gea

driemaandelijks tijdschrift van de Stichting Geologische Aktiviteiten voor belangstellenden in de geologie, mineralogie en paleontologie

Maart 2003, vol. 36, nr. 1, pag. 1 - 32

ISSN 0167-4692



De "God van Enkomi". Brons, op een "ossenhuid"-gietstuk van brons. 12de eeuw v.Chr.

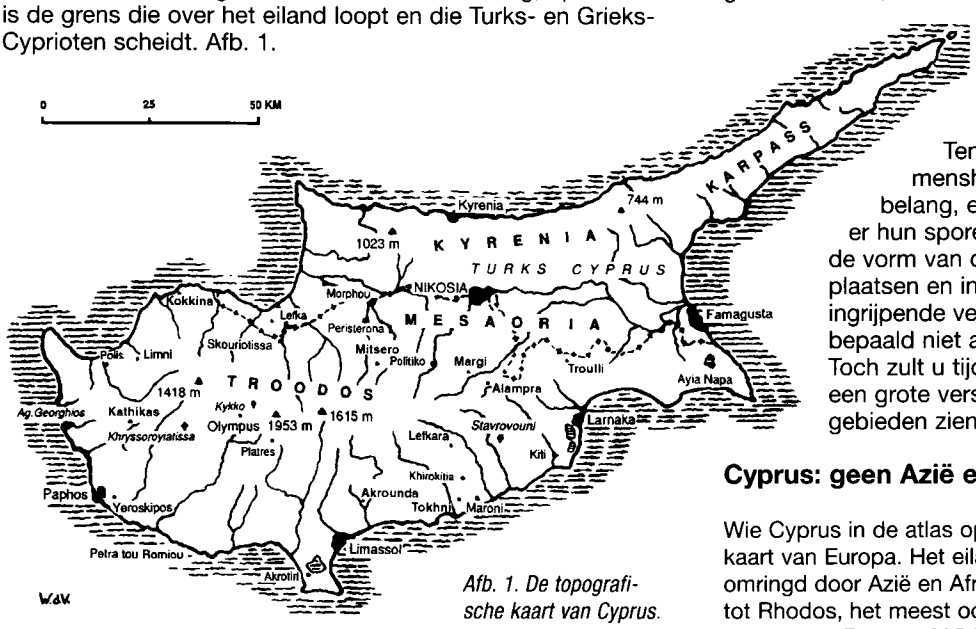
CYPRUS

Kupros, waar oceaanbodem en aardmantel ontsloten zijn

door Drs. W.C.P. de Vries

Inleiding

Cyprus is een zeer bijzonder eiland. De interessante geologische ontstaansgeschiedenis en de boeiende menselijke historie tonen daarentegen de belangrijke positie van Cyprus als verbinding en kruispunt van drie continenten. Een schaduwzijde is dat tot op de dag van vandaag de historie wordt beheerst door oorlogen en vreemde overheersing; opvallend is de grens die over het eiland loopt en die Turks- en Grieks-Cyprioten scheidt. Afb. 1.



Afb. 1. De topografische kaart van Cyprus.

De ontwikkeling van de dieren- en plantenwereld laat zien dat deze voor een belangrijk deel langs andere lijnen is gegaan dan die op de naburige landgebieden; planten en dieren werden gescheiden van hun soortgenoten en hebben een eigen evolutie doorgemaakt. We vinden op Cyprus vele soorten of ondersoorten, die nergens anders ter wereld voorkomen.
Zo toont Cyprus zijn zeer langdurige afgezonderde positie.

Naast scheiding is er ook sprake van een synthese. In geologisch opzicht is Cyprus een samenstel van zeer verschillende delen: het eiland vormt de verbinding tussen Zuid-Europa en Azië, een deel is van oceanische oorsprong en zelfs is, als een grote bijzonderheid, aan het aardoppervlak de mantel zichtbaar! Daarnaast speelden zowel Turkije als het Afrikaanse continent een belangrijke rol in de vorming van het geheel. Het geweld dat deze verschillende delen bij elkaar gebracht heeft, resulteerde in het ontstaan van twee gebergten: het grote massief van de Troodos in het centrale deel van het eiland en langs de noordrand de Kyrenia-keten, die zich in het noordoosten ver in zee uitstrekt.
Tenslotte is het eiland ook voor de mensheid al sinds de oudheid van groot belang, er hebben vele volkeren gewoond die er hun sporen hebben nagelaten. Niet alleen in de vorm van de overblijfselen van vroegere woonplaatsen en industriële activiteit, maar ook door de ingrijpende veranderingen in het landschap, die bepaald niet altijd positief waren. Foto A.
Toch zult u tijdens de omzwervingen op Cyprus een grote verscheidenheid aan imposante natuurgebieden zien.

Cyprus: geen Azië en geen Europa

Wie Cyprus in de atlas opzoekt, zal vaak vergeefs kijken op de kaart van Europa. Het eiland ligt er eigenlijk te ver vandaan, omringd door Azië en Afrika. De afstand tot Athene is 800 km; tot Rhodos, het meest oostelijk gelegen eiland van Griekenland, en dus van Europa, 335 km. Naar de Turkse kust is het maar 75 km, Syrië ligt 105 km ten oosten van Cyprus en Egypte slechts 380 km naar het zuiden.

Geografisch hoort Cyprus tot Azië, de landschappen vertonen de meeste overeenkomsten met die van het Turks-Syrische grensgebied. Afb. 2. In de historische tijd is de Europese invloed echter overheersend geweest; steden als Tunis en Istanboel maken op de West-Europese toerist een veel exotischer indruk dan Nicosia.
Cyprus is het op twee na grootste eiland van de Middellandse Zee; Sicilië en Sardinië zijn groter. De oppervlakte bedraagt 9250 km^2. De lengte, in oost-west richting, bedraagt 222 km, de maximale breedte is slechts 95 km.

Cyprus telt rond de 750.000 inwoners; 84% zijn Grieks Cyprioten en 12,5% Turks Cyprioten. Verder wonen er vele andere

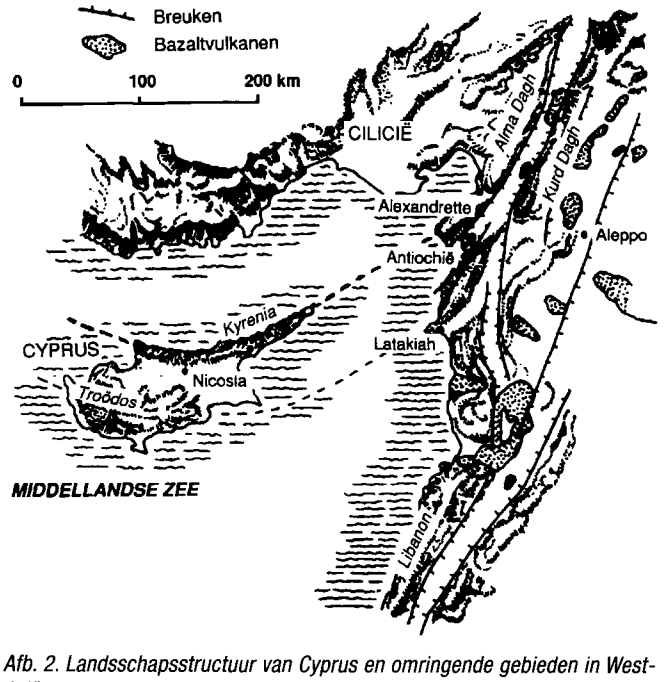


Foto A. Mozaiek te Paphos.

groepen van wie de Armeniërs en Maronieten de belangrijkste zijn. Op het ogenblik is iets meer dan één-derde gedeelte van het eiland bezet door Turkse troepen. Dit gedeelte is voor toeristen beperkt toegankelijk; het Turkse gedeelte van Nicosia kan te voet worden verkend, daartoe is een dagpasje te verkrijgen. Daarnaast kan er met een taxi een grotere dagtocht door Turks-Cyprus gemaakt worden.
De Grieks-Cyprioten behoren vrijwel allen tot de Grieks-Orthodoxe kerk. Deze kerk gebruikt de Byzantijnse liturgie die in de Oudgriekse taal wordt gehouden. De Christelijke kerk van Cyprus is ontstaan door de missiearbeid van Barnabas. Samen met de apostelen Andreas en Paulus, die werd gemarteld in Paphos, verkondigde hij op Cyprus het evangelie. De orthodoxe kerk van Cyprus is veel ouder dan die van Griekenland, het is de oudste staatskerk van het Christendom. Foto B.

Klimaat

Het klimaat van Cyprus behoort tot het aride Mediterrane type, de regen valt tijdens de wintermaanden en grote delen van het eiland zijn in de zomer zeer droog. Hoewel de gemiddelde neerslaghoeveelheid iets meer dan 500 mm per jaar bedraagt (ter vergelijking: Nederland 850 mm) wisselt de hoeveelheid enorm dank zij de grote variaties in het landschap. Op het noordwestelijke topgedeelte van de Troodos valt er zelfs meer dan 1200 mm neerslag, van begin december tot begin april in de vorm van sneeuw. Het sneeuwdek kan tot tegen de drie meter dik worden. Naar het oosten toe vermindert de neerslaghoeveelheid snel tot minder dan 300 mm in het oostelijke vlakke gebied, waar soms tijdens een periode van vier tot vijf maanden in de zomer helemaal geen druppel regen valt. Tijdens de zomer loopt de temperatuur in deze vlakte, de 'Mesaoria', regelmatig op tot boven de 40° C.
Dit klimaat heeft een grote invloed op de plantengroei: vele planten sterven tijdens de zomer af en komen weer te voorschijn als de eerste winterregens vallen. Hoewel er enkele planten zijn die bloeien in het najaar is het vooral in de periode van einde maart en begin april dat velden en heuvels zich tooien met een uitbundige kleurenpracht. Het Bloemeneiland van Afrodite, wordt Cyprus dan ook wel genoemd.
De aanwezigheid van het sneeuwdek op de Troodos en het feit dat de temperatuur van het zeewater rond Cyprus niet onder de 17° C. komt, maakt dat het eiland een zeer populair wintersport-



Afb. 2. Landsschapsstructuur van Cyprus en omringende gebieden in West-Azië.



Foto B. Byzantijns kerkje te Kiti.

centrum aan het worden is voor een groot deel van het Nabije- en Midden-Oosten. Na het skiën kan men gaan zonnen en zwemmen in de Middellandse Zee.

Tabel I. Gemiddelde temperaturen en neerslaghoeveelheden voor enkele plaatsen

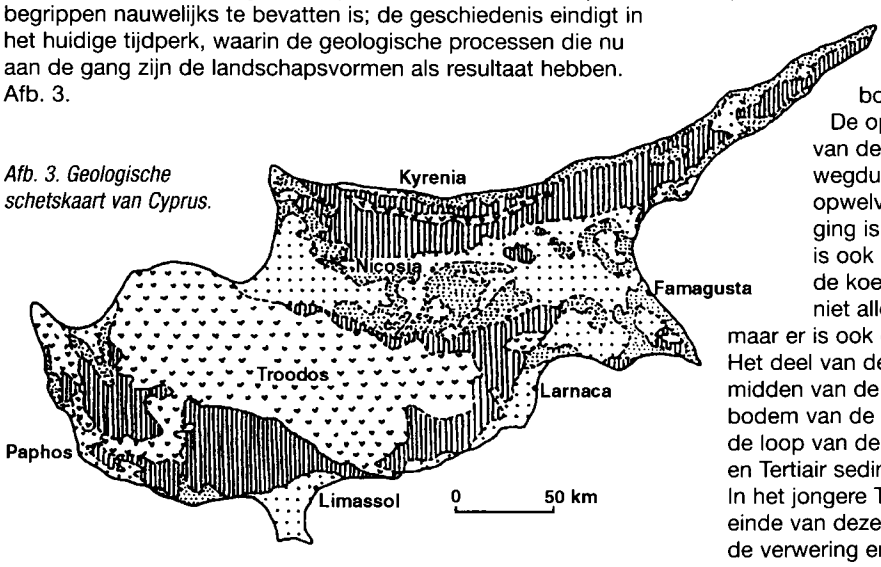
			januaritemp.		julitemp.	
plaats	hoogte	neerslag	max.	min.	max.	min.
Nicosia	223 m	310 mm	15	8	37	21
Larnaca	3 m	350 mm	16	8	33	22
Paphos	10 m	420 mm	17	10	30	22
Prodhromo	1900 m	1200 mm	6	1	26	18



Foto C. De oostelijke uitlopers van het Troodos-massief.

Geologische geschiedenis van Cyprus

In dit hoofdstuk vertellen wij u over de geologische geschiedenis en de landschapsvorming (morfologie) van Cyprus. De geologische geschiedenis speelt zich af over een tijdspanne van vele miljoenen jaren, een lengte van tijd die voor onze menselijke begrippen nauwelijks te bevatten is; de geschiedenis eindigt in het huidige tijdperk, waarin de geologische processen die nu aan de gang zijn de landschapsvormen als resultaat hebben. Afb. 3.



Afb. 3. Geologische schetskaart van Cyprus.

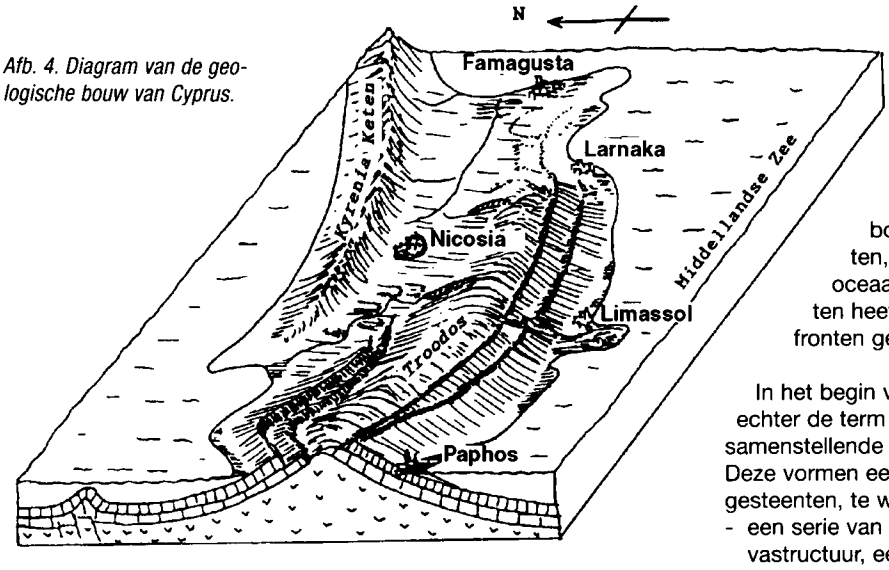
Cyprus: dat is wandelen over de bodem van de oceaan

Het klinkt merkwaardig, maar in het Troodos-gebergte loopt men over de voormalige oceaanbodem van de Tethys. Ook ligt hier, op een van de weinige plekken op aarde, zelfs mantelgesteente aan de oppervlakte. Op Cyprus is een zeer uitgestrekt stuk oorspronkelijke oceaanbodem land geworden.
Het Troodosmassief beslaat een ovaalvormig gebied van meer dan 3000 km^2 in het centum en westen van het eiland. De gesteenten zijn veelal groenig van kleur en zwaar. Het zijn gesteenten die we aantreffen in de oceaanbodem en de bovenste niveaus van de aardmantel. Foto C.

