

## 4 *Hercynische plooien en Permzout*

*Bergen ontstonden en vergingen, wecker dan wolken...*  
Slauerhoff (Voorwereld II)

Slechts korte tijd (in geologische zin gesproken) nadat de Sigilaria-kruiden wuifden boven moerasland en de spinnen en de kakkerlakken rondkropen over Lepidodendronschubben dreeven in deze gewesten woestijnwinden stuivend zand voor zich uit en vormden er zich duinen, die zich in niets onderscheidden van de zandduinen uit onze huidige hete woestijnen. Er hadden zich twee gebeurtenissen voorgedaan die weliswaar in de geologische geschiedenis geen zeldzaamheid zijn, maar niettemin van grote betekenis waren voor het aanzien van het landschap van ons gedeelte van de aardbol.

In de eerste plaats had het klimaat zich radicaal gewijzigd. Wat de oorzaak daarvan was laat zich niet gemakkelijk raden. Waren er poolverschuivingen in het spel, die een verschuiving van de klimaatgordels veroorzaakten als gevolg waarvan onze streken in een droogtegordel kwam te liggen? Of had er een algemene klimaatverandering op aarde plaats? En zo dit het geval was, waaraan moet dan die wereldwijde verandering van de luchtgesteldheid worden toegeschreven? Het is een vraag die nog niet voldoende beantwoord kan worden.

### HERCYNISCHE PLOOIING

Maar bovendien was het gebied van de carbonische bossen van een dalend geosynclinaal moeras een stijgend land geworden. Was tegen het einde van het Viséen het geosynclinale gebied van de Ardennen reeds in een vasteland veranderd, dat aan erosie kon worden blootgesteld, tegen het einde van het Carboon, na het Westfalien, breidde de plooings- en opheffingsactiviteit (men spreekt van de Hercynische plooiging) zich naar het noorden uit waardoor ook de in het Boven-Carboon gevormde steenkool bevattende laagpakketten van het gebied Charleroi—Luik—Zuid-Limburg—Aken werden geplooid en omhooggeheven. Zo werd als het ware de Hercynische periode van plooiging en gebergtevorming voltooid en afgerond. Intussen waren

### Hercynische plooiën en Permzout

gedurende en vooral tegen het einde van de Carboontijd de massieven van de Ardennen zoals die van Rocroi, Serpont, Bastogne en de Haute Fagne, die reeds lang van te voren de Caledonische plooiing hadden ondergaan, opnieuw onder zware druk gezet. Zelfs waren gedeelten van de gesteentemassa's uit deze massieven en de omringende geosynclinalen niet alleen maar samengeplooid maar tevens nog over elkaar heengeschoven, zoals in het gebied van de Condroz; men kan u daar de vlakken nog aanwijzen waarlangs die overschuivingen plaatsvonden, zoals het vlak van de breuk, die op fig. 3 en 4 duidelijk naar voren komt.

Maar al gaven de Caledonische Ardennen-massieven enigszins mee, het Massief van Brabant hield stand tegen de vanuit het zuiden komende (in dit geval Laat-Hercynische) stormloop. Het diende als stootblok waartegen de koolhoudende boveencarbonische lagen werden samengedrukt. Het profiel van fig. 4 maakt duidelijk hoe de Carboonlagen van het Bekken van Namen werden geplooid en verbogen.

Deze verbuigingen waren niet zonder betekenis. Enerzijds kwamen daardoor in de Borinage en het gebied van Luik-Aken de koollagen

