

# SLEUTELN AAN HET RECENTE MILIEU

REDE

UITGESPROKEN BIJ DE  
AANVAARDING VAN HET AMBT VAN  
GEWOON HOGLERAAR IN DE GEOLOGIE  
AAN DE LANDBOUWHOGESCHOOL TE WAGENINGEN  
OP 27 JANUARI 1972

DOOR

Dr. J. D. DE JONG

H. VEENMAN & ZONEN N.V. - WAGENINGEN

*Zeer geachte toehoorders,*

Als ik de Duitse sedimentoloog Reineck (1) aanhaal: 'Het zichtbare is slechts schijn, het onzichtbare is de werkelijkheid', dan doel ik hiermede niet op het gezelschap in deze aula, want Uw zichtbare aanwezigheid is voor mij een werkelijkheid en stel ik zeer op prijs. Bij het beschouwen van een opeenvolging van sedimenten moeten wij ons echter terdege van Reineck's uitspraak rekenschap geven, vooral wanneer het gaat om een reconstructie van de afzetting in een milieu waar sedimentatie en erosie in evenwicht zijn, waai een aanvoer van sediment en ook een sterke omwerking van sediment door stromingen en door golfwerking plaatsvindt. Een dergelijk sedimentatie-milieu treffen we aan in de wadden, een milieu dat fraai ontwikkeld is in Noord-Nederland en dat door het werk van Van Straaten (2) over de gehele wereld bekend is geworden als het prototype van wadden langs een laaglandkust. Van Straaten heeft het wadden-milieu in zijn verschillende aspecten een plaats gegeven in de groep van sedimentatie-milieus die rondom de hoog- en laagwaterlijn voorkomen en waar een zeer groot deel van de sedimentaire gesteenten zijn ontstaan vindt; een belangrijk milieu dus. Het onderzoek van een recent sedimentatie-milieu moeten wij, geologisch beschouwd, plaatsen in het kader van de wens om de verschillende milieus te leren kennen en het complex van omstandigheden te reconstrueren waaronder de geologisch oudere, sedimentaire gesteenten zijn gevormd. Het is dan ook niet zo verwonderlijk dat Van Straaten in de oude, verharde sedimentaire gesteenten in de noordelijke Ardennen sedimentaire structuren en associaties van gesteenten aantrof die hem in een getijden-milieu deden verkeren, zij het een milieu dat zich daar een kleine vierhonderd miljoen jaar geleden heeft bevonden. Aan de sprong van het recente Nederlandse wad naar de devonische leien en zandstenen van de Ardennen ligt een gedachtengang ten grondslag die thans als een van de beginselen van de geologie geldt, een gedachtengang die in het Engeland van het eind van de achttiende eeuw als areligieus werd afgewezen en tijdelijk in de vergetelheid raakte. Deze gedachten van James Hutton werden later, rond 1830, door de Engelse geoloog Lyell in zijn boek 'Principles of Geology' weer opgenomen en neergelegd in de zin: 'The present is the key to the past'. Met het kennen van het recente sedimentatie-milieu van de wadden

(1) De tussen haakjes geplaatste nummers verwijzen naar de literatuurlijst.

heeft Lyell aan Van Straaten dus de sleutel gegeven om het devonische sedimentatie-milieu ook als een waddenmilieu te herkennen. Vanzelfsprekend moet men eerst de gehele reeks van recente sedimentatie-milieus kennen alvorens een oud sedimentair gesteente in een bepaald milieu te kunnen plaatsen.

Aan Lyell's stelling gaat een geheel andere denkwereld vooraf, een denkwereld die eerst nog bepaald en beperkt werd door het strikte geloof in de Bijbelse zondvloed, terwijl daarna de catastrofentheorie de geologie nog enige tijd beheerste.

Nederland is sedimentair-geologisch beschouwd een klassiek gebied. De jongste, holocene, geologische geschiedenis laat in het Nederlandse kustgebied een in hoofdzaak transgressieve sequentie zien die, van oud naar jong, een opeenvolging van sedimentatie-milieus van fluviatiel, door lagunair, naar getijden laat erkennen waarbij in de kustzone zich nog de strandwallen voegen. Moderne, gedetailleerde onderzoeken van strandwallen en duinen aan de ene kant, door Saskia Jelgersma e.a. (3) en van het rivierengebied met de overgang naar het lagunaire gebied door Verbraeck (4) en de synthese door Hageman (5) aan de andere kant, hebben Nederland tot een fraai voorbeeld gemaakt waar men recente en subrecente sedimentatie-milieus kan leren kennen, met welke kennis het sedimentatie-milieu van oudere gesteenten weer beter kan worden begrepen. Kennis van het Nederlandse landschap, samen met die van de geologisch jonge ondergrond, vormt dus een belangrijk hoofdstuk voor de sedimentaire geologie van kustgebieden in het algemeen.

De analyse van het afzettings-milieu van oude sedimentaire afzettingen speelt een belangrijke rol bij het opsporen van delfstoffen. De aardolie-industrie heeft de grootste stoot tot de ontwikkeling van deze moderne tak van geologisch denken gegeven, maar ook bij het exploreren van sedimentaire ertsen bestaat een snel groeiende belangstelling voor het afzettings-milieu van de formaties waarin de ertsen voorkomen.