Geologisch is het eiland vooral beroemd wegens het enorme massief van basische en ultrabasische gesteenten, de Troodos. Daarnaast ligt Cyprus op een geologisch zeer interessant gebied: het eiland vertegenwoordigt een afgebroken stuk oceanische lithosfeer dat gedraaid en opgeheven is. Dit is niet alleen het resultaat van de interactie tussen de grote Afrikaanse en Europese lithosfeerplaten, maar het zijn vooral de afwijkende bewegingen van het Arabische Blok en de microplaat van Turkije (het Anatolische Blok) die een grote rol hebben gespeeld en dat heden ook nog doen.

Cyprus is een grote opwelving van de oceaanbodem van de oostelijke Middellands Zee.
De opwelving is een grote anticlinale structuur, waarvan de lagen niet alleen naar het noorden en zuiden wegduiken, maar ook naar het westen en oosten, de opwelving heeft dus de vorm van een dome. De beweging is niet alleen een eenvoudige opheffing geweest, er is ook breukvorming opgetreden waardoor er delen van de koepel over elkaar heen geschoven zijn. Er is dus niet alleen sprake van rekkrachten door de opheffing, maar er is ook een fase van compressie opgetreden.
Het deel van de oceaanbodem van Cyprus is gevormd in het midden van de Krijt-periode door separatie van de oceaanbodem van de zogenoemde Neo-Tethys oceaan, die ontstond in de loop van de Jura. Op de oceaanbodem werden in Boven-Krijt en Tertiair sedimenten afgezet. Afb. 4.
In het jongere Tertiair begint de opheffende beweging en aan het einde van deze periode komt Cyprus boven water. Dan begint de verwering en erosie van het bovenste gedeelte van de dome en worden in de loop van de tijd bedekkende sedimenten van de gesteenten van de oceaanbodem verwijderd. Door de grote opheffing, die vele kilometers heeft bedragen, vallen ook oceaanbodemgesteenten ten offer aan de afbraak zodat er ook mantelgesteenten, die normaal verborgen zijn onder de oceanische aardkorst, nu aan het aardoppervlak ontsloten zijn. In het Troodos massief van Cyprus krijgen we een doorsnede te zien van de gesteenten van de oceaanbodem alsmede van een stukje van de mantel.

De gesteenteserie van het massief van de Troodos werd in de jaren '60 geïdentificeerd als een *ofioliet*, in de betekenis van een stuk oceanische lithosfeer die is ontstaan in een constructieve plaatgrens (= separatiezone) van een mid-oceanische rug. In het zuidoostelijk gedeelte is een transformbreuk van de oceanische rug bewaard gebleven. (Transformbreuken zijn breuken die dwars op de mid-oceanische rug lopen en waarlangs het centrum van de rug verspringt.)
De Troodos is een van de weinige plaatsen op de wereld waar een ongestoorde opeenvolging van de gesteenteserie van de oceaanbodem en van de mantel ontsloten is; daarnaast is het de enige bekende plaats op de wereld waar een fossiele transformzone bewaard is gebleven. De Troodos is van zeer groot geologisch belang voor de bestudering van processen die zich in een oceanische spreidingszone afspelen en vooral van die welke optreden langs een transformbreuk.



Afb. 4. Diagram van de geologische bouw van Cyprus.

Tertiair: kalksteen
Krijt: kalksteen
Bazalt en gabbro van de voormalige Tethys-bodem

'Ofioliet'

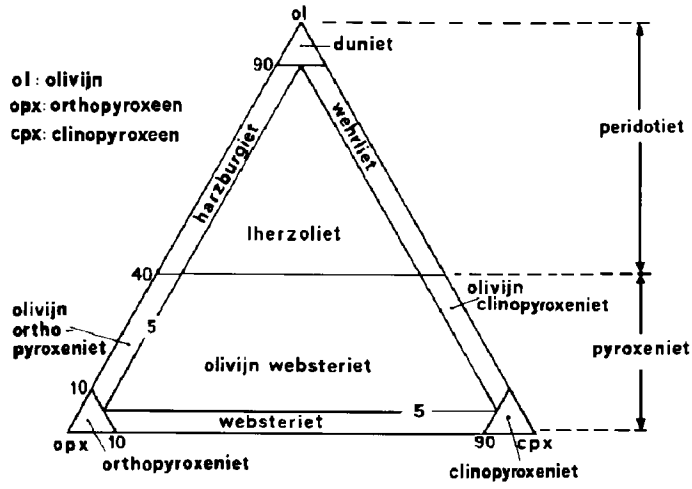
De term '*ofioliet*' is oorspronkelijk door Brongniart in 1827 gegeven aan de zogenoemde *slangensteen*, een gesteente dat bestaat uit groene, min of meer ronde, 1 cm grote vlekken, die omringd zijn door donkerder bandjes. Deze slangenhuidsteen wordt tegenwoordig aangeduid als serpentiniet. Dit gesteente bestaat uit een massa van veranderde, ultrabasische en basische gesteenten die voorkomen in het centrum van plooiingsgebergtegordels en als gevolg van de gebergtevormende bewegingen werden gedeformeerd en gemetamorfoseerd.
Een kleine eeuw later wordt de term gegeven aan een samenstel van een aantal zeer specifieke gesteenten: niet alleen aan de serpentiniet, maar ook aan de veelal daarmee tezamen voorkomende bazaltische kussenlava's en het daarbij geassocieerde kiezelige diepzeesediment radiolariet. Dit samenstel wordt aangeduid als de *Steinmann Trinity*. Ook deze omschrijving was gebaseerd op het voorkomen van sterk getektoniseerde complexen in de Apennijnen van Italië.
Dit laatstgenoemde punt is typerend voor het voorkomen van het overgrote gedeelte van alle ofiolieten die op het landoppervlak te zien zijn. Het zijn sterk gedeformeerde, intensief dooreen gemengde massa's van de bovengenoemde gesteenten. In veel gevallen is er van de afzonderlijke bestanddelen niets of met veel moeite iets te onderscheiden. Deze ofiolieten komen niet alleen voor midden in de Apennijnen, maar in de centrale delen van alle plooiingsgebergtegordels op Aarde, zij bevinden zich in de botsingsnaad van twee continentale aardkorstplaten, de zogenoemde 'sutuur'; het zijn resten van de oceaanbodem die zich eens tussen de twee continenten heeft uitgestrekt en tijdens de botsing tussen de fronten gemangeld en gekneed is.

In het begin van de jaren '70 van de vorige eeuw wordt dan echter de term opnieuw gedefinieerd waarbij nu alleen de samenstellende gesteenten als basis worden genomen.
Deze vormen een opeenvolging van basische en ultrabasische gesteenten, te weten van boven naar beneden:
- een serie van bazaltische lava's, karakteristiek is de kussenlavastructuur, een serie van diabazen die als typerende structuur hebben dat zij een stelsel vormen van verticale gangen van enkele centimeters tot een enkele meter dik. Tussen de gangen is soms weinig tot helemaal geen ander nevengesteente aanwezig,
- aan de onderzijde gaan de gangen over in massieve massa's grof-kristallijne gabbro's met lokaal ultrabasische partijen van peridotiet- en pyroxeniet-samenstelling. Dit zijn de magmakamers waaruit de bazalt voor de gangen en kussenlava's is voortgekomen; de ultrabasische partijen zijn ontstaan door het wegzakken van de eerstgevormde kristallen uit de smelt, de olivijn en pyroxeen,
- een ultramafisch complex bestaande uit een of verschillende leden van de peridotiet-familie, zoals harzburgiet, lherzoliet, wehrliet en duniet. Deze gesteenten worden onderscheiden naar verschillen in hoeveelheden olivijn, orthopyroxeen (bijv. enstatiet, bronziet) en clinopyroxeen (onder meer diopsied, hedenbergiet, augiet), alsmede de soort plagioklaasveldspaat. Dit laatstgenoemde complex behoort tot de mantel van de Aarde.

Geassocieerd met het gehele complex van de ofioliet zijn typerende sedimenten, het zijn afzettingen op een diepe oceaanbodem: radiolariet, mangaanhoudende klei en zeer fijnkorrelige kalksteen. Zie foto D.
Deze definitie van de ofioliet is zuiver beschrijvend; er wordt geen rekening gehouden met de genese of met de latere ontwikkelingen, bijvoorbeeld met betrekking tot deformatie of metamorfose. Een andere precisering is dat de term alleen gebruikt wordt voor fragmenten van oceanische lithosfeer die aan het landoppervlak voorkomen. Dit laatstgenoemde punt houdt in de praktijk in dat er een stuk oceanische lithosfeer vele kilometers hoog boven zijn normale positie is opgeheven; sterke opheffende bewegingen zijn daarbij veelal verbonden aan de vorming van een plooiingsgebergte en dat verklaart de specifieke structuur en het typerende voorkomen van het overgrote deel van de ofiolieten op Aarde.
De zuiver mineralogische beschrijving van de ofioliet is gebaseerd op de huidige internationaal geaccepteerde wijze van indeling en naamgeving van vooral de stollingsgesteenten volgens het door Johannsen en Streckeisen opgestelde schema. De indeling zoals die voor de ultrabasische gesteenten is opgesteld is in afb. 5 te zien.



Foto D. Mangaan-diepzeeklei en mangaan-kiezellagen behoren tot de onderste afzettingen van de sedimentserie, die boven de Troodos-ofioliet is afgezet. Strand van Bad van Afrodite, ten westen van Polis.



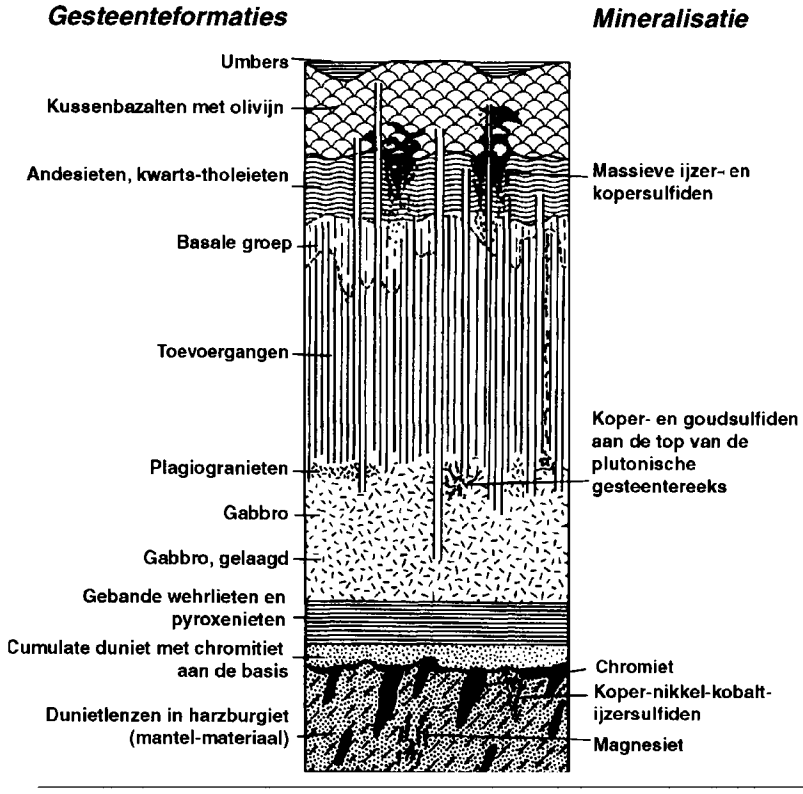
Afb. 5. De indeling volgens "Streckeisen" van de ultrabasische gesteenten peridotiet en pyroxeniet (met een 'colour index' (= gehalte aan donkere mineralen) van meer dan 90). Zie het artikel "Stenen" in Gea, sept. 2002.

