifwerkzeugen

Bei den Schleifmaschinen gibt es eine Reihe von Geräten, die bei der Präparation hilfreich sein können. Für grobe Arbeiten kann man eine der handelsüblichen Schleifmaschinen nutzen, die 2 große Schleifscheiben besitzen und mit deren Hilfe man schnell überschüssiges Gestein ohne große Vibrationen entfernen kann. Weiterhin kann man mit dieser Maschine auch stumpfe Meißel wieder anschleifen. Für die feineren Arbeiten sind kleinere Schleifmaschinen nützlich. Klein aber fein sind die Geräte von Proxon (s. a. Abb. 3). Hierbei handelt es sich um leichte Geräte mit Drehzahlregler und etwa 15000 U/min. Dieses stabförmige Werkzeug liegt gut in der Hand, ist robust und besitzt einen gut gelagerten Drehkopf. In das Spannfutter kann eine Reihe unterschiedlicher Werkzeuge eingespannt werden. Hilfreich sind Diamantflex-Scheiben (mit 2 cm Durchmesser), Hartmetall- und Diamant-Kugelhöpfe sowie linsen-, tonnen- oder kegel- förmige Diamantschleifköpfe. Ein ähnliches, aber viel leistungsstärkeres Werkzeug ist ein handels- üblicher Dremel. Für meinen Geschmack ist aber seine Motorleistung zu hoch und er ist aufgrund seiner Form und des Gewichts schwerer zu hand- haben als die Proxon-Schleifer. Allerdings kön- nen diese Nachteile mit Hilfe einer biegsamen Welle mit Handstück und eines Trafos zur Strom- regulierung (Leistungsminderung) wieder ausge- glichen werden. Die volle Power des Dremels kann allerdings bei groben Arbeiten in Kombina- tion mit einer Gipsfräse (spezieller Aufsatz) die Arbeit erleichtern. Man sollte aber bedenken, daß man schnell gute Schleifkörper (z.B. Diamant- stifte) durch die Gewalt des Dremels ruinieren

am Geräusch des Druckluftstichels. Es entsteht nämlich ein Piepton, der sich entfernt mit einer Mücke im Kamikazeanflug vergleichen läßt oder unliebsame Erinnerungen an den letzten Zahn- arztbesuch wachwerden läßt.

Insgesamt ist der Lärmpegel aber viel geringer als beim elektrischen Gravierer. Vorteilhaft ist weiterhin, daß man mit dem sehr leichten Druckluftstichel deutlich feinfühlicher arbeiten kann, da man sehr dünne Nadeln nutzt und die Schlagfrequenz höher ist, wohingegen der Nadelhub geringer ausfällt. Die normale Variante des Druckluftstichels eignet sich allerdings nicht für grobe Arbeiten, bei denen schnell viel Mate- rial entfernt werden soll oder bei sehr harten Ge- steinspartien, die z.B. pyritisiert sind. In diesen Fällen hilft der leistungsstärkere elektrische Gra- vierer weiter.

kann, da diese bei zu viel Umdrehungen und der damit entstehenden Hitze schnell ausglühen.

Die Schleifwerkzeuge nutzt man, um schnell und schonend (ohne lästige Vibrationen) überflüssi- ges Gestein zu entfernen. Mit walzenförmigen Karbidscheiben kann man größere Gesteinsflä- chen glätten oder wegschleifen. Mit den Dia- mantscheiben läßt sich leicht etwas wegfräsen. Man kann mit diesen Scheiben aber auch 1 cm tiefe Schnitte machen, die parallel im Abstand von 1-1,5 cm aufeinanderfolgen. Setzt man dann einen leistungsstarken Gravierer oder einen klei- nen Flachmeißel an der Grenze vom Gestein und dem Schnitt an, dann kann man leistenförmige Gesteinsteile abtrennen. Diese Methode ver- gleichbar einem „Ministeinbruch“ hat den Vor- teil, daß man schnell vorankommt und das Ge- stein sehr kontrolliert entfernt wird (somit keine Gefahr der Beschädigung des Trilobiten besteht). Mit kugelförmigen Schleifkörpern (es gibt winzi- ge und mehrere Millimeter dicke) kann man sich vorsichtig an die Schale heranschleifen und schwierige Partien, wie die Augen freischleifen. Man sollte aber darauf achten, eine dünne Ge- steinsschicht über der Schale zu belassen, die man im Anschluß mit der Nadel leicht entfernen kann. Schleift man mit linsen- oder diskusförmigen Schleifkörpern mit Diamantbeschichtung, dann kann man mit etwas Übung auch die Schale ohne Beschädigung freischleifen. Man sollte darauf achten, daß man etwa im rechten Winkel bis 45° zur Schale schleift. Durch die Vibration, die Reibungshitze und die Umdrehung des Schleifkörpers, kann von glatten Schalen relativ leicht, das sie bedeckende Gestein, entfernt wer- den.

Airbraise- Präparation

Mit der Airbraise-Präparation kann man relativ schonend Trilobiten präparieren. Besonders die schwierigen Stacheltrilobiten können mit dieser Technik bei entsprechender Erfahrung z.T. mit sensationellen Ergebnissen präpariert werden. Beispiele für Airbraisepräparate hat Levi-Setti (1993) abgebildet, z.B. stark bestachelte Vertreter der Odontopleuriden wie *Leonaspis* (Taf. 206), *Ceratonurus* (Taf. 207) und *Dicranurus* (Taf. 208) aus dem Unterdevon von Oklahoma (Hargan Formation, Coal County). Diese Trilobiten stammen aus einem hellen, mergeligen Kalkstein. Es besteht ein deutlicher Härteunterschied zwischen der Schale und dem Gestein (ein wichtiges Kriterium beim Einsatz von Airbraise), so daß die Trilobiten mit einem geeigneten Strahlmittel relativ leicht freigelegt werden können.

