

# Bundenbach (Hunsrück, BDR): meestal arm, soms rijk

## “Softe” buikzijden van trilobieten maken vindplaats wereldberoemd

door W.H. Südkamp \*)

In een Gea-special over trilobieten verdient de vindplaats Bundenbach (in de zuidelijke Hunsrück; deelstaat Rijnland-Palts; Duitsland) de nodige aandacht (foto 1). Hier werden tot voor kort - bij de productie van dakleien - unieke en soms zelfs met de weke delen bewaard gebleven fossielen gevonden. Dit heeft de Vroegdevonische vindplaats wereldberoemd gemaakt. Als we deze topstukken in een museum zien, moeten we ons beseffen dat Bundenbach op zich geen rijke vindplaats is, zoals vroeger bijvoorbeeld Vireux of Gerolstein. De leien zijn als regel fossielarm en het vinden van een volledig fossiel moet als uitzondering worden beschouwd. Daarbij komt, dat de kwaliteit meestal te wensen overlaat. Hiervoor zijn verschillende redenen:



Foto 1. De Bundenbach-leisteen staat vrijwel verticaal in de “nieuwe” groeve Eschenbach-Bocksberg, die tussen 1993 en 2000 in bedrijf was en waar de zg. Wingertsheller Plattenstein werd gewonnen. Opname uit mei 1994.

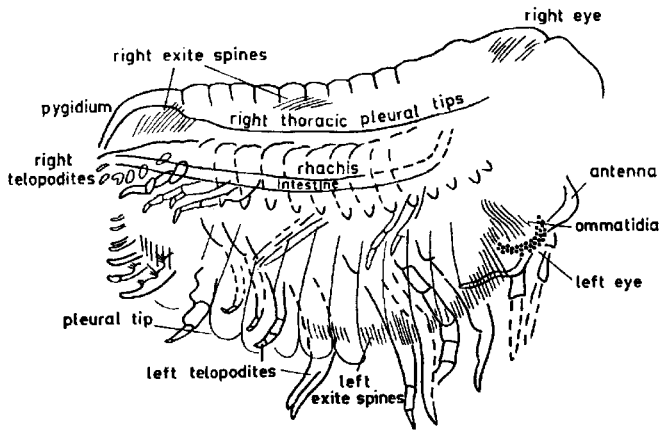
Ten eerste. De Bundenbach-fossielen zijn gepyritiseerd maar de mate waarin dit gebeurd is verschillend. Zo kunnen we het gehele continuum van volledige pyritisering tot slechts een schaduw van het fossiel in de leisteen aantreffen. Mogelijk hangt dit samen met de tijd die verstreekt tussen de dood van het dier en de afglijding en toedekking met sediment door de turbiditeit (modderstroom). De nat gemaakte schaduwen lijken op mooie fossielen, doch voorbereidbaar zijn ze niet. Ook te ver „doorgegroeide” trilobieten met aan de buikzijde een dikke, harde concretie komen veel voor. Hier komt de preparateur niet doorheen en zijn trouwens ook geen details, zoals pootjes te verwachten. In de tweede plaats zijn volledig bewaard gebleven exemplaren zeldzaam. De lichamen zijn in de regel uiteengevallen in afzonderlijke kop- (cephalon), borst- (thorax) en staartstukken (pygidium); ook komt het voor dat men alleen de losse borstfragmenten (rhachis met pleuren haaks op de splijtbaarheid, met andere woorden als doorsnede) aantreft. Dit is ten dele te wijten aan de vervellingen die de trilobiet in de groeifase doormaakt, waarbij eerst het kopschild openscheurt en het dier vervolgens uit zijn pantser kruipt. Deels zijn er ongetwijfeld ook bodemwaterstromingen geweest, die tot de samen spoeling van trilobietenresten in „kerkhoven” hebben geleid. De derde reden waarom volledige, ongeschonden exemplaren de uitzondering vormen, is de omzetting tot leisteen tijdens de Variscische gebergtevorming. Hierbij is de warme, plastische matrix door (zijdelingse) druk geplooid en in schollen, gescheiden door breuken met glijvlakken, uiteengelegd. De fossielen hebben dit alles meegemaakt en zijn uitgerekt, vervormd en/of platgedrukt. Dit is belangrijk bij de interpretatie van de bouw en de ligging van de weke delen (paragraaf 1), alsook voor de determinatie (paragraaf 2). Wanneer bijvoorbeeld *Asteropyge* aan de voorzijde een hoekig cephalon heeft en *Rhenops* hier rond is, dan is dit een determinatiekenmerk, dat bij verdruchte exemplaren moeilijk als zodanig is te herkennen. In de volgende paragrafen zullen de in Bundenbach voorkomende vormen worden beschreven en zal uitgebreid worden ingegaan op de functionele morfologie en de verschillende theorieën daaromtrent.

### 1. De buikzijde: functionele anatomie

Nadat we enkele „arme” kenmerken van de Bundenbach-vindplaats hebben leren kennen, nu meer over het „rijke” element. Trilobieten

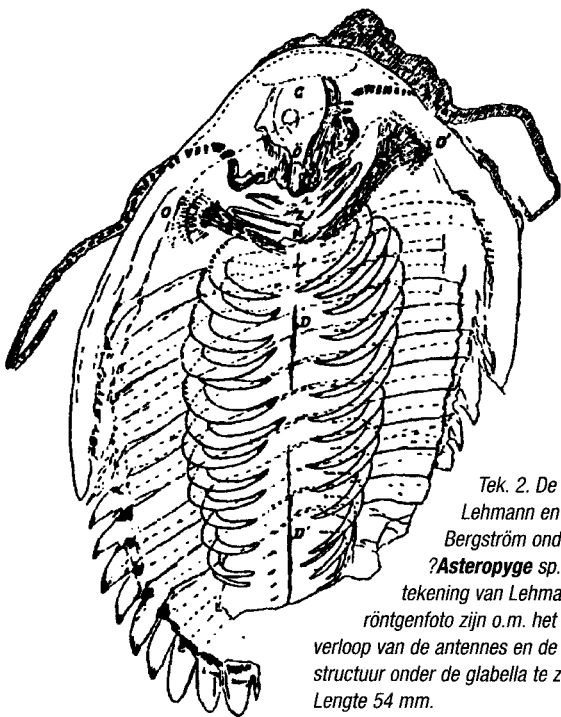
worden normaliter beschreven aan de hand van de rugzijde, eenvoudigweg omdat de buikzijde meestal niet (goed) bewaard is gebleven en dus onbekend is. Uitzonderingen zijn de Burgess Shale in Canada en de Chengjiang-fauna in Zuid-China (beide Cambrium) en Utica Shale bij New York (Ordovicium). Bundenbach is de enige vindplaats, waar Devonische trilobieten met weke delen en pootjes zijn gevonden; ook al is dit volgens Stürmer & Bergström bij *Phacops* slechts in 3% van het onderzochte materiaal het geval. Andere, meer zeldzame trilobieten waarvan de buikzijde met aanhangsels bekend is geworden, zijn *Asteropyge* en *Rhenops*. In dit artikel wordt bovendien voor het eerst een exemplaar van *Parahomalonotus* afgebeeld, dat het darmkanaal weergeeft (foto 5a). Dit is in twee opzichten bijzonder. Enerzijds stamt de vondst (in Bundenbach gedaan) uit de, uit Spanje geïmporteerde, Ibero-leisteen, waarvan tot op heden geen weke delen-conserving bekend is en anderzijds leefde deze trilobiet als graver en epifaunale bodembewoner. Dit laatste staat de plotselinge dood en snelle toedekking door een turbiditeit en aldus de pyritisering van weke delen in de weg. Deze argumentatie van Bergström & Brassel, 1984 wat betreft de Hunsrückleisteent, gaat in het geval van dit unieke Spaanse fossiel dus niet op.