De ofioliet van de Troodos

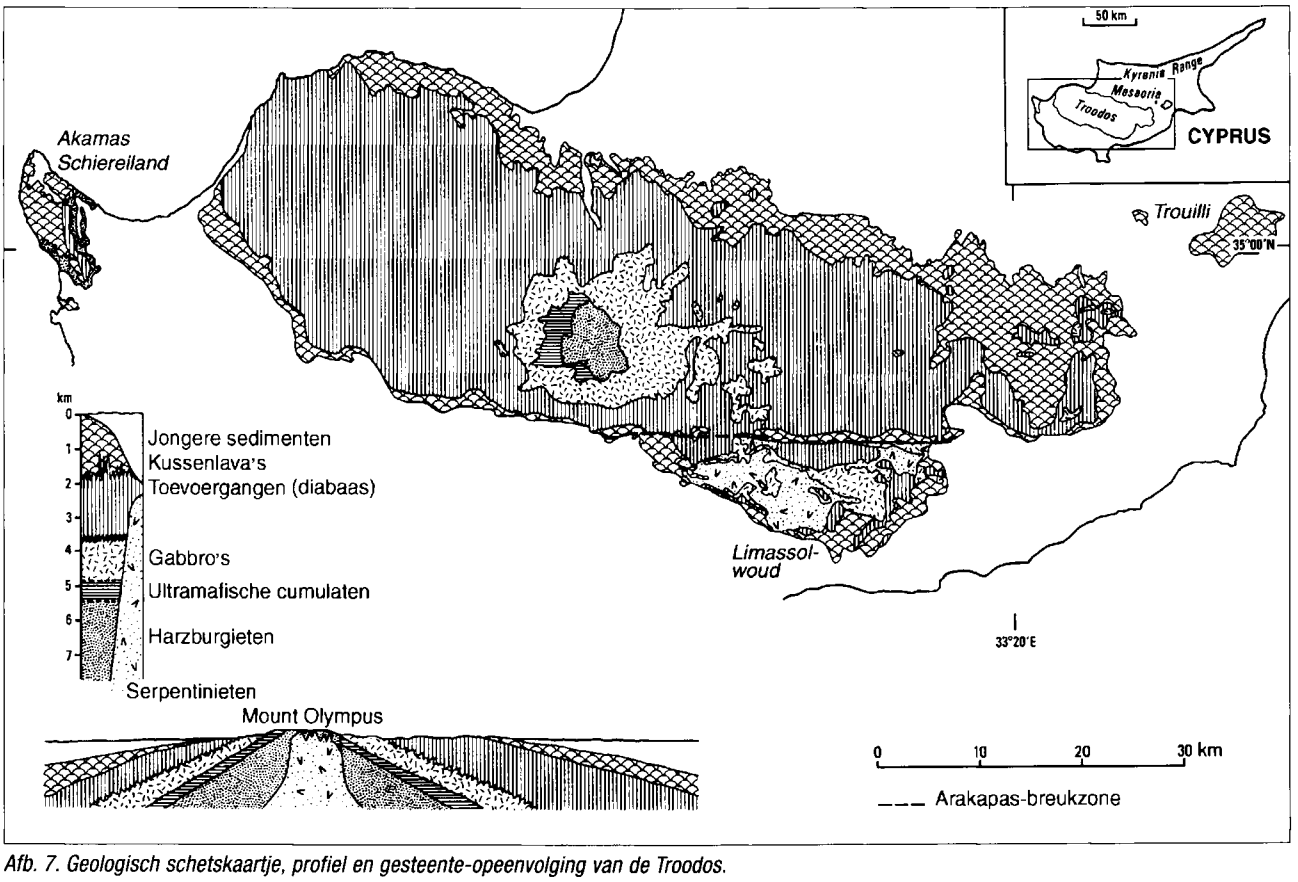
In de Troodos is het ofiolietcomplex niet getektoniseerd en zijn de verschillende bestanddelen uitstekend te onderscheiden.
De oorspronkelijke opeenvolging, van peridotiet van de mantel tot het bedekkende diepzeesediment, is in de origineel ontstane volgorde aanwezig. De Troodos-ofioliet is een ongestoord stuk oceanische lithosfeer dat vele kilometers is opgeheven. Afb. 6, zie ook foto C en pagina 21.
De opeenvolging kan worden verdeeld in een oceanische aardkorst, aan de basis begrensd door de Mohorovicic Discontinuïteit (de 'Moho'), waaronder de mantelgesteenten volgen.
De mantel bestaat uit peridotitisch gesteente dat op veel plaatsen geserpentiniseerd is. Het gesteente is voornamelijk harzburgiet met lokaal massa's van lherzoliet en duniet.
De oceanische aardkorst boven de Moho bestaat uit de gabbro's en verwante gesteenten, met daarop de serie verticale gangen en daarop de kussenlava's. In deze oceanische lithosfeersectie van de Troodos kunnen de processen van het ontstaan van oceanische aardkorst uitstekend gevolgd worden. Het complex van de verticale gangen is illustratief, alle gangen liggen tegen elkaar en geven aan dat zij allemaal ontstaan zijn uit het telkens weer opengaan van een scheur tussen de lavagangen, waarbij er tussen de lavagangen geen ander gesteente voorkomt. *Een bepaalde breedte van het gangencomplex komt overeen met eenzelfde oorspronkelijke uiteengaande afstand, ofwel separatie, in de oceanische rug.*

Het Troodos massief omvat een ruwweg ovaal gebied van rond de 3000 km^2 in het zuidelijke deel van Cyprus. Daarnaast zijn er nog twee gescheiden ofioliet-gebieden, het Trouilli-gebied in het oosten en dat van het Akamas Schiereiland in het westen. Zie afb. 7.
De ofiolieten zijn van Cretaceïsche ouderdom, rond de 90 to 85 Ma oud en vormden in die tijd de oceaanbodem. Daarna vond een sterke opheffing plaats, die tenminste 10 km heeft bedragen. Door de erosie van het hogere deel van de opgeheven koepel zijn in het centrum niet alleen alle aardkorstgesteenten verdwenen maar ook gesteenten onder de Moho aan het oppervlak gebracht. In het centrum van de Troodos is de mantelperidotiet zichtbaar, terwijl de hogere eenheden als concentrische ringen voorkomen, met langs de rand de kussenlava's. Afb. 7.
Op het ofiolietcomplex komt een bedekking voor van sedimenten van Boven-Krijt (Maastrichtien) en Tertiaire ouderdom, waarvan het grootste deel toont dat de afzetting op een diepe oceaanbodem plaats vond. Foto D. Pas in de loop van het jongere deel van het Tertiair wordt merkbaar dat het gebied wordt opgeheven en slechts enkele miljoenen jaren geleden kwam de oceaanbodem boven de zeespiegel uit. De meeste sedimenten tonen dat zij op dezelfde wijze werden opgeheven als die van de oceaanbodem en mantel; de lagen hellen overal van de Troodos af.

De voornaamste opheffende beweging heeft plaats gevonden in het jongere Tertiair en het Kwartair, vooral gedurende de periode van het jongere Mioceen tot Pleistoceen. Sedimenten uit het Oligoceen en de eerste helft van het Mioceen liggen nog concordant op de oudere gesteenten. In de loop van het Mioceen komt het complex boven water. Reeds in het Pontien, aan het einde van het Mioceen, is er zo veel gesteente weggeërodeerd dat de mantelgesteenten van de huidige top van de Mont Olympus al aan het aardoppervlak verschenen waren; dit is afgeleid uit het voorkomen van rolstenen in de grind- en conglomeraatlagen van het centrale deel van Cyprus en van een erosieoppervlak van deze ouderdom op de top van de Troodos.
Ook heden is Cyprus bepaald geen stabiel gebied. Er komen regelmatig aardbevingen voor, waaronder enkele zeer zware, zoals die van 15 v.Chr., waarbij Paphos werd verwoest.
De bevingen worden veroorzaakt door de nog altijd doorgaande opheffing van Cyprus onder invloed van een subductiezone die enkele tientallen kilometers ten zuiden van het eiland ligt en waarin het oceanische lithosfeerdeel van de Afrikaanse plaat naar het noorden onder Cyprus en de zuidkust van Turkije wegduikt.



Afb. 6. Schematisch profiel van de gesteenten van het ofioliet-complex van de Troodos en de relatie met de ertsvoorkomens.



Afb. 7. Geologisch schetskaartje, profiel en gesteente-opeenvolging van de Troodos.

De gesteenten van de Troodos-ofioliet

1. - Kussenlava's

De serie **kussenlava's** vormt het hoogste niveau van de ofioliet-serie, de gesteenten komen voor over een vrijwel complete ring langs de rand van de Troodos. De serie is een kleine 2 km dik en gaat van 100% lava's in de top tot 100% gangen aan de basis. De kussens variëren in grootte van enkele decimeters tot ruim een meter in doorsnede. Op enkele plaatsen komen fraaie, verse, zeer donkere glasachtige kussens voor, afgewisseld met hyaloklastieten. De laatstgenoemde gesteenten ontstonden door explosies van lava bij het zeer snel afkoelen door het contact met het koude oceaanwater. Foto E.
Er zijn lava's van equikristallijne textuur en ook van porfirische textuur met grote kristallen van olivijn en bronsgekleurde ortho-pyroxeen. Veel kussenlava's hebben een samenstelling van bazalt en andesiet. Er zijn ook bazalten met een grote hoeveelheid olivijn, deze komen qua samenstelling dicht bij die van de ultramafische mantelgesteenten. Dit worden **picrieten** genoemd. Foto F.
Hier en daar zijn ook **bazaltzuilen** ontwikkeld. Foto G.
De lava's hebben een duidelijke invloed ondervonden van indringend zeewater en daardoor zijn er vele metamorfe mineralen ontstaan, vooral leden van de zeolietfamilie. In het bovendeel van de lava's komen in holten kristallen voor van vooral de parelwitte heulandiet; daarnaast zijn de lava's, vooral die in het onderste gedeelte groen gekleurd door onder meer celadoniet (een glimmer) en chloriet. Foto H.

2. - Gangencomplex van diabazen

In de serie lava's naar de diepte gaande komen er steeds meer **verticale gangen** voor (foto I), totdat er een niveau bereikt is waar de gesteenteserie uitsluitend bestaat uit een aaneenrijging van verticale lavagangen, aangeduid als het *sheeted dyke complex*. Foto J.
De afzonderlijke gangen variëren in dikte van enkele decimeters tot enkele meters, het gesteente is een in het algemeen een fijnkristallijne, soms porfirische diabaas. Daarnaast komen er bazaltische andesiet en andesiet voor. De veelal grijsgroene gangen vormen meer dan 90% van vele ontsluitingen en geven de indruk van een verticaal staande, gelaagde formatie. Vaak zijn er hydrothermale veranderingen opgetreden met vorming van albiet, calciet, epidoot, chloriet en soms actinoliet.
De dikte van het gangencomplex bedraagt een kleine 2 km; aan de basis is er een snelle overgang, over een afstand van enkele tientallen meters, in de eronder liggende gabbro's.

3. - Plutonieten van de basis van de aardkorst

Onder de gangen volgt een serie van dieptegesteenten, het zijn grof- tot fijnkristallijne gabbro's en verwante gesteenten, zoals ferrogabbro, kwartsgabbro, dioriet, tonaliet, plagiograniet en trondhjemiet; de serie bereikt een dikte van rond een kilometer. De laatstgenoemde gesteenten zijn in wezen synoniemen, zij behoren alledrie thuis in het tonalietvak van de 'ruit van Streckeisen'. De naam trondhjemiet en de verwarrende aanduiding plagiograniet (die vooral in Rusland wordt gebezigd) worden gebruikt voor tonalieten met een geringe hoeveelheid donkere mineralen als biotiet en hoornblende.

Foto E. Kussenlava in de omgeving van Alampra.

Foto F. Picriet-intrusie bij Margi, 15 km ten zuiden van Nicosia.

Foto G. Bazaltzuiltjes in de omgeving van Alampra.

Foto H. Lava met zeoliet-aders, ten oosten van Kokkina.

Foto I. Kussenlava en toevoergangen. Akaki-rivier bij Malounda, 25 km ten zuidwesten van Nicosia. Malounda ligt op de kaart van afb. 1 onder de P van Politiko.

Foto J. Toevoergangen (sheated dykes) in de Troodos ten westen van het plaatsje Troodos. (Dit ligt op afb. 1 onder de 5 van 1953 m).


E


F


G


I


H


J


K


L


M


N


O

De gabbro's vormen een continue band rond de top van de Olympus en komen ook voor in het zuidoosten van de Troodos in het Limassol-woud gebied. Zie afb. 7.
Het onderste deel van deze plutonietserie van de aardkorst bestaat uit nog basischer gesteenten als olivijngabbro en peridotiet. Deze gesteenten zijn ontstaan doordat de eerstgevormde kristallen in de magmakamers van de bazalt wegzakten naar de bodem en daar accumuleerden tot olivijnrijke gesteenten.
Dit niveau van zogenoemde *cumulaten* is rond de 500 meter dik. Foto K.
Door het wegzakken van de basische bestanddelen van de bazalt is de overgebleven smelt kiezelzuurrijker geworden. Daardoor ontstonden er ook gesteenten als de tonaliet die meer dan 20% kwarts kan bevatten.
De basis van de cumulaten vormt de Moho, de ondergrens van de aardkorst. De totale dikte van de oceanische aardkorstgesteenten bedraagt een kleine 5,5 km. Zie afb. 6.

4. - Mantelgesteenten
De mantelgesteenten van de Troodos bestaan voor 85 tot 90% uit harzburgiet, hierin komen lenzen voor van duniet. Chromiet (chroomspinel) is een belangrijk accessorisch bestanddeel in deze gesteenten.
De harzburgiet bestaat voor rond de 85% uit olivijn en verder uit een orthopyroxeen, die een samenstelling heeft die in de buurt komt van enstatiet tot bronziet, en daarnaast een clinopyroxeen. Foto L. Vaak is het gesteente geserpentiniseerd, daardoor is er lizardiet en chrysotiel gevormd, beide serpentijn- en asbestachtige mineralen. De verse harzburgiet is donkergroen tot bronsgekleurd, er zijn tot 1 cm lange orthopyroxeenkristallen te zien die de fraaie bronskleur geven. Het gesteente verweert met een oranje-bruine kleur, soms is er een fraaie zilver-blauwe zweem. Op het gesteente-oppervlak zijn massa's kleine kratertjes te zien, dit wordt veroorzaakt door de snellere verwering van de olvijn en de langzamer verwerende orthopyroxeen. De harzburgietgebieden zijn vaak begroeid met coniferen. Foto M.
In de harzburgiet komen lensvormige dunietpartijen voor, de afmetingen wisselen van meter- tot kilometergrootte. De plaatsen waar duniet ontsloten is zijn veelal kaal en hebben een lichtbruiniger kleur. De duniet is veelal sterk geserpentiniseerd, de kleur is daardoor matgroen; verse olivijn komt weinig voor. De duniet bestaat voor meer dan 95% uit olivijn. Chroomspinel is in duidelijk grotere hoeveelheden aanwezig dan in de harzburgiet. Olivijn is een mineraal dat zeer gevoelig is voor hydratie; het hete water dat circuleerde door de dunne oceanische lithosfeer heeft de olivijn in de mantelgesteenten op grote schaal veranderd in serpentijn die in de Troodos op grote schaal werd ontgonnen. Een van de serpentijnmineralen is chrysotiel, het is groen, sterk glanzend en vezelig; deze asbest-variëteit bestaat uit zachte vezels. Een ander mineraal dat in de peridotiet ontstond is talk, veel gesteenten voelen vettig aan.

Foto K. Gelaagd cumulaat van olivijn en pyroxeen, ten zuidwesten van het plaatsje Troodos.

Foto L. Pyroxeenaders in harzburgiet, zelfde voorkomen als foto K.

Foto M. Contact van aardkorst (links) en aardmantel (rechts), respectievelijk bestaande uit duniet en harzburgiet. Akrounda, NNE van Limassol.

Foto N. Sferoidale verwering van gabbro (wolzak-verwering), ten zuiden van de Turkse enclave Kokkina.

Foto O. Serpentiniet-voorkomen aan de weg Polis – Kathikas.

Vorming van de oceanische aardkorst

De vorming van de oceanische aardkorstgesteenten gaat als volgt:
- Aangenomen wordt dat de oorspronkelijke samenstelling van de mantel lherzoliet is.
- In een mid-oceanische spreidingszone begint op 50 tot 60 km diepte partieel smelten; hierbij smelt er van de lherzoliet slechts enkele procenten tot mogelijk tegen de 20%. Hierdoor ontstaat er een pikritisch magma. De pikriet kan worden beschouwd als een plagioklaas-houdende peridotiet ofwel een bazaltisch gesteente met een hoog gehalte aan olivijn.
- Het pikritisch magma verzamelt zich in een magmakamer, alwaar in de smelt een gedeeltelijke kristallisatie gaat optreden. De gevormde kristallen zakken naar beneden en vormen een *cumulaat* op de vloer van de magmakamer. Dit cumulaat kan bestaan uit duniet, wehrliet, pyroxeniet en troctoliet.
  De gesteenten hebben veelal een gebande textuur door het in de loop van de tijd zakken van de verschillende kristallen, een proces dat wel kan worden vergeleken met dat van sedimentatie. Foto N.