De voorstelling van zaken zoals hier gegeven lijkt eenvoudig: een vergelijking opstellen met aan de ene kant de inventarisatie van verschijnselen in een bepaalde geologische formatie, waarvan men het sedimentatie-milieu wil leren kennen, aan de andere kant de verschijnselen van dat recente milieu welks eigenschappen met die van de onbekende formatie overeenkomen.

Het punt waarover ik nu in dit uur allereerst met U wil spreken is de kwaliteit van de sleutel die Lyell ons heeft gegeven. De belangrijkste eigenschap van een sleutel is dat hij past, en de sleutel neemt de plaats in van het is-gelijk-teken in de vergelijking oude milieu is gelijk recente milieu.

Waar het nu om gaat is, of de afzettingen zelf, die we als kenmerkend voor een bepaald recent milieu inventariseren, inderdaad representatief zijn voor de omstandigheden zoals wij ons die voorstellen voor de

tijd waarin de te onderzoeken formatie is gevormd. Een sedimentcomplex afgezet door een verwilderde rivier in een met gletsjers omgeven periglaciaal landschap, zonder vegetatie en zonder noemenswaardige bodemontwikkeling, zoals b.v. op Spitsbergen wordt aangetroffen, zal een andere ontwikkeling te zien geven dan een sequentie afgezet door een verwilderde rivier in een landschap met beboste hellingen en een dikke verweringsbodem ergens aan de voet van de Alpen. Waren wij tot voor kort wel gelukkig met de sleutel van Lyell, thans rijst er twijfel aan de waarde van deze sleutel. Nu het besef naar voren dringt dat de recente sedimentatie-milieus niet zonder meer met de oude milieus mogen worden vergeleken, blijkt de sleutel niet meer de loper te zijn die op alle vergelijkingen past. Immers, geologisch gezien bevinden wij ons in het Kenozoicum, een tijdperk met grote evenwichtsverstoringen zoals de alpiene gebergtevorming, daarna het ijstijdvak met zich uitbreidende ijskappen, verschuivende klimaatszones en snelle en sterke schommelingen in het zeespiegelniveau, waarbij nog als derde factor de mens komt. De eerste twee aspecten, alhoewel van groot belang, wil ik slechts kort noemen, om daarna wat langer stil te staan bij de invloed van de mens op het geologisch milieu. Steeds meer wint de opvatting veld dat de sedimentatie door de grote evenwichtsverstoringen haar evenwicht nog niet heeft hervonden, m.a.w. dat de sedimentatie die wij in verschillende recente milieus bestuderen, niet representatief is voor een tijdvak van tektonische rust en van ijsvrije tijd zoals wij onze huidige, holocene tijd tegen de achtergrond van de geologische geschiedenis veelal beschouwen. Van de tachtig miljoen kubieke kilometer ijs die twintig duizend jaar geleden op aarde aanwezig was, is nog maar veertig tot vijftig miljoen kubieke kilometer gesmolten en het zeeniveau zou thans dus nog steeds belangrijk lager zijn dan het in de grote ijsvrije tijden van de aardgeschiedenis geweest moet zijn. Dit alles houdt in dat de continentale shelf thans relatief smal is, de continenten relatief hoog zijn en de klimaten in verschillende gebieden nog extreem van elkaar verschillen. Dit verklaart ook dat in het huidige tijdvak zo betrekkelijk weinig kalkgesteenten in het ondiep-mariene milieu op grote schaal worden gevormd, zoals dat immers uit verschillende vroegere geologische tijdvakken wel bekend is. Büdel (6) stelt dan ook dat de relictlandschappen een groter areaal beslaan dan de landschapsvormen behorende bij de thans actieve processen. Het meest bekende voorbeeld, in dit verband, zijn de grofkorrelige sedimenten op continentale shelf en helling, tot een paar honderd meter diepte, die onder de huidige omstandigheden daar beslist niet kunnen zijn afgezet maar in de context van de lage pleistocene zee-standen wel passen. Men kan dus stellen dat de tijd, verlopen sedert het hoogtepunt van de laatste koude tijd, nog te kort is geweest om een evenwicht in het landschap en daarmee in de sedimentologische eigenschappen in verschillende afzettings-milieus te bereiken.

Van de derde factor van de discrepantie bij de vergelijking tussen

oude en jonge sedimentatie-milieus, de invloed van de mens op het geologisch milieu, zijn enkele aspecten reeds lang bekend. De denudatie-snelheid door het stromende water is in de laatste duizend jaar van onze geschiedenis onder invloed van de mens sterk verhoogd. De agrarische expansie in de Middeleeuwen en de latere industriële revolutie hebben er veel toe bijgedragen dat het bosareaal, dat in 900 nog vier vijfde van Europa besloeg, in 1900 tot minder dan een kwart was geslonken. Dit heeft zijn repercussies op de aard van de afvoer van het oppervