

LITERATUUR

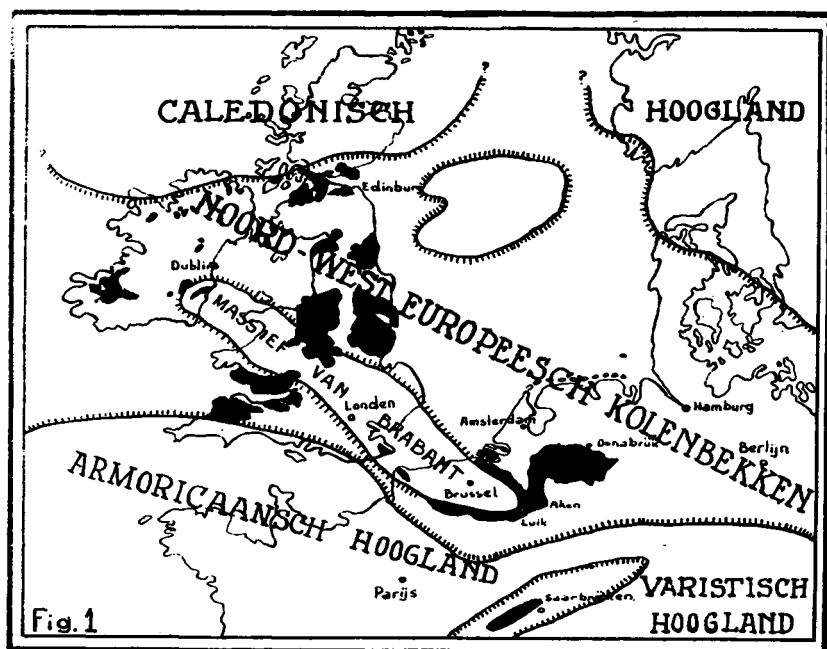
1. Calembert, L. et Meyer, M. (1956) - Sur l'extension d'une lacune stratigraphique dans le Crétacé supérieur du Pays de Herve et du Limbourg hollandais. Ann. Soc. géol. de Belgique, t. 79, pp. B 413-423, Liège.
2. Hofker, J. (1956) - Les Foraminifères de la zone de contact Maastrichtien-Campanien dans l'est de la Belgique et le sud des Pays-Bas. Ann. Sec. géol. de Belgique, t. 80, pp. B 191-233, Liège.
3. Jongmans, R.W. (1948) - Geologische Bezienswaardigheden in Epen en Omgeving. 2e druk, Maastricht.
4. Schmid, F. (1959) - Biostratigraphie du Campanien-Maastrichtien en du N-E de la Belgique sur la base des Bélemnites. Ann. Soc. géol. de Belgique, t. 82, pp. B 235-256, Liège.
5. Staring, W.C.H. (1860) - De Bodem van Nederland, deel II, Haarlem.
6. Uhlenbroek, G.D. (1905) - La sud-est du Limbourg néerlandais Essai géologique. Extrait des Ann. de la Soc. géol. de Belgique, t. 32 Mémoires.
7. Uhlenbroek, G.D. (1911) - Het Krijt van Zuid-Limburg. Toelichting bij eene geologische kaart van het Krijt-gebied van Zuid-Limburg. Jaarverslag Rijksopsporing van Delfstoffen 1911, blz. 48-57. Amsterdam.

OVER BOVEN - CARBONISCHE SEDIMENTATIE

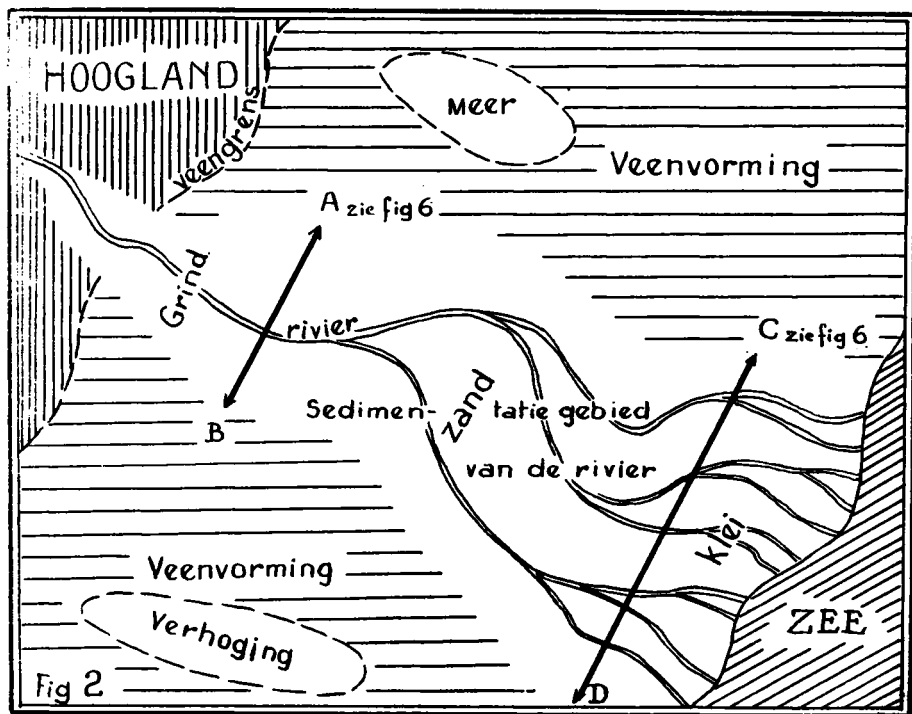
door P. J. Felder

Een samenvatting geven van al hetgeen bekend is over de Boven-Carbonische afzettingen is in dit kort artikeltje niet mogelijk. Het is de bedoeling uit al de gegevens een beeld te schetsen hoe de sedimentatie plaats kon vinden. Om dit te kunnen doen, dienen wij eerst een voorstelling te geven van het gebied, waarin de sedimentatie plaats vond en de tijd waarin het gebeurde.