Der Nachteil der Technik ist, daß ihre Anschaffung ziemlich teuer ist. Man benötigt eine Strahlkammer, eine Abzugvorrichtung sowie die Strahlgeräte (im Prinzip eins für grobe Körnungen 90-250 µm und eins für die feinen Körnungen bis 40 µm) und weiterhin eine Reihe von verschiedenen Strahlmitteln. Eine geeignete Kabine kann man notfalls beim Tischler anfertigen lassen, ein leistungsstarker Staubsauger reicht für die Abzugvorrichtung. Lediglich die Strahlmittel und Strahlgeräte muß man beim Händler (z.B. Krantz) kaufen. Bei den Strahlmitteln muß man darauf achten, daß man grobe Strahlmittel (90-250 µm) auch nur für grobe Arbeiten einsetzen kann, d.h. zum schnellen Entfernen von viel Ge-

Präparation mit Bürsten

Auch Bürsten können bei der Präparation von Trilobiten hilfreich sein. Allerdings dienen sie in der Regel nur zur Reinigung. Ich nutze gerne eine Zahnbürste, mit der man gut mit etwas Wasser den feinen weißen Präparationsstaub und dünne Mergelbeläge von der Trilobitenschale entfernen kann. Will man eine größere verschmutzte Schichtfläche reinigen, dann kann man ruhig eine normale Bürste mit kräftigen Borsten nutzen, manchmal entdeckt man dann eine nette Überraschung. Nur in seltenen Einzelfällen lassen sich Trilobiten auch unter Einsatz von Metallbürsten mit guten Ergebnis präparieren. Ich kenne nur zwei Fälle, wo es Sinn macht, ohne daß die Schale irreperabel geschädigt wird. Zu nennen ist

Die marokkanische Präparation

Manche Präparatoren arbeiten auch gerne mit Hämmern und gehärteten Stahlnadeln, wie es in Marokko die Regel ist. Für grobe Vorarbeiten

steinsmaterial. Mit der Airbraise-Technik läßt sich besonders in weichen Gesteinen, wie Tonsteinen und Mergel gut arbeiten. Bei harten Kalksteinen erfordert ihr Einsatz viel Erfahrung und spezielle Strahlmittel. Es soll sich für die Arbeit in den harten devonischen Kalken aus Marokko ein Gemisch aus feinen Glasperlen und Dolomitpulver bewährt haben. Das Mischungsverhältnis ist ein Geheimnis und wer dies wissen will, muß selbst experimentieren (PS: Wir haben es bisher auch noch nicht herausgefunden). Das es funktioniert, zeigt wiederum Levi-Setti (1993), der beeindruckende Präparate von *Phylonyx* (Taf. 220) und *Psychopyge* (Taf. 219) abbildet, bei denen selbst die empfindlichen Pleuralstachel perfekt präpariert werden konnten. Gerade bei den harten Kalken ist der Einsatz von Airbraise nur ein weiteres Hilfsmittel bei der Präparation. Mit den Sandstrahlgeräten werden meist nur die besonders empfindlichen freistehenden Stacheln freigelegt. Mit den mechanischen Methoden wird vorgearbeitet und mit Airbraise erfolgt der Endschliff, soll heißen, daß die Stege entfernt werden, auf denen die Stacheln liegen. Diese Arbeiten sollten mit Hilfe eines Mikroskops erfolgen. Man muß allerdings darauf achten, daß das Mikroskop gegen den feinen Staub abgedichtet wurde und daß zum Schutz der Optik eine Glasplatte (Fensterglas) vor die Linse geklebt wurde. Das Glas kann man, nachdem es durch reflektierte Sandkörner blind geworden ist, auswechseln, eine Linse ist dagegen teuer.

hier der devonische Bundenbach-Schiefer aus dem Hunsrück (Deutschland) und die mittelkambrischen Wheeler Shales von Millard County in Utah (USA). In beiden Fällen sind die entweder mit Pyrit und/oder Kieselsäure gehärteten Trilobitenschalen in relativ weichen Tonschiefern erhalten. Aufgrund dieses deutlichen Härteunterschiedes kann man die Trilobiten mit Hilfe von Bronzebürsten (Messingbürsten gehen auch, aber hinterlassen einen störenden Metallglanz) durch einfaches Bürsten der Schichtflächen freilegen. Mit Airbraise können in diesen Fällen natürlich die gleichen bzw. bessere Ergebnisse erzielt werden.

mag es durchaus sinnvoll sein, aber will man einen Trilobiten perfekt präparieren, so muß man etwas mehr leisten. Ich möchte in diesem