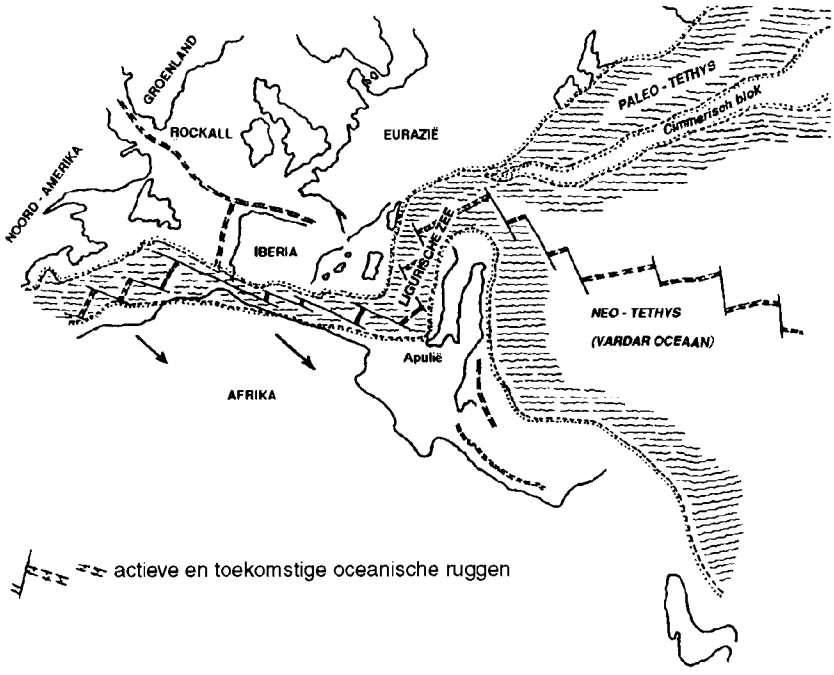
Het restmagma wordt deels geïnjecteerd in de spleten van de oceanische rug en vormt daar de gangen van diabaas en de bazaltische kussenlava; een deel blijft in de magmakamer achter en kristalliseert daar tot gabbro.

Een punt van verwarring bij de Troodos is lange tijd geweest de relatief intensieve **serpentinisatie** (foto O) van de mantelgesteenten en het voorkomen van veel metamorfe mineralen in de oceanische korstgesteenten, onder meer veel zeolieten, chloriet en epidoot. De metamorfose van een ofioliet is in het algemeen verbonden aan een deformatie van het complex door compressiebewegingen, zoals in een sutuur (de botsingsnaad van twee continentale aardkorstplaten midden in een plooiingsgebergte), maar dit kan voor de Troodos geen verklaring zijn. De metamorfose van de Troodos-ofioliet is een zuiver hydro-thermische metamorfose, door reacties die optreden bij de circulatie van zeewater door de hete gesteenteserie waarin een ongewoon hoge geothermische gradiënt aanwezig was, mogelijk in de richting van tenminste 150° C/km.
Een oorzaak van de vrij sterke omzettingen door de thermometamorfe processen is de relatief dunne serie van de oceanische aardkorstserie van Cyprus; deze is slechts een goede 5 km dik, terwijl de gemiddelde dikte van de oceanische aardkorst rond de 7 km bedraagt. Door de dunne aardkorst treedt er een zeer hoge thermische gradiënt op waardoor het oceaanwater sterk werd verwarmd bij het doordringen in de gesteenteserie, meer dan normaal, zodat de chemische reacties op grote schaal plaats vonden, ook in de mantelgesteenten, hetgeen de uitgebreide serpentinisatie tot resultaat had.

Door het zeewater dat door de oceaanbodemgesteenten circuleert worden bepaalde elementen uitgeloogd. Zo ontstaat een minerale oplossing die in het centrum van de oceanische rug aan de dag treedt. Menging met het koude zeewater geeft dan een neerslag van ertsverbindingen die zowel de donkere 'rook' geven van de onderzeese vulkanische gasbron, de '*black smoker*', als de kleurrijke neerslag op de zeebodem rond de uitstroomopeningen. Zo ontstaan belangrijke ertsvoorkomens, onder meer zwavelhoudende ertsen met koper, ijzer, mangaan, zink, lood en nikkel, zoals die op Cyprus voorkomen. Naast de grote hoeveelheden koperhoudende pyriet op Cyprus is een veel voorkomend erts de donkerbruine omber of umber (*terra umbra*), bestaande uit een amorfe massa van waterhoudend ijzer-mangaansulfide, die eveneens afgezet werd op de laag kussenlava's. De omber werd gevormd tijdens de afloop van het oceanische spreidingsproces, waarbij de temperatuur van de gasbronnen was afgenomen tot enkele tientallen graden Celsius. De omber was bekend bij de oude Egyptenaren en ook bij de meesters van de Italiaanse Renaissance voor gebruik als pigment. Zie foto U.

De sulfidische metaalertsen zijn duizenden jaren ontgonnen, de eerste exploitaties dateren van voor 3000 v.Chr. De grootste activiteit vond plaats in de Romeinse tijd en in de periode tussen de twee Wereldoorlogen en gedurende enkele decennia na 1945.
Er zijn op Cyprus vijf belangrijke mijnbouwdistricten, de getuigenissen zijn verlaten mijnen en grote slakkenhopen; de grootste zijn die van Skouriotissa in het noordwesten. Hoewel koper een ondergeschikt element in de ertsen is, gaf dit element toch de faam en naam aan Cyprus. De Romeinen noemden het *Aes Cyprium*, 'erts van Cyprus'. De ertsen komen voor in relatief kleine, lensvormige lichamen en werden afgezet in depressies in het centrum van de oceanische rug.

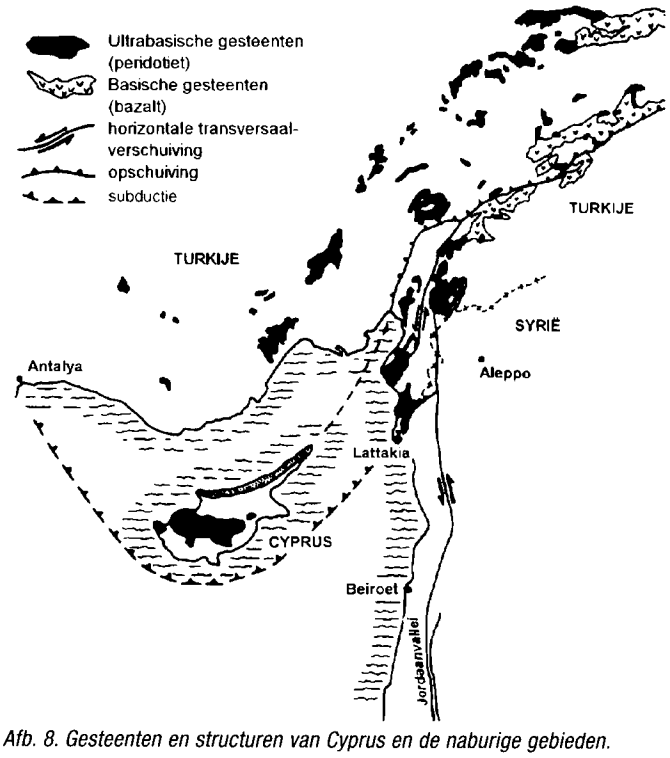
Het zuidoostelijke deel van het Troodos massief, het Limassolwoud-gebied, toont ook de complete opeenvolging van de oceanische lithosfeer, maar is gescheiden van de grote massa van de Troodos door een west-oost lopende breuk. Dit is een voormalige transformbreuk die eens twee stukken van de Tethys-rug heeft verbonden die langs deze breuk versprongen. De transformbreuk wordt de Arakapas-breukzone genoemd, hij is aangegeven op het kaartje van afb. 7 als de dikke, onderbroken lijn in het zuidoostelijk deel van de Troodos.



Afb. 9. Situatie in het Tethys-gebied tijdens het einde van de Jura: het Cimmerisch blok botst met het Aziatische continent, de bodem van de Neo-Tethys is gevormd en de opbreking tussen Europa en Afrika is begonnen.

Structuur

De richting, de strekking van het grootste deel van de bazaltgangen is noord-zuid. De voor de hand liggende conclusie uit dit gegeven is dat de Troodos-oceaankorst is gevormd door een noord-zuid lopende oceanische rug. Deze rug zou ten westen van het huidige Cyprus hebben gelegen.
Deze conclusie is echter niet te handhaven. De Troodos kan niet anders worden geïnterpreteerd dan als een element uit het oceaansysteem van de Tethys. De oceaanbodem van de Tethys is ontstaan uit een oost-west strekkende oceanische rug.

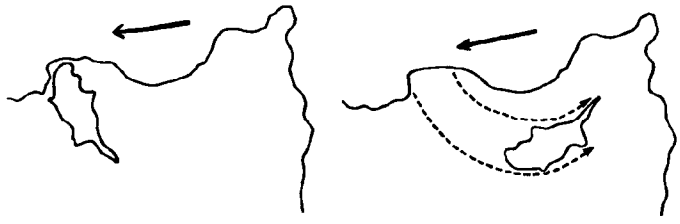


Afb. 8. Gesteenten en structuren van Cyprus en de naburige gebieden.

De geschiedenis tijdens de 'Tethys-periode'

De gabbro's, gangen en kussenlava's van de Troodos hebben een ouderdom die ligt tussen de 90 en 85 Ma, en stammen dus uit het begin van het Boven-Krijt, ofwel het Cenomanien tot Turonien. In die tijd was in het westelijk deel van het huidige Middellandse Zee-gebied de versmalling van de oceaan tussen Europa en Afrika al begonnen, verder oostelijk heeft de separatie van de Tethys langer geduurd. Daarnaast is de bodem van de huidige Middellandse Zee ten oosten van Malta nog altijd oceanische aardkorst en heeft er nog geen botsing tussen de continenten plaats gevonden. Deze oceanische korst behoort grotendeel tot het Afrikaanse continent; de noordwaartse beweging van Afrika ten opzichte van Europa maakt dat de bodem van de Middellandse Zee subduceert onder de zuidrand van Turkije en Griekenland. Op het ogenblik loopt de subductiezone in een boog om de zuidkant van Cyprus heen. Afb. 8.

In de Pangea-tijd lagen Europa en Afrika schuin tegen elkaar, de verbinding verliep via het Iberische Schiereiland en Italië met daarbij de westelijke rand van voormalig Joegoslavië; de laatste twee gebieden vormden het zogenoemde Apulische blok.
Ten oosten van Apulië begon de Tethys-oceaan, die zich naar het oosten toe snel verbreedde.
In de geschiedenis van de Tethys-oceaan worden een Paleo-Tethys en een Neo-Tethys onderscheiden. De Paleo-Tethys was aanwezig in het Boven-Carboon, tijdens het Perm en de Trias. Waarschijnlijk rond de grens van Trias en Jura splitste zich een langgerekte, smalle scherf af van de noordrand van de Gondwana-continenten: Afrika, India en Australië. Deze scherf, die het Cimmerisch continent (blok) wordt genoemd, bewoog zich van



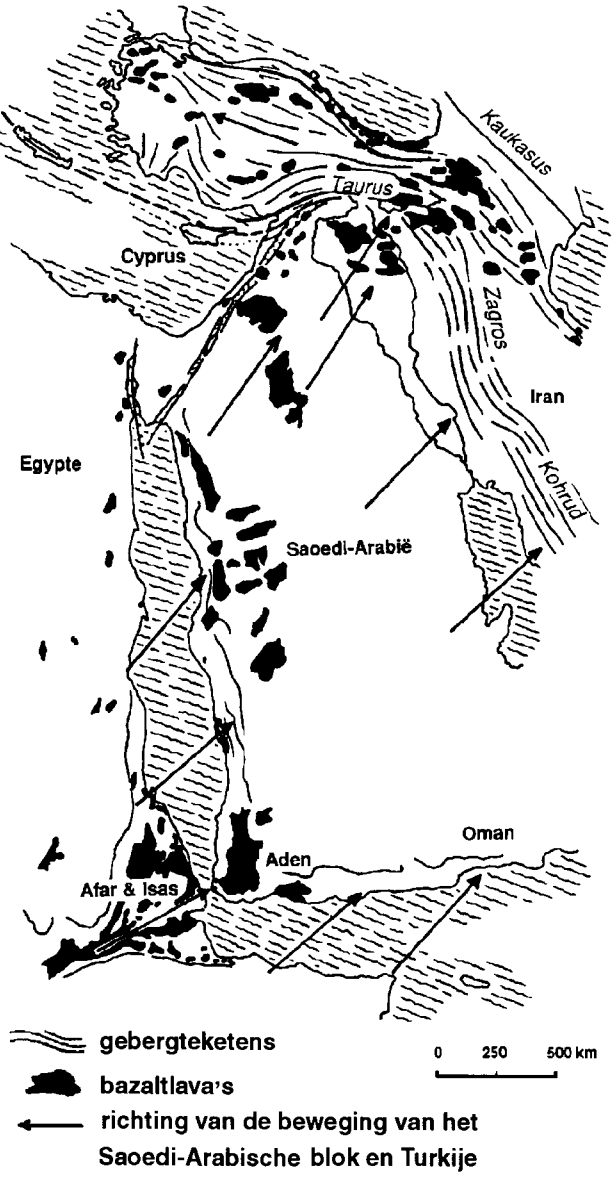
Afb. 10. Schematische voorstelling van de draaibeweging van de microplaat van Cyprus.

het zuiden naar het noorden door de Tethys.
De bodem van de Paleo-Tethys ten noorden van deze continentale scherf subduceerde onder de zuidrand van Eurazië, ten zuiden werd nieuwe Tethysbodem gevormd, de bodem van de Neo-Tethys. De mid-oceanische rug van de Neo-Tethys liep dus oost-west, de transformbreuken in de rug hadden een strekking die noord-zuid liep. Afb. 9.

De huidige situatie op Cyprus is dat de strekking van de gangen die de scheur in de rug opvulden noord-zuid is en de richting van de transformbreuk oost-west. De conclusie is dat Cyprus na zijn vorming een draaibeweging gemaakt moet hebben van rond de 90°. Dit wordt bevestigd door onderzoek naar de paleomagnetische richtingen in de lava's, ook dit geeft aan dat er na de vorming van de bazalten van de oceaanbodem een draaiing heeft plaatsgevonden. Afb. 10.

Structurele ontwikkeling

De oceaanbodem van de Troodos werd gevormd door een oost-west gerichte spreidingsrug die ten noorden van het huidige gebied was gelegen met aan de westzijde een transformbreuk, nu bewaard als de Arakapas-breukzone. Het deel van de rug aan de andere kant van de breuk is het huidige Limassolwoud-gebied.