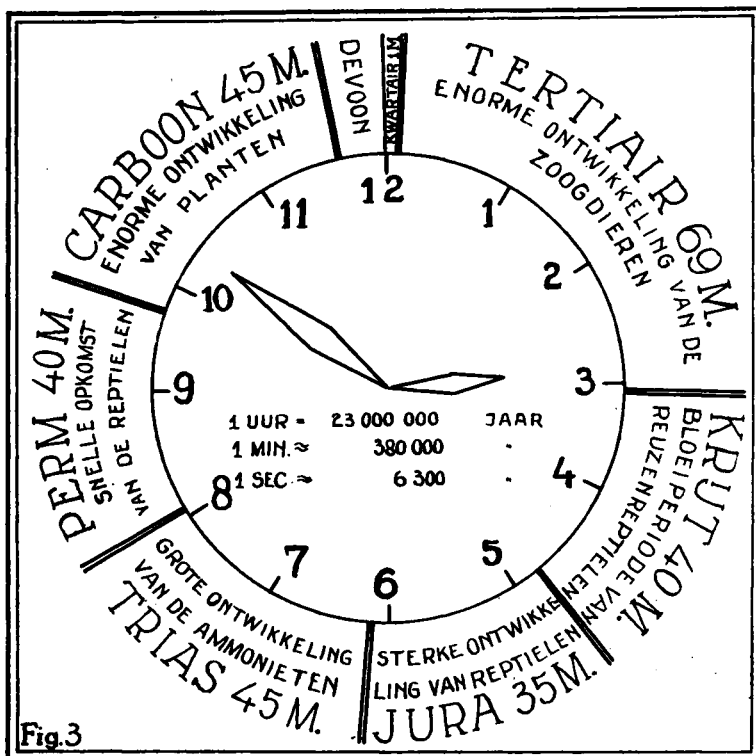
Het gebied, waarin de sedimentatie plaats vond, was enorm groot (zie fig. 1). Sommige gegevens laten zich daarom alleen dan verwerken, indien rekening gehouden wordt met de uitgestrektheid van het gebied. Kort samengevat kunnen we zeggen dat de topografie er als volgt zal uitgezien hebben: Een groot, vrijwel vlak gebied dat in hoofdzaak moerassig was, waarin niet alleen meren, maar ook min of meer droge (dus hogere) gedeelten voorkwamen. Het gehele gebied was practisch begroeid. Het werd door verschillende rivieren doorsneden en was omringd door bergland, maar had ook een open verbinding met de zee (zie fig. 2). Het boven-Carboon nam 260 millioen jaar geleden een aanvang en had een duur van 30 millioen jaar. Het menselijke verstand is niet in staat zulke geweldig lange tijden te overzien. Om iets nader te komen kan gebruik gemaakt worden van vergelijkingen (zie fig. 3). Sommige gebeurtenissen kunnen we dan alleen begrijpen, als we rekening houden met enorm lange tijden.



Het N.W. Europees kolenbekken. Naar Waterschoot.



Een denkbeeldig deel van het Carbonisch landschap.



Sedimentatie.

Klastische gesteenten.

Overwegend bestaan deze uit leien en zandstenen met alle mogelijke overgangen daartussen. Deze leien en zandstenen zijn oorspronkelijk klei en zand geweest, die aangevoerd werden door de rivieren uit het bergland rondom het vrij vlakke gebied.

Om een voorstelling te krijgen van de hoeveelheden, die zo'n rivier wel kon aanbrengen, kunnen we het beste een tegenwoordige rivier als voorbeeld nemen. De Rijn vervoert jaarlijks 265.000 m³ zand langs Arnhem. Dat zijn 33.125 wagons à 20 ton. Voor slib zijn die getallen nog groter, ruim 4 miljoen ton. Eén trein met een snelheid van 100 km per uur zou 8 dagen de slagbomen gesloten houden om dit materiaal in één keer te vervoeren.

Men kan zich voorstellen, dat in het Carbonische gebied er niet één rivier stroomde, maar mogelijk tientallen.

