

HET CONTINENTAAL PLATFORM VAN DE NOORD-ZEE GEDURENDE HET KWARTAIR

Prof. Dr. G. DE MOOR
Renard Centre of Marine Geology - Rijksuniversiteit Gent

THE NORTH SEA SHELF DURING THE QUATERNARY

After a brief description of the present day North Sea shelf, the paper deals with the main processes of its genesis and evolution: continental river and glacier sediment supply, marine sediment

reworking into deposits and shelf landforms, climatic changes with sea level variation and land ice movements, differential soil movement. It advances some evidences.

1. HET CONTINENTAAL PLATFORM VAN DE NOORDZEE

Continental platformen - kortweg ook plats of «shelves» genoemd - zijn min of meer smalle, ondiepe randzones rond de continenten. Ze strekken zich meestal minder dan 200 kilometer zeewaarts uit. De zeebodem helt er zeer langzaam (0,5%) van 0 m bij de kustlijn tot ongeveer 200 m op hun zeewaartse rand. Hij kan er door allerlei grote en kleine reliëfvormen geoblitterd zijn.

Het Continentaal Plat van de Noordzee strekt zich uit over een lengte van meer dan 1 000 km tussen de Noordrand (op 63° NB) die breed open staat naar de Atlantische Oceaan en waar de diepte naar de Noorse Zee snel stijgt, en het Nauw van Kales in het zuiden waar slechts een nauwe doorgang (40 km) naar het Kanaal en de Atlantische Oceaan bestaat. Tussen Groot-Brittannië en Skandinavië is de breedte meer dan 500 km. De totale oppervlakte bedraagt 575 000 km². Het totale watervolume wordt geschat op 54 000 km³. De gemiddelde diepte bedraagt 92 m en behalve in de Noorse Geul, komen geen diepten beneden 225 m voor. Het Belgisch Continentaal Plat (2 600 km²) ligt in het meest zuidelijke deel van de Noordzee en bestaat maar een zeer klein deel (minder dan 0,5%) van het volledige Noordzeeplat.

De Noordzee wordt in twee ongelijke delen verdeeld door de Texel-Humber drempel, die nergens meer dan 30 m diep is.

De Zuidelijke Noordzee is ongeveer 45 000 km² groot en trechtervormig. Door afschuiven van de zuidkust versmalt hij geleidelijk zuidwaarts van 250 km nabij Texel tot amper 40 km in het Nauw van Kales. De diepte bereikt zelden meer dan 40 m, behalve in het «Diep Water», een centraal geulenstelsel dat vanaf de Texel-Humber drempel in de richting van het Kanaal loopt en waar depressies tot 55 m voorkomen. Aan beide kanten vindt men velden met relatief hoge, langgerekte zandheuvelds, zandbanken genoemd. Er zijn ook enkele grote zandvlakten en op enkele plaatsen komen grote afzonderlijke zandbanken voor. Overigens is de zeebodem bedekt door typische zandgolven en zandribbels van diverse afmetingen. De Zuidelijke Noordzeebodem is overwegend zandig. Grind van betekenis komt slechts voor langs de Engelse kust. Slib wordt vooral aangetroffen gefixeerd in de al dan niet ingepolderde holocene wadden.

Toch bestaan er ook kleine slibvelden in zee, vooral in de geulen tussen de kustnabije banken. Die velden vertonen overigens een groot mobilisatievermogen.

De Noordelijke Noordzee is veel groter en doet zich voor als een min of meer rechthoekig bekken met een gemiddelde breedte van 550 km. De diepte neemt er geleidelijk noordwaarts toe. Naast grote vlakke zones gelegen op verschillende dieptes, komen er ook velden met parallelle ruggen en depressies voor, diepe trogvormige dalen en diepe depressies. In de Noorse Geul bedraagt de diepte meer dan 200 m en reikt plaatselijk tot 700 m. Naar de zuidkant toe strekt zich de zeer grote Doggersbank uit; de diepte reikt er plaatselijk maar tot 15m.

De Noordelijke Noordzeebodem vertoont grote zandige zones, talrijke grindrijke velden, grote kleiplaten die soms grindhoudend zijn, maar ook grote slibzones, vooral in de diepere delen, in de Noorse Geul en in de Duitse Bocht.

In de Noordzee monden belangrijke estuariene gebieden uit. Zij zorgen voor een gestadige continentale wateraanvoer. Hun actuele sedimentaanvoer blijkt echter relatief gering te zijn.

