

# Siluur met ster: Gotland

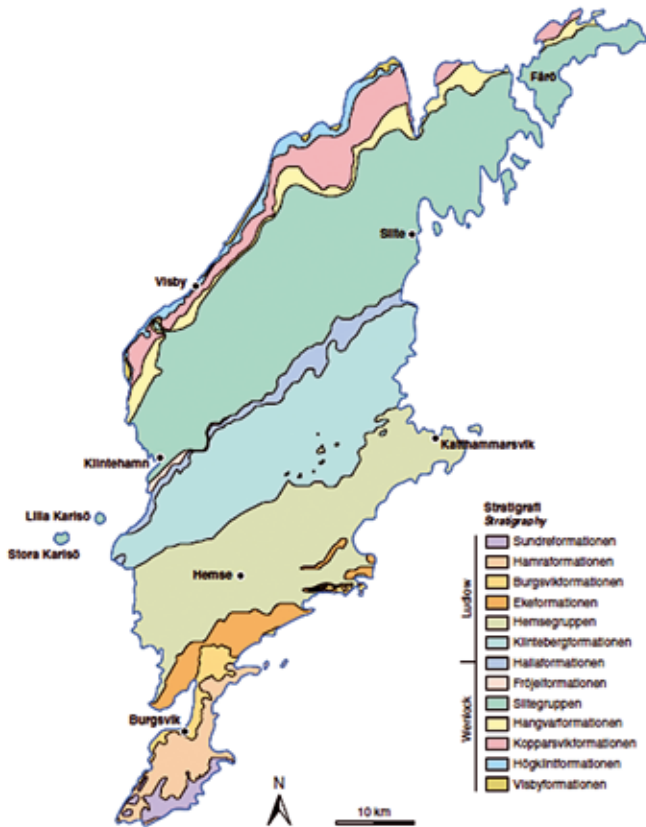
## Een ontdekkingsreis in de Silurische leefwereld

door Bert Boekschoten  
bert.boekschoten@falw.vu.nl

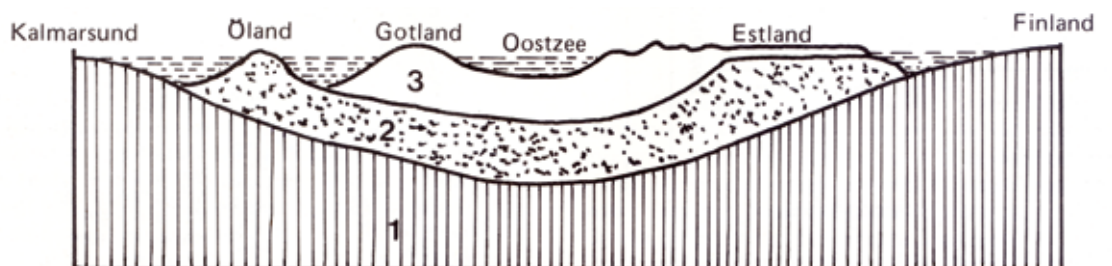
De Oostzee is de bedaardste aller zeeën. Een rustig bekken in het granieten fundament dat al een miljard jaar geleden daar liet. Een vlakke randzee vulde het bekken tussen 600 en

400 miljoen jaar terug met bodembesinksel van enig zand, meer klei en veel kalk waarin vele schelpen en skeletpanters (van onder meer trilobieten) besloten werden. Vervolgens viel deze proto-Oostzee droog en werd langdurig landgebied waarin verweringsproducten rustig bleven liggen, tot vijftien miljoen jaar geleden. Overvloedige neerslag stroomde weg in het stroomstelsel van de Eridanos, de grootste Europese rivier ooit. Langzaam maar zeker vervoerde deze het uitgeloopte kwartszand en de klei vol met glimmerblaadjes Noordzeewaarts – en legde daarmee een fundament van honderden meters onder Nederland en de Noordzee. Toen kwam het barre regime van de ijstijden. Minstens anderhalve kilometer dik lag het gletsjerijs in het bekken, dat alle klei en zand meesleurde en ook het onverweerd gesteente afschuurde. De enorme druk duwde de aardkorst onder het oude Baltische Bekken naar beneden. Toen het ijs ten slotte opsmolt, liet dat een aantal eeuwen een zoetwatermeer achter. Vervolgens stroomde zout water binnen uit de Witte Zee en de Noordzee. De aardkorst veerde echter langzaam omhoog, ten gevolge van het wegvallen van het gewicht van de ijsmassa. De Oostzee werd ondieper en brak, de laatste 30 eeuwen. Onze verre nazaten zullen nog beleven dat de Eridanos weer in de Botnische Golf ontspringt en in het Kattegat zal uitmonden.