Abschnitt nun noch etwas näher auf marokkanische Methoden der Trilobitenpräparation und Fälschungen eingehen. Marokko ist ein armes Entwicklungsland, das aber reich an Trilobitenfundstellen ist. Es fehlt dort im Prinzip alles, was man für eine vernünftige Präparation braucht. Zum einen werden Trilobiten in Marokko fast immer ohne Mikroskop präpariert, es gibt kaum Fachliteratur, es fehlen professionelle Werkzeuge und im Wüstengebiet des Anti-Atlas, mit den bekannten Fundorten von Alnif und Erfoud, ist selbst Strom Mangelware. Wie mir mein Kumpel Heiko Sonntag verraten hat (er war im Frühjahr 2003 dort), nutzen die marokkanischen Präparatoren bevorzugt eine Motoradspeiche und einen auf einen Stiel aufmontierten Motoradzylinder für die Trilobitenpräparation. Es ist erstaunlich, daß es die besten marokkanischen Präparatoren mit dieser Ausrüstung schaffen, selbst schwierige Trilobiten anständig zu präparieren. Aber es gibt trotz aller Mühe kaum einen Trilobiten, an dem nicht etwas ergänzt wurde. Sei es ein abgesprungenes Schalenfragment oder eine Freiwanne oder Stacheln. Die weniger begabten Marokkaner versauen leider fast jeden Trilobiten. Man muß dazu sagen, daß die devonischen Kalken, aus denen der Großteil der marokkanischen Trilobiten stammt, unheimlich hart sind. Sie sind dunkelgrau, dicht und ungeschichtet, die Schale ist oft fest mit dem Gestein verzahnt und daher nur schwer freizulegen. Vielleicht ist dies der Grund, warum manche Marokkaner lieber gleich einen ganzen Trilobiten fälschen, als ihn ordentlich zu präparieren. Nicht wenige Trilobiten sind nach einem Vorbild gegossen oder modelliert und werden dann auf eine mit Präparationspuren entsprechend vorbereitete Platte aufmontiert. Ein deutscher Händler hat mir mal einen solchen Trilobiten gezeigt. Er hat ihn durchgesägt und man sah deutlich, daß in die Platte eine Grube gearbeitet wurde, in die die Trilobitenfälschung mit Hilfe eines Klebers eingesetzt wurde.

Wie erkennt man nun Fälschungen oder „Fakes“ (wie wir gerne sagen)? Bei gegossenen Trilobiten kann man fast immer kleine Löcher erkennen, die von kleinen Luftblasen in der schwarzen Kunststoffpaste stammen. Betrachtet man sich diese Fälschungen genauer, so kann man keine Schalendetails erkennen. Bei guten Präparaten kann man dagegen kleine Tuberkel, Poren und die Linsen der Facettenaugen deutlich sehen. Da die meisten der guten Trilobiten auf Bruch präpariert wurden, sieht man fast immer eine Bruchlinie durch den Trilobiten laufen. Auch wirkt die Oberfläche und die Stacheln gefälschter Trilobiten seltsam uneben. Will man es ganz genau wis-

sen, dann bringt man eine UV-Lampe mit und der gefälschte Trilobit leuchtet wie ein Weihnachtsbaum. Bei echten Trilobiten fehlt der Kunststoff, diese leuchten daher nicht, abgesehen von Klebestellen. Noch fieser ist es, gefakte Stellen oder den ganzen Trilobiten mit dem Lösungsmittel für Sekundenkleber zu bestreichen. Das Ergebnis, der Kunststoff löst sich, wird klebrig und man kann erkennen, daß es sich bei dem ursprünglichen Kleber, um einen weißlichen Kunststoff handelt, den man mit schwarzer Farbstoff der Schalenfarbe angeglichen hat. Ich habe vor einiger Zeit würfelförmige Präparate gesehen, bei denen man ein Arrangement verschiedener devonischer Trilobiten bewundern konnte. Hierbei handelt es sich garantiert um Fälschungen, zum Einen findet man natürliche Trilobitenzusammenschwemmungen nie so geordnet auf einer Platte, sondern meist nur eine Art und alle Exemplare liegen willkürlich angeordnet und zum Anderen kommt solch eine Vergesellschaftung garantiert nur einmal vor und man kann nicht in 3 solcher Würfel dasselbe finden. Im günstigsten Fall handelt es sich bei diesen Würfeln um echte Exemplare, die nur zusammen montiert wurden oder aber nur der Stein ist echt und der Rest besteht aus Kunststoff.

Gerne gefälscht werden auch die Paradoxidenplatten. Die Oberflächen sind durch die strichartigen Präparationspuren so maskiert, daß man ohne weiteres nicht erkennen kann, ob etwas ergänzt oder mehrere Exemplare kombiniert wurden. Hilfreich ist es hier sich die Rückseiten der Platten anzusehen. Fehlen Teile erkennt man hier am ehesten, ob etwas ergänzt oder ein andersfarbiges Teilstück eingesetzt wurde. Am günstigsten ist es sich hier von den Marokkanern auch den Gegendruck zeigen zu lassen. Bei den besseren Stücken ist er mit dabei.

Ein letzter Tipp: ungefälschte schöne marokkanische Trilobiten haben ihren Preis und der kann sogar erheblich sein. Sollte daher ein marokkanischer Trilobit mehrere 100 € kosten, dann ist er wahrscheinlich echt. Bei so einem Preis wagt keiner richtige Fakes anzubieten. Übrigens sollte man mit Marokkaner immer handeln, das gehört zum Spiel. Die toll präparierten Superstücke werden natürlich in Plastikboxen transportiert, damit keine der mühsam freigelegten Stacheln oder Augen abbrechen können. Meist sind die Anbieter der guten Präparate aber keine Marokkaner sondern Amerikaner, Franzosen oder Deutsche, die marokkanische Trilobiten selbst präpariert haben.