Pas zeventig jaar na de beschrijving van de eerstgevonden Bundenbach-fossielen maakt Broili in 1930 melding van twee vrijwel unieke exemplaren: de ene in zijwaartse positie liggend (tekening 1) en behorend tot *Phacops*, de andere aan de buikzijde geprepareerd en behorend tot *?Asteropyge*. Broili herkende onder het cephalon als eerste paar extremiteiten de uit afzonderlijke segmenten bestaande antennes en meende daarachter nog tenminste twee paar extremiteiten (de koppoten) te kunnen onderscheiden. De poten onder thorax en pygidium onderscheiden zich qua bouw nauwelijks van elkaar en bestaan uit twee delen: endopodieten (binnenste loop-poten) en exopodieten (buitenste aanhangsels met over elkaar liggende groepen borstels). Dergelijke tweeledige extremiteiten treffen we eveneens aan bij de trilobitomorfe *Mimetaster hexagonalis* uit Bundenbach (zie Gea, vol. 30, nr. 2). De pootsegmenten (podomeren) dragen eveneens borstels; de laatste podomeer eindigt in een „kwast”.



Tek. 1. Het klassieke exemplaar van *Phacops* sp. in zijanzicht, dat door Broili, Stürmer & Bergström en Bruton & Haas werd onderzocht. De tekening van Stürmer & Bergström naar röntgenfoto WS 295 toont o.m. de lichtbundels (ommatidia) naar de ogen, de stekels aan de buitenste loopbenen en het verloop van de dikke darm („intestine“). Lengte 57 mm.

Lehmann heeft de waarnemingen van Broili kunnen detailleren, omdat hij gebruik maakte van de röntgentechniek, waarmee hij de concretie onder het cephalon van de betrokken *Asteropyge* kon doorlichten (tekening 2). Er blijken niet twee, maar drie paar poten onder het cephalon te zitten. Het voorste beenpaar is het kleinste. Onder de glabella vermoedt Lehmann de mond, slokdarm, maag en de lip (hypostoom). Tussen een Y-vormige verdikking bevindt zich een holle ruimte, die de maag zou moeten bevatten. De röntgenfoto toont ook het eerste pootsegment, dat op het preparaat niet zichtbaar is, zodat het aantal segmenten van de looppoten in totaal zeven (= de basis en zes podomeren) bedraagt.



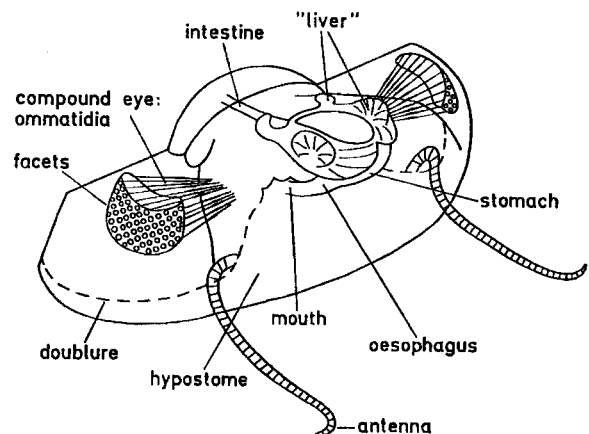
Tek. 2. De door Broili, Lehmann en Stürmer & Bergström onderzochte *Asteropyge* sp. Op de tekening van Lehmann naar de röntgenfoto zijn o.m. het typische verloop van de antennes en de Y-vormige structuur onder de glabella te zien. Lengte 54 mm.

Stürmer & Bergström hebben het onderzoek van de Bundenbach-trilobieten geïntensiveerd, maken talloze röntgenfoto's en baseren hun waarnemingen op uiteindelijk 20 *Phacops*- en 8 *Asteropyge*-exemplaren. Het is lastig om aan de drie lichaamsdelen het aantal extremiteiten exact te bepalen, want deze zijn van gelijke bouw en worden eerst aan het pygidium geleidelijk kleiner. De antenne van *Asteropyge* meet 3,5 cm en is langer dan van *Phacops*. In navolging van Lehmann bevestigen Stürmer & Bergström de aanwezig-



Foto 2. Trilobiet *Phacops* (*Chotecops*) sp. van de buikzijde gezien. In het cephalon zijn te herkennen de doorgedrukte Y-vormige structuur ter plaatse van de maag met daarachter het vrijliggende vierstekelige(!) hypostoom. Nabij het linkeroog (voor de kijker rechts) zijn vezelachtige structuren (de lichtbundels van de ogen volgens Stürmer & Bergström; kieuwen volgens Bruton & Haas) te zien. Lengte: 70 mm. Formatie: Wingertsheller Plattenstein. Collectie W. Südkamp.

heid van de slokdarm en de Y-vormige structuur in de nabijheid van het hypostoom. Deze structuur is niet alleen op de röntgenfoto's, maar ook op de preparaten, zowel aan de buik- als rugzijde, te herkennen en wordt door de auteurs geïnterpreteerd als de lever (foto's 2 en 6). Ook de vezelachtige structuren die van de ogen uitgaan krijgen aandacht en zijn volgens Stürmer & Bergström de lichtbundels (ommatidia) van de ogen naar de hersenen (tekening 1 en 3). Het hypostoom, met zijn driestekelige rand, is bij verscheidene



Tek. 3. De reconstructie van het cephalon van *Phacops* sp. laat de plaats van het spijsverteringssysteem, de uit facetten en lichtbundels bestaande ogen en de antennes zien. Tekening van Stürmer & Bergström. Legenda: intestine = darmkanaal, oesophagus = slokdarm, stomach = maag, "liver" = "lever".