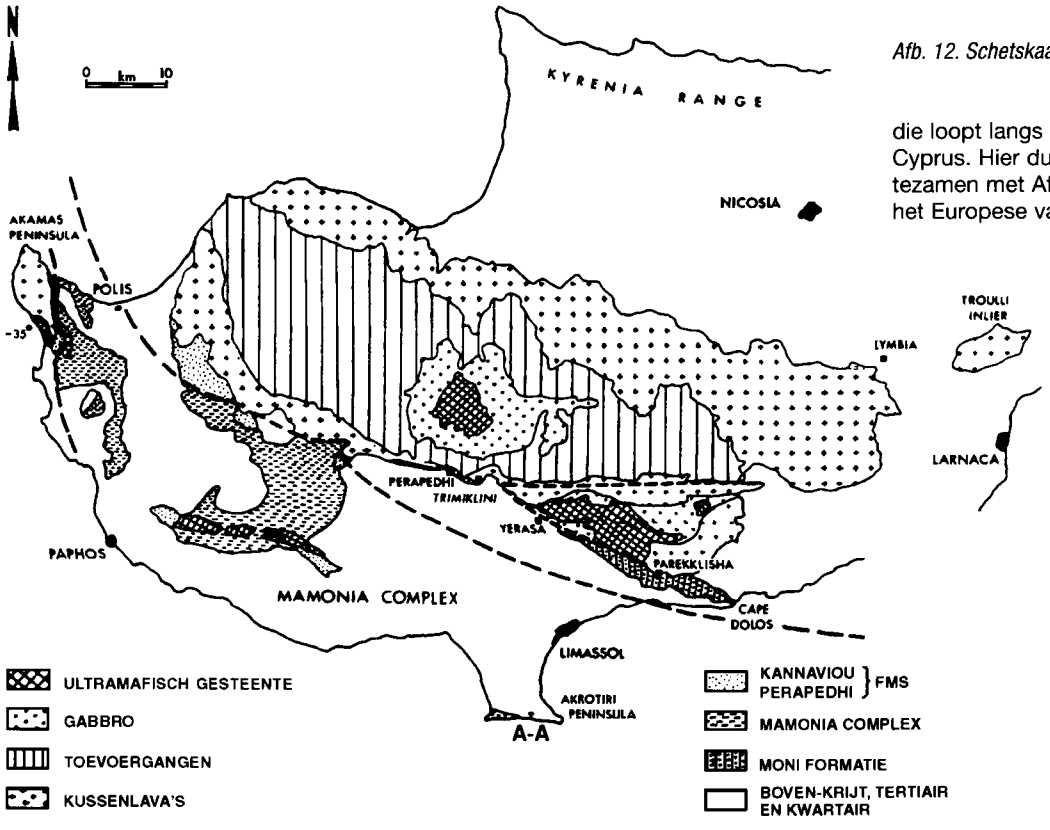
Afb. 11. De bewegingen van het Arabische Blok en Turkije.

De breukzone is, zoals dat meestal het geval is, een zone van verbroken gesteente dat gevoelig is voor verwering en erosie. De Arakapas-breukzone is een langgerekt dal met en breedte tussen de 1 en 1,5 km in het oosten tot een honderdtal meters in westen, de hoogten van de dalbodem zijn minder dan 500 meter. Er ligt een aantal dorpen in deze vlakte, duidelijk gerangschikt volgens een oost-west lijn, onder meer Ayios Mamas, Arakapas en Vavla.
Ten zuiden van de breuk ligt een gebied dat topografisch hoger is en tot rond de 1000 meter oprijst. Dit is het Limassol-ofioliet-complex, waar een stuk van de mantelgesteenten weer aan de oppervlakte komt. Het ofiolietgebied wordt de Limassol Forest Zone genoemd, het is 7 tot 8 km breed.
Het gebied van Cyprus ten zuiden en zuidwesten van het complex van Troodos en Limassol-woud is een zone van zeer onregelmatige gesteenteopbouw, veelal vinden we enorme breccies met grote brokstukken van allerlei gesteenten in een matrix van radiolariën-chert en schalies. Dit wordt het Mamonia complex genoemd, het is een gesteentecomplex dat in het jonge Tertiair tegen de zuidrand van het eiland aangeschoven is.
In deze zone ligt de voormalige Kalavasos kopermijn en er waren enkele kleine exploitaties van chroom. Op verscheidene plaatsen komt de omber voor die geëxploiteerd werd voor pigment.

De activiteit van de spreidingsrug is waarschijnlijk kort na de 85 Ma geleden opgehouden: toen begon Afrika aan zijn noordwaartse beweging. Er ontstond toen een naar het noorden gerichte subductiezone waarbij de Tethysbodem wegdook onder Turkije en Griekenland. Het oceaanbodemdeel dat nu Cyprus uitmaakt (en dat in die tijd nog gewone Tethysbodem was) werd meegenomen naar het noorden; Cyprus is gedurende het Boven-Krijt en het grootste deel van het Tertiair in totaal tussen de 10 en 15 breedtegraden naar het noorden opgeschoven. Zie afb. 8.

Saoedi-Arabië: eigengereid aan het bewegen

De belangrijkste structurele veranderingen in het oostelijke Middellandse Zee-gebied beginnen op de grens tussen Krijt en Tertiair.
De geschiedenis van de ontwikkeling van het Oostelijke Middellandse Zee-gebied en van Cyprus is niet volledig zonder het noemen van een ander belangrijk voorval dat zich in het jongere Tertiair en het Kwartair heeft afgespeeld. Afrika zag zich in zijn noordwaartse beweging gestuit doordat het continent in het gebied van de huidige westelijke Middellandse Zee botste tegen de Hercynische Massieven van de Spaanse Meseta en Zuid-Duitsland, waardoor respectievelijk de Betische Cordilleren en de Alpengebergten ontstonden. De noordwaartse beweging van Afrika werd daardoor gestuit en bedraagt heden nog slechts een kleine centimeter per jaar.
Rond de 20 miljoen jaar geleden ontstond in het noordoosten van het Afrikaanse continent een systeem van scheuren, waardoor rond de 10 miljoen jaar geleden een groot blok afbrak langs een scheur die nu de Rode Zee en de Golf van Oman vormt. Het afgebroken stuk continent, het Arabische Blok, is met een snelheid van enkele centimeters per jaar naar het noorden bewogen en heeft in de afgelopen 10 miljoen jaar ongeveer 450 km afgelegd. Dit losgeraakte blok is nu Saoedi-Arabië.
Het blok schuift langs de oostelijke grens van de huidige Middellandse Zee via een breuk die de voortzetting is van die door de Rode Zee en zichtbaar is als de Jordaanvallei.
Het Arabische Blok ramde Turkije en Iran met als resultaat de fraaie boog van de enorme gebergten van Koerdistan, de Taurus van Oost-Turkije, het Zagros Gebergte langs de noordoostelijke grens van Mesopotamië en het Kohrud Gebergte aan de noordoostelijke oever van de Perzische Golf in Iran. Afb. 11.
Voordat Arabië zo ver kon oprukken moest er echter een zware hindernis worden overwonnen: er zat er enorm blok continent in de weg: Turkije dat op dat moment een veel oostelijker positie innam dan heden en lag op de plaats van het huidige noorden van Irak en Syrië. Er werden korte metten mee gemaakt: om



Afb. 12. Schetskaartje van de Troodos en het Mamonia Complex.

die loopt langs de zuidelijke kusten van Kreta en Cyprus. Hier duikt de oceaanbodem, die nog altijd tezamen met Afrika naar het noorden beweegt, onder het Europese vasteland, dat wil zeggen: onder Griekenland en Turkije, onder Kreta en Cyprus. Zie afb. 8. De bewegingen in deze nieuwe subductiezone worden bemerkt aan de vele en hevige aardbevingen die deze gebieden teisteren. Daarnaast is de westelijke voortzetting van de subductiezone in het gebied van de Egeïsche Zee, de zogenoemde Helleense Boog, de oorzaak van vele actieve vulkanen met beroemde verwoestende erupties: onder meer Methana, Santorini en Kos.
De subductiezone ten zuiden van Cyprus bestaat nog niet lang genoeg, de subducerende plaat is nog niet diep genoeg weggezonken in de aardmantel om vulkanisme te laten optreden.
Die plaag komt nog wel, echter niet voor Cyprus, dat te dicht bij de subductiezone ligt, maar verder noordelijk, in de zuidelijke kustgebieden van Turkije.

Arabië doorgang te verschaffen werd Turkije als uit een tube weggeperst naar het westen. Turkije beweegt langs een stelsel van breuken met een snelheid van 5 tot 6 cm per jaar naar het westen. Deze beweging gaat gepaard met veel aardbevingen, waarvan er met regelmaat een bij is van catastrofale sterkte. De verplaatsing van Turkije heeft inmiddels tot resultaat gehad dat Griekenland tot welhaast de helft in zijn breedte werd teruggebracht.

Door de westwaartse beweging van Turkije werd het blok oceaanbodem dat nu Cyprus omvat meegesleurd en in een beweging tegen de richting van de klok in over 90° weggedrukt. Deze beweging vond vrijwel geheel plaats in het Boven-Mioceen. Door de beweging brak het stuk oceaanbodem waarop Cyprus ligt af, daardoor ontstond ook een nieuwe subductiezone die nu ten zuiden van Cyprus langs loopt. Het stuk oceaanbodem boven deze subductiezone werd opgestuwd en daardoor als een grote koepel geplooid.
Door deze bewegingen werd een scherf van de voormalige accretiezone van afgestroopt sediment van de subducerende oceaanbodem langs de noordrand van de Tethys tegen de Troodos gedrukt. De opbouw van deze accretiewig was veel eerder begonnen, in ieder geval reeds in de Jura. De serie van deze gesteenten, die onder meer de karakteristieke witte Krijtkalken bevat, loopt door tot in het begin van het Mioceen. Deze serie vormt de Kyrenia-reeks langs de noordkust van Cyprus.
De gordel bestaat uit langgerekte stroken die als dakpannen tegen elkaar aan zijn geschoven tot een vrijwel verticale stapel.
Een andere massa, die tegen de zuidelijke rand van de koepel van de Troodos aangeschoven werd, is het Mamonia- complex, dat nu het zuidwestelijk deel van Cyprus inneemt, ongeveer ten zuiden van de lijn Polis - Kaap Dolos ten oosten van Limassol. Afb. 12.

Op het ogenblik bestaat er dus een subductiezone

Krijt en Tertiair: de vorming van Cyprus

De top van de serie magmatische gesteenten van de Troodos wordt afgesloten door diepzeekleien met omber en radiolarietafzettingen. Zie foto D. De radiolariet is een rood tot grijs gekleurd, zeer hard kiezelgesteente dat gevormd werd door een accumulatie van de schaaltjes van radiolariën: zeer kleine eencellige organismen die een huisje van kwarts bouwen. De ouderdom is Boven-Krijt: Campanien.
In de periode van Maastrichtien tot en met Oligoceen (65 tot 23 Ma geleden) blijft de zeediepte groot, er wordt voornamelijk klei en zeer fijnkorrelige kalk afgezet, de sedimenten zijn dus vaak mergelig.
De Pakhna Formatie, die tussen de 23 en 12 Ma oud is, geeft aan dat de zeediepte minder wordt; dit zet zich voort in de Kala-



Foto P. Convolutie in gips te Tokhni.

vasos Formatie, ook wel de Koronia Member genoemd, tot in het Plioceen, waarin strandafzettingen worden gevormd.
Er komen naar verhouding weinig fossielen voor. Het zijn voornamelijk foraminiferen, die veelal zo klein zijn dat zij ook met de loep moeilijk te ontdekken zijn. Een grotere soort, die tot 5 mm groot wordt, is *Discospirina*, die onder meer in de Pakhna Formatie in grote aantallen in bepaalde dunne bandjes voorkomt.
In de Lefkara Formatie komen de karakteristieke witte Krijtkalken voor die geëxploiteerd worden voor de productie van cement.
In het Boven-Mioceen komen, zoals algemeen in het gehele Middellandse Zee-gebied, evaporietafzettingen voor: op Cyprus werd gips neergeslagen in ondiepe zeearmen rond de flanken van de oprijzende Troodos. Foto P.
De gipslagen worden op vele plaatsen ontgonnen; zij worden afzonderlijk aangeduid als de Kalavasos Formatie; andere gesteenten van vergelijkbare ouderdom, voornamelijk kalken, worden tot het Koronia Member gerekend. Tabel II (zie pag. 20).

De bewegingen van Cyprus en daarmede ook zijn vorming tot het eiland zoals dit heden bestaat, waren echter in het Mioceen nog bepaald niet afgesloten en ook tijdens het Plioceen, Pleistoceen en de Recente tijd (de afgelopen 10.000 jaar) gingen en gaan de opheffende bewegingen van dit eiland door. De sedimenten uit deze perioden vinden we nu tot op enkele honderden meters hoogte, de lagen liggen horizontaal, de opheffing was dus zeer gelijkmatig en betrof het gehele eiland als een eenheid.
De laatste sedimenten die nog op de bodem van de binnenzee tussen de bergketens werden gevormd dateren uit het Pleistoceen, zij liggen nu tot rond de 180 meter hoogte. Deze opheffing heeft zich dus in rond de anderhalf miljoen jaar voltrokken.
Kwartaire afzettingen zijn voornamelijk *scree*- en *talus*-afzettingen (hellingpuin) van breccies, conglomeraten en zanden.
Vooral in de Mesaoria-vlakte komen heel grote puinwaaiers voor, gevoed door de grote hoeveelheden detritus van de verwering van de sterk opgestegen Troodos.

Langs de zuidrand van de Troodos, vooral in het district van Paphos en ten zuiden van het Limassolwoud-gebied bij Moni, is in gaten in de Tertiaire sedimentaire bedekking een serie van Boven-Krijtsedimenten te zien die een zeer sterke deformatie vertonen; het zijn vooral conglomeratische en breccieuze massa's met blokken van een groot aantal verschillende gesteenten en zeer uiteenlopende afmetingen die verspreid liggen in een kleiige matrix. De ouderdom van de fragmenten loopt van Trias tot het begin van het Krijt. Het zijn gesteenten die niet thuis horen op de plaats waar zij nu voorkomen. Dit complex wordt het Mamonia Complex of de *Mamonia Melange* genoemd. Het is een langgerekte scherf aardkorst die door middel van een aantal vrij vlak liggende opschuivingsbreuken tegen de zuidrand van het Troodos-massief aan geduwd is, waarschijnlijk tijdens de draaibeweging van de Troodos-plaat. Foto S.