Onzichtbaar voor ons, bleef op de bodem van de Oostzee nog vrij veel afzettingsgesteente uit het Cambrium bewaard, de eerste en de oudste bekkenvulling. Aan de Zweedse zijde is Öland daarbovenop een lange graat van Ordovicische kalksteen. Meer naar het midden ligt Gotland, één en al Siluur op een sokkel van eerdere Cambrische en Ordovicische zeesedimenten. Afb. 1A. Het hele bekkenvullende laagpakket werd nooit dikker dan ettelijke honderden meters. De afzettingen zijn heel goed bewaard gebleven. Ze kwamen nooit onder hoge gebergtedruk en plooiing van de aardkorst is in deze stille uithoek niet opgetreden. Zo komt het dat in die hele opvulling de fossielen vrijwel ongestoord al die tijden bewaard zijn gebleven. Afb. 1B.



Afb. 1A. Geologische kaart van Gotland. Gotlands Siluur: oudste Siluur in NW-richting; jongste Siluur in ZO-richting. Riffen vooral in de Höglint, de Kopparsvik, de Slite en de Sunde Formaties die in zee uitsteken. De raukar liggen in het roze gebied ten noorden van Fårö (rechtsboven).



Afb. 1B. De Paleozoïsche lagen aan de ZO-kant van het Baltische Schild. 1. Precambriësch basament; 2. Cambrium en Ordovicium; 3. Siluur (naar E. Haug).

Interessant genoeg werd een aantal Silurische soorten van Gotland voor het eerst als vondsten uit Groningen beschreven, op grond van zwerfstenen in de keileemlaag, op een secundaire ligplaats dus. Een moderne studie van deze fossielen presenteerde Jan Stel. In Gotland zijn op hun beurt ook weer Ordovicische zwerfsteensponzen opgeraapt waarvan museummedewerkers dachten dat ze wel uit de vaste Gotlandse rots afkomstig waren. Die verwarring houdt tot op de dag van vandaag stand in de Fornsaal, het museum van Visby!

### Klassiek terrein voor de paleontoloog

Het Gotlands Siluur heeft zulke vreemde veren niet nodig om te schitteren. De lagen werden omtrent 440 miljoen jaar geleden in een ondiepe soortenrijke zee vol riffen afgezet, en zijn overrij aan schelpen en skeletten van de zeedieren van toen. De kalkstenen bestaan er soms voor een groot deel uit. Gotland is klassiek terrein voor de paleontoloog. De oude Linnaeus voelde dat al aan, getuige zijn *Corallia balthica* (1745) – een boek vol beschrijvingen van Gotlandse koraal-kolonies. Linnaeus dacht destijds dat die korallen ook steeds in de Oostzee leefden – voor hem was de wereld slechts 6000 jaar oud, dus heel stabiel – fossielen pasten helemaal niet in zijn religieuze wereldbeeld. Veel van zijn benamingen worden nog in onze tijd gebruikt, al dekt deze vorm de inhoud volstrekt niet meer. Vooral door G. Lindström (1829 – 1901), die op Gotland onderwees aan het gymnasium te Visby, is onze kennis van de fossielenwereld van het eiland enorm verrijkt. Denk aan de in de Silurische zee levende schorpioenen, de eerste kaakdragende vissen, de honderden soorten schelpkreeftjes, de raadselachtige plantfossielen. Verzamelaars vinden langs de rotskusten rugzakken vol versteende kalksponskolonies (soms nog met een indruk van het slakkenhuis waar ze bovenop groeiden), vele soorten koraal en prachtige brachiopoden.