Door de vrij vlakke ligging en de uitgestrektheid van het gebied verminderde aanmerkelijk de stroomsnelheid van het water der rivieren. Dit had tot gevolg, dat de meegevoerde materialen tot bezinking kwamen. Het bezonken materiaal hoogde de bedding van de rivier op. Uiteindelijk werd de bedding zo hoog, dat de rivier buiten haar oevers trad. Deze overstromingen waren, omdat het gebied vrij vlak was, uitgestrekt. Daar het meeste en grofste materiaal op de oevers liggen bleef, ontstonden na verloop van tijd z.g. natuurlijke oeverwallen (zie fig. 4). Hierdoor was het mogelijk, dat de rivier en het gebied erom heen hoger kwam te liggen dan de rest. Water zoekt echter steeds de diepste punten. Die wet volgend, verplaatste de rivier zich na de verhoging naar die diepere gedeelten. Dit kon b.v. gebeuren tijdens een sterkere over-

NATUURLIJKE OEVERWALLEN

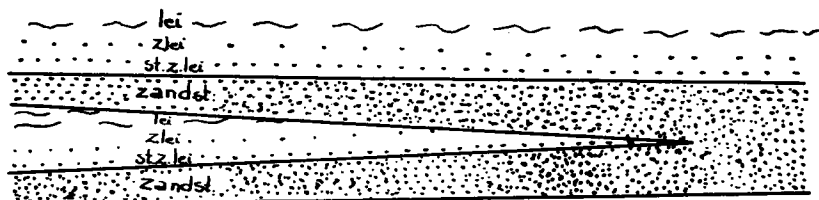
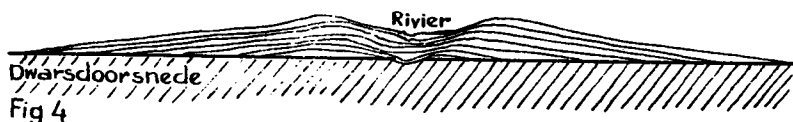


Fig.5 OVERGANGEN ZAND-LEISTEEN IN PROF.

stroming dan normaal, waarbij de wallen doorbroken werden. Bedenk, dat bij dat gebeuren niet alleen de rivier verplaatst werd, maar ook het gebied, waar sedimenten afgezet werden. Dan is het begrijpelijk, dat het uiteindelijk een spel werd van water, zand en klei, waarbij nu eens hier en dan daar materiaal bleef liggen.

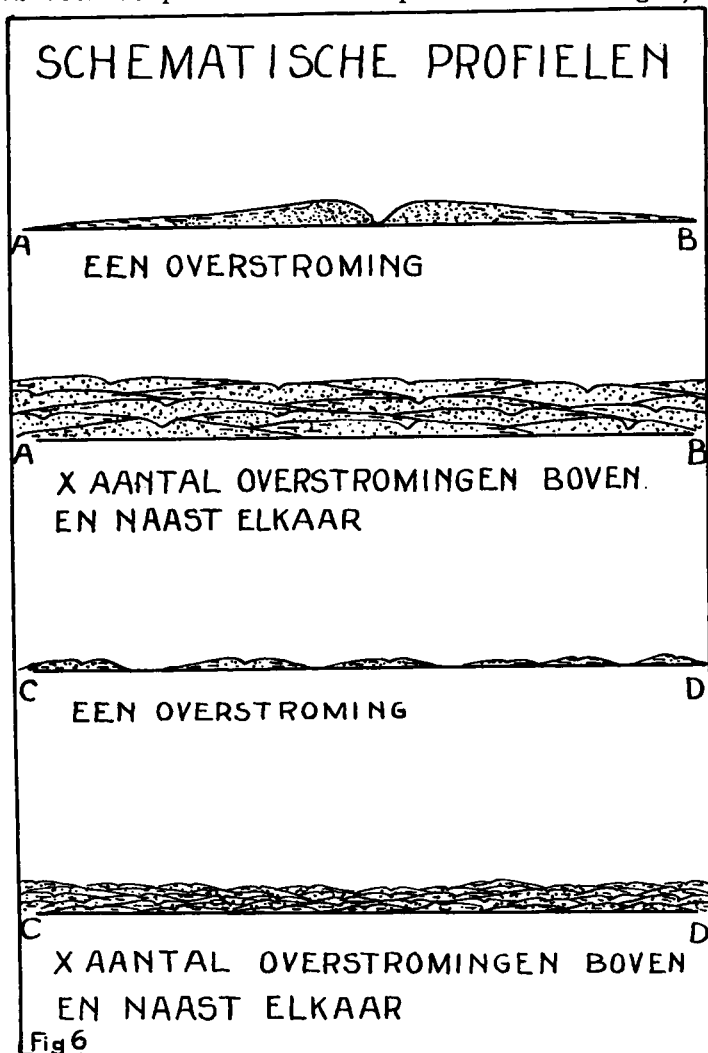
Het is aannemelijk, dat bij het kiezen van een andere richting door de rivier een gedeelte van het water door de oude stroomgeul bleef vloeien, zodat de rivier zich eigenlijk splitste. Omdat het een groot uitgestrekt vlak gebied betrof, zullen de rivieren, voordat ze in zee mondden, gesplitst zijn in talloze kleine rivierarmen, die alle hetzelfde deden, n.l. een tijdlang sedimenteren en zich daarna verplaatsen. In beeld gebracht zien we dan een waaiervormige figuur, die echter nooit een vaste plaats heeft (zie fig. 2).

Tijdens de overstromingen van de rivieren was de stroomsnelheid het grootst bij de bedding van de rivier. Dit had tot gevolg, dat in de buurt van de rivier grover (zand) materiaal gesedimenteerde werd dan op de uiterste plaatsen van de overstroming, waar dan ook meestal heel fijn (klei) materiaal bezonk. Het is begrijpelijk dat de overgang zand-klei geleidelijk verliep. Bij het ondergronds- zowel als het bovengronds opnemen van Carboon-profielen vindt men deze overgangen soms veelvuldig. Een voorbeeld ervan zien we in fig. 5.