2. CONTINENTALE PLATFORMEN, EEN GEOLOGISCHE MACHINE

Continental platformen zoals dat van de Noordzee, vormen een geologische en morfologische megastructuur en vertegenwoordigen op lange termijn een geologische machine. Daarin zijn talrijke raderwerken met zeer verschillende looptijden geïntegreerd die elk op korte, middellange of langere termijnen en over min of meer grote gebieden hun afzonderlijke effecten afwerpen binnen de evolutie van het geheel. De werking van sommige van die processen is snel genoeg om thans waarneembaar te zijn. Van anderen daarentegen is ze zo traag of zo complex dat het mechanisme alleen kan afgeleid worden uit de interpretatie van de morfologische effecten of van getuigenssedimenten en hun successie en verbreiding. De oorsprong van de continentale platformen is nog altijd niet volledig beslecht: zijn het grote residuele afschuringsvlakten, zijn het subsidietiezones waarop de sedimentaanvoer vanaf de continenten gelijke tred houdt met de intensiteit van daling?

De ondergrond bestaat er uit een vele kilometer dikke korst van lichte gesteenten waarin sedimentaire gesteenten van klasti-

sche, van organogene of van halmyrogene oorsprong en van mariene of continentale vorming een hoofdaandeel hebben.

2.1. De processen

De voornaamste aandrijfkrachten voor de geologische werking op het continentaal plat gedurende het Kwartair zijn de volgende:

2.1.1. AANVOER VAN SEDIMENTEN VANAF DE CONTINENTEN

De gematigde of de koude epicontinentale zee vormt zelf weinig nieuw sedimentair materiaal. Wel herwerkt hij klastisch materiaal, afkomstig van de verwerking en van de afbraak van de continenten. Dit materiaal wordt aangevoerd door de rivieren, eventueel door gletsjers, in mindere mate ook door andere transportprocessen. De aard van het aangevoerde materiaal hangt af van het klimaat, van de gesteenten en van de werkkingskracht van de transportagens. Materiaal wordt ook ter beschikking gesteld door de golfwerking op residueel-erosieve kusten of het kan ook door zeestromingen uit de zeebodem zelf worden losgemaakt.

2.1.2. VERWERKING DOOR DE MARIENE DYNAMIEK

De mariene dynamiek omvat getijdebeweging, golfwerking en diverse types van stromingen zoals getijdestromingen, winddrift, compensatiestromingen, densiteitsstromingen, e.a.. Ze vervoeren, materiaal zowel in bodemtransport, in saltatie als in suspensie; ze sorteren, sedimenteren en kunnen ook eroderen. Hierdoor worden de aangevoerde sedimenten en het los bodem materiaal verder uitgespreid, gesorteerd, ontstaan er mariene sedimenten en afzettingsvormen en kunnen ook erosieve vormen van tijdelijke of blijvende aard tot ontwikkeling komen.

Golven veroorzaken verticale concentrische waterbewegingen die bij vermindering van de relatieve waterdiepte t.o.v. de golfhoogte sedimentverplaatsing in de hand werken en zelfs tot unidirectioneel transport kunnen leiden.

De getijdebeweging veroorzaakt halfdagelijkse veranderingen in de waterdiepte die de werking van stromingen en van golven dichter of verder van de bodem brengt of ze over intertidale zones heen en weer schuift. Het is op die manier dat bij stormgolven en peilverlaging, de ondiepe topzones van de zandbanken afgevlakt worden.

Veel belangrijker echter zijn de getijdestromen: zij vormen de voornaamste morfodynamische agens op het actueel platform in de Zuidelijke Noordzee.

In het Zuiden vormt het Nauw van Kales slechts een smalle doorgang voor de oceanische getijdegolf en voor externe watertoevoer uit het Kanaal. Sedimentdynamisch zijn beide echter belangrijk wegens het hoge vloedverzet en de hoge stroomsnelheden naar de Noordzee toe.