Langs de stranden zijn op verschillende hoogten vlakliggende randen te zien, dit zijn **opgeheven strandvlakten**, afgezet tijdens het Kwartair. Foto T. Het meest landinwaarts gelegen plateau heeft vaak een klifrand; deze randen zijn vooral bij de laagste, en dus jongste terrassen vaak duidelijk te onderscheiden.
De strandterrassen bestaan uit zanden, grinden en mergels, waarvan de bestanddelen afkomstig zijn van alle gesteenten die in het binnenland van Cyprus voorkomen. Als een terras veel fragmenten van de Troodos bevat is het terras en het strand eronder groen gekleurd. Het laagste terras, en dus het jongste, ligt op een hoogte tussen de 8 en 11 meter; het is tussen de 180.000 en 195.000 jaar oud. Het oudere terras ligt op rond de

Gips

Gips ontstaat door verdamping van zeewater in een van de open oceaan afgesloten zeearm of lagune. Het voorkomen van gips kan erop wijzen dat het zeegebied ondiep was en regelmatig zelfs droog viel. Een dikke serie van gipsafzettingen komt voor in het Boven-Mioceen, de evaporieten werden afgezet tussen de 6 en 5,5 Ma geleden. De gipslagen komen niet alleen op Cyprus voor, er zijn veel gipsvoorkomens in en rond het gehele Alpiene gebied, maar vooral in het Middellandse Zee-gebied, met name op de huidige zeebodem. De dikke gips- en ook zoutafzettingen wijzen op een sterke verdamping van het zeewater, waarbij er lange tijd uitsluitend zeewater het Middellandse Zee-bekken in kon stromen. De periode van het zogenoemde Messinien, in het Boven-Mioceen, wordt de 'zoutcrisis' van de Middellandse Zee genoemd. (foto's Q en R)





Foto Q. Wand met 3 meter hoge gipskristallen te Eledhiou. De hamer geeft de afmeting weer. Foto A.R. Fortuin.

Foto R. Detail van de zwaluwstaartengips van Eledhiou. Foto T. Hardeman.



Foto S. "Melange" bij Petra tou Romiou.

25 meter hoogte. Er komen fossielen voor, onder meer van de tweekleppigen *Arca* en *Pecten* en een kolonievormend koraal *Cladocora caespitosa*.
Bij een goede irrigatie kunnen de terrassen veel waarde hebben voor tuinbouw en landbouw, die met een bruinrode grond vooral voor aardappelen en citrusvruchten. De rode gronden ontstaan door oplossing van kalksteen en dragen daarom een gevaar in zich van neerslag uit kalkhoudend water dat uit een regenbui



Foto T. Opgeheven strandvlakte met rolstenen bij Petra tou Romiou.

over het land afloopt of uit het grondwater. Deze neerslag kan optreden op enige diepte, bijvoorbeeld een meter onder de grond. In dat geval kan de bovenliggende grond worden weggespoeld en blijft de keiharde kalkkorst achter. Bij een ander proces slaat uit het aflopend regenwater kalk neer op het oppervlak en wordt dus bovenop de grond een harde kalksinterlaag afgezet. In beide gevallen wordt de grond door deze *caliche*-vorming, die hier *havara* of *kafkalla* wordt genoemd, onbruikbaar, tenzij de zich vormende kalkkorsten regelmatig worden stukgeploegd.

Een resultaat van het te grote gebruik van grondwater is dat de grondwaterspiegel daalt en dat zeewater het land insijpelt. Daardoor zijn er langs de kust enkele zoutmeren ontstaan, zoals die bij Larnaka en Limassol. Het water dat door de zandige en grinderige strand- en duinenbarrière sijpelt, verdampt in het erachter liggende meer. Hieruit slaan evaporieten neer zoals gips en steenzout.
De indamping gaat soms zo ver dat het zoutmeer volledig droog valt en er ook zouten van kalium en magnesium ontstaan, o.a. bitterzout = epsomiet, $MgSO_4.7H_2O$.

Op de toppen van de Troodos ligt in de winter vele maanden lang een metersdik pak sneeuw. Er is echter geen enkel spoor te vinden van een ijsbedekking gedurende de 'IJstijd' van het Pleistoceen. Aangenomen moet worden dat tot enkele tienduizenden jaren geleden de Troodos zo veel lager was dan tegenwoordig, dat de topgedeelten ook in het Pleistoceen onder de sneeuwgrens lagen.
In de Mesaoriavlakte tussen de Troodos en de Kyrenia vinden we veel sedimenten van Plio- en Pleistocene ouderdom, de zee heeft zich dus pas enkele honderdduizenden jaren geleden uit het middendeel van Cyprus teruggetrokken. Dit deel is dus met recht 'zeer jong'.
Op de mariene (in zee gevormde) sedimenten ligt een pakket dat bestaat uit rolstenen en ronde keien. Dit zijn rivierafzettingen; het puin werd aangevoerd door de rivieren die uit de berggebieden stroomden en hun vracht verspreidden over de vlakte, die op dat moment - in het Pleistoceen - dus uit zee opgerezen was.

De jongste geologische ontwikkeling van Cyprus

Tussen de Troodos en de Kyrenia lag in het jongste Tertiair en ook gedurende een groot deel van het Kwartair nog de zee, de twee berggebieden vormden ook in het Pleistoceen twee langgerekte eilanden.
De bergmassieven-in-aanleg die boven water kwamen werden aangepakt door de verwering en erosie; sedimenten en kussenlava's werden afgebroken en het puin werd naar het zuiden en noorden afgevoerd en als sediment neergelegd in de zeearmen. Zo slibde het dal tussen de Troodos en de Kyrenia dicht.
De twee Cyprussen werden zo tot één eiland.
Reist men tegenwoordig van Nicosia naar de Olympus, de top van de Troodos, dan reist men eerst over de bodem van deze kort geleden drooggevallen zeearm met zijn zanden, kleien, gips en mergels uit het Kwartair en de jongste perioden van het Tertiair. Nadert men het Troodosmassief, dan worden de kappen van de vlakke tafelbergen, de *mesa's*, steeds talrijker. Deze bovenlagen bestaan uit een grof conglomeraat waarin veel keien voorkomen die afkomstig zijn van de Troodos. Deze conglomeraten vertegenwoordigen de puingordel van afbraakmateriaal dat nu van de Troodos af komt rollen of afgespoeld wordt.
In deze zone aan de randen van de Troodos verschijnen dan ook de cuesta's van oud-Tertiaire en Boven-Cretaceïsche zandsteen en witte kalk. Vervolgens passeert men de gordel van kussenlava's en daarna bereikt men de top van de Olympus over een

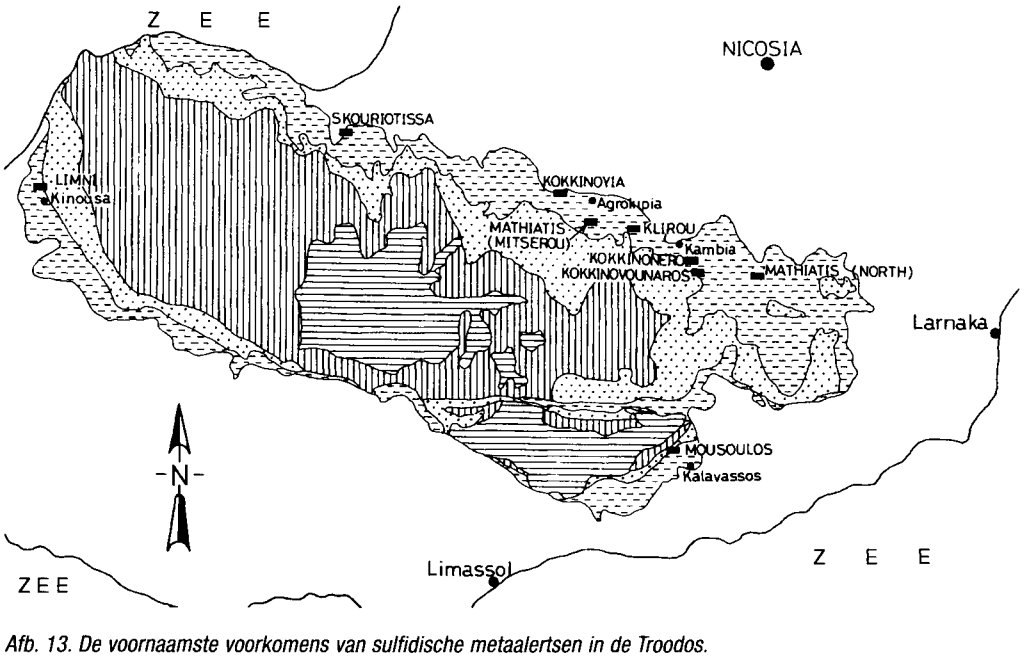
groot aantal andere, aan de bazalten verwante gesteenten die eens diep in de oceaanbodem en in de bovenste delen van de mantel lagen: gabbro en peridotiet.
Van al deze gesteenten van Cyprus zijn de afgeronde fragmenten aan de stranden te vinden die, als zij nat zijn, de prachtigste kleuren hebben. Ze zijn dus afkomstig van twee continenten, van lava's en sedimenten, van de bodem van een ondiepe binnenzee, van de diepten van de oceaan en zelfs van de onderkant van de aardkorst en de mantel van de aarde.

Mijnen en mineralen

Alle exploiteerbare afzettingen van metaalertsen en van enkele niet-metalen (asbest) zijn beperkt tot het Troodos-ofioliet-complex. Afb. 13. De waardevolle voorkomens van chromiet worden gevonden in de duniet nabij het contact met de harzburgiet. De belangrijkste afzettingen van koperhoudende pyriet komen voor tussen de kussenlava's. De geel-bruine tot donkerbruine omber komt voornamelijk voor als lenzen in laagtes in het vroegere oppervlak van de kussenlava's. Foto U.
Daarnaast wordt in het zuiden van Cyprus het kleimineraal bentoniet ontgonnen. Gips wordt gewonnen op veel plaatsen, verspreid over het eiland.
Zie voor de relatie tussen de ertsvoorkomens en de gesteenten van het ofioliet-complex afb. 6.

Cyprus is voor mineralen en ertsen een unieke plaats. Dat wisten de Romeinen al en voor hen reeds vele andere volken van het Middellandse-Zeegebied. Myceners, Carthagers, Feniciërs en andere volken die millennia geleden deze streken bewoonden haalden er grote schatten uit de bodem. Grote hopen slakken, afkomstig uit ovens waar metalen werden gesmolten, getuigen op vele plaatsen in de Troodos van deze enorme mijnbouwactiviteiten, die zich over duizenden jaren van de klassieke en moderne geschiedenis uitstrekken.

Cyprus is waarschijnlijk het eerste gebied op aarde geweest waar koper werd verkregen door het smelten van een erts dat bestond uit een verbinding van koper en zwavel. Voordien, enkele eeuwen voor het begin van de Bronstijd, werd alleen gedegen (= zuiver) koper gewonnen. Afb. 14.
Naast de afval- en slakkenhopen vinden we vele mijntjes, zowel open als ondergronds, met schachten en galerijen. In de mijnen werden veel sporen van de mijnbouwactiviteiten gevonden, zoals werktuigen, olielampjes en potscherven.



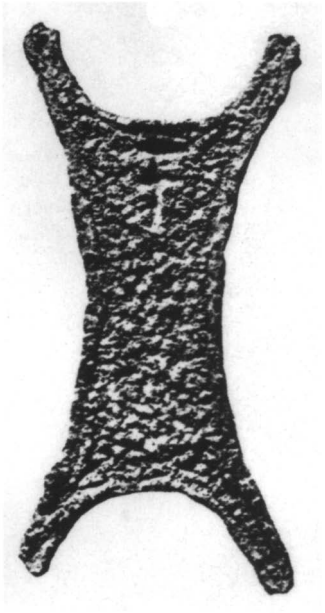
Afb. 13. De voornaamste voorkomens van sulfidische metaalertsen in de Troodos.



Foto U. Donkerbruine omber. Omgeving Troulli, ten zuidoosten van Nicosia.

De slakkenhopen liggen voornamelijk aan de noordelijke en oostelijke voet van de Troodos en tot voor kort werden er twee typen onderscheiden: de zwarte slakken zouden stammen uit de Romeinse tijd en de rode zouden voornamelijk afkomstig zijn van de Feniciërs. Recent onderzoek heeft echter uitgewezen dat een groot gedeelte van de rode slakken, die door hun hoger kopergehalte dan de zwarte slakken wijzen op een minder goede beheersing van het smeltproces, van veel eerdere activiteit getuigen dan de tijd dat de Feniciërs over Cyprus heersten (1000 tot 700 v.Chr.).
Vóór de Romeinse tijd beperkte de koperexploitatie zich tot vier of vijf grote mijngebieden: die van Skouriotissa-Mavrovouni en Tamassus met Agrokipia en Mitsero, die de grootste waren, daarnaast Limni (Marion) en Troulli.

De Romeinen hebben op hun typerende zorgvuldige wijze, gebaseerd op een gedegen praktische kennis, vrijwel alle bekende ertsvoorkomens op Cyprus onderzocht; de exploratie werd vergemakkelijkt door het feit dat veel ertslichamen aan het aardoppervlak zichtbaar zijn, veelal doordat de verweerde delen aan het aardoppervlak fraaie kleuren tonen: rood, groen en geel. Ook alle nu bekende voorkomens van rode en bruine ijzerconcentraties die ontstaan door verwering van



Afb. 14. 'Ossenhuid'-type gietstuk van koper, 13de eeuw v.Chr. Een koperbaar mat bv. 54 x 31,5 x 4,5 cm.

ertslichamen (de zogenoemde *ijzeren hoed*) werden door de Romeinen onderzocht, onder meer door het graven van ondiepe schachten. Foto V. Op plaatsen waar brandstof en water aanwezig was, vinden we dan vaak een hoopje slakken; ter plekke werd het gevonden erts als proef onmiddellijk gesmolten. Er is slechts één verslag van de mijnbouw in de Romeinse tijd en wel van Claudius Galenus, de lijfarts van Marcus Aurelius, die in A.D. 166 Cyprus bezocht en het gehele proces van het werk in de mijn en de ertsverwerking heeft beschreven.

Archeologisch onderzoek heeft uitgewezen dat er reeds rond 2750 v.Chr. open kopermijnbouw op Cyprus bestond. Het koper uit Cyprus vond zijn weg door het gehele Middellandse Zee-gebied en werd gebruikt voor de enorme kopervoorraden van farao Thotmes III, de bronzen beelden van Knossos, het schild van Agamemnon en het zwaard van Alexander de Grote.
De mogelijkheid om koper en tin uit hun ertsmineralen vrij te maken van de zwavel, ze samen te smelten tot brons en deze legering te kunnen bewerken tot instrumenten en wapens is de belangrijkste stap geweest in de evolutie van de mens. Voordien waren wel metalen bekend en werden zij ook bewerkt, maar dit betrof alleen het zuivere, gedegen metaal: zilver, goud en koper.
De eerste tinvoorkomens waren tussen 2700 en 2500 v.Chr. bekend in Mesopotamië en Egypte, in de Taurus en de Kaukasus. Deze voorkomens waren echter van bescheiden omvang en al heel snel werd het noodzakelijk andere tinertsen te vinden.
Deze werden onder meer gevonden in de 'Cassiteriet-Eilanden buiten Europa', waarmee Herodotus Galicië (Noordwest-Spanje), Bretagne en Cornwall aanduidt; dit heeft een enorme impuls gegeven aan de scheepvaart en navigatiekunde van de Feniciërs en de Carthagers.