Ook de sterk verminderde stroomsnelheid van de rivier tengevolge van het lang door een vlak gebied stromen, had tot gevolg dat de sedimenten steeds fijner werden naarmate men van het hoogland verwijderd was. Het grofste materiaal mogen we dus in de buurt van het hoogland verwachten en het fijnste in de buurt van de zee of zelfs in zee. De overgang van grof-fijn is eveneens geleidelijk.

Uit dit alles blijkt, dat lei en zandsteenlagen uit het Carboon niet erg ver te vervolgen zijn. Het verst kan men ze nog vervolgen in de stroomrichting van de rivier. Dwars op de stroomrichting zijn ze het smalst en worden ze begrensd door de breedte van de overstroming of overstromingen. De dikte wordt bepaald

door het aantal overstromingen, waarbij de stroomsnelheid van het water dezelfde bleef. Hieruit volgt meteen, dat de breedte ook veranderen kan en dat is dan het geval, indien tijdens gelijkwaardige stroomsnelheid de rivier van richting of plaats veranderde (zie fig.6). (Fig.2 voor de plaatsen van de profielen van fig.6).



Zie voor de ligging
van de profielen fig.
2.

De marine-afzettingen van het Boven-Carboon zijn zo gering, dat ze aan de opbouw van het geheel bijna niet meewerken. In tegenstelling tot de hiervoor besproken sedimenten zijn ze echter over enorme afstanden te vervolgen, waardoor het goede gidsniveau's zijn en zodoende erg belangrijk zijn. Hierover later meer.

Organische gesteenten.

Er zullen maar weinig mensen zijn, die niet weten dat steenkool uit veen ontstaan is. Om een idee te krijgen, hoe het veen tijdens het Carboon ontstond, kunnen we het beste de tegenwoordige veenvorming als voorbeeld nemen. Men zal er dan uiteraard rekening mee moeten houden dat toen andere planten groeiden. Welke planten

er toen groeiden, kan men het beste te weten komen door de fossiele overblijfselen te bestuderen.

Een geïdealiseerde veenvorming geeft in zo'n korte beschouwing als hier het beste weer, hoe het tegenwoordige veen ontstaat.

Bezwaarlijk is dat de stadia in een bepaalde volgorde opeenvolgen. In werkelijkheid is dat niet nodig. Tijdens elk stadium wordt veen gevormd en het is beslist niet noodzakelijk, dat het voorafgegaan of gevolgd moet worden door een ander. Houden wij daar rekening mee, dan valt dit bezwaar weg.

In een stilstaand meertje leven milliarden kleine organismen, die maar een kort leven beschoren is. De gestorven organismen zinken naar de bodem. Omdat in stilstaand water bijna geen zuurstof aanwezig is, vergaan ze niet, maar treedt een verrotting in, waarbij een verrottingsslib ontstaat, dat rijk aan koolwaterstoffen is. Door het gestaag neer dwarrelen van de dode organismen hoogt dit verrottingsslib zich op en wordt het meertje steeds ondieper. Als het bijna geheel gevuld is kan er riet en paardestaart in groeien. Hiermede is dan de bodemveenvorming ten einde.

De bodem van het meertje wordt nu verder opgehoogd door het afgestorven riet en paardestaart. Het rietveen ontstaat.

Wordt het minder drassig dan nestelt zich er de zegge op en het zeggeveen ontstaat.

Bij bijzondere omstandigheden kan nu boomgroei plaats vinden. Immers door de verschillende afzettingen is het meertje geheel gevuld.

Kenmerkende planten zijn: elzen, hop en brandnetel. Omdat het water echter niet alles meer bedekken kan, blijft alleen dat bewaard, wat bedekt is. In hoofdzaak dus de wortelcomplexen. De laagveenvorming is dan ten einde.

Tot nog toe speelde veenvorming zich af onder de grondwaterspiegel. Komt de oorspronkelijke bodem van het meertje hoger te liggen dan deze, dan kan de hoogveenvorming een aanvang nemen.

Daar het onderliggende veen geen goede luchtcirculatie toelaat kunnen er alleen nog die planten groeien, die weinig eisen stellen. B.v. moerasberken, dennen, sparren, dopheide en veenmos. Het veenmos is daarvan het belangrijkste. Deze plant overwoekert letterlijk alles en heeft daarbij nog de eigenschappen om enorm veel water vast te houden en het onderliggende materiaal luchtdicht af te sluiten. Deze luchtdichte afsluiting voorkomt, dat het onderliggende materiaal vergaat en bewerkstelligt de veenvorming. Het hoogveen kan aldus ontstaan en steeds dikker worden, totdat invloeden van buitenaf het geheel onderbreken.

Uit de verschillende koolsoorten van het Carboon volgt, dat er verschillende veenvormingen plaats hadden. De koolsoorten worden hier genoemd naarmate de natheid van het veen afnam. Pseudocannenkool (op de bodem van meertjes), duriet (onder de grondwaterspiegel), vitriet (vlak onder de grondwaterspiegel) en fusiet (tijdelijk bijna droog of niet afgesloten van zuurstof).