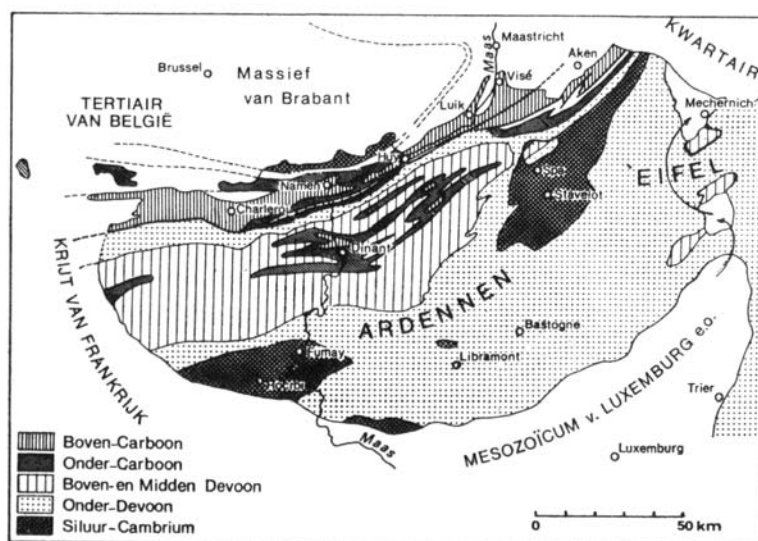


Fig. 3. Geschematiseerd geologisch kaartje van de Ardennen en de Eifel (naar Gignoux).

### Hercynische plooien en Permzout

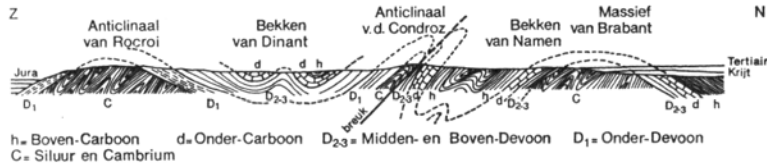


Fig. 4. Doorsnede door de Ardennen (naar Gignoux).

op een dusdanige diepte te liggen dat ze voor latere erosie en afbraak gespaard bleven en in onze tijd in ontginning konden worden genomen, al brengt het feit dat ze tevens sterk verbogen en verbrokken werden voor de ontginningstechniek speciale moeilijkheden mee. Anderzijds leidde de hoge druk waaraan de koollagen werden blootgesteld ertoe, dat het koolmateriaal veel van zijn gasmateriaal verloor en als het ware een veredelingsproces onderging. Juist in de lagen die een hoge druk hebben moeten doorstaan vindt men daardoor waardevolle koolsoorten als antraciet.

De bufferwerking van het Massief van Brabant had echter bovendien tot gevolg dat de ten noorden ervan liggende koolhoudende lagen niet in dezelfde mate de invloed van de Hercynische plooïing ondergingen. De steenkoollagen van de Kempen en het noordwestelijk deel van het Nederlandse mijnbouwgebied bleven daardoor bijna ongeplooid. Ze werden alleen wat scheef gelegd en bieden, afgezien van de later opgetreden verschuivingen, de mechanische mijnbouw minder moeilijkheden. Daar staat tegenover dat de 'dak'- en de 'vloer'-lagen minder sterk zijn als gevolg van het feit dat ook deze 'nevengesteenten' minder sterk werden samengeperst. Bovendien werd de kool minder sterk ontgast. In de mijnen van deze gebieden konden als gevolg daarvan in hoofdzaak gasrijke 'vetkolen' worden gewonnen, die geschikt zijn voor industrie en cokesfabricage.

Doordat het Massief van Brabant ter hoogte van Nederlands Zuid-Limburg naar het oosten wegduikt en aldus zijn oostelijke uiteinde vindt, vormt het Nederlandse mijngebied in zekere zin een overgang tussen de niet en de wèl door het Brabantse massief beschutte delen van het carbonische steenkolengebied. De plooïing kon daardoor in het zuidoostelijke deel van de Limburgse mijnstreek de koollagen wèl beïnvloeden met alle gevolgen daarvan.

Zo was er dus gedurende het laatste deel van de Carboontijd weer een deel van de aardkorst samengeschoven. Er was een zeegebied verdwenen en er waren in het gebied van de Ardennen en het Leiesteenplateau gebergten gevormd, de Hercynische gebergten.