De voornaamste oceanische getijdegolf dringt de Noordzee echter zuidwaarts binnen langs de brede noordelijke opening. Langsdaar is ook grote externe watertoevoer mogelijk. In de Zuidelijke Noordzee ontwikkelt zich een halfdagelijkse tegenkloks-roterende getijdegolf, gecentreerd vóór de Norfolk-kust. Ze veroorzaakt er sterke roterende getijdestromen met kortere vloed- en langere ebstromen, waarvan de snelheid en richting binnen elke getijdecyclus voortdurend veranderen tussen slakken piekwaarden. De maximale snelheden wisselen tussen hogere vloedpieken en lagere ebpieken die elk ongeveer tegengestelde richtingen hebben, en waarvan de intensiteit ook nog verandert in functie van de springtijden. Op het Belgische Continentaal plat komen ze respectievelijk uit het ZZW en uit het NO.

Gedurende min of meer lange delen van elke getijdcyclus kan de kritische stroomsnelheid in de daarmee corresponderende richting overschreden worden voor elk bodemsediment of elk bestanddeel ervan met de corresponderende of kleinere korrelgrootte, cohesie en gewicht. Materiaal kan dan opgenomen worden voor zover de landingscapaciteit niet bereikt is. De richting en afstand van verplaatsing hangen eveneens af van korrelgrootte en stromingsduur zodat er gelijktijdig sortering optreedt. Wegens de wisselende stroomsnelheden en stroomrichtingen en het granulometrisch samengesteld karakter van het bodemmateriaal gebeuren de verplaatsingen in preferentiële richtingen al naar de korrelgrootte. De beide piekrichtingen zijn hierbij de belangrijkste, omdat voor de corresponderende korrelgroottes het tegengesteld unidirectioneel effect overheeft.

Aldus veroorzaken getijdestromen intense, complexe, heen-en-weergaande sedimentverplaatsingen met sortering, maar ook met unidirectionele residuele sedimentverplaatsingen, zoals aangetoond door series van residuele erosie of van residuele afzetting en door de residuele asymmetrie en de continue verplaatsingsrichting van zandgolven en megaribbels en door de interne bouw van die stroomstructuren. Die effecten, die in verschillende richtingen kunnen gaan, afhankelijk van korrelgrootte en sortering van het bodemmateriaal, doen zich voor over verschillende termijnen in de getijdecyclus. De elementaire verplaatsingen gebeuren volgens de fundamentele wetten van de sedimentverplaatsing, maar in respons op een zeer complexe en zeer snel wisselende hydrodynamiek.

Naast die residuele sedimentverplaatsingen bestaan er reststromen die zich over langere termijn en over grotere gebieden uitstrekken en die eveneens unidirectionele sedimentverplaatsingen veroorzaken. In de

Zuidelijke Noordzee passeert een centrale noordoostwaarts gerichte lange-termijn reststroom die laterale uitwervelingen vertoont.

Residuele sedimentverplaatsingen worden soms toegeschreven aan wervelingen die sedimentvallen doen ontstaan; of aan diepten waar bezinking kan gebeuren. Anderen stellen het bestaan van divergentiezones en van convergentiezones in het netto-zandtransport voorop. Sommigen verdedigen het bestaan van nabij gelegen zones met ebdominante verplaatsingen en zones met vloeddominante bewegingen zodat zich centrale sedimentconvergenties voordoen. Anderen nog aanvaarden dat rond banken aan de ene zijde vloeddominante en aan de andere kant ebdominante verplaatsingen voorkomen. Bodemreliëf en stromingskenmerken beïnvloeden elkaar.

Langs de zuidelijke kusten van de Noordzee bestaat een residueel sedimenttransport in Noordoostelijke richting.

2.1.3. DE KWARTAIRE KLIMAATSWISSELINGEN EN DE EUSTATISCHE ZEESPIEGELBEWEGINGEN

Gedurende de laatste 2,5 miljoen jaar hebben zich minstens een tiental belangrijke wereldwijde klimaatwisselingen voorgedaan. Hierdoor hebben de gebieden op middelbreedte, zoals het Noordzeegebied, met een periodiciteit van 100 000 tot enkele honderdduizenden jaren, afwisselend periodes met gematigde (interglacialen) en met periglaciaire of glaciaire klimaatsvoorwaarden (glacialen) doorgemaakt. Tegelijk met die klimaatwisselingen en daaraan geassocieerd, hebben zich wereldwijde wisselingen van de gemiddelde zeespiegelstand voorgedaan met een amplitudo van 100 tot 150 m, evenals wisselingen in de uitbreiding van de ijsmassa's.