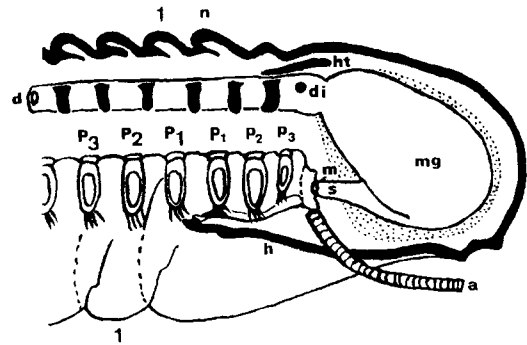
exemplaren duidelijk zichtbaar. Bij het exemplaar van foto 2 lijkt de rand van het hypostoom daarentegen uit vier driehoekige voortzettingen, namelijk twee aan de zij- en twee aan de achterkant, te bestaan. De antennes van *Asteropyge* hebben een specifiek verloop: proximaal buigen deze naar achteren en eerst vanaf de cephalonrand buigen deze uit elkaar (tekening 2). In analogie met *Thriarthus* uit de Utica Shale zou de vorm van de antennes op een typische levenshouding kunnen duiden. Het darmkanaal kan worden gevolgd van het cephalon tot aan het einde van het pygidium (tekening 1). Stürmer & Bergström veronderstellen dat *Phacops*, hoewel hij in staat was op de bodem te lopen en te zwemmen, niet kon graven. Het voedsel zou uit wormachtige dieren, kreeftjes e.d. kunnen hebben bestaan. De lange, buitenste stekels van het loopbeen hebben daarbij geholpen het slik in opwarreling te brengen. Een ademhalingsfunctie zouden de stevige stekels niet hebben gehad, omdat deze plaatsvond aan de poreuze buikzijde. De laatste, zeer recente studies (1997 en 1999) over de bouw van *Phacops* zijn van de professoren Bruton (Universiteit van Oslo) en Haas (Universiteit Bonn). Zij beschrijven 28 exemplaren, die alle met veelal röntgenfoto's, opnames onder alcohol en bestoven met ammoniumchloride worden getoond. Veel waarnemingen van de eerdere auteurs worden bevestigd; enkele worden echter betwijfeld en anders geïnterpreteerd. Ook worden verdere details gegeven, zoals omtrent de uiterst buigzame antenne, die in achterwaartse houding tot achter het eerste beenpaar van de thorax reikt. Het exemplaar van G. Beicht (foto 3) toont zelfs dat de antenne nog iets



Foto 3. Buikzijde van *Phacops* (*Chotecops*). Bijzonder bij dit exemplaar is, dat ook de antennes bewaard zijn gebleven. Aan de linkerzijde zijn, van voor naar achter, goed te herkennen de drie paar koppoten, de tot achter het tweede paar thoraxpoten reikende antenne (in teruggeklapte positie) en de bouw van de poten van de thorax. De laatste bestaan uit zeven segmenten, die aan de binnenzijde stekels dragen. Aan de rechterzijde in het midden is goed zichtbaar, dat de poten tweeledig vertakt waren en uit een looppoot en een behaard kieuwaanhangsel bestonden. Lengte: 55 mm. Collectie G. Beicht.

langer is en zich tot achter het tweede beenpaar van de thorax uitstrekt.

Er bevinden zich onder de kop drie paar, aan de thorax 11 en onder het pygidium minstens 12 paar (in plaats van de gebruikelijke acht) tweeledig vertakte looppoten. De beenparen aan het cephalon waren beperkt in verticale richting te bewegen. Het voorste kortere beenpaar had waarschijnlijk slechts de functie om voedseldeeltjes naar de daarvoor gelegen mond te transporteren (tekening 4). De dichte bezetting van het pygidium met poten en kieuwaanhangels

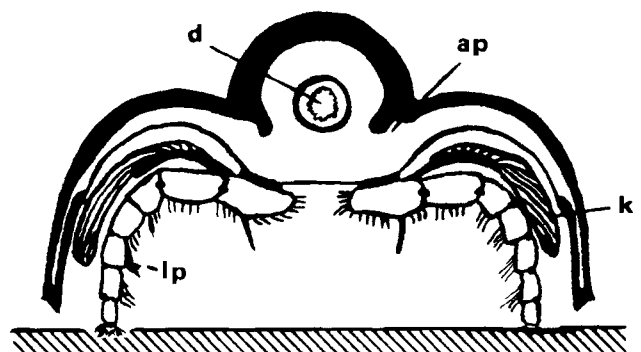


Tek. 4. Lengtedoorsnede van de voorzijde van *Geesops*. Vereenvoudigd naar Bruton & Haas, 1997. Legenda: n = nekring, 1 = eerste thoraxsegment, d = dikke darm, ht = hart, di = dikkedarm-ingang, P1 - P3 = eerste tot derde poot van de thorax, p1 - p3 = eerste tot derde poot van het cephalon, m = mond, s = slokdarm, h = hypostoom, mg = maag en a = antenne. Gestippeld de dunnedarm-klieren.

doet vermoeden dat deze, wanneer het dier zich in bijna opgerolde toestand bevond, hebben gefunctioneerd als filter- en ademhalings-systeem. De opgerolde houding is overigens niet als verdediging tegen rovers te beschouwen (het pantser op zichzelf was hard genoeg), doch als een reactie op plotselinge milieuveranderingen (turbulenties, turbidieten), waarbij moest worden voorkomen dat de extremiteiten verstopt of beschadigd raakten.

Bij enkele exemplaren zijn wederzijds van de as van de rhachis vezelachtige borstels te zien, die als delen van de dorsale lengtespier worden gezien.

Tussen de basis en podomeer 1 en tussen podomeer 1 en 2 bevinden zich kogelgewrichten, die de karakteristieke kniebuiging mogelijk maken. Tussen de overige podomeren zitten eenvoudiger scharnieren (tekening 5). Het uiteinde van de laatste podomeer bestaat uit een klauwtje met twee zijhaakjes (foto 4). De vele borstels aan de binnenzijde van de looppoten duiden op een soort filtersysteem. Dit zou hebben kunnen voorkomen, dat grotere deeltjes de buitenste kieuwen bereikten of zou een functie kunnen hebben gehad bij het transport van voedsel. De borstels van *Phacops* waren te fragiel en



Tek. 5. Reconstructie in doorsnede van een *Phacops*-trilobiet, van voren gezien. De pootjes laten de typische kniebuiging zien, die mogelijk is door het kogelgewricht tussen de podomeren 1 en 2. De kieuwen bevinden zich, aan het begin van de benedenwaartse beweging, nog in een opgetilde positie. Let op de uitgespreide klauw en haakjes op de zeebodem. Omgetekend naar Bruton & Haas, 1999. Legenda: d = dikkedarm-traject, ap = apodeem, k = kieuw en l = looppoot.



buigzaam (contra Stürmer & Bergström) om het grijpen van prooidieren of aas mogelijk te maken. Daarom moet *Phacops* als sedimenteter hebben geleefd.

Het kruipen vond plaats in twee bewegingsfasen. Eerst werd het loopbeen gebogen, waardoor het kieuwaanhangsel omhoog werd gebracht en vervolgens werd het been weer gestrekt met als gevolg dat de kieuw zakte. Volgens de reconstructie van Bruton & Haas (tekening 4) was er in de lichaamsholte onvoldoende plaats over om een zwembeweging (contra Stürmer & Bergström) te maken. Wezenlijk andere interpretaties dan die van de laatstgenoemde auteurs zijn de volgende. Hoewel Bruton & Haas de Y-vormige lichtere structuur tussen het hypostoom en de doublure bevestigen, zien zij de verdikkingen aan beide zijden niet als de lever. Het zou zich hier om relatief pyrietrijk slijk handelen, dat zich om de rand van het hypostoom heen heeft verzameld. Deze argumentatie vind ik om verschillende redenen niet overtuigend. Bij enkele van mijn preparaten ligt het hypostoom duidelijk vrij (foto's 2 en 6). Voorts gaat het om robuuste pyrietverdichtingen, die zich vóór het hypostoom bevinden en die zowel aan de rug- als buikzijde, ten dele plat- en doorgedrukt, duidelijk zijn te herkennen. Bij het klassieke, onderzochte exemplaar