### *Hercynische plooien en Permzout*

Overzien wij de gevolgen van een en ander dan kunnen wij op Belgisch gebied onderscheiden (fig. 3 en 4):

1. Het Massief van Brabant, dat gedurende de Caledonische tijd werd samengesmeed.
2. De Massieven van Rocroi, Givonne, Serpont en Stavelot-Haute Fagne, die ook uit de Caledonische tijd stammen maar door de Hercynische plooiing nog eens werden vervormd. Bovendien werden op enkele plaatsen de gesteenten tot op zekere hoogte 'omgebakken', m.a.w. gemetamorfoseerd.
3. Het z.g. Synclinorium (of Bekken) van Namen, het gebied waar o.a. de lagen van het Boven-Carboon werden samengeschoven.
4. Een zone ten zuiden van de Sambre en de Maas van Namen-Luik waar langs breuken als de Faille du Midi en de 'Eifel-breuk' de Condros over een deel van het Bekken van Namen heen werd geschoven.
5. De rest van het Ardennengebied, bestaande uit het Synclinorium (of Bekken) van Dinant, het Eifelsynclinorium, het Synclinorium van Wiltz en de daartussen liggende anticlinoria van de Hoge Ardennen, Bastogne en Givonne, die respectievelijk op de Massieven van Rocroi—Haute Fagne, Serpont en Givonne aansluiten.

Ook op Duits gebied kunnen enkele van deze tektonische complexen worden vervolgd, zoals het Massief van Stavelot-Haute Fagne, waarvan het oostelijk uiteinde ten zuidoosten en oosten van Aken ligt (Hohes Venn) en het Eifelsynclinorium, dat naar het hier liggende Duitse berggebied vernoemd is. Verder naar het zuidoosten en oosten bestaan nog andere afzonderlijke eenheden als b.v. het Hessische synclinorium.

Men doet er echter niet goed aan—ik zinspeelde er al op—de thans in dit gebied liggende gebergten als de Ardennen, de Eifel, de Hunsrück en het Westerwald te beschouwen als overblijfselen van het Hercynische gebergte. Dat bergland is immers al sedert lang weggeslepen; zelfs hebben zich over grote gedeelten van dit gebied herhaalde malen opnieuw zeeën uitgestrekt. Het zijn alleen de structuren, de ligging van de plooien en de overschuivingen die uit die ver verleden Hercynische plooiingstijd of ten dele zelfs uit de Caledonische periode stammen. De gebergten die wij nú uit het Ardennen-Leisteenplateau kennen, zijn nog maar betrekkelijk jong. Zij werden gedurende het Tertiair en het Kwartair omhooggeduwd, sommige gebieden (als de Haute Fagne, de Hunsrück en de Taunus) wat verder dan hun omgeving.

Zo was dus tegen het eind van het Carboon Noordwest-Europa het toneel van geweldige tektonische gebeurtenissen. Toen tenslotte

### *Hercynische plooien en Permzout*

bovendien nog het klimaat omsloeg, was in elk geval voor ons gebied de verandering volkomen: het dalende moerasgebied was een opgeheven woestijn geworden.

De weelderige Carboonvegetatie was verdwenen en het zand uit de bodem waarin zich de in steenkool veranderde veenlagen bevonden, werd door gloeiend hete winden in stof- en zandwolken opgenomen en elders, ver weg, weer neergelegd. De Permtijd was aangebroken.

#### ROTLIEGENDES

Uit het eerste gedeelte van de Permperiode, de 'Rotliegendes-tijd', zijn vooral onder Groningen belangrijke afzettingen overgebleven, nl. de zandige sedimenten die de naam Slochteren-lagen kregen en de daarop liggende kleiiger Ten Boer-lagen. Het zijn vooral de eerstgenoemde die als reservoirgesteente voor ons aardgas optreden (zie hoofdstuk 17).

#### ZECHSTEIN

Het Boven-Perm, Zechstein genaamd, begon met een oprukken van de zee, een zee bevolkt door vissen. Maar het blijkt dat deze dieren hetzij ineens, hetzij langzamerhand te gronde zijn gegaan door de aanwezigheid van koper- en zilverzouten die ergens in onderzeese bronnen omhoog kwamen. Het gevolg was dat zich op de bodem van de zee talloze vergane en halfvergane vislijken ophoopten waardoor na korte tijd het water verzadigd was van rottingsgassen die samen met de koperoplossingen alle leven onmogelijk maakten. Alles wat in deze wateren terecht kwam werd vergiftigd of stikte en zonk in het massagraf van de Permzee.