Nun noch einige Tipps für das Sammeln und die Präparation abhängig vom Gesteinstyp

Trilobiten in Kalksteinen

Die meisten gut erhaltenen ganzen Trilobiten stammen aus Kalksteinen, da in diesem Gesteinstyp die Schalen nicht gelöst und i.d.R. nicht deformiert sind (abgesehen von tonigen Partien). Da das Gestein aber oft fest an der Schale haftet, ist die Präparation meistens recht aufwendig.

Trilobitenführende Kalke schlägt man bei der Suche in kleine würfelförmige Stücke. Die Größe der Stücke sollte man abhängig von der Fossildichte und der Größe der Trilobiten wählen, die man sucht. Je kleiner man die Blöcke zerlegt, umso größer ist die Wahrscheinlichkeit nichts zu übersehen. In manchen Gesteinen kommen z.B. vorwiegend kleinwüchsige Trilobiten vor (z.B. Proetiden oder Agnostiden), dann bietet es sich gelegentlich an, die Kalke auf Fingerhutgröße zu zerkleinern.

Aus Sicht des Trilobitenpräparators ist es oft günstiger das Gestein quer zu Schichtung aufzuschlagen als mit der Schichtung, da sich Querbrüche von Trilobiten leichter präparieren lassen und die Gefahr, daß die Schale vom Steinkern abplatzt geringer ist. Aus diesem Grunde sollte man gut geschichtete bzw. dünnbankige Kalke nur mit viel Vorsicht mit der Schichtung aufschlagen und abgebrochene Schalenstücke gleich mit Sekundenkleber sichern oder in einem extra Behältnis unterbringen. Mit viel Erfahrung kann man schon anhand des Querbruchs erkennen, um was für einen Trilobiten es sich handelt und wie der Panzer im Gestein liegt. In den dunklen fein-

körnigen unterdevonischen Kalken aus Marokko werden fast alle Trilobiten anhand von Querschnitten präpariert, da das Gestein sehr stark an der Schale haftet. Aufgrund der Härte und der damit verbundenen langen Präparationszeit ist es bei den marokkanischen Trilobiten günstig, vorher zu wissen, ob sich die Präparation lohnt. Sind also im Bruch Kopfschild, Pleuren und Schwanzschild zu sehen, dann ist man auf der sicheren Seite (s. Abb. 4). Wenn sogar noch die Anschnitte von Wangenstacheln oder gar das Hypostom zu sehen sind, dann kann man sich getrost an die Präparation wagen und vergeudet seine Zeit nicht an einem unvollständigen Exemplar.

Ein Grund für das Queraufschlagen ordovizischer Kalke aus Baltoskandien ist übrigens die Beobachtung, daß man ausgestreckte und eingerollte komplette Panzer verschiedene Asaphidengattungen (*Asaphus*, *Megistaspis*, *Nileus*) nicht selten quer zur Schichtung orientiert im Gestein findet (in Orthocerenkalken der *expansus*-Zone ca. 30% der kompletten Exemplare). Denkbar ist, daß sich diese Trilobiten quer in das Sediment eingegraben haben, möglicherweise handelt es sich um eine „Ruhe- bzw. Schlafposition“. Eine nachträgliche Verkippung der Panzer während der Diagenese scheidet als Erklärung aus, da man quer zur Schichtung und mit der Schichtung eingeregelter Panzer in einer Schicht finden kann.