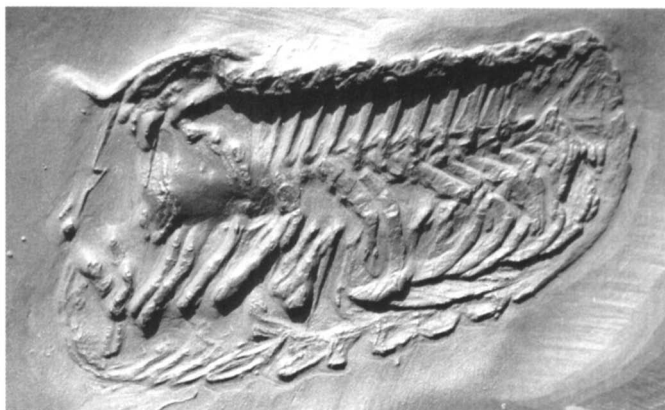


Foto 4. Aan de relatief zeldzame exemplaren van *Phacops (Chotecops)* in zijwaartse ligging is de bouw en opeenvolging van de tweeledige looppoten goed te herkennen. De looppoot in het midden laat in het bijzonder het langere klauwtje en de haakjes aan weerszijden van de laatste zesde podomeer zien. Linksonder een parelsnoerachtig deel van de antenne. Lengte: 61 mm. Collectie W. Südkamp.

nummer 25 (dat ook Broili heeft geanalyseerd; tekening 1) is op de röntgenfoto een cirkelvormige structuur ter hoogte van de glabella te zien, die volgens Bruton & Haas de maag zou kunnen zijn. Ook bij exemplaar nummer 3 is ter plaatse een dergelijke ronde zwarting te zien, maar de interpretatie van Stürmer & Bergström zijnde de maag is volgens Bruton & Haas twijfelachtig. In hun zijwaartse reconstructie (tekening 4) vullen de maag en de dunnedarm-klieren echter het grootste deel van de holte in het cephalon.

Ook de lichtbundels vanuit de oogfacetten worden door Bruton & Haas bestreden. Hun interpretatie is dat het hier, ófwel om de onder de ogen liggende kieuwaanhangsels van de kopextremiteiten, ófwel om een tweede gelaagdheid (Schieferung) in de leisteel gaat. Alleen de eerste argumentatie (foto 2) lijkt mij steekhoudend.

Bergström & Brassel, 1984 beschrijven de buikzijde met extremiteiten van een exemplaar van *Rhenops* cf. *anserinus* (determinatie van wijlen dr. W. Struve). De antenne buigt zijwaarts om, ligt verder op de rand van het cephalon en schijnt 14 of 15 segmenten te hebben (foto 9 en 9a). Aan de kop bevinden zich drie, mogelijk vier en aan de thorax het normale aantal van 11 beenparen. Het voorste beenpaar aan de kop mist een apodemale voortzetting. De ?negen beenparen aan het pygidium zijn kleiner en zitten dichter op elkaar dan de benen van de thorax. De benen eindigen in een grotere en minstens twee kleinere klauwtjes. Van de exopodieten zijn slechts de uiteinden van de kieuwstekels bewaard gebleven.

## 2. De rugzijde: determinatiekenmerk

De kreet „arm“ is ook van toepassing op het aantal soorten Bunden-

bach-trilobieten. In vergelijking met bijvoorbeeld de Eifel en Marokko is de verscheidenheid gering. Er zijn vijf geslachten (*Parahomalonotus*, *Phacops (Chotecops)*, *Odontochile*, *Asteropyge* en *Rhenops*) bekend, die tot de orde Phacopida behoren. Het betreft vrijwel steeds één soort; ófwel de soortnaam is onbekend. Een zesde soort, namelijk *Cornuproetus (?Sculptoproetus) hunsrueckianus*, behoort tot de orde Proetida. Bovendien zijn in de oudere literatuur enkele andere geslachten genoemd, die nog niet nader wetenschappelijk zijn beschreven. Hiertoe behoren de uiterst zeldzame „(kop)stekeltrilobieten“ van de orde Lichida, familie Odontopleuridae. Hiervan bevinden zich in de collecties G. Beicht en J. Bodtländer (beide Bundenbach) elk één groot exemplaar, die in het kader van deze bijdrage niet nader zijn onderzocht.

De soortenassociatie kan „rijik“ worden genoemd. Volgens Erben zijn enkele geslachten endemisch, d.w.z. zij komen uitsluitend hier voor en konden via de open verbinding met het oosten (de zogenoemde Hercynische of Böhmsche provincie) in het Hunsrückleisteelbekken migreren. Typische trilobieten zijn *Odontochile* en *Cornuproetus*. De begeleidende fauna bestaat uit rifvormende koralen, bepaalde tweekleppigen, zoals *Precardium (Puella)* en ammonieten. De afzettingen zijn relatief zuivere kalk- en leistenen.

De tegenpool van de Hercynische is de meer westelijk gelegen Rijnse provincie met relatief zandige, verontreinigde sedimenten. De specifieke fauna bestaat hier uit de trilobieten *Parahomalonotus* en *Asteropyge* en geribbelde brachiopoden. Ammonieten ontbreken. Beide soortenassociaties leven in het Vroeg-Devoon nog gescheiden en mengen zich in het Midden-Devoon.

Een uitgebreid overzicht van de trilobieten uit de Hunsrückleisteel ontbreekt. Kutscher vatte in 1978 de in de literatuur verspreide beschrijvingen samen. Hij verstaat onder „Hunsrückleisteel“ de voorkomens in ruime zin, d.w.z. niet alleen die in Bundenbach en Gemünden (Hunsrückschiefer in enge zin uit het Emsien), maar ook de trilobietenvindplaatsen van Siegenien-ouderdom in de Taunus, de Voor-Eifel en de Ardennen. In deze bijdrage beperk ik mij tot de Bundenbach-leisteel, omdat ik mij baseer op een drietal omvangrijke collecties (Beicht, Bodtländer en Südkamp), die uit de belangrijkste groeve Eschenbach-Bocksberg (in bedrijf vanaf 1976 tot oktober 1999) stammen. Mijn doel is om aan de hand van de onderstaande beschrijving van de belangrijkste kenmerken de determinatie van de hier voorkomende trilobieten mogelijk te maken.

### 2.1. Orde Phacopida Salter

De tot deze orde behorende trilobieten hebben een min of meer halfrond cephalon met schizochroale ogen. De thorax bestaat uit 8 tot 19, meest doorgroefde segmenten. Het pygidium is middelgroot tot groot. Het pantser is meestal bolvormig en van het zogenaamde „meikever-type“.

#### 2.1.1. Suborde Calymenina Swinnerton

Dit zijn grote tot zeer grote trilobieten. Het cephalon heeft ronde wangen. De met maximaal vier groeven uitgeruste glabella wordt naar voren toe smaller.

#### Familie Homalonotidae Chapman

Het cephalon is breder dan lang en draagt opvallend kleine, ronde of elliptische ogen. De 13-delige thorax heeft een uitermate brede as. Het pygidium is bijna even groot als het cephalon en heeft een halfronde tot -ovale vorm. De vele segmenten aan thorax en pygidium zijn in de lengterichting moeilijk te herkennen en kunnen in de breedte vrijwel geheel verdwijnen.