Zo ontstond op de bodem van deze zee een dunne laag van gewoonlijk niet meer dan een meter dikte, bestaande uit een kleimergel waarin talloze visskeletten voorkomen en waarin men bovendien betrekkelijk veel koper- en zilvererts aantreft. Daarbij blijken de weke delen van de vergiftigde of gestikte dieren overgegaan te zijn in bitumineuze, aardolieachtige stoffen, zodat de betreffende lei (die men in Duitsland *Kupferschiefer* noemt) in de regel brandbaar is en behalve koper en zilver een enkele maal zelfs aardolie oplevert. In Nederland echter treft men in deze laag wel de visskeletten en de bitumineuze geur aan doch niet het koper en het zilver. Aanvankelijk scheen ook de aardolie te ontbreken. In 1923 echter vond men bij Corle in de Achterhoek inderdaad sporen van deze waardevolle vloeistof in de koperlei. Het is echter niet zeker of de olie uit deze

### *Hercynische plooien en Permzout*

laag zelf afkomstig is; mogelijk ontstond zij in oudere of jongere lagen waarna zij door spleten en barsten uit het oorspronkelijke moedergesteente wegtrok om zich vooral in en nabij deze afsluitende kleimergellaag op te hopen. Het betroffen hier intussen slechts sporen. De olieontginningen die na de oorlog bij Nieuw-Schoonebeek en in West-Nederland grote vooruitgang maakten, putten uit andere olievoorraden (zie hfdst. 17).

Na de catastrofale tijd van de 'koperlei' werd de zee weer bewoonbaar. Het waren nu echter niet in de eerste plaats vissen die arriveerden doch vooral mosdierpjes (Bryozoën), de armpotigen (Brachiopoden) en enkele 'gewone' schelpdieren (z.g. Lamellibranchiaten).

De bryozoën danken hun naam aan het feit dat sommige typen een zekere gelijkenis met bepaalde mosplanten vertonen. Doch daarmee is dan ook alles betreffende het verband tussen mossen en mosdierpjes gezegd. Bryozoën zijn immers waterdieren die speciaal in zout water in kolonies optreden en daarbij complete (bryozoën-) riffen konden bouwen, ongeveer zoals we van sommige koralen gewend zijn.

Zo verschenen in de Permzee in Noordwest-Europa uitgestrekte *kalkriffen*, opgebouwd uit de kalkskeletten van deze wezens. Aan de voet van deze riffen verzamelden zich het kalkrijke afval en de schalen der gestorven schelpdieren tot dikke kalkbanken. Intussen was het klimaat met de sterke verdamping uit de oud-permische tijden hetzelfde gebleven. De strijd van de zee met het land en met de droogte kon daardoor slechts ten koste van grote offers gevoerd worden. Dezelfde zon die na het Carboon de vegetatie verdroogde, stond nu te branden boven de zeebochten waar de bryozoën hun riffen bouwden en veroorzaakte in die zee een enorme verdamping. Wel konden vanuit de oceaan nieuwe voorraden zeewater worden aangevoerd. Maar doordat de zouten daarin niet meeverdampten, steeg het zoutgehalte langzaam in deze zeebocht en werd het bromzoute milieu voor de meeste levende wezens onleefbaar. Alleen die enkele diersoorten die zich in het pekachtige water wél op hun gemak voelden zetten hun bestaan voort en waren door het ontbreken van concurrentie zelfs in de gelegenheid sterk in getale toe te nemen. Iets dergelijks neemt men in onze dagen waar in de Kara Boegas, een baai van de Kaspische zee waarin het water een vrij hoog zoutgehalte heeft. Ook daar leven thans slechts weinig soorten zeedieren, die echter elk door zeer vele exemplaren vertegenwoordigd zijn.