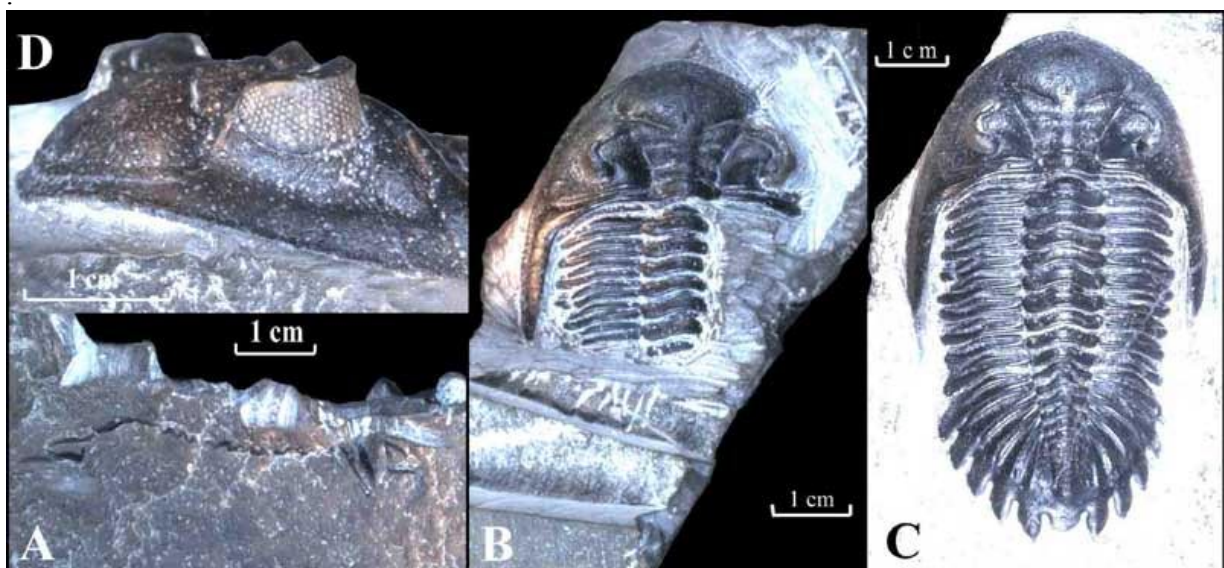


Abb. 4: Präparation von *Metacanthina barrandei* (Oehlert) aus dem Unterdevon von Alnif (Marokko), A: Längsschnitt durch den Panzer, zu sehen links das Pygidium, die Pleurenanschnitte und der Querschnitt der rechten Freiwange; B: dasselbe Exemplar dorsal, Glabella und linke Freiwange sind freigelegt sowie die ersten Pleuren; unten sieht man die Schnitte der Diamantscheibe; C: Exemplar nach Abschluß der Präparation, die Gesteinsoberfläche wurde mit dem Gravierer aufgeraut, um einen besseren Farbkontrast zu erzielen, deutlich zieht sich die Klebenahrt durch das Schwanzschild, die rechte Pleurenseite und die Freiwange; D: Cranidium vergrößert, das schizocroale Facettenauge ist deutlich zu sehen, die weißen Punkte sind kleine Treffer, die sich bei der Nadelpräparation nicht vermeiden ließen (PS: unter der hellen Beleuchtung strahlt jeder noch so kleine Treffer doppelt so stark)

Trilobiten in Mergeln

In mergeligen Gesteinen sind die Trilobiten oft etwas deformiert, liegen aber in Schalenerhaltung vor. In einer mergeligen Abfolge (wie z.B. dem Hemse- und dem Mulde-Mergel aus dem gotländischen Silur) empfiehlt es sich in eingeschalteten Kalkbänken oder Kalkknollen nach ganzen

Trilobiten zu suchen, da sie darin deutlich besser erhalten sind.

Trilobiten lassen sich in solch weichen Gesteinen gut mit einer Präparationsnadel und mit viel Wasser und einer Zahnbürste präparieren.

Trilobiten in Tonsteinen und Schiefeln

Auch hier handelt es sich meist um weiche Gesteine. Problematisch sind tektonisch geschieferte Tonschiefer, da die Trilobiten hier einer starken mechanischen Beanspruchung ausgesetzt waren, die im Verlauf einer Orogenese (Faltung, Schieferung) auf das Gestein eingewirkt hat. Aufgrund der Schieferung kann es zu einer Verzerrung der Fossilien kommen. Was den Strukturgeologen freut (er kann leicht das Ausmaß des tektonischen Stresses erkennen) ist des Paläontologen Leid, da er im Kopf oder mit Computerprogrammen die Verzerrung zurückrechnen muß. In tektonisch geschieferten Tonschiefern ist es wichtig, die Lage der Schichtflächen zu erkennen und nach diesen den Schiefer zu spalten. Folgt man den Schieferungsflächen, die i.d.R. die Schichtflä-

chen schneiden, dann haut man jedes Fossil entzwei. Es gibt aber auch Tonschiefer (besser Schiefertone), die ebenfalls geschiefert sind, aber keiner Orogenese ausgesetzt gewesen waren. Hier ist die Schieferung rein diagenetischer Natur und das Gestein bricht nur schiefrig entlang der Schichtflächen. Trilobiten können aber auch in diesen Gesteinen deformiert sein, aber hier liegt der Grund in der Setzung des Sediments, was mit einer kräftigen Volumenabnahme verbunden ist (s. Abb. 5). Schiefer sind häufig kalkarm, daher sind die Schalen der Trilobiten häufig gelöst. Durch mineralische Wässer können die Hohlräume z.B. braun verfärbt sein, wie es in den mittelkambrischen Tonschiefern des Barrandiums (Böhmen) der Fall ist.