Soort *Parahomalonotus planus* Koch, 1883

Foto's 5 en 5a

De relatief grote urnvormige glabella, die zich tot vrijwel aan de rand uitstrekt, heeft onduidelijke zijwaartse groeven. De pleuren van de thorax zijn aan de rand rond en kruisen de smalle rand aan het pygidium niet. De driehoekige as van de laatste is van bescheiden breedte.

*Parahomalonotus planus* komt alleen in de Hunsrückleisteel voor (endemisch). Deze trilobiet is meer algemeen in de Eifel en Taunus (Brassel & Bergström, 1978) dan in Bundenbach. Mogelijk hangt dit

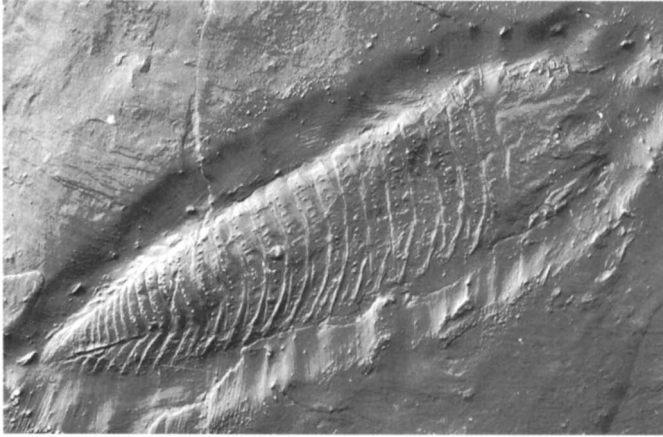


Foto 5. De zeer grote trilobiet **Parahomalonotus planus** in zijwaartse ligging. Bijzonder aan dit exemplaar zijn de reliëfrijke structuur en de, in dwarsrichting verlopende, rijen van knobbeltjes op de thorax en het pygidium. Lengte: ca. 205 mm. Collectie G. Beicht.

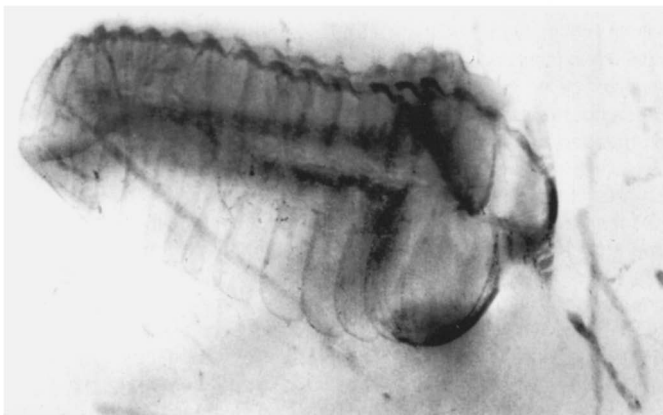


Foto 5a. Een zijwaarts liggend exemplaar van **Parahomalonotus** uit de Spaanse Ibero-leisteen bewijst, dat ook hier weke delen bewaard bleven. Vanaf de kop verloopt het darmkanaal recht naar achteren en maakt ter hoogte van de grens thorax-pygidium een knik naar beneden. Let ook op de aan de rand ronde pleuren en de de kop omgevende boord. Röntgenfoto. Lengte 75 mm. Collectie W. Südkamp.

samen met de levenswijze (gravend) in een liefst zandige bodem. Er zijn slechts zes, meest incomplete exemplaren bekend. In de collecties van Bodtländer en Beicht bevinden zich enige trilobieten van deze soort. De auteur kon slechts één exemplaar (pygidium) vinden. Bijzonder aan het afgebeelde exemplaar is de reliëfrijke structuur met de vele knobbeltjes, die zich in dwarsrijen zowel op de thorax als de pygidiumsegmenten aaneenrijgen.

## 2.1.2. Suborde Phacopina Struve

Dit zijn kleine tot middelgrote trilobieten, die 11 thorax-segmenten hebben. De pleuren zijn gegroefd. De glabella wordt naar voren toe breder, ziet er min of meer „opgeblazen“ uit en wordt begrensd door twee diepe divergerende gleuven, die tot aan of over de rand reiken. Het pygidium heeft een gladde of gestekelde rand. Bij de vormen met stekels is het segmentatiepatroon van het pygidium belangrijk. Haas onderscheidt vier typen, waarbij de breedte van de ribben en tussenliggende gleuven van de pleuren en de vorm en grootte van in het bijzonder de achterste stekel verschillen. Helaas helpt dit ons weinig, want de Bundenbach-trilobieten (*Asteropyge* en *Rhenops*) onderscheiden zich in dit opzicht niet: zij behoren beide tot het zg. *boothi*-type.

### 2.1.2.1. Familie Phacopidae Hawle & Corda

De ogen zijn groot en niervormig. De pleuren aan de thorax eindigen min of meer rond en zijn stekelloos.

Soort *Phacops (Chotecops) ferdinandi* Kayser, 1880

Foto's 6a-c en afb. D-8 in *Gea*, vol. 22, nr. 1

Deze tot ca. 12 cm grote trilobiet is de meest bekende en algemene in Bundenbach. Het cephalon is dubbel zo breed als lang en heeft ronde wangen. De glabella is rijk aan tuberkels. Het breed-boogvormige pygidium is duidelijk kleiner dan het cephalon en van een gladde rand voorzien.

Flick & Struve hebben zich intensief met de Rijnse Phacopiden beziggehouden en deze vergeleken met vertegenwoordigers uit de Hercynisch-Böhmische provincie. Zij betogen dat een belangrijk determinatiekenmerk het cephalon is, dat al (*Chotecops*) of niet (*Phacops*) omrand is. Bovendien neigt de eerste tot een meer onduidelijke segmentering van het achterste deel van het pygidium. Kutscher, 1965 voegt hieraan toe, dat de thorax van de trilobieten in de Hunsrückleisteen bijzonder krachtige knobbels aan de zijkant van de rhachis draagt. Dit is bij *Phacops latifrons* niet het geval.

Ondanks het feit, dat de verschillen tussen *Phacops* en *Chotecops* klein en moeilijk te herkennen zijn en rekening moet worden gehouden

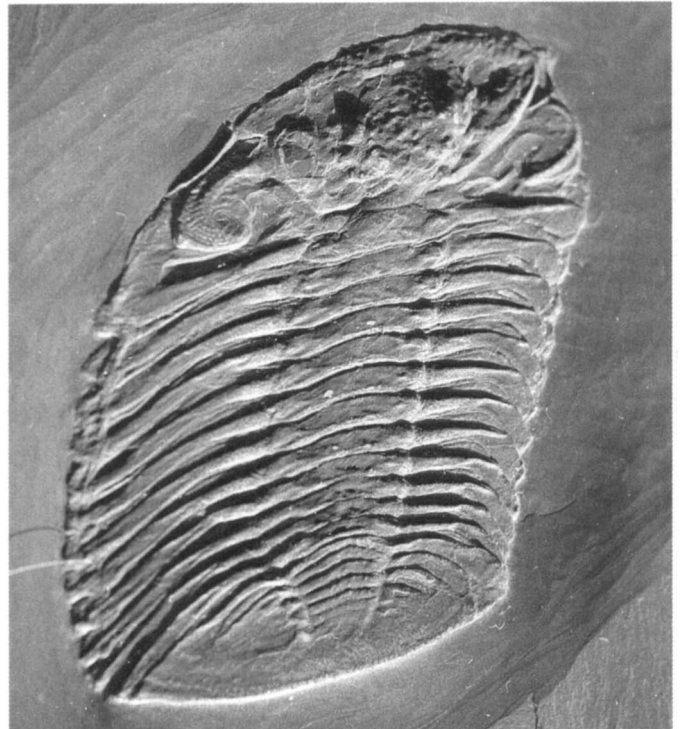


Foto 6. **Phacops (Chotecops)**, die aan twee zijden werd geprepareerd: a. Rugzijde. De Y-vormige structuur in het cephalon is doorgedrukt. Het linkeroog toont de afzonderlijke facetten. Let voorts op de krachtige knobbels aan weerszijden van de rhachis (bij omdraaien van de foto nog duidelijker te zien) en het relatief goed bewaard gebleven pygidium.