Veel van de rotskusten van het hoofdeiland werden al duizenden jaren geleden afgeslagen, toen de Oostzee nog zout was. Ten gevolge van de zeespiegeldaling liggen die rotsen niet direct meer aan het strand. Daardoor kan afstorting en begroeiing het kustprofiel onherkenbaar maken. Maar de kleinere satellieteilanden van Gotland zijn in veel sterkere mate aan de erosie door golfslag blootgesteld. Dit geldt Fårö, aan de noordoostzijde, en de beide Karlsö-eilanden, aan de zuidwestkant. De mooiste ontsluitingen die ons een inzicht geven van het Silurische riflandschap vinden we daar.

### Gestalten van kalksteen

Fårö is in de geologenwereld lang een bleke, zelfs witte vlek op de kaart gebleven. Het was namelijk vrijwel de hele twintigste eeuw militair gebied - deels geheel afgesloten, deels alleen toegankelijk voor wie zijn/haar woord van eer als Zweed gaf niets over de militaria ter plaatse mede te delen. Voor niet-Zweden een onmogelijkheid! En toch staan daar rotsformaties die een Siluur-monument vormen; de *raukar*. *Raukar* is de oud-Gotlandse naam voor groepen meters-



Afb. 2. Silurisch onderwaterlandschap. *Raukar* aan de noordwestelijke kust van Fårö. Foto: Wikimedia Commons.

hoge natuurlijke stenen zuilen, een drom kalkstenen gestalten waaromheen vroeger mooie verhalen zijn bedacht. Verspreid over Gotland zijn een heel aantal arealen met zulke wonderlijke rotsformaties te vinden – de Nederlander Arie Manten heeft die van zuidelijk Gotland beschreven. De mooiste echter, vers gepolijst door de golven, bevinden zich op de noordwestelijke kust van Fårö. Afb. 2. Het kustlandschap is daar weids en groots, de kale kalksteengronden zijn begroeid met rotsbloementuinen met wat kromgewaaide dennetjes. De levende natuur is er bijzonder, de versteende natuur is dat niet minder. Vooral de locatie Digerhuvud is een reis waard, en blijft memorabel.

In principe zijn die rotszuilen uiteraard alleen ten gevolge van hun grotere stevigheid door de golven uitgerepareerd. Die taai steenkwaliteit kan door allerlei toevalligheden zijn veroorzaakt; iets steviger verkitting van de gesteente-componenten is in het algemeen de reden. Zo zie je langs vele rotskusten ter wereld allerlei schilderachtige, meestal geïsoleerde *sea stacks* staan. Zulke zuilen in hele colonnes, als op Gotland, is uitzonderlijk. De stevige verkitting van de elementen die het zuilgesteente opbouwen is hier dan ook niet het gevolg van toevallige kalkkristallenerslag op losse korrels en grindjes. De stevige opbouw heeft al plaatsgevonden toen de riffen nog bloeiden in de Silurische zee - we zien iets heel bijzonders, versteende *reef pinnacles*!

Van onze koele zandkusten kennen we ze niet - er is geen Nederlands woord voor. Duikers die de Antillen bezoeken weten het wel. Bovenop het diepere rifplatform, in het blauwe zeewater, verheffen zich hier en daar op voor rifuitgroei gunstige plekken tot onderwaterzuilen opgestapelde, aaneengegroeide koraalkolonien als grillige pieken op de zeebodem. Lopen we op Digerhuvud tussen de *raukar*, dan wandelen we op de Silurische zeebodem tussen de rifzuilen door - een onderzees landschap van 440 miljoen jaar geleden, dat nu nog herkenbaar is...