De mijnbouwactiviteiten op Cyprus gingen tijdens de Romeinse tijd langzamerhand achteruit en bij de verdeling van het Romeinse Rijk aan het einde van de 4de eeuw stopte ook vrijwel alle activiteit op Cyprus. De reden daarvan is altijd onduidelijk geweest, het heeft zeer beslist niet gelegen aan uitputting van de ertsvoorraden.
Tot aan de komst van de Engelsen in 1878 heeft er geen noemenswaardige activiteit meer plaats gevonden. De vele duidelijke aanwijzingen aan het landoppervlak over de aanwezigheid van het erts waren niet te missen en in 1882 beginnen dan de werkzaamheden weer in het gebied van Kinous en bij Limni ten oosten van Polis. Pas in 1922 wordt de exploitatie van het enorme ertsvoorkomen van Skouriotissa opnieuw ter hand genomen.

Grote afvalhopen en slakkenbergen van de Fenicische, Griekse en Romeinse smeltovens vinden we op vele plaatsen, veelal in de Troodos, zoals bij Apliki (de plaats van een oude goudmijn), Skouriotissa, Tamassos, Limni, Ayios Nikolaos en Mavrovouni; bij deze laatstgenoemde plaats heeft mogelijk in de klassieke tijden de beroemde mijn van Soli of Soloi gelegen.
De mijn van Mavrovouni is op het ogenblik in Turkse handen; deze is nog altijd in exploitatie. Hier ligt nog een aangetoonde voorraad van 15 miljoen ton koperhoudende pyriet, op het ogenblik de grootste bekende ertsvoorraad van Cyprus.

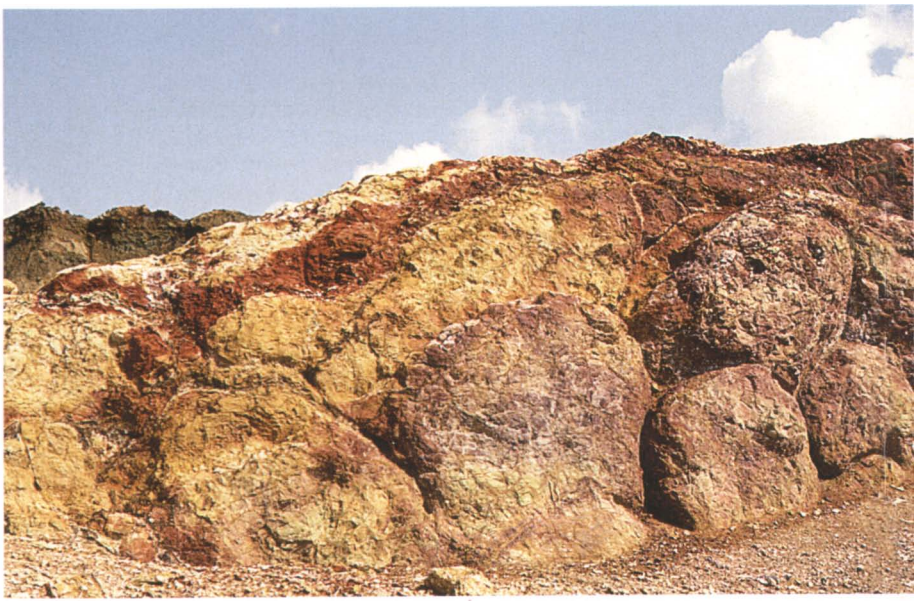


Foto W. Uitgeloogde kussenlava met afzetting van ijzeroxide, Tamassos, bij Politiko.

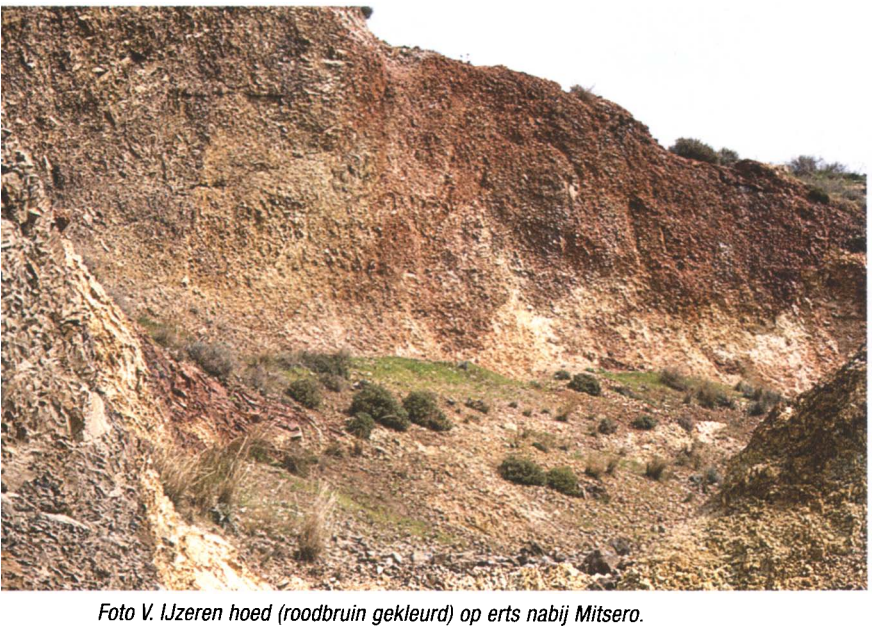


Foto V. IJzeren hoed (roodbruin gekleurd) op erts nabij Mitsero.

Skouriotissa is een van de plaatsen waar zilver en goud voorkomen in de gevreesde zogenoemde 'duivelsmodder', die op verschillende plaatsen in de mijn voorkomt. Het is een zacht, kruimelig, kleiig materiaal dat een natte, slijmerige modder wordt als het wordt geroerd, gekneed of op andere wijze kan gaan bewegen, op dezelfde wijze als drijfzand.
In enkele van de enorme gaten die voor de koperexploitatie in het landschap gegraven zijn, zijn de resultaten van de invloed van het erts op het gesteente prachtig te zien. Bij de verwering van het zwavelhoudende erts wordt onder meer zwavelzuur gevormd dat het omringende gesteente aantast. Zo zijn de kussenlava's in de grote verlaten mijn van Agrokipia fel rood en geel



Foto X. Bezinkbad met koperneerslag in de Agrokipia-mijn, 20 km ZW van Nicosia, aan de rand van het Troodos-gebergte. Het water is uiterst zuur! Foto W. Flierman.

gekleurd, ertussen lopen banden die groen en blauw gekleurd zijn door de kopermineralen die door de verwering van het erts ontstaan zijn. Het zijn interessante en kleurrijke afwisselingen in het zo desolate landschap van de verlaten mijnen. Foto's W en X. Zie ook de achterplaat van het omslag.

Zulke unieke plekken als Cyprus hebben aantrekkingskracht op verzamelaars van gesteenten en mineralen. Want uit de diepte van de aarde is niet alleen het koererts aangevoerd.
Op Cyprus worden o.a. gevonden:

- De gesteenten: gabbro, peridotiet, bazaltlava (veelal in de vorm van kussenlava), mergel, kalksteen (gebruikt door de Grieken en de Romeinen; ook alle activiteit in de kalksteengroeven viel daarna stil tot in 1904).
- Een enorme groeve bij Pano Amiantos, hoog in de Troodos, geeft de plaats aan waar een asbestachtig mineraal uit de peridotiet werd gewonnen; de mijn is echter, wegens de vermeende problemen rond de verwerking van asbest, enige tijd geleden gesloten. Foto Y.
- Chromiet is nooit door de oude volken geëxploiteerd, het ertsmineraal was hun onbekend. De eerste exploratie naar het chroomerts dat voorkomt aan de noordkant van de Olympus werd pas uitgevoerd in 1924.



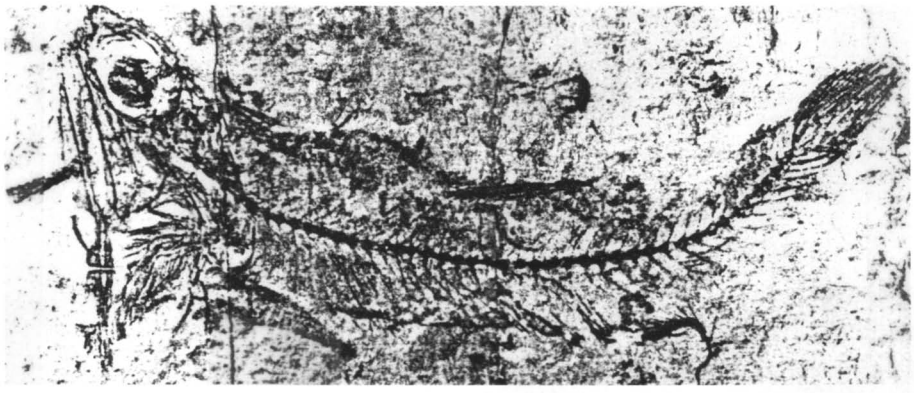
Foto Y. Troodos-landschap met de asbestgroeve op de achtergrond. Foto T. Hardeman.

Interessant voor de mineralenverzamelaar zijn, naast de vele ertsmineralen van ijzer en koper: kristallen van granaat, epidoot, olivijn (peridoot), kwarts (bergkristal), hoornblende, augiet, grote gipskristallen en verscheidene mineralen van de zeolietfamilie.

Fossielen van Cyprus

Fossiele ansjovissen uit het Boven-Mioceen

De groep van de ansjovissen telt een groot aantal levende vertegenwoordigers: 15 genera en 130 soorten (species). Zij komen voor in tropische en subtropische gebieden tot in de gematigde wateren. De meeste soorten leven in zee, er zijn enkele soorten die soms de rivieren opzwemmen en enkele soorten leven permanent in zoet water. De meeste soorten worden niet groter dan 15 cm, enkele worden tot 40 cm lang. De ansjovis is een van de belangrijkste commerciële vissoorten.
De ansjovis wordt al gevonden in sedimenten uit het begin van het Tertiair en kwam waarschijnlijk ook in de Tertiaire perioden in enorme aantallen voor. Zie afb. 15.
Fossiele ansjovissen zijn echter zeldzaam. Om een antwoord te vinden op dit merkwaardige feit werd een vergelijkende studie gemaakt met behulp van een groep vissen die als fossiel wel in redelijke aantallen wordt gevonden: de *Clupeidea*. Van deze vissenfamilie zijn uit het eerste gedeelte van het Tertiair 40 soorten bekend en uit het jongere Tertiair 84 soorten. Tegenwoordig omvat deze familie 150 soorten. Dat de *Clupeidea* wel goed als fossiel vertegenwoordigd zijn heeft waarschijnlijk een ecologische verklaring.



Afb. 15. De ansjovis ***Engraulis tethensis***

De ansjovissen leven op het ogenblik in ondiep water waar het dode, tere vissenlichaampje, als het niet wordt opgegeten, óf snel verrot doordat het snel bewegende water veel zuurstof bevat, óf door de waterbeweging kapotgemaakt wordt, óf in het grofkorrelige sediment van de ondiepe zeebodem wordt vermalen. Deze leefomgeving is dus bepaald niet gunstig voor fossilisatie van de ansjovis. De clupeiden komen daarnaast verder van de kust voor en in het diepere water kunnen de lijkjes, die wat betreft hun tere bouw veel overeenkomst vertonen met die van de ansjovis, beter bewaard blijven: er is in het diepere water veel minder zuurstof aanwezig, het lichaampje kan gemakkelijker opgenomen worden in het zachte kleiige slib van de zeebodem en zal niet kapotgemaakt worden door stromingen.
De ansjovissen die vroeger leefden hebben waarschijnlijk ook in ondiep water gezwommen en hebben daardoor een slechte fossilisatiekans gehad.

Fossiele ansjovissen worden slechts op enkele plaatsen in Europa aangetroffen: in het Plioceen en Pleistoceen van Zuid-Italië en in sedimenten van Boven-Miocene tot Onder-Pliocene ouderdom van Cyprus. Bij het dorp Lyssi, tussen Nicosia en Famagusta, komen dunplatige, fijnkorrelige kalken voor waarin de volledig platgedrukte, zeer fijn getekende fossielen van de visjes op de laagvlakken zichtbaar zijn. Soms komen er op een kalkplaatje verscheidene bij elkaar gespoelde skeletjes voor.
De visjes zijn tussen de 5 en 10 cm lang. Deze ansjovis is *Engraulis tethensis,* afb. 15, die veel weg heeft van de tegenwoordig levende *E. encrasicolus*, de Europese ansjovis. De Miocene soort van Cyprus telt minder wervels dan de huidige soort.

Fossiele zoogdieren van Cyprus

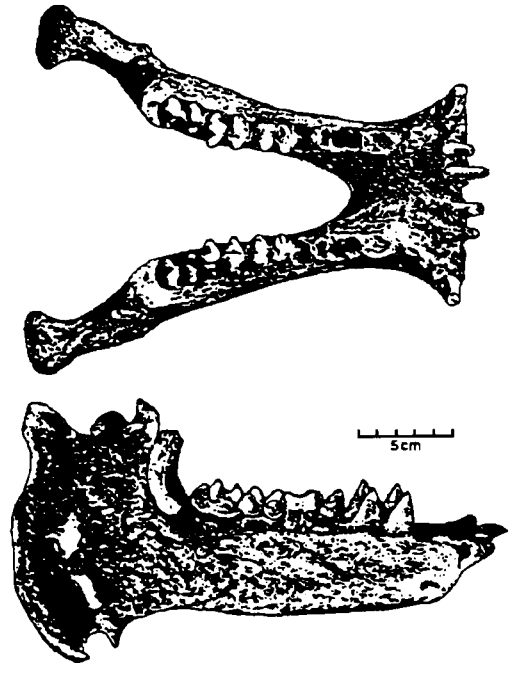
Het is voor zoölogen erg interessant te weten te komen hoe de eerste zoogdieren hier gekomen zijn, omdat Cyprus sinds het oprijzen uit zee een tiental miljoenen jaren geleden altijd een eiland is geweest. Afgaande op de gevonden botten lijkt het erop dat de eerste zoogdieren olifanten en nijlpaarden waren en dat zijn uitstekende zwemmers. Ze zijn waarschijnlijk rond 1 miljoen jaar geleden op het eiland aangekomen.