In tegenstelling tot de klastische gesteenten (die onderverdeeld zijn) zijn de koollagen soms over uitgestrekte oppervlakten te vervolgen. Dunne riffeltjes van rond 20 cm kan men vervolgen door het gehele Z.Limburgse mijndistrict. Hieruit mogen we afleiden, dat de mogelijkheden tot veenvorming groot waren en dat het gebied vrij vlak was. Immers de veenvorming kan niet aaneengesloten plaats vinden in gebieden waar grote hoogteverschillen aanwezig zijn.

De veenlagen waaruit de koollagen ontstaan zouden, werden begrensd door gebieden, die te hoog of te laag waren om veenvorming mogelijk te maken en daar waar de sedimentatie van klastische gesteenten zo groot was, dat de plantengroei (en dus veenvorming) zich niet ontwikkelen kon. Dit laatste was het geval in de buurt van de rivieren.

Inklink.

Los op elkaar gestapeld materiaal gaat inklinken, indien het belast wordt. De Carbonische gesteenten waren oorspronkelijk los op elkaar gestapeld. Uiteindelijk zou echter op de onderste lagen een enige duizend meter dik pakket sedimenten gaan drukken. Deze druk had tot gevolg, dat de lagen gingen inklinken. Er zijn geen duizenden meters sediment nodig om de inklink te laten beginnen. Veen gaat reeds inklinken bij de geringste belasting. De mate van inklink is voor de verschillende sedimenten anders. Voor planten wordt aangenomen, dat ze bij het inkolingsproces tot $\pm 1/15$ van de dikte inklinken. Voor klei-leisteen is die verhouding $1/5$. Voor zand-zandsteen $1/2$.

Dit verschil van inklink had tot gevolg dat er hoogteverschillen in het gebied ontstonden.

Daling.

Zojuist werd reeds gezegd, dat de totale dikte van de Carbonische afzettingen enige duizenden meters bedroeg. Omdat zowel de onderste als de bovenste lagen op een en hetzelfde niveau min of meer horizontaal zijn afgezet, betekent dat, dat het Carbonische gebied enige duizenden meters diep gedaald moet zijn. Deze daling werd veroorzaakt door endogene krachten. Over de ontstaanswijze van deze krachten tast men nog in het duister. Eveneens is het een veel omstreden punt, of het tempo van de daling gelijkmatig of schoksgewijs is geweest. Tegenwoordig neigen veel auteurs naar gelijkmatige daling. Bij de wijze van sedimentatie die hier beschreven wordt, is schoksgewijze daling niet noodzakelijk.

Alhoewel enige duizenden meters een groot getal lijkt, blijkt dit bij een deling in een groot tijdsverloop toch een klein bedrag te zijn. Stel dat de totale daling 6000 m bedroeg. De tijdsduur, waarin deze 6000 m daling plaats vond, bedroeg 30 miljoen jaar. Een eenvoudige deling geeft dan dat de daling 1 mm in 5 jaar bedroeg.

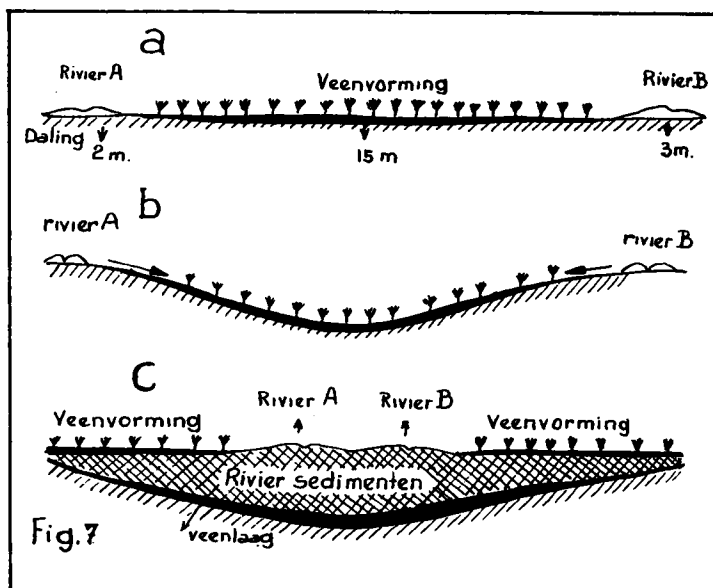
Het inklinken speelde bij de daling een belangrijke rol. Gebieden, waar veel veen en klei afgezet waren, klonken veel meer in dan die, waar veel zand was afgezet. Door dit verschil van inklinken werd de daling ongelijkmatig. Er ontstonden hoogteverschillen of de sedimentatie werd geconcentreerd op die plaatsen, waar de daling het grootst was.

Samenvatting tot één beeld.