De opbouw van die *raukar* geschiedde door heel andere organismen dan we tegenwoordig zien. In die zeer oude tijden overheersten stromatoporen de rifvorming. Dat waren (en zijn) sponzen die onder hun weke lichaam een vaste voet afscheidden van kalk en platen met zuiltjes ertussen, een structuur die onder de loep goed herkenbaar is aan de fossielen. Zulke sponzen leven nog, maar zijn schaars; de meeste ervan werden pas na 1970 ontdekt, vooral in onderzeese grotten op de flanken van rifeilanden, zoals Jamaica. Maar tijdens het Siluur waren zij aspectbepalend. Bij nadere inspectie zijn ze op Digerhuvud ook goed te zien. De stromatoporenkorsten liggen niet, zoals gebruikelijk, horizontaal maar staan steil overeind. Omdat gesteentebeweging hier uitgesloten kan worden, moet dit de groeiwijze van lang geleden zijn. En dus zijn vrijwel alle deze *raukar* authentieke rifpieken, onveranderd bewaard.

Een enkele keer is de opvulling tussen deze bijzondere structuren dusdanig verhard dat een zuil is blijven staan die niet uit rifkalk, maar uit daartussen afgezet rifpuin bestaat. Zo'n 'meeloper' herken je doordat er horizontale sporen van de afzettingsgelaagdheid doorheen lopen. De rifkalksteen is in principe massief en ongelaagd.

### Fårö nader bekeken

Zuidoostelijk Fårö is vlak, de ondergrond bevat daar veel Silurische kleigronden. Er blijft op die ondoorlatende bodem water staan, en zo kunnen we (bijvoorbeeld bij het Engelse Kerkhof) moerassige meertjes aantreffen die je gemakkelijk zou voorbijrijden. Stop toch even! In die moerasjes, met kalkrijk bodemwater, groeit de galigaan - een zegge-achtig gewas dat wel een meter hoog kan worden. Galigaan was tot duizend jaar geleden in Nederland heel gewoon, totdat de bedijking plaatsvond - nu is het een zeldzaamheid. Het is van lissen en zeggen te onderscheiden door de zeer scherpe zaagrand langs de bladeren. Op Fårö zijn oude huizen en





Afb. 3. Dakdekken met bundels galigaan in Bunge. Foto: Tineke Looijenga.

schuren er nog vaak mee bedakt; daarvoor moest heel dik worden gedekt, wat de gebouwen een kerstkaartachtig voorkomen geeft. Afb. 3. Dit vrijwel verdwenen oud-Nederlands gewas was ooit in Holland ten noorden van het IJ aspectbepalend, diende vast net als op Gotland als 'riet' en ook in belangrijke mate als brandstof.

### De Karlsöerna

Fårö bereik je vanaf Gotland met een (kosteloze) pont. De overtocht naar de beide - onbewoonde - Karlsö-eilanden (de *Karlsöerna*, meervoud voor de eilanden) per boot neemt drie kwartier, al naar zeegesteldheid, en is naar tijd en plaats beperkt; de auto kan niet mee. De eilanden zijn vermaarde natuurreservaten, de enige zeevogelrotsen in de hele Oostzee. Ons doel zijn de prachtige rotskusten.

De afvaart geschiedt vanaf Klintehamn. Naar Lilla Karlsö, het dichtst bij Gotland gelegen satellieteiland, is echter de hele zomer vrijwel geen verkeer gezien de strikte natuurbe-



Afb. 4. Fossilrijke rotsen op Stora Karlsö. Foto: Wikimedia Commons.