De Jong-Tertiaire en Kwartaire fossiele zoogdierfauna van de eilanden in de Middellandse Zee is erg interessant omdat er zich vaak endemische varianten en soorten hebben ontwikkeld, aangepast aan hun beperkte leefomgeving. Het bekendst daarvan zijn de dwergvormen van de olifant (bv. op Malta) en het nijlpaard (bv. op Kreta). Veel van deze dieren zijn, al dan niet door ingrijpen van de Steentijdmens, uitgestorven.
Er zijn niet alleen dwergvormen bekend van de heel grote zoogdieren, maar ook van kleine dieren; er zijn dwergvormen bekend van eilanden over de gehele wereld. Zo leeft er ook tegenwoordig nog onder meer een dwergkonijntje op Porto Santo, een klein wild zwijn op Corsica en een kleine moeflon op Corsica en Sardinië; daarnaast zijn er van veel eilanden in de wereld kleine soorten reptielen en amfibieën bekend.

Op Cyprus zijn enkele vindplaatsen in Pleistocene afzettingen die veel zoogdierbotten bevatten. Hierin zijn gevonden, naast onder meer muizen, vleermuizen en een genetkat *(Genetta plestictoides),* een dwergnijlpaard *(Phanourios minor*, afb. 16), en een dwergolifant *(Elephas cypriotes).*

Vindplaatsen van zoogdierbotten

Op enkele plaatsen, onder meer in grotten, komen vrij grote aantallen beenderen voor en hierover zijn vele fantastische verhalen in omloop bij de lokale bevolking; zo ligt de oorsprong van de verhalen over reuzen en draken voor de hand.
De dorpelingen van Ayios Irini weten van de bottenbreccie van



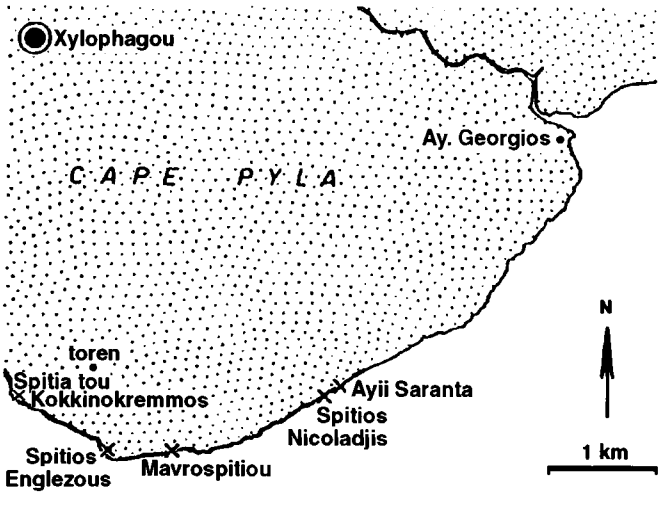
Afb. 16. Onderkaak van een dwergnijlpaard, ***Phanourios minor.***

Kaap Kormatiki te vertellen dat hier een groot aantal draken omkwamen door een vloedgolf, getuige de bij de botten voorkomende schelpen en slakken die in zee geleefd hebben.
Op de bottenvindplaats bij Ayios Georgios, dat vlak aan zee ligt in het gebied van Kaap Pyla, is de kleine kapel van St. Phanourios gebouwd. De dorpelingen menen dat de botten afkomstig zijn van de heilige en zijn paard. De overlevering zegt dat de jonge Phanourios, die leefde in Klein-Azië, van Jezus Christus vernam en in een kleine boot op zoek ging naar Christus met als enige metgezel zijn paard. Hij landde tijdens zijn zoektocht op Cyprus en poogde daar op zijn paard het steile klif te beklimmen, maar zijn paard gleed uit en beiden kwamen om. In werkelijkheid gaat het hier om botten van het dwergnijlpaard.
Wanneer een dorpeling ziek is wordt er een stuk bot uit het gesteente gehakt en vermalen tot poeder. Met water gemengd levert dit een drankje dat elke kwaal geneest. Foto Z.

In het gebied van Kaap Pyla zijn vijf grotten waarin botten zijn gevonden. Afb. 17.



Foto Z. Gezond oud worden op de Troodos.

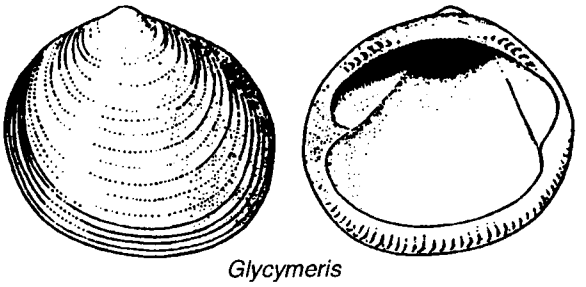


Afb. 17. Grotten aan de kust van Kaap Pyla waarin zoogdierbotten zijn gevonden.

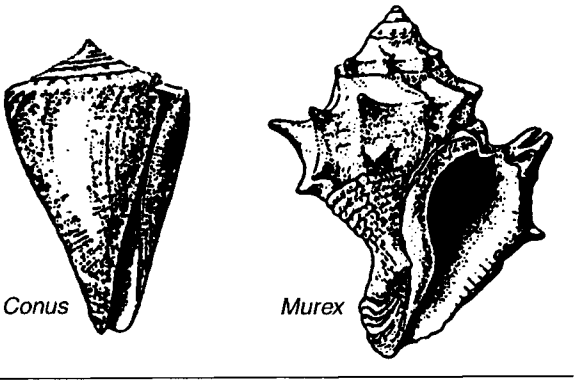
Twee van de grotten, die op het ogenblik enkele meters boven zeeniveau liggen, zijn gemakkelijk te vinden. De meest interessante is de Spiliatou Kokkinokremmos, ofwel de grot van het Rode Klif. De bodem van deze grot is bedekt met een laag travertijn waarin mariene tweekleppigen en slakken (o.a. de fraaie *Murex)* zijn ingesloten. Afb. 18. Onder de kalksinterlaag liggen de resten van dwergnijlpaarden en vleermuizen; hier worden ook – fossiele - landslakken gevonden. In de wanden van de grot zien we veel boorgaten van de boormossel *Lithophaga.*
Deze grotten zijn eens ontstaan door uitspoeling door de branding. Voor de ingang van de grotten liggen vaak zeer grofkorrelige oude strandterrassen, waarin soms veel tweekleppigen voorkomen als *Glycymeris* en *Cardium.* Afb. 18.
Bij Athna of Akhna, een dorpje op ongeveer 7 km ten westzuidwesten van Famagusta, zijn kiezen van de dwergolifant gevonden.
De vindplaats van Kissonerga ligt op de top van een 50 meter boven zee uitstekend klif van serpentijn. De laag waarin de botten voorkomen bevat veel fragmenten van de serpentijn die verkit zijn door kalk. De botten zijn vrijwel allemaal van het dwergnijlpaard, enkele botten zijn afkomstig van de dwergolifant. Er komen enkele schelpen voor van de gastropode *Conus*. Afb. 18.
Langs de noordrand van het Troodos-massief komen grove conglomeraten en zandlagen voor waarin botten van dwergolifanten voorkomen.
In een fijnkorrelige zandsteenlaag die in kliffen langs de linkeroever van de Pédias op enkele plaatsen aan de dag treedt is een walviswervel gevonden. Ook nabij Aradi kwam een walviswervel te voorschijn. In de omgeving van Peristerona zijn resten gevonden van een zoetwaterschildpad *(Trionyx).*

Het uitsterven van het dwergnijlpaard en de mogelijke rol van de mens

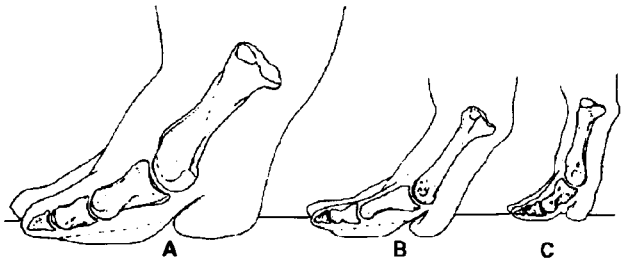
Nog slechts enkele tientallen jaren geleden werden de oudste bewijzen voor menselijke aanwezigheid op Cyprus gedateerd op rond 7000 v.Chr.; het dwergnijlpaard was toen al uitgestorven. Rond 1985 echter werden in het klif van Akrotiri-Aetokremnos, ten zuiden van het Akrotiri zoutmeer, aan de zuidelijkste punt van Cyprus, in een grot vuurstenen werktuigen gevonden. De grot in het klif ligt enkele tientallen meters boven het huidige zeeniveau. Zie afb. 12 bij A-A.
In de bodemlaag van de grot, die meer dan een meter diep werd uitgegraven, werd een grote hoeveelheid botten gevonden, met daarbij vuurstenen werktuigen en schelpen. Veel botten en schelpen waren aangetast door vuur en omgeven door as. Aangenomen wordt dat het hier een dikke laag 'keukenafval' betreft. De botten die uit deze keuken overbleven waren voor een groot deel afkomstig van het dwergnijlpaard *Phanourios minor.* Onder de botten die bij de opgravingen te voorschijn kwamen bevond zich een complete schedel.
Aan het fossiele materiaal werden dateringen uitgevoerd met de radioactieve-koolstofmethode, waarbij een ouderdom werd gevonden van rond de 10.000 jaar. Uit het resultaat van deze opgravingen blijkt dat de mens in het uitsterven van dit bijzondere dier een belangrijk aandeel moet hebben gehad.



Glycymeris



Afb. 18.



Afb. 19. Vergelijkende reconstructie van de voorpoot van (A) ***Hippopotamus amphibus****; (B):* ***Hexaprotodon liberiensis*** *en (C):* ***Phanourios minor.***

Onderzoek naar de bouw van de poten van het Cypriotische dwergnijlpaard

Door de Utrechtse specialist in de grote fossiele zoogdieren Dr. P.Y. Sondaar werd een onderzoek uitgevoerd naar de bouw van de poten van het dwergnijlpaard, waarbij ter vergelijking de bouw van de poten van de twee nog levende nijlpaardsoorten *Hippopotamus amphibus* (nijlpaard) en *Hexaprotodon liberiensis* (Afrikaans dwergnijlpaard) werd betrokken. Afb. 19. Een karakteristiek punt van zowel *Hippopotamus* als *Hexaprotodon* is de dikke laag weefsel van de voetzool, die lijkt op een kussen, en de grote beweeglijkheid van de botten en kootjes van de voet. Beide soorten zijn gespecialiseerd in het lopen over een zachte grond en een onregelmatige bosgrond, waar een zachte, beweegbare voet een voordeel is. Voor het lopen op een harde rotsbodem zijn de poten van deze beide soorten bepaald niet geschikt. Bij de Cypriotische *Phanourios* zien we een aanpassing aan het lopen over de harde rotsbodem: de poot heeft geen zacht kussenachtig weefsel in de voetzool en de botten zijn veel minder flexibel. *Phanourios* was beslist geen snelle loper en dat was ook niet nodig: op Cyprus kwamen geen grote roofdieren voor.

Literatuur

- Bear, L.M., 1963. The Mineral Resources and Mining Industry of Cyprus. Buil. No. 1. Ministry of Commerce and Industry, Geological Survey Department, Cyprus.
- Blanchard, R., 1929. Asie Occidentale. In: P. Vidal de la Blache / L. Gallois, Ed.: Géographie Universelle. T. VIII. Libr. Armand Cohn, Paris.
- Cyprus. Marco Polo Reisgids. 1991 Standaard Uitg., Antwerpen.
- Cyprus. Stenzel, S., e.a.; Nelles Guide, Verken de wereld, 2e dr., 1997; Het Spectrum, Utrecht.
- Daniel, G., 1986. Landscapes of Cyprus. Sunflower Books. London.
- Gass, I.G., et al., 1994. The Geology of the Southern Troodos Transform Fault Zone. Geol.Survey Department, Min. of Agriculture, Natural Resources and Environment. Nicosia. Mem. no. 9.
- Gaudry, A., 1959. Géologie de l'Ile de Chypre. Mém. Soc. Géol. de France, 2e série, T. VII, Mém. no. 3.
- George, R.P., 1975. The Internal Structure of the Troodos Ultramafic Complex, Cyprus. Diss., State Univ. of New York, Stony Brook.
- Geological Survey Department, Cyprus. Verschillende Memoirs.
- Georgiades, Chr. Ch., 1989. Nature of Cyprus. Environment, Flora, Fauna. Nicosia.
- Maier, F.-G., 1982. Cyprus, Insel am Kreuzweg der Geschichte. Beck'sche Sonderausgaben. Beck Verlag, München.
- Panayiotou, A., 1980. Ophiolites. Proc. Int. Ophiolite Symposium, Cyprus. 1979. Geol.Survey Department, Min. of Agriculture, Natural Resources and Environment. Nicosia.
- Polunin, O., 1988. Flowers of Greece and the Balkans. Oxford University Press. Oxford.
- Robertson, A.H.F., 1978. The Sedimentary Evolution of the Troodos Ocean: an Excursion Guide to the Sedimentary Geology of Southern Cyprus. Overseas Excursion Z2: Cyprus. Tenth International Congress on Sedimentology, Jerusalem. July 9-14, 1978.
- Xenophontos, C. and J.G. Maipas, Ed., 1987. Field Excursion Guidebook. Symposium Troodos 87; Ophiolites and Oceanic Lithosphere. Nicosia. Geol. Surv. Department, Nicosia.

Bijschrift bij de foto op pag. 21:

Gezicht op een befaamd profiel van de oceaanbodem, dat op Cyprus ontsloten is bij Malounda aan de Akaki-rivier, 25 km SW van Nicosia. De bazaltische lava, die op de oceaanbodem te voorschijn is gekomen uit spleten van de midoceanische rug van de Tethys-oceaan, is gestold in kussenstructuren. Door de pakketten kussenlava's lopen verticale gangen, die de vulling zijn van spleten in de rug die hoger liggende kussenlava's hebben gevoed. Zie ook foto I.

Foto's: Wim de Vries, tenzij anders vermeld.

Tabel II. Stratigrafie en gesteentetypen van de sedimentserie die op de Troodos-ofiolieten ligt

Ouderdom (Ma)			*Formatie*	*Lithologie*
2,0	Pleistoceen		Fanglomeraat Apalos Kakkaristra Athalassa	Conglomeraten en zandstenen Kalkareniet, zandsteen, conglomeraat
5,2	Plioceen		Nicosia	Mergels, silten, mudstones, zandstenen, conglomeraten
23,3	Mioceen	Boven	Kalavasos	Evaporieten
			Koronia Member	Rif- en bioklastische kalksteen
		Midden	Pakhna	Pelagische kalken, mergels, kalkarenieten, conglomeraten
		Onder	Terra Member	Rif en bioklastische kalksteen
35,4	Oligoceen		Boven Lefkara	Pelagische kalken en mergels
56,5	Eoceen		Midden Lefkara	Massieve pelagische kalken
65,0	Paleoceen			Pelagische kalken
74,0	Maastrichtien		Onder Lefkara	Pelagische kalken, vuursteen
83,0	Campanien		Kannaviou	Vulkanoklastische zandstenen, bentonische kleien
90,4	Turonien		Perapedhi	Umbers en radiolarieten