Doch tenslotte was het zoutgehalte zo hoog geworden dat zelfs de sterkste zoutspecialisten het moesten opgeven. Onze zeebocht werd

### Hercynische plooiën en Permzout

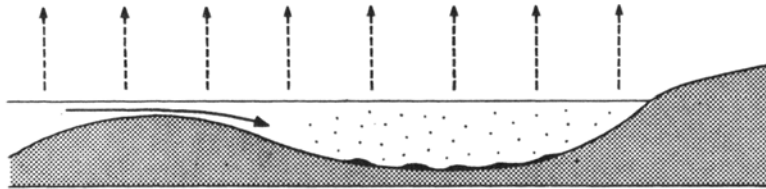


Fig. 5. De condities waaronder zich steenzout kan vormen: een afgesloten bekken waar veel verdamping optreedt.

weer een onbewoonbare en verlaten baai, aan de kusten verschenen witte korsten van gekristalliseerde zouten en ook op de bodem van de zee kwamen chemische kristallisatieproducten tot afzetting.

#### ZOUTCYCLUSSEN

De sporen van deze droogte in de Permtijd vinden wij in de vorm van *steenzout* in de ondergrond van een groot deel van Noord-Duitsland alsook van Nederland terug (zie fig. 56). Het is na de verschillende boorcampagnes duidelijk geworden hoe en in welke opeenvolging het neerslaan van de verschillende stoffen zich voltrok.

Allereerst kristalliseerden die stoffen uit die het minst gemakkelijk in oplossing bleven, zoals de *dolomiet* (een soort kalksteen waarin behalve calcium ook magnesium aanwezig is). Daarna volgde de zogenaamde *anhydriet* (calciumsulfaat,  $\text{CaSO}_4$ , het materiaal dat wanneer het zich met water verbindt tot gips wordt). Bij nog verdergaande indamping kwam *natriumchloride* ( $\text{NaCl}$ ), het bekende keukenzout, ertoe uit te kristalliseren. Men weet uit ervaring hoe gemakkelijk dit zout oplost, het zal dan ook niet spoedig neerslaan. Toch zijn er mineralen die nóg gemakkelijker in oplossing blijven dan keukenzout, b.v. de kalizouten *kaliumchloride* ( $\text{KCl}$ ) en *kaliumsulfaat* ( $\text{K}_2\text{SO}_4$ ). Deze stoffen sluiten dan ook de rij der zouten, die in de door woestijnen omgeven baaien van de Europese Permzee uitkristalliseerden.

Van tijd tot tijd veranderde er iets in de omstandigheden die de concentraties van de 'pekkel' in de grote zeebocht bepaalden. Misschien kwam er een betere verbinding tussen de baai en de open zee waardoor een zekere verversing in het water kon optreden. Misschien veranderde er zo nu en dan iets in het klimaat. Maar in elk geval wijst de opeenvolging der (zout-)lagen erop, dat in deze streken na een periode met hoge concentraties en dus in hoofdzaak keukenzout-neerslag de concentratie verminderde waarbij de zoutvorming ophield en opnieuw anhydrietkristallen werden gevormd. Vervolgens

### *Hercynische plooien en Permzout*

ontstonden dan dolomiet en klei. De oorspronkelijke min of meer 'normale' toestand ten aanzien van het zoutgehalte van het in de baai aanwezige zeewater was teruggekeerd.

In Noordwest-Europa (en daarmee ook in Noord- en Oost-Nederland) heeft zich viermaal een dergelijke cyclus voltrokken. Viermaal is in een over ons deel van Europa liggende binnenzee de concentratie zo hoog opgelopen dat de zouten niet meer in opgeloste toestand konden blijven en neersloegen. Men heeft deze cyclussen namen gegeven, ontleend aan rivieren of gebieden in Duitsland waar de zouten al sedert vele eeuwen in mijnen worden ontgonnen. Zo kennen wij een *Werracyclus*, een *Stassfurt-*, een *Leine-* en een *Aller-*cyclus.