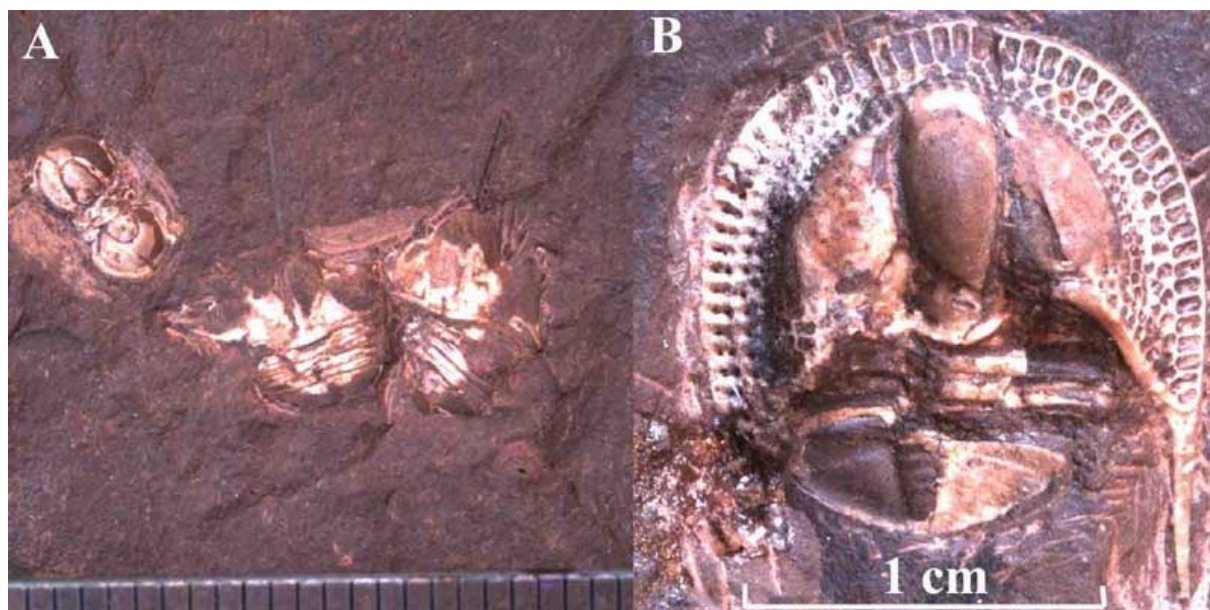


Abb. 5: Trilobiten aus dem roten Tretapisschiefer (Upper Jonstorp Formation), Oberordovizium vom Billingen, Västergötland, Schweden; A: links oben: *Arthrorhachis tarda* (Hawle & Corda, 1847), Mitte: 2 Exemplare von *Lonchodomas portlocki*; B: ein *Tretaspis seticornis* (Hisinger, 1840), Kopfschild durch Diagenese verdrückt (befand sich vorher im Gegendruck und wurde aufpräpariert, Schale der linken Seite z.T. gelöst, linker Wangenstachel mit Sekundenkleber gefestigt, Kleber noch nicht entfernt und linker Stachel noch nicht präpariert)

Trilobiten in Fossilfallen

Nautiloidenwohnkammern

Unter einer Fossilfalle versteht man einen Ort, der im wörtlichen Sinne gemeint für den Tod des Tieres verantwortlich war und darüber hinaus

aber eher für einen Ort steht, der eine gute Erhaltung des Fossils ermöglichte. Knochengefüllte Höhlen, Asphalt Sümpfe und der Bernstein sind

Fossilfallen, in denen sich aber leider kein Trilobit verfangen hat. Dafür gibt es es andere. So besteht eine gute Chance ganze Trilobiten in Nautiloidenwohnkammern zu finden. Im Silur von Gotland habe ich diese Idee getestet und hatte in 3 Fällen auch Erfolg. Ich fand eine ganze *Calymene* in einer Nautiloidenwohnkammer aus dem Mulde-Mergel. Es handelt sich um ein perfekt erhaltenes, großes, eingerolltes Exemplar. Es hat beidseitig die Innenwand der Wohnkammer berührt und lag kurz vor der ersten Kammer-scheidewand. Die Breite des Tieres war breiter als der Durchmesser der Röhre und der Trilobit kann sich im Prinzip nur seitlich wie eine Krabbe in die Nautiloidenröhre gezwängt haben. Ich vermute, daß sich das Tier dann in der engen Röhre verkeilt hat und sich aus eigener Kraft nicht mehr befreien konnte. Die *Calymene* hatte

Spaltenfüllungen in Riffkalken

Gelegentlich gibt es Spaltenfüllungen in Riffkal-ken, in denen ganze Trilobiten angereichert sind. Ein solches Beispiel kenne ich aus dem Kullsb-bergkalk von Dalarne (Siljan See, Schweden). In den dortigen Riffkalken kommen selten kristalline Kalke vor, in denen es von kleinen Trilobiten nur so wimmelt. In Prinzip bestehen diese Spal-tenfüllungen aus den Trilobitenpanzern und et-

Trilobiten und Eventhorizonte

Gelegentlich kommen komplette Trilobiten mas-senhaft in einer Schicht vor. Handelt es sich nicht um Häutungsreste sondern um verstorbene Indu-vidien, dann muß etwas passiert sein, was zu einem massenhaften Sterben der Trilobiten ge-führt hat. Meist handelt es sich bei solchen An-reicherungen nur um Vertreter einer Art. Es er-gibt sich nun die Frage, wie die Trilobiten zu Tode gekommen sein könnten. Sauerstoffmangel am Boden aufgrund einer Stagnation des Boden-wassers könnte zum Erstickungstod geführt ha-ben, aber auch ein Vergiftungstod z.B. durch giftige vulkanische Gase oder eine Algenblüte ist eine Möglichkeit.

Auch ein Schlammstrom (Turbidid) kann als Todesursache gewirkt haben und tatsächlich kennt man ein berühmtes Beispiel, nämlich den Burgess Schiefer (kanadische Rocky Mountains, Yoho National Park, E' British Kolumbien), bei dem ein solcher Schlammstrom eine komplette Lebensgemeinschaft ausgelöscht hat. Die Fossilien blieben aber aufgrund dieses verheerenden Events vielfach mit ihren Weichteilen im feinkörnigen Tonschiefer erhalten. Der Burgess Shale ist aufgrund dieser speziellen Bedingungen eine Fossilagerstätte.