b. De röntgenopname toont de pyrietverdijking onder de glabella en de ligging van de extremititeiten.



c. Buikzijde. Goed herkenbaar zijn de halfronde aanzetten van de antennes, Y-vormige structuur, hypostoom, de drie paar poten aan het cephalon en het relatief dicht met pootjes bezette pygidium. Enkele thoraxpoten dragen nog de klauwtjes. Het exemplaar is diagenetisch enigszins vervormd. Lengte: 72 mm. Collectie W. Südkamp.

den met diagenetische vervormingen (zie hiervoor), doopt Struve *Phacops ferdinandi* in *Chotecops ferdinandi* em. Kayser om. De argumentatie hiervoor berust onder andere op een reeks metingen van de proporties van delen van het cephalon en pygidium. Om het nog ingewikkelder te maken zou bij *Chotecops ferdinandi* sprake zijn van maar liefst vijf ondersoorten en van een nieuwe soort *Chotecops opitzi* Struve, 1985. De laatste heeft o.a. een dicht en onregelmatig tuberkelpatroon op de glabella en een elliptische tot ronde omtrek van het voorste deel van de glabella. Een exemplaar dat aan deze criteria voldoet is aanwezig in de collectie Bartels en als nummer HS 718 gecatalogiseerd (zie voor een afbeelding van dit exemplaar Bartels, Briggs & Brassel en Bartels, Lutz, Blind & Opel). De dichtheid en spreiding van de tuberkels is m.i. inderdaad verschillend. Daarnaast loopt echter ook de grootte van de tuberkels uiteen. Het hypostoom is een ander belangrijk determinatiekenmerk. Eerder merkte ik op, dat het hypostoom bij één exemplaar uit mijn collectie niet drie, maar vier stekels draagt. Dit zou een verder onderscheid tussen *Chotecops ferdinandi* en *Chotecops opitzi* kunnen zijn. De auteur is echter onbekend hoe het hypostoom van *C. opitzi* eruit ziet. Bartels, Briggs & Brassel zijn van mening dat tenminste sommige van Struves kenmerken zijn te wijten aan verschillen in de conservering.

### 2.1.2.2. Familie Dalmanitidae Vogdes

Trilobieten met een ovaal lichaam en korte tot lange wangstekels. Het platte cephalon heeft drie paar duidelijke groeven, die de glabella in afzonderlijke lobben verdelen. De glabella laat vooraan ruimte voor de brede rand. De pleuren van de thorax eindigen stekel- of lapvormig. Ogen elliptisch tot halfrond.

Soort *Odontochile thenanus* Kayser, 1880

Deze trilobiet kon meer dan 20 cm groot worden (Bartels, Briggs & Brassel). De wangstekels, het hypostoom en het pygidium zijn vrij lang. Het hypostoom wordt naar achteren toe smaller en er zitten vijf tot zeven „tanden“ aan de achterrand. Het driehoekige pygidium telt 16 tot 22 ringen aan de relatief smalle rhachis met aan weerszijden 12 tot 15 ribben. De rand is breed en eindigt in een stekel. *Odontochile* is één van de zeldzaamste Bundenbach-trilobieten. Er zijn slechts enkele volledige exemplaren bekend. In de drie beschouwde collecties bevinden zich alleen enkele onvolledige exemplaren. *Odontochile hausmanni* is een verwante soort. Een afbeelding hiervan staat op de achterzijde van het omslag.

### Subfamilie Asteropyginae Delo

Deze trilobieten vertonen weinig reliëf. De thorax heeft tamelijk lange, stekelachtige voortzettingen aan de pleuren. De rhachis is relatief breed. Het ronde tot driehoekige pygidium heeft vijf paar duidelijke ribben. De rand draagt vijf paar stekels, waartussen zich een eindstekel bevindt.

Tot deze subfamilie behoren drie voor ons relevante trilobieten met een pygidium van het voornoemde *boothi*-type, namelijk de naamgever *Greenops boothi*, *Asteropyge* sp. en *Rhenops ?anserinus*. De verschillen zijn klein. *Greenops* laat ik hier verder buiten beschouwing, omdat dit geslacht nooit in verband is gebracht met de Hunsrückleesten en uitsluitend in het Midden-Devoon voorkomt.

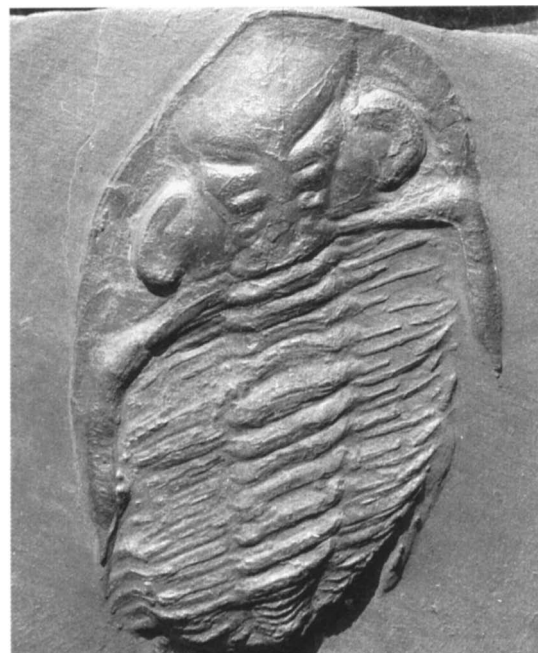


Foto 7. "Stekeltrilobiet" *Asteropyge* sp., rugzijde, met trapeziumvormige, zijwaarts gelobte glabella en vooraan spits toelopend cephalon. Lengte: 48 mm. Collectie W. Südkamp.

Soort *Asteropyge* sp. Hawle & Corda, 1847

Foto 7 en afb. D-9 in Gea, vol. 22, nr. 1

*Asteropyge* wordt ca. 5 cm lang. Deze in Bundenbach algemene trilobiet is helaas niet wetenschappelijk beschreven en de soort is derhalve onbekend. Lehmann vermoedt, dat het om *Asteropyge lethaeae* em. Kayser, 1889 gaat. Dit is overigens wederom een signaal, dat de verschillen tussen *Asteropyge* en *Rhenops* klein zijn, want *A. lethaeae* wordt tegenwoordig *R. lethaeae* genoemd. Stürmer & Bergström, 1973 konden de vermoedens van Lehmann echter niet bevestigen.