### ZOUTKOEPELS

Steenzout gedraagt zich, hoe vreemd het ook klinkt, in de grond als een plastisch materiaal. Wanneer men met een hamer een tik geeft op een zoutkristal spat het in vele stukken uiteen, maar wanneer het in de aardkorst in een zoutlaag onder druk staat voegt het materiaal zich naar de omstandigheden en wordt 'weggeknepen' uit punten waar door welke omstandigheden ook een iets hogere druk heerst en het hoopt zich in andere punten op. Plaatselijk wordt de laag aldus dunner tot verdwijnen toe, elders wordt zij steeds dikker. Soms kunnen op meer of minder zwakke plekken zelfs zoutmassa's naar boven 'doorschieten' als boter die men met de hand wil kneden. De hoger liggende lagen worden dan door de omhoogstrevende (soortelijk lichtere) zout- en dolomietmassa's weggeduwd. Zo ontstaan dan onderaardse massieve 'pijlers' of 'koepels' van zout.

Er zijn verschillende variaties op het thema zoutpijler bekend. Sommige hebben een hoedvorm, andere lijken meer op een paddestoel, nog andere hebben bij het omhoogdringen het contact met de oorspronkelijke lagen verloren en hangen als aan alle kanten door 'vreemde' gesteenten omgeven 'bellen' in de aardkorst. En tenslotte zijn er die eigenlijk helemaal geen pijlers en koepels zijn maar langgerekte wallen, die een lengte van vele tientallen kilometers kunnen bezitten (fig. 6).

In de ondergrond van Noord-Duitsland komen talrijke van deze wonderlijke verschijnselen voor, grote zowel als kleine, langgerekte zowel als koepelvormige. Hier en daar reiken zij tot aan het aardoppervlak, zoals b.v. in de stad Lüneburg waar door latere oplossing van het zout soms ernstige verzakkingen hebben plaats gevonden. Ook binnen de Nederlandse grenzen is een vrij groot aantal zout-



### *Hercynische plooien en Permzout*

horsten aangetoond, alle in het noorden en oosten van het land (fig. 52).

Het is de Nederlandse Aardolie Maatschappij geweest die bij het verkennen van de ondergrond van Nederland met verschillende methoden zoutkoepels op het spoor kwam (zie hfdst 16) en vervolgens enkele ervan met boringen nader verkende, zoals de koepels van Schoonlo, Winschoten en Weerselo. De aanwezigheid van deze koepels is voor Nederland van niet geringe betekenis. Ze bestaan immers uit grote massa's van een belangrijke delfstof die wij vanuit de diepte als het ware op een presenterschaaltje krijgen aangereikt.

In Noord-Nederland ligt ter hoogte van de kop van Overijssel het steenzout van de Permlagen op ca. 2000 m diepte, onder Coevorden op ca. 2500 m en verder naar het noorden moet men met nog groter diepte rekening houden. Maar de zouthorsten reiken tot betrekkelijk dicht onder het oppervlak. Bij Winschoten behoefde slechts 421 m diep te worden geboord om de bovenzijde van het zoutlichaam te bereiken (zie fig. 8). Begin 1971 werd de bovenzijde van de zoutkoepel van Pieterburen op 286 m diepte aangeboord. De bovenzijde van de koepel van Weerselo in Twente ligt 280 m diep en die van de koepel van Schoonlo in Drente zelfs maar 150 m.

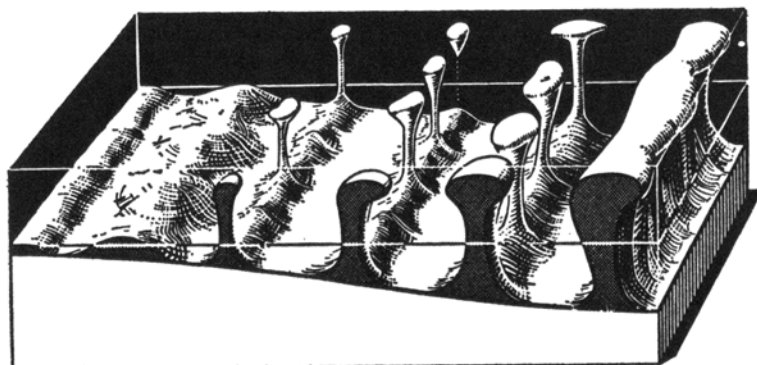


Fig. 6. Verschillende typen en ontwikkelingsstadia van zoutpijlers. De hoogte is terwille van de duidelijkheid sterk overdreven (naar Trusheim).