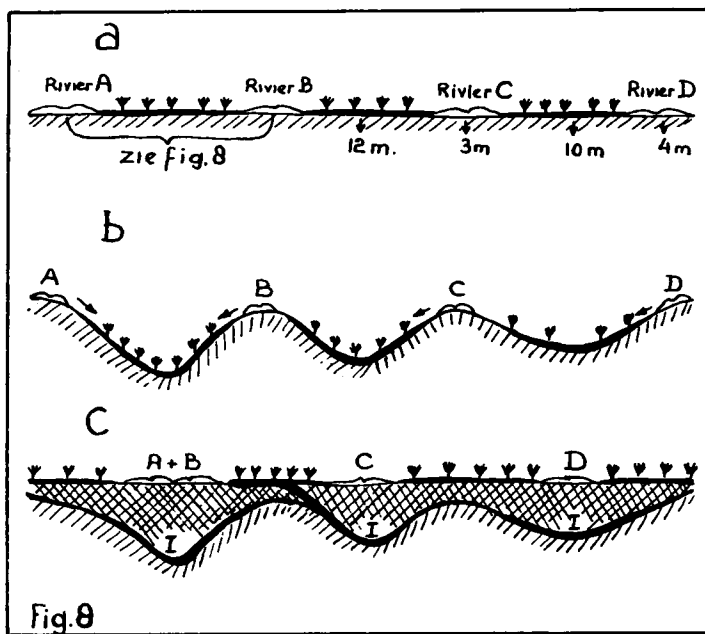
Om de punten tot nog toe besproken samen te vatten tot één beeld, is het noodzaak ze in vier dimensies te bekijken. Naast de normale dimensies, lengte, breedte en dikte, dient nog een vierde toegevoegd te worden, n.l. de tijd. M.a.w. wij dienen de gebeurtenissen zo te bekijken dat we zien, wat de gevolgen zijn aan de oppervlakte en wat dat voor dikte-verschillen geeft in een beeld dat niet stilstaat.

Als voorbeeld kunnen we fig. 2 nemen. Hier is een beeld in 2 dimensies gegeven. Was het mogelijk om de twee ontbrekende dimensies in te schakelen, dan zouden we zien, dat de rivieren vloeiden en sedimenten afgezet werden, dat de planten groeiden, dat het gebied daalde, kortom dat alles in beweging was. Nu het niet mogelijk is deze 2 dimensies in te schakelen, moeten we genoegen nemen met een beeld dat stilstaat. Dit stilstaande beeld (fig. 2) is de basis, waarvan uitgegaan wordt. Af en toe schakelen wij dan een of andere dimensie in, waardoor uiteindelijk een beeld in onze geest kan ontstaan, dat uit 4 dimensies bestaat.

Tijdens het hoofdstuk over de daling is gezegd, dat deze niet



Het splitsen en scharen van kolenlagen. De hoogte is overdreven voorgesteld.



Het splitsen en scharen van kolenlagen bij meerdere rivieren. De hoogte is zeer overdreven voorgesteld.

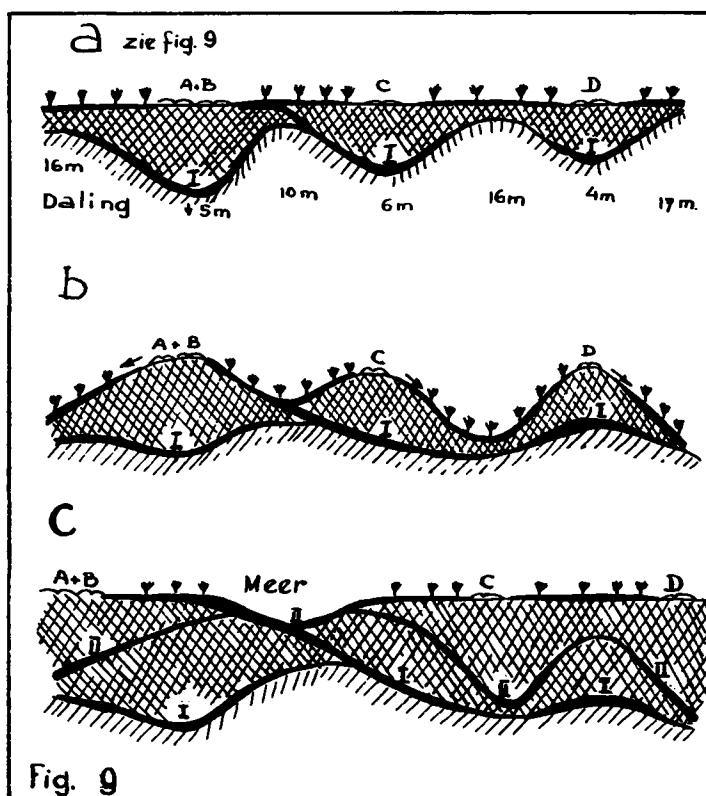
gelijkmatig was door het verschil van inklinken. Stel nu voor, dat het gebied waar veenvorming plaats vond, relatief het meeste daalde. Dan volgt daaruit, dat de rivieren zich naar dat diepste punt toe verplaatsten. Verticaal zoals fig. 7a+b aangeeft. Schakelen we ook de tijd in, dan zien we, dat de verplaatsing niet plotseling gebeurde, maar even geleidelijk als de daling. Dan zien we verder, dat de rivier in het gebied, waarin zij zich verplaatste, sedimenten achterliet die het aldaar gelegen veen bedekten en dat de planten het verlaten rivierbed begroeiden en a.h.w. achter de rivier aankropen (fig. 7c).

Bij de figuren zijn maar twee rivieren in rekening gebracht. Mogelijk hebben in het Carbonische gebied tientallen rivieren gestroomd. Bij een groter aantal rivieren blijft de boven omschreven wijze van sedimentatie gelden, de mogelijkheden worden alleen groter (zie fig. 8).