Het cephalon is hoog rond tot spits boogvormig. De glabella is trapeziumvormig. De halsring is relatief robuust en de wangstekels zijn lang. Het pygidium heeft een smalle as met 10 tot 15 ringen, die vooraan enigszins naar voren ombuigen en achteraan niet gebogen zijn. De eindstekel is korter en breder dan de overige - in doorsnede ronde - stekels aan het pygidium.

Soort *Rhenops* sp. R. & E. Richter, 1943

Foto's 8, 9 en 9a

*Rhenops*, gemiddeld iets kleiner dan *Asteropyge*, wordt ca. 4 cm lang. Het cephalon is halfrond tot breed gerond. Het voorste deel van de glabella is elliptisch van vorm, zodat deze zich gedeeltelijk voor de ogen bevindt. De wangen dragen middellange, robuuste stekels. De pleuren hebben lange, sikkelvormige voortzettingen. Het pygidium heeft een bredere as dan bij *Asteropyge* en telt maximaal 10 ringen met op de as knobbels. De eindstekel is driehoekig van vorm en van dezelfde lengte als of langer dan de overige stekels aan het pygidium.

Er zijn slechts twee verdrukte exemplaren bekend, die de buikzijde

tonen. Dit maakt het onzeker of het hier inderdaad om *Rhenops* gaat. Erben toont een röntgenfoto (afbeelding 5.12) van een derde, onverdukt exemplaar uit het Paleontologische Instituut te Bonn. De eindstekel aan het pygidium is m.i. in ieder geval niet langer dan de overige stekels. Het is opvallend, dat in de literatuur weinig aandacht wordt besteed aan de knobbels op de as van het pygidium en de



Foto 8. *Rhenops* sp. Rugzijde met knobbels op de as van het pygidium, de nekstekel en eerste lob van de glabella. Het brede deel van de glabella is van knobbel-tjes voorzien en heeft aan de voorzijde een enigszins ronde rand. De wangen dragen robuuste middellange stekels. Lengte: 42 mm. Collectie W. Südkamp.

thorax. Bergström & Brassel, 1984 tekenen in hun reconstructie uitsluitend knobbels op het pygidium. Dit is conform de Treatise, maar hier is geen thorax afgebeeld en de tekst zegt niets over de knobbels. In de collecties Bodtländer en Beicht bevinden zich respectievelijk drie en minstens drie exemplaren met knobbels op de as van de thorax, het pygidium en deels ook op de nekring. Ook Bartels, Briggs & Brassel beelden in figuur 107 toevallig een „*Asteropyge*“ af, die knobbels op de thorax draagt. Me dunkt, dat dit kenmerk (wel of geen knobbels op de as) bij het onderscheiden van *Rhenops* respectievelijk *Asteropyge* meer aandacht verdient. In de collectie Südkamp bevinden zich twee exemplaren; één die mogelijk tot *Rhenops* behoort (buikzijde) en één exemplaar, dat de rugzijde toont (Foto 8). Het laatste exemplaar is relatief goed bewaard gebleven en heeft de volgende extra kenmerken: Voorzijde glabella gekorrelt, eerste lob en nekring dragen knobbel, de wangstekels reiken tot het vijfde thoraxsegment, de as van het pygidium verjongt zich ongelijkmatig (vooraan spits en achteraan recht), draagt knobbeltjes en de eindstekel is van gelijke lengte, echter aan de basis breder dan de andere stekels. Een zich verjongende pygidiumrhamchis is overigens meer een kenmerk van *Treveropyge* en *Greenops*.

## 2.2. Orde Proetida Owens

### Familie Proetidae Salter

De matig tot krachtig gestructureerde lichaamsvorm is lang-elliptisch. Het cephalon met lange wangstekels en pygidium zijn meestal van ongelijke grootte. De glabella verjongt zich voorwaarts. De niervormige ogen zitten achteraan het cephalon, zijn holochroaal en zien er derhalve, oppervlakkig bekeken, glad en glanzend uit. De as van de thorax is even breed als of breder dan de pleuren. Het pygidium heeft een halfovale vorm en mist een duidelijke rand(zoom).

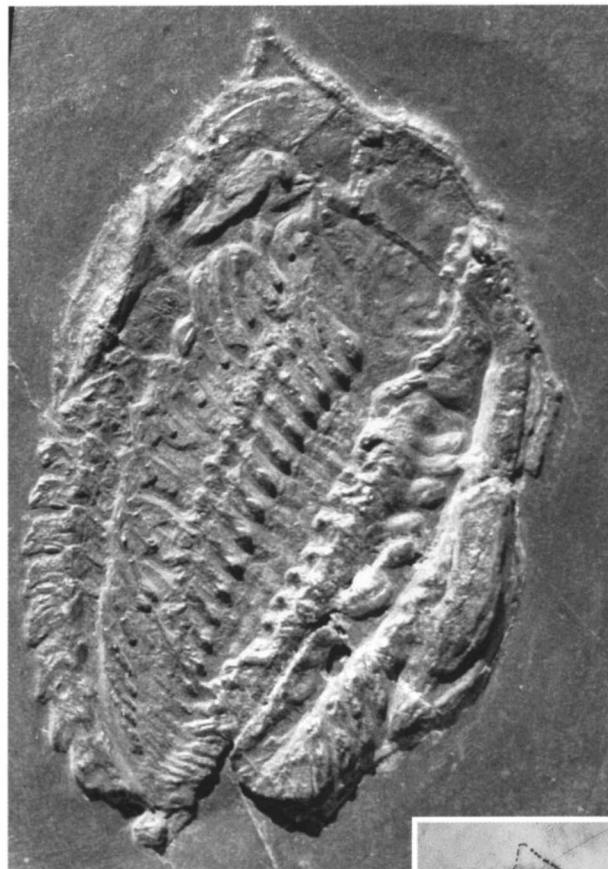


Foto 9. *Rhenops* sp. Buikzijde met ?vier paar koppoten, proximaal zijwaarts verlopende antennes en pootjes aan thorax en pygidium. Lengte: 46 mm. Collectie W. Südkamp.  
9a. Idem. Röntgenfoto.



Soort *Cornuproetus* (?*Sculptoproetus*) *hunsrueckianus* E. Richter, 1936

### Foto 10

Dit is een enigszins vlakke, zeer kleine, tot ca. 2 cm groot wordende trilobiet, die uiterst zeldzaam is en op basis van één exemplaar uit Bundenbach werd beschreven. In de collecties Bodtländer en Beicht bevindt zich elk één exemplaar, dat de rug- respectievelijk buikzijde toont.

De glabella is vielvormig en reikt niet tot aan de rand (voorglabellaar veld). De uitpuilende rand van het halfronde cephalon zet zich naar achteren voort in lange wangstekels. De nekring is zeer breed en draagt in het midden een knobbel. Bijzonder is, dat de thorax negen in plaats van de, in de familie gebruikelijke, tien segmenten heeft. Het relatief korte pygidium telt vier à vijf ringen, die zich tot aan de rand uitstrekken.