scherming. Op weg naar het verder afgelegen Stora Karlsö kunnen we echter de steile kusten van Lilla uitstekend overzien. Ze bestaan uit een afwisseling van witte, ongelaagde riformaties en iets grijzere, gelaagde ertussen afgezette gesteentes. Dat die grote riflichamen zo netjes bleven staan is ook het gevolg van wolken vulkanische as die zo nu en dan de Silurische tropenzee vertroebelden. Die as (zogenaamde bentoniet) bedde de riffen in, die daardoor niet ten prooi vielen aan onderzeese erosie. Was die bentoniet afwezig, dan zouden we een doorgaande kalksteenlaag vinden met veel grove stukken stromatopoor en koraal erin. Afb. 4. Zulke lagen komen vrij algemeen voor - dat de opvulling tussen de riffen gelijke tred houdt met de rifgroei treedt maar zelden op. Als er te véél bentoniet afgezet wordt gaan alle rifvormende dieren dood; dat moet dus ook al niet gebeurd zijn. Afb. 5, 6, 7, 8 en 9.

Tussen de riffen sloeg de branding van (vooral de zoute, hoger staande) Oostzee talrijke grotten uit. Heel mooi te zien dat dat vooral gebeurde in de oudere tijden. Door de latere zeespiegeldaling kwam de klifvoet met afgespoelde brokken bloot te liggen en is er een uitgesproken knik in de profiellijn van het eiland: vanaf de zeespiegel eerst glooiend, hogerop steil omhoog verlopend.



Afb. 5. Stromatopoor, voetstuk van Silurische spons. Foto: Marianne Mulder-Zonneveld.



Afb. 6. *Acervularia* (koraal) uit de raukar. Foto: Phiny van Roekel.

### Verarmd zeemilieu

Stora Karlsö ligt het meest afgelegen; ook daar zijn grotten present. De mens uit de jonge steentijd heeft daar gehuisd, blijktens opgravingen. De zoute zee van 8000 jaar geleden





Afb. 7. Halysites-koraalkolonie van Karlsö, op doorsnede een netwerk van kettingen. Foto: Reggie Carr-Zonneveld.



Afb. 10. 'Crinoidenmarmor' op het strand Stora Karlsö. Foto: Reggie Carr-Zonneveld.



Afb. 8. Megalonus-schelpen (bivalven) uit een Silurische lagune. Foto: Marianne Mulder-Zonneveld.



Afb. 11. Broche van crinoïdenkalksteen van Gotland, één eeuw oud. Foto: Annemieke van Roekel.



Afb. 9. Silurische zeebodem: wormsporen tussen de riffen. Stora Karlsö. Foto: Phiny van Roekel.

leverde veel op, aan vis, zeevogels en hun eieren, en ook zeehonden. De hoektanden van de *grijze zeehond* vormden een begeerlijkheid. Ze werden doorboord en met draad aangeregen tot een soort monokini's, die als grafgift meegingen in de prehistorische vrouwengraven. De tijden van zulk rijk zeeleven zijn echter voorbij, vooral sedert de laatste decennia is de Oostzee een zee geworden waarin weinig meer overleeft. En dat terwijl beide Karlsö-eilanden voor 'n groot deel bestaan uit de fossiele skeletresten van Silurische zeebodemweelde! Stora Karlsö bestaat uit twee verschillende gedeelten. Het oostelijke deel lijkt veel op het kale, steile, dorre Lilla Karlsö, en wordt Rösju haid genoemd naar de uit grote losse keien opgebouwde grafheuvel (Rös) op het hoogste punt. In de kliffen zien we weer talrijke riffen. Op het stenig plateau zien we dat barsten en kloven in de kalksteenlagen sterk verbreed zijn door de oplossing van kalksteen, karst. Nu vindt karstontwikkeling alleen plaats onder een flink begroeid, dik dek van voortdurend natblijvende grond, in een warm klimaat. Dit was op Gotland aanwezig in de tijd dat de Eridanos nog door het Oostzeebekken stroomde, ten minste één miljoen jaar geleden. Een herinnering, bewaard gebleven omdat het gletsjerijs daarna blijkbaar wél



alle losse grond, maar niet veel van de kalken ondergrond wegvoerde.