Hierdoor komen de jongste glacialen in het Noordzeegebied overeen met periodes waarin aanvankelijk de zeespiegel snel daalde, de kustlijnen terugschreden, de rivieren die kustlijnen volgden en zich op het continentaal plat uitbreidden maar zich landinwaarts, door de lage stand van de erosiebasis en de fixatie van de oppervlakte door vegetatie, snel en diep regressief insneden en dit materiaal naar het plat afvoerden. Later, als de lage zeespiegel gestabiliseerd was en het klimaat in de omgevende zuidelijke rivierbekkens uitgesproken periglaciaal geworden was, nam de erosie in de interfluvia van die rivierbekkens toe, de rivieren verwilderden en gingen door het grote ladingsoverschot hun bedding weer opvullen en verder sediment op het plat uitspreiden. De ijskappen die zich ondertussen op de hooglanden van Noord-Engeland, Schotland en Scandinavië gevormd hadden en er het land indrukten, schoven min of meer ver het droogliggende Noordzeeplat binnen. Alleen het meest zuidelijke deel van de Zuidelijke Noordzee, ten zuiden van de lijn Harwich-Rotterdam, is dan nooit door ijs bedekt geweest. In de laatste ijstijd is het ijsfront tot op de Noordkant van de Doggersbank geschoven maar ook nog langs de Yorkshire Kust verder zuidwaarts doorgedrongen tot ten zuiden van de Humber. Bij die progressies vormden zich op het Noordzeeplat diepe gletsjerdalen, tunneldalen, en andere

glaciaire vormen en werden ook glaciaire en fluvioglaciaire afzettingen gevormd. Bovendien damde het ijsfront de fluvioperiglaciaire afvoer naar het Noorden af. Er ontwikkelden zich grote proglaciaire smeltwatermeren en smeltwaterafvoergeulen. Samen met de afgebogen rivieren, en voor zover het Nauw van Kales reeds doorgebroken was, vormde zich dan een belangrijke zuidwaartse afvoer in het ijsvrij deel van de Zuidelijke Bocht. Hierbij ontwikkelde zich daar het Diep Water geulencomplex en werd ook een grote sedimentwaaiervorm gevormd door afzetting van fluvioglaciair materiaal afkomstig van het ijsfront, en van fluvioperiglaciaire sedimenten aangevoerd door de zuidelijke rivieren zoals Rijn en Maas, terwijl verdere uitschuring van het Nauw van Kales doorging.

De laatste koude tijd is hier rond 10 000 jaar geleden geëindigd terwijl sinds 15 000 jaar geleden de stijging van de zeespiegel begonnen was, om rond 5 000 BP het actuele peil te benaderen en sindsdien met geringe schommelingen geleidelijk zijn actueel peil bereikt te hebben.

Bij elke zeespiegelrijzing is het plat geleidelijk overstromd, de kustlijnen zijn geleidelijk landwaarts opgeschoven - met het achterblijven van verdrinken kustvormen zoals kustbanken, schoorwallen, abrasieplatformen, wadden etc. ... gepaard ging. Aanvankelijk hebben de rivieren hun beddingen terug ingesneden. Daarna is er geleidelijk weer opvulling gebeurd tot de zee de rivierdalen binnengedrongen is. Hij heeft er door getijdewerking weer diepe beddingen uitgeschuurd maar zich tegelijk verder over de lage randzones van de kust uitgebreid en deze, indien beschut achter schoorwallen of eilandbarrières, bedekt met kleien en zanden, en aldus aan de jongste wadden ontstaan gegeven.

Onder gematigde omstandigheden heeft de vermindering van de denudatiesnelheid op het continent de sedimentaanvoer door de rivieren naar zee doen dalen. In de gedeglacieerde gebieden van Schotland en Scandinavië heeft zich glacio-isostatische aanpassing voorgedaan waardoor oude kustlijnen zelfs tot boven de huidige zeespiegel opgeheven zijn.

Ingevolge de hoge zeespiegelstand is de zee sinds het begin van de zeespiegelrijzing aan de herwerking van de glaciaire en fluvioperiglaciaire sedimenten op het overstromde plat begonnen en heeft die geleidelijk aan uitgebreid met de vorming van mariene afzettingen en mariene reliëfvormen.

Het is hierdoor dat naast recente mariene afzettingen en vormen, die gedeeltelijk nog in ontwikkeling zijn, ook overstromde of bedolven resten van continentale sedimenten en reliëfvormen en ook nog oude mariene vormen en afzettingen op de zeebodem voorkomen.