Op deze wijze zagen we het ontstaan van de eerste veenlaag, waaruit later steenkool zou ontstaan. De tweede en daarna volgende lagen konden alle op dezelfde wijze ontstaan. Bij elke laag moesten we echter bezien, hoe de daling verliep. Deze bepaalde immers de verplaatsing van de rivier. Door de verplaatsing van de rivier werd steeds weer veen bedekt (zie fig. 9).

Tijdens locale dalingen, waarbij geen rivier in de richting van de daling verplaatst werd, ontstonden meren, waarin schelpen en vissen leven konden. De sedimenten, die daarin afgezet zijn, bevatten meestal de fossiele resten van deze dieren.

Indien de locale daling om een gebied heen sneller verliep (relatief snel), dan ontstond een verhoging. Indien deze verho-



Vervolg van fig. 8.
Eveneens overdreven
hoogte.

ging in een rivierloop lag, kon erosie plaats vinden. Zodoende konden z.g. uitspoelingen ontstaan, waarbij een gedeelte van het veen of het reeds eerder afgezette klastisch sediment weggespoeld (geërodeerd) is.

De invloed van de hoogte der zeespiegel op de sedimentatie.

De wijze van sedimentatie, zoals hierboven beschreven, bleef voortduren totdat invloeden van buitenaf er een einde aan maakten. Een van de belangrijkste invloeden is wel het verschil van hoogte van de zeespiegel geweest. Dat deze schommelingen in hoogte van de zeespiegel ook tijdens het Carboon aanwezig zijn geweest, bewijzen de marine-sedimenten en de diepe erosiedalen, die gevonden zijn.

Of de schommelingen in hoogte een gevolg zijn van absolute daling of rijzing van de zee, of een relatieve stijging of daling tijdens landdaling of -stijging, is moeilijk uit te maken, omdat de gevolgen in beide gevallen gelijk zijn.

De sedimentatie tijdens een transgressie van de zee.

Tijdens een transgressie veroverd de zee het land. In het overstromde gedeelte houdt de veenvorming op. De klastische sedimenten die daar afgezet worden krijgen door hun fossielinhoud een marien karakter. Door veranderingen in de zeespiegelstand kan vermindering van aanvoer van de sedimenten plaats hebben. De gevolgen hiervan zijn, dat de sedimenten op eenzelfde plaats fijnkorreliger worden, m.a.w. daar waar vroeger zand afgezet werd. zal nu, na het stijgen van de zeespiegel, klei afgezet worden.

Omdat de marine niveaus in het Carboon een grote uitgestrektheid hebben, mag men aannemen, dat de transgressies ook uitgestrekt zijn geweest.

Het feit, dat men in een gebied meer marine horizonten aantreft dan in een ander bewijst, dat niet alle transgressies even groot waren.

Dikke leipakketten uit het Carboon kunnen een transgressie van de zee aantonen.

De sedimentatie tijdens een regressie van de zee.

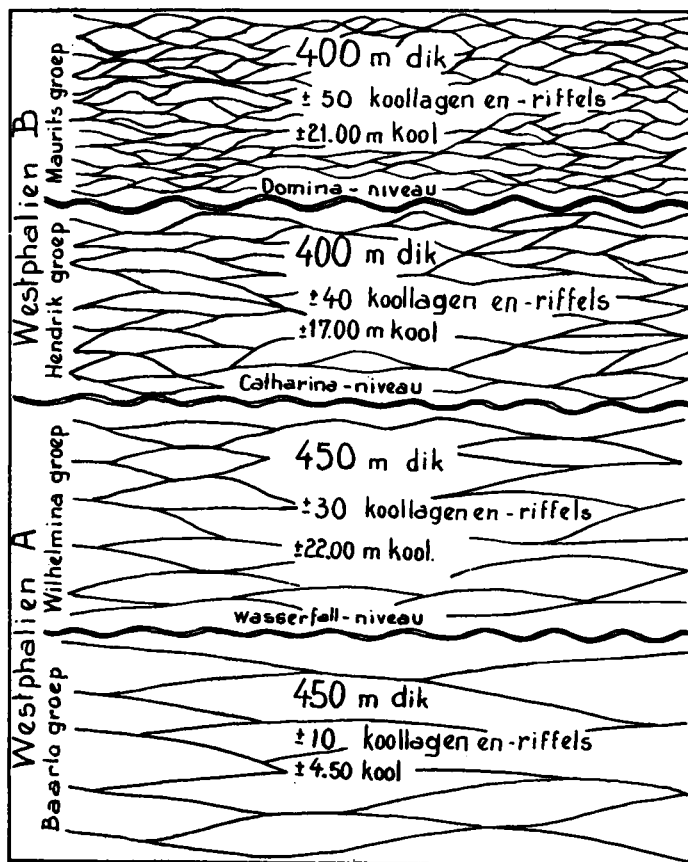
Tijdens een regressie van de zee verdwijnt de zee van het land. Het drooggevalen gebied wordt weer sedimentatiegebied. De veenvorming kan weer een aanvang nemen. Door het dalen van de erosiebasis worden de sedimenten grover en indien de zeespiegel diep genoeg daalt, worden geen sedimenten meer afgezet, maar heeft erosie plaats.