wahrscheinlich in der Röhre Schutz gesucht, vielleicht um sich zu häuten und ist dann zu guter Letzt anscheinend verhungert und nun als ein Prachtstück in meiner Sammlung gelandet. Ich habe in einer anderen Wohnkammer einen Caly-meniden-Thorax mit Pygidium gefunden, hier handelt es sich um einen Häutungsrest. In den Nautiloidenwohnkammern können die Trilobiten-reste anscheinend leichter artikuliert eingebettet werden, da dieser Ort vor Wasserbewegungen besser geschützt ist als die Sedimentoberfläche. In einer weiteren Kammer aus dem Hemse-Mergel fand ich 2 ganze Calymeniden und einen *Proetus* ohne Pygidium. Die Calymeniden besit-zen noch die Freiwangen und sind möglicherwei-se verstorbene Exemplare, der *Proetus* ist sicher-lich ein Häutungsrest.

was Kalkmatrix. Man kennt Spaltenfüllungen in denen nur *Proetus convexus* Warburg, 1925 vor-kommt, bei anderen findet man *nur Ityophorus undulatus* Warburg, 1925. Die Erhaltung als komplette Exemplare läßt sich durch die geringe Wasserbewegung in den Spalten erklären. An-sonsten sind ganze Trilobiten in den im flachen Wasser entstandenen Riffkalken sehr selten.

Es gibt ein weiteres interessantes Beispiel, näm-lich den Utica Shale aus dem Oberordovizium von New York, in dem es eine Schicht gibt (Be-cher's trilobite bed), wo massenhaft komplette Exemplare von *Triarthrus eatoni* (Hall) mit ihren Weichteilen vorkommen. Die Beine und Anten-nen sind durch frühdiagenetisch gebildeten Pyrit ersetzt worden und diese Pseudomorphosen haben es den Paläontologen ermöglicht, mit Hilfe von Röntgen-Strahlen und der herkömmlichen mecha-nischen Präparation, die Weichkörperanatomie dieser Trilobitenart genau zu studieren. Levi-Setti (1993) zeigt einige instruktive Beispiele aus die-ser Schicht. Beispiele für Trilobiten-Massen-gräber gibt es Dutzende, zu nennen sind die Platten mit *Ellipsocephalus hoffi* (Schlotheim) aus dem Mittelkambrium von Böhmen, der Wheeler Shale mit Anreicherungen von *Elrathia kingii* (Meek) und *Peronaspis interstricta* (Whi-te). Beeindruckend sind Platten mit vielen Exem-plaren von *Selenopeltis buchii* (Barrande) aus dem Oberordovizium von Erfoud in Marokko. Weiterhin gibt es die Platten mit *Homotelus bro-midensis* Esker aus der Bromide Formation (Mittelordovizium von Oklahoma/USA), man kennt Platten mit dutzenden Exemplaren von

Aulacopleura koninckii koninckii (Barrande) oder *Miraspis mira* (Barande) aus dem Wenlock von Böhmen. Im Devon gibt es gelegentlich Anreicherungen von sehr gut erhaltenen Exemplaren von *Phacops rana crassituberculata* Stumm aus dem Silica Shale von Ohio.

In dem mich näher interessierenden Sammelgebiet Schweden kennt man ebenfalls Anreicherungen kompletter Exemplare, zu nennen ist hier die *Wanneria*-Platte aus dem schwedischen Unterkambrium, die Levi-Setti auf Taf. 64 abbildet. Leider haben wir bisher keine Ahnung, wo diese beeindruckende Platte mit 12 ganzen *Wanneria* gefunden wurde, möglicherweise in Jämtland? Im *Oelandicus*-Mergel von Öland kann man lokal Handstücke mit kompletten Exemplaren (meist Häutungsreste) von *Parasolenopleura cristata* finden. In den oberkambrischen Stinkkalken von Västergötland und Närke kommen

Trilobiten in norddeutschen Geschieben

Für die Geschiebesammler möchte ich nun noch einige Geschiebetypen aus dem Kambrium bis zum Silur erwähnen, in denen man mit ganzen

Kambrische Geschiebe:

In den seltenen *Oelandicus*-Kalken und -Mergeln aus dem unteren Mittelkambrium kommen gelegentlich ganze Trilobiten vor. Am häufigsten ist *Ellipsocephalus polytomus* Linnarsson, sehr selten sind ganze Exemplare von *Eccaparadoxides* und *Condylopyge regia* (Sjögren). Im *Paradoxissimus*-Sandstein, Exulanskalk und Andrarumskalk sind mir bisher auch noch keine ganzen Exemplare begegnet. Allerdings kennt man ganze Agnostiden, wie *Triplagnostus gibbus*, *Goniagnostus nathorsti* oder *Ptychagnostus punctuosus* aus Lokalgeschieben von Schonen (Brantevik-Gislövshammar). In Geschieben der *Leioptyge laevigata*-Zone kommt der namensgebende Trilobit und noch seltener *Andrarina costata* in gan-

Ordovizische Geschiebe:

Ganze Trilos sind in unterordovizischen Geschieben, abgesehen von der *expansus*-Zone, ziemlich selten. In mergeligen graugrünen Orthocerenkalken der *expansus*-Zone können gelegentlich schöne Funde gemacht werden. Leider sind diese Kalke nicht allzu häufig. Im unteren Mittelordovizium (*platyrurus*-Zone) kommen besonders in Geschieben der Oberen Linsenschicht komplette Exemplare vor. Am häufigsten ist *Asaphus (Neoasaphus) cornutus*. Aber auch in den zeitgleichen Geschieben des Oberen Roten Orthocerenkalks findet man hin und wieder ganze Trilobiten, hier vor allem *Asaphus (N.)*