### Tot slot

Bundenbach is in velerlei opzichten een bijzondere vindplaats. Slechts twee trilobieten (in het bijzonder *Phacops* (*Chotecops*) *ferdinandi* en in mindere mate *Asteropyge* sp.) komen relatief algemeen voor. Het behoort echter tot de uitzonderingen om deze met extremiteiten, zoals pootjes te vinden. Zeldzaam zijn ook de andere soorten, namelijk *Parahomalonotus planus*, *Odontochile rhenanus*, *Rhenops* sp. en *Cornuproetus* (?*Sculptoproetus*) *hunsrueckianus*.



Foto 10. De zeer kleine en zeldzame trilobiet *Cornuproetus* (?*Sculptoproetus*) *hunsrueckianus*. Rugzijde. Het cephalon draagt een krachtige rand, die zich naar achteren in lange wangstekels voortzet. De ogen reiken tot aan de robuuste nekstekel. De thorax telt negen segmenten. Lengte: 20 mm. Collectie J. Bodtländer.

Dat Bundenbach wereldberoemd is, berust niet zozeer op de hoeveelheid verzamelde trilobieten en variëteit aan soorten, maar veeleer op de voor het Devoon soms unieke conserveringstoestand, namelijk die met weke delen, zoals slokdarm, maag, darmkanaal en spierweefsel. Daarnaast hebben de studies over *Phacops* (*Chotecops*) *ferdinandi*, *Asteropyge* en *Rhenops* sp., die de buikzijde tonen, argumenten aangedragen over de leefwijze (benthonisch), voeding (sedimenteter) en voortbeweging (kruipend en niet zwemmend) en daarmee onze kennis over trilobieten in het algemeen verrijkt.

De meeste vondsten werden tot voor kort bij het splijten van dakleien gedaan. Hoewel het nog steeds mogelijk is op de oude storthellingen fossielen te vinden, vereist dit de nodige kennis en ervaring van de, meestal met een dun laagje leisteen toegedekte en daardoor gedeeltelijk aan het oog onttrokken trilobieten. Dit is één van de redenen, dat de auteur sinds vijf jaar begeleide excursies aanbiedt, waarbij het gesteente leisteen, het zoeken van trilobieten en de preparatie daarvan centrale thema's zijn. Meer informatie hierover vindt u desgewenst op het internet onder [www.hunsrueck.com/suedkamp](http://www.hunsrueck.com/suedkamp).

## Literatuur

Bartels, C. & Brassel, G. (1990): Fossilien im Hunsrückschiefer. Dokumente des Meereslebens im Devon. In: Heft Museum Idar-Oberstein, Bd. 7, Idar-Oberstein, (uitverkocht).  
 Bartels, C., Briggs, D.E.G. & Brassel, G. (1998): The fossils of the Hunsrück Slate. Marine life in the Devonian. In: Cambridge Paleobiology Series, 3, University Press, Cambridge.  
 Bartels, C., Lutz, H., Blind, W. & Opel, A. (1997): Schatzkammer Dachschiefer.

Die Lebenswelt des Hunsrückschiefer-Meeres. Landessammlung für Naturkunde Rheinland-Pfalz en Deutsches Bergbau-Museum, Mainz en Bochum, 82 pp.  
 Brassel, G. & Bergström, J. (1978): Der Trilobit *Parahomalonotus planus* (Koch, 1883), ein Homalonotide aus dem unterdevonischen Hunsrückschiefer. In: Geol. Jb. Hessen, 106, pp. 5-11.

Bergström, J. & Brassel, G. (1984): Legs in the trilobite *Rhenops* from the Lower Devonian Hunsrück Slate. In: Lethaia, Vol. 17, pp. 62-72.

Broili, F. (1930): Weitere Funde von Trilobiten mit Gliedmassen aus dem rheinischen Unterdevon. In: N. Jb. Miner. usw., 64, Beil. Bd. B, pp. 293-306.

Bruton, D.L. & Haas, W. (1997): Functional morphology of Phacopinae (Trilobita) and the mechanics of enrolment. In: Palaeontographica, Abt. A, 245, pp. 1-43.

Bruton, D.L. & Haas, W. (1999): The anatomy and functional morphology of *Phacops* (Trilobita) from the Hunsrück Slate (Devonian). In: Palaeontographica, Abt. A, 253, pp. 29-75.

Erben, H.K. (1994): Das Meer des Hunsrückschiefers. In: Erdgeschichte im Rheinland. Fossilien und Gesteine aus 400 Millionen Jahren. Uitgeverij Dr. Friedrich Pfeil, München, pp. 49-56.

Flick, H. & Struve, W. (1984): Beiträge zur Kenntnis der Phacopina (Trilobita), 11: *Chotecops sollei* und *Chotecops ferdinandi* aus devonischen Schiefern des Rheinischen Gebirges. In: Senckenbergiana lethaea, 65, pp. 137-163.

Haas, W. (1970): Zur Phylogenie und Systematik der Asteropyginae und Beschreibung einiger neuer Arten (Phacopacea, Trilobita). In: Senckenbergiana lethaea, 51, pp. 97-131.

Kaesler, R.L., editor (1997): Treatise on Invertebrate Paleontology, Part O, Arthropoda 1, Trilobita, Revised. The Geological Society of America en The University of Kansas, Boulder, Colorado en Lawrence, Kansas, 530 pp.

Kowalski, H. (1990): Trilobiten aus dem Devon der Eifel. In: Der Aufschluss, Sonderband 33 Rheinische Schiefergebirge, pp. 11-63.

Kutscher, F. (1965): Beiträge zur Sedimentation und Fossilführung des Hunsrückschiefers, 8: *Phacops ferdinandi* Kayser und sein Verbreitungsgebiet in der Hunsrückschieferfazies. In: Notizbl. hess. L.-Amt Bodenforsch., 93, pp. 19-37.

Kutscher, F. (1978): Beiträge zur Sedimentation und Fossilführung des Hunsrückschiefers, 50: Über Trilobiten des Hunsrückschiefers (Unterdevon). In: Geol. Jb. Hessen, 106, pp. 23-52.

Lehmann, W.M. (1934): Röntgenuntersuchung von *Asteropyge* sp. Broili aus dem rheinischen Unterdevon. In: N. Jahrbuch f. Mineralogie etc., Beil.-Bd. 72, Abt. B, pp. 1-14.

Moore, R.C., editor (1959): Treatise on Invertebrate Paleontology, Part O, Arthropoda 1, Trilobita. The Geological Society of America en The University of Kansas, Boulder, Colorado en Lawrence, Kansas, 560 pp.

Richter, E. (1936): Ein *Proetus* im Hunsrückschiefer (Tril., Devon). In: Senckenbergiana, 18, pp. 79-82.

Struve, W. (1985): Beiträge zur Kenntnis der Phacopina (Trilobita), 14: Phacopinae aus den Hunsrück-Schiefern (Unter-Devon des Rheinischen Gebirges). In: Senckenbergiana lethaea, 66, pp. 393-432.

Stürmer, W. & Bergström, J. (1973): New discoveries on trilobites by X-rays. In: Paläont. Z., 47, pp. 104-141.

Südkamp, W.H. (1989): De fossielen in de Hunsrückschiefer. In: Gea, vol. 22, nr. 1, pp. 9-14.

\*) auteur, preparateur, cursus- en excursieleider, Gartenstr. 11, D-55626 Bundenbach. E-mail: [suedkamp@hunsrueck.com](mailto:suedkamp@hunsrueck.com)