Samengevat kunnen we zeggen, dat zeespiegelschommelingen het veengebied (zie fig. 2) verplaatsen. Tijdens transgressies in de richting van het hoogland en tijdens regressies in de richting van de zee. Als uitersten wordt er tijdens transgressies een marien sediment afgezet en tijdens regressies heeft erosie plaats.

Verklaringen van sedimentatie-verschijnselen in het Z.Limburgse mijngebied door de boven omschreven wijze van sedimentatie.

1. De veel voorkomende scharingen en splitsingen van koollagen en -riffs kunnen eenvoudig verklaard worden (zie fig. 7, 8 en 9).
2. De dikte toe- of afname van een en dezelfde koollaag of -riffel kan mede verklaard worden door het zich langzaam verplaatsen van de riviersedimenten over het groeiende veen heen. In het algemeen kan gezegd worden, dat de laagdikte toeneemt in

- de richting waar naar toe de rivier zich verplaatst heeft.
- De toename van het aantal koollagen en -riffels (per gelijk aantal meters) naar boven toe, is toe te schrijven aan het verschil in klastische sedimenten, dat steeds grover werd naarmate het hoogland verderaf kwam te liggen. Dit verschil in sedimenten veroorzaakte een ongelijkmatige inklinking en dit een sneller wisselen van de rivieren, waardoor het aantal splitsingen en scharingen toeneemt.
 - De toename en daarna weer afname van de koollaagdikten (van onder naar boven toe in het gehele pakket), kan verklaard worden door het steeds verder terugwijken van het hoogland. In het begin grote sedimentaanvoer, waardoor de lagen weinig tijd krijgen om dik te worden. Later neemt de aanvoer af en kunnen dikke lagen ontstaan. Dit blijft zo, totdat het verschil in de aangevoerde sedimenten te groot wordt, waardoor de inklinking ongelijkmatig wordt en er steeds meer splitsingen in de koollagen optreden. Door dit zich steeds weer splitsen worden de lagen steeds dunner.
 - De z.g. cycliciteit in het Carboon, waarbij van onder naar boven toe de klastische sedimenten steeds grover worden, kan mede verklaard worden door het zich steeds heen en weer verplaatsen van de rivieren (zie fig. 11).



Schematisch stratigrafisch profiel door een gedeelte van het boven-Carboon. Getallen hebben betrekking op Z.Limburg. Hoogte sterk overdreven.

Fig.10

Het ontstaan van de
"cycliciteit" in de
Carbonische sedimen-
ten.

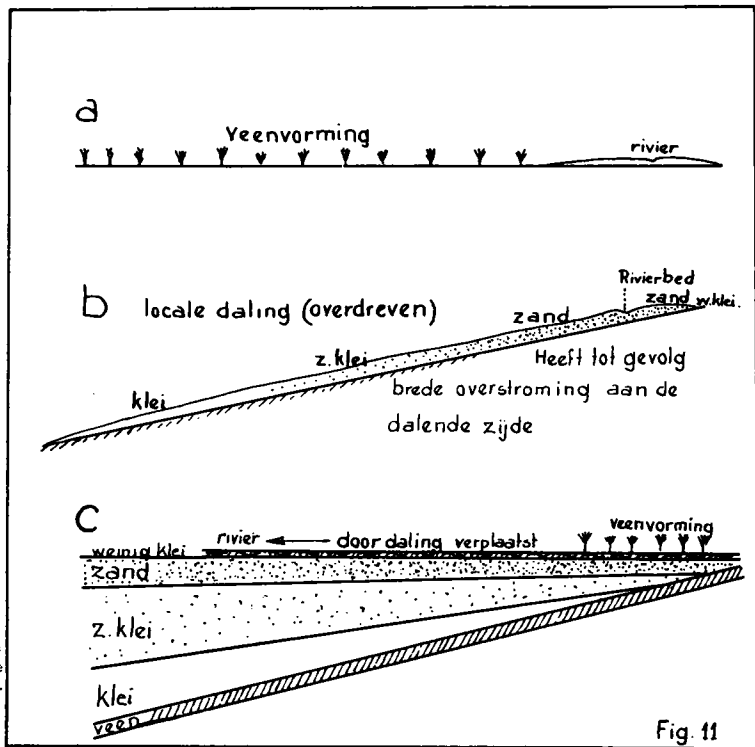


Fig. 11

LITERATUUR

- Hacquébard, P.A. Kolenpetrografische studiën. Med. Geol. Stichting. Serie C-III-2-No. 1 1942.
- Jongmans, W.J. Stratigrafie van het Carboon in het algemeen en van Limburg in het bijzonder. Med. No. 6 van het Geol. Bureau te Heerlen. 1928.
- Maurenbrecher, A.L.F.J. Kolenpetrografische studiën. Med. Geol. Stichting Serie C-III-2-No. 2 1944.
- Rutten, M.G. Geologie der Nederlandse steenkolen. Spectrum Brussel 1947.
- Thiadens, A.A. and Haites T.B. Splits and Wash-outs in the Netherlands coal measures. Med. Geol. Stichting Serie C-II-1-No. 1 1944.
- Waterschoot van der Gracht, W.A.J.M. Eindverslag over de onderzoeken en de uitkomsten der Rijksopsporing van Delfstoffen in Nederland 1903-1916.