gelegentlich Platten mit mehreren Exemplaren ganzer Trilobiten vor. Im Ordovizium findet man besonders in der *expansus*-Zone von Närke, Östergötland und Öland ganze Trilobiten. So kennt man vom Göta-Kanal Platten mit 10 Exemplaren von *Asaphus expansus*. Von Lanna in Närke ist eine Platte aus der Kunda-Stufe (wahrscheinlich *Expansus*-Kalk, oberes Unterordovizium) mit 12 ganzen Exemplaren von *Pliomera fischeri* Eichwald bekannt geworden. In Västergötland gibt es am Kinnekulle die *Pseudomegalaspis*-Schicht, in der vor einigen Jahren (als das Graben dort noch erlaubt war) Platten mit vielen, aber meist deformierten Exemplaren von *Pseudomegalaspis patagiata* Jaanusson gefunden wurden. Im roten Tretaspisschiefer (Oberordovizium) findet man gelegentlich mehrere ganze Exemplare assoziiert.

Trilobiten rechnen kann und denen man beim Sammeln besondere Aufmerksamkeit schenken sollte.

zen Exemplaren gelegentlich vor. In den Stinkkalk-Geschieben des Oberkambrium kommen in allen Zonen ganze Exemplare vor, besonders in den fossilarmen, leicht körnigen Lagen. Aber auch in Alaunschiefer-Geschieben kann man ganze Trilobiten finden. Mir gelang zum Beispiel der Fund eines komplette *Olenus truncatus* mit erhaltener weißer Schale, den ich in einem braunschwarzen Schiefergeschiebe im mecklenburgischen Glasin gefunden habe. Übrigens habe ich bisher in keinem der schwedischen Alaunschieferorkommen einen vergleichbaren Schiefer mit Schalenerhaltung und spiralig gedrehten Lebensspuren gefunden.

platyrurus und seine Unterarten. Im Oberen Grauen Orthocerenkalk sind ganze Trilobiten sehr selten, *Asaphus (Neoasaphus)*-Arten und *Illaenus*-Arten werden gelegentlich ganz gefunden. Zeitgleich, aber in etwas tieferen Wasser abgelagert, wurde der *Nileus*-Kalk. Hier findet man nicht selten ganze aber meist eingerollte Nileiden. Der dichte, feinkörnige Kalk besitzt eine graugrüne Farbe und ist von vielen tonigen Partien durchzogen. Der Kalktyp erinnert an die *Nileus*-Schicht vom Kinnekulle in Västergötland. Der zuckerkörnige, graue Ludibunduskalk führt relativ häufig ganze Trilobiten. Dieser charakteri-

stische Kalk ist mir in Schweden bisher noch nicht begegnet, aber ich habe ein kleines Geschiebe dieses Kalkes am Südostrand von Öland gefunden. Wahrscheinlich steht der Ludibunduskalk im Ostseegebiet östlich von Öland an. In diesen Kalken kommen häufig ganze Exemplare von *Ogmasaphus praetextus* vor, *Nileus platys platys* und *Illaenus*-Arten ebenfalls. Die dünnen Schalen der Trilobiten sind oft blaßgelb gefärbt, seltener auch bräunlich. In den harten blaugrauen verkieselten Backsteinkalken kommen selten auch ganze Trilobiten vor, zu nennen sind *Asaphus* (*Neosaphus*)-Arten, diverse *Chasmops*-Arten und sogar *Hemicoryphe*. In den großen blau- bis gelbgrauen, gelegentlich sandhaltigen *Macourus*-Kalken findet man nur in Ausnahme-

fällen ganze Trilobiten, mir gelang der Fund von *Pharostoma oelandicum* und *Toxochasmops macoura*. Von den oberordovizischen Kalken führen meist nur die verschiedenen Ostseekalk-Varitäten gelegentlich ganze Trilobiten. Begehrter aber schwer zu präparieren sind die schönen Trilobiten der Gattung *Erratencrinurus*, es kommen aber auch *Tretaspis*-Arten z.T. eingerollt in diesem Kalktyp vor. Ein weiterer oberordovizischer Kalk, ist der *Panderia*-Kalk. Er besitzt eine grau-beige Farbe, ist feinkristallin und erinnert durch das Vorkommen von Palaeoporellen an den Palaeoporellen-Kalk. Selten kommen im *Panderia*-Kalk ganze, aber kleinwüchsige Exemplare von *Panderia* vor.

Silurische Geschiebe

Ganze Trilobiten in silurischen Geschieben sind extrem selten. Die größten Chancen hat man noch in Geschieben des Grünlichgrauen Graptholithengesteins, aber meist nur in Varitäten in denen keine Graptolithen vorkommen. Wie schon erwähnt sollte man Naudiloidenwohnkammern mit untersuchen. Es gibt aber auch selten gelblichgraue Kalke, in denen Graptolithen fehlen. Diese Kalke scheinen alle aus dem Wen-

lock zu stammen und führen selten ganze Exemplare, z.B. von *Calymene*, *Otarion*, *Exallaspis* und *Leonaspis*. In einem anderem Kalktyp, dem Leperditiengestein können gelegentlich kleinwüchsige ganze Trilobiten vorkommen. Dieser Kalk führt häufig braune, bohnen große Ostracoden der Gattung *Leperditia*. Trilobiten sind aber in diesen Geschieben ziemlich selten.

Autor: Jens Koppka, email: jens@trilobiten.de

Beitrag veröffentlicht auf der Homepage www.trilobiten.de am 03.05.2003.