De sedimenten die door de rivieren naar zee gevoerd worden hebben bij de afbraak van de continenten reeds een min of meer intense fysische verbrokkeling en ook chemische verwerking ondergaan, waardoor de gevoelige mineralen in min of meerdere mate afgebroken zijn. Die chemische verwerking is des te intenser naarmate het klimaat vochtiger en warmer is, de verweringsduur langer is

en de gesteenten en mineralen gevoeliger zijn. Gedurende het transport en de afzetting grijpt verder uitwassen en sorteren plaats, waardoor vooral meer weerstandbiedende mineraalkorrels en gesteentefragmenten, zoals kwarts, silix, zandsteen, kwartsiet e.a. op het continentaal plat aangetroffen worden en er al naar hun afmetingen of dichtheid meer geconcentreerd afgezet worden.

Vooraf wegens de respectievelijke regressie en transgressie van de zee, zijn de glacialen op het continentaal plat, periodes continentale aanvoer en de interglacialen, periodes van dominerende mariene herwerking.

2.1.4. DIFFERENTIËLE BODEMBEWEGING

In sommige zones van de continentale platformen komt een min of meer continue daling in bekkens of in slenken voor zodat de sedimenten die daarin opgeborgen worden beter beschermd zijn tegen latere erosie, en daarin dus ook dikke continue sekwenties met sedimenten kunnen voorkomen.

Het is in dergelijke preferentiële dalingsgebieden, waarin anticlinale structuren met een geschikte successie van moergesteente, magazijn gesteenten en dekbanken bewaard gebleven zijn, dat, in oudere gesteenten en meestal op grote diepte, petroleum en aardgas aangetroffen worden. Dit is ook het geval met het Noordzeeplat dat door dergelijke structuren, zoals de Centrale Graben, het Noordelijke deel van de Rijn-Rijn Graben, de West Sole pit, e.a. doorklieft wordt vanaf de Zuid Hollandse kust en Groningen tot aan de Tamen Bank. Deze hebben ook gedurende het Kwartair intens doorgewerkt.

Stabiele zones of stijgende gebieden kennen op lange termijn eerder residuele transporteffecten of worden zelfs door erosie gedomineerd waarvan de betekenis zowel door de zin en de amplitudo van de zeespiegelbeweging als door die van de bodembeweging bepaald wordt. De kustlijnen kunnen zich hierdoor lokaal verplaatsen.

Een zeer belangrijke oorzaak van dergelijke bodembewegingen op middelbreedte, en dus ook in het Noordzeegebied, zijn glacioisostatische aanpassingen waardoor continentale delen bij glaciatie ingedrukt worden en bij deglaciatie, ingevolge belastingsvermindering, terug oprijzen. Hierbij kunnen zij gedurende zeespiegeldaling toch op of onder zeespiegelpaas gebleven zijn zodat zij gedurende het interglaciaal als opgeheven kustlijnen boven de huidige kust uitsteken. Dit is o.a. het geval met de talrijke opgeheven stranden en abrasieplatformen die men rond Schotland en Skandinavië tot op meer dan 100 m boven de huidige zeespiegel

terugvindt, wat daar dus op een totale maximale postglaciale opheffing van minstens 150 à 250 m wijst vermits zij bij een lage zeespiegelstand gevormd werden.

2.2. Effecten

Er zijn talrijke getuigen van de werking van deze geologische machine op het Noordzeeplat gedurende het Kwartair.

Daarvan worden er hier enkele vermeld:

(1) HET DIKTEPATROON VAN HET KWARTAIR DEK

Vanaf de Tamenbank tot aan de Zuid-Hollandse Kust en verder landinwaarts in het gebied van de Grote rivieren, strekt zich een meer dan 100 km brede zone uit die de centrale as van het Noordzeeplat volgt en waarin het Kwartair zeer grote dikten bereikt. In grote centrale gedeelten bedraagt de dikte er meer dan 500 m, in Zuid- en Noord-Holland meer dan 600 m, aan de oostkant van de Doggersbank meer dan 1 000 m en ter hoogte van de Texel-Humber drempel wordt eveneens nog 400 à 500 m dikte bereikt. In de Zuidelijke Noordzee komen tot ter hoogte van Schouwen nog dikten boven 100 tot 200 m voor. Aan beide kanten van die centrale as, neemt de dikte snel af en strekken zich randzones uit met een dunner kwartair dek, speciaal langs de Engelse kant in het zuidelijk deel van de Zuidelijke Bocht, waar zich ook het Belgisch Continentaal Platform bevindt. In die westelijke randzone met een breedte van meer dan 100 km, is de dikte van het Kwartair minder dan 50 m en bereikt plaatselijk zeer geringe waarden. Dit diktepatroon toont duidelijk aan dat de Centrale Slenk en de Rijn-Rijn slenk gedurende het Kwartair nog intens door gewerkt hebben, de sedimentreksen opgeslagen en tegen erosie bewaard hebben.