## Crinoïdenkalk

Geologisch even oud, maar heel anders van aard, is de westhelft van het eiland. Er groeit wat jong bos, het plantendek is weliger en groener en bovenop het plateau groeien enkele veentjes. Hieronder ligt duidelijk ander gesteente. In de kern van dit areaal, Marmorberget, zien we de bovenzijde van de reeds bekende rifformaties. Maar de Silurische zee moet destijds zeer aantrekkelijk zijn geweest voor de toen nog doodgewone - maar nu heel zeldzame - gesteelde zeelelies. De westhelft bestaat uit dikke lagen van hun geledingen. Oorspronkelijk waren die zuiltjes en schijven niet geheel verkalkt; het waren vederlichte skeletdelen met een schuimachtige structuur. Naderhand echter, in het reeds afgezette gesteente, sloeg de in zeewater opgeloste kalk naadloos neer in de dode restanten. Afb. 10. We zien dit altijd in crinoïdenkalkstenen. Op doorslag splijten de zeeleliefossielen in keurig blinkende, kristallijne partjes. De Belgische blauwgrijze kolenkalksteen, *petit granit*, werd naar dit flonkeren genoemd. De blauwgrijze stoeptenen dateren uit het Carboon - de crinoïden erin zijn doorgaans van klein formaat. De Silurische zeeleliesoort was groter - de verstening ervan verliep evenzo, maar tijdens het proces werd ook een kleine hoeveelheid ijzeroxiden (wellicht bacterieel neergeslagen) mee ingebouwd. Zo ontstond dan het 'marmor' waar westelijk Stora Karlsö mee pronkt. Geen marmer in geologische zin. Wel een zeer fraaie siersteen, waarin de roze stengellidfos-

sielen contrasteren met de parelgrijze grondmassa. In oude tijden werd het marmer uitbroken en onder meer voor kerkinterieurs toegepast. In de 19<sup>de</sup> eeuw maakte men van de mooie steen brochés. Afb. 11. En tegenwoordig is het de vraag of je een afgerold stuk crinoïdenkalk besmuikt in je zak mag steken - ook hier natuurbescherming. Naast zulke rolstenen vallen op Karlsö de grote aantallen enkelkorallen op, zeer fraaie fossielen tussen eierdop en melkbeker groot. Dit waren ook geen rifbouwers, en ze zijn dus schaars in het courante rifmilieu van de Gotlandse kalkstenen. Beide fossielen, zeelelies en enkelkorallen, wijzen erop dat het milieu van de Silurische zeebodem van gebied wisselde, net als in de huidige levende rifgebieden. Zo goed en zo diep in de Silurische leefwereld doordringen is een ontdekkingsreis die in ons bereik eigenlijk alleen op Gotland en naburige kusten te maken is!

## Noot van de redactie bij de voorplaat:

*Ter gelegenheid van het 40-jarige jubileum van Landsat, het langstlopende programma van satellietfotografie van de aarde vanuit de ruimte, vroeg NASA deze zomer via Twitter de beste foto's te kiezen die de satellieten van Landsat ooit hebben gemaakt. Men kon kiezen uit 120 foto's uit de 'Earth as Art'-collectie. De foto van Gotland, die doet denken aan Van Goghs Sterrennacht (1888), kwam daarbij als eerste uit de bus. Deze toepasselijke foto hebben we als voorplaat voor deze Gea gekozen. Rondom Gotland, met de in het zuidwesten gelegen satellieteilandjes, waaronder Stora Karlsö, kolken massieve groepen van groenig fytoplankton (kleine, plantaardige organismen) in de donkere wateren van de Baltische zee. Samen met zonlicht wordt excessieve groei en voortplanting van het fytoplankton bevorderd.*

---

# Boekbespreking

**Fossiele Cephalopoden van Nederland**, uitgegeven door de Ned. Geologische Vereniging als Staringia 13, een special van Grondboor en Hamer, jrg. 66, nr. 1 (2012); samengesteld door de Werkgroep Cephalopoden van de NGV, ISBN/EAN: 978-90-806769-0-9. Formaat A4, 228 pag. Gratis voor leden NGV, te verkrijgen voor € 15,- + € 5,- verzendkosten via [www.geologischevereniging.nl](http://www.geologischevereniging.nl) - publicaties.