(2) DE ALLURE VAN HET KWARTAIR DEK

In het westelijk randgebied en in de Zuidelijke Bocht hebben zich geen dikke sedimentlagen afgezet en wiggende de afzettingen geleidelijk zuidwaarts of westwaarts uit. De afzettingen zijn er herhaaldelijk en geleidelijk door de erosie geheel of gedeeltelijk weggevoerd geweest, zodat daar grote hiaten voorkomen in de stratigrafische opeenvolging vooral van de oudere kwartaire lagen en zelfs de jongere pleistocene sekwenties hoofdzakelijk in outliers voorkomen, zoals in de Vlaamse Vallei en in de Kustvlakte.

(3) DE KWARTAIR SEKWENTIE IN DE CENTRALE SLENK

De oorsprong, de sedimentgenese, de opeenvolging van de lagen in

de volledige kwartaire sekwentie midden op de Texel-Humber drempel (53° NB en 3° OL) getuigen van een afwisseling van periodes van continentale aanvoer van fluviatiele of glaciële afzettingen en van periodes van mariene herwerking en mariene afzetting die zich sinds het Oud-Kwartair opgevolgd hebben op het Noordzeeplat.

Men vindt er achtereenvolgens in de verticale successie volgende lagen (c. LABAN e.a., 1984): mariene deltafrontafzettingen van Noordduitse rivieren (prae-Tigliaan); grove rivierzanden van Rijn, Maas en Noordduitse rivieren die westwaarts vertanden met mariene slibrijke sedimenten (Tigliaan); rivierafzettingen van Rijn, Maas en Noordduitse rivieren (Eburoniaan); deltafrontafzettingen van rivieren, noordwaarts overgaande tot mariene slibhoudende zanden (Waaliaan-Menapiaan); kalkarme rivierafzettingen van Rijn en Maas, noordwaarts overgaande in mariene lagen en door het Elsterijs gestuwd tot onder de Bruine Bank (Cromeriaan-complex); smeltwaterafzettingen, moraines en glaciële kleien (Elsteriaan); fijnzandige mariene afzettingen (Holsteiniaan); glaciolacustriene lagen, glaciële keileien en eolische zanden (Saaliaan); schelphoudende mariene zanden met grindlagen (Eemiaan) bedekt door lagunaire brakwaterkleien (Eind-Eemiaan); eolische zanden, grofzandige grindhoudende afzettingen van Rijn en Maas, esker- en glaciolacustriene afzettingen (Weichseliaan); glaciële keileem en smeltwaterafzettingen (Laat-Weichseliaan); grindrijke keileem uitspoelingszanden (Vroeg-Holoceen); Basisveen (Vroeg-Holoceen); marien herwerkte glaciële en periglaciële zanden (Holoceen); fijnzandige was- en strandafzettingen met Spisula Subtruncata, en marien herwerkte grindhoudende Rijn- en Maaszanden (Vroeg-Holoceen); en uiteindelijk de bovenste laag met Holoceen mariene zanden waarvan de korrelgrootte westwaarts toeneemt.

(4) DE MORFOLOGISCHE DIVERSITEIT VAN DE BODEM

Verschillende types van actuele mariene vormen (zandbanken, stroomstructuren zoals zandgolven, e.a.) interfereren met oudere mariene- of kustvormen ontstaan en achtergebleven gedurende de jongste zeespiegelrijzing (schoorwallen, zandbanken, grindvelden, geulen, etc. ...), met resten van glaciële of fluvioglaciële vormen, zoals glaciële dalen (Bruine Bank), tunneldalen (Outer Silver Pit), glaciële spillways (Silver Pit), smeltwatergullies (Doggersbank), keileemplaten, e.a. of ook met overstroome en meestal bedolven fluviatiele vormen.