Deze mooi vormgegeven publicatie is gewijd aan de in Nederland gevonden cephalopoden. Hieronder vallen uiteraard de Ammonoidea, maar ook Nautiloidea en Coleoidea (met o.a. belemnieten). Het boek geeft een uitgebreid overzicht van wat er in de museale en particuliere collecties aan Nederlands materiaal aanwezig is, en dat is meer dan je zou verwachten. De meeste exemplaren zijn als zwerfsteen binnen onze landsgrenzen geraakt. Deze zijn van noordelijke, oostelijke of zuidelijke herkomst. Maar er zijn ook diverse soorten in situ gevonden, vooral in Zuid-Limburg (maar liefst 45!), verder ook in Twente en in de omgeving van Winterswijk.

Al deze soorten werden - voor zover determineerbaar - beschreven en afgebeeld op 44 kleurenplaten met mooie foto's. Volgens de index zijn het zo'n 230 soorten. Het is een gevarieerd gezelschap, maar dat heb je nu eenmaal met zwerfstenen. Het zijn vaak maar fragmenten, stukjes van een winding, maar toch. Ook zitten er wonderlijk gave exemplaren bij, die tijdens hun veelbewogen transport wel heel veel geluk gehad hebben. De specimina zijn op ware grootte of met een maatstreepje afgebeeld, sommige zijn twee maal weergegeven: ware grootte en 2 x vergroot, wat even zoeken is.

Na inleidende hoofdstukken (over de bouw en indeling van cephalopoden en over de herkomst als zwerfsteen) volgen 15 hoofdstukken met beschrijvingen van de soorten. Elk hoofdstuk omvat een groep ammo's en hun verwanten die qua ouderdom en/of herkomst bij elkaar geplaatst zijn. Het begint met de oudste groep, die van de Ordovicische en

Silurische Cephalopoda, gevolgd door Goniatieten uit het grind van Nederland; Ammonieten uit het Carboon van Zuid-Limburg; Ammonieten uit het Trias, enzovoort. Ieder van deze hoofdstukken wordt gevolgd door 1 tot 9 fotoplatten. Diverse hoofdstukken zijn van de hand van ammonieten-expert Philip Hoedemaeker, maar ook verscheidene andere kenners hebben hun steentje bijgedragen.

Zoals te verwachten zijn de hoofdstukken over de Zuid-Limburgse belemnieten en ammonieten uit het Laat-Krijt (auteur: John Jagt) het meest gedetailleerd. De qua tijd en geografie het dichtst nabij liggende, rijke krijtlagen van ons Limburg zijn nu eenmaal uit en te na doorzocht.

Een wel heel bijzondere vondst leverde de Winterswijkse steengroeve op. Daar werd in de Trias-lagen slechts één schaarse ammonietensoort gevonden, maar in een niet lang geleden aan het licht gekomen instortingspijp bleek materiaal uit de Onder-Jura te zijn terechtgekomen, waarin zowaar o.a. enkele fraaie Schlotheimia's gevonden zijn.

9 pagina's met referenties, een begrippenlijst, uitgebreide vormbeschrijvingen met verhelderende tekeningen uit de literatuur, een vertaling van de belemnietenterminologie in Engels, Frans en Duits, en de index van afgebeelde cephalopoden maken het boek compleet en voor niet-specialisten beter toegankelijk.

*Fossiele Cephalopoden van Nederland* is een veelzijdige publicatie geworden over misschien wel de meest geliefde fossiele ongewervelde diergroep, en dat uitsluitend over vondsten van eigen bodem. Het materiaal werd met grote toewijding en kennis bijeengebracht, uitgezocht, gedetermineerd, schoongemaakt, gefotografeerd, beschreven, gereedgeerd, vormgegeven en gedrukt. Een immens karwei moet dat allemaal geweest zijn. De samenstellers kunnen terecht trots zijn op het resultaat.

Joke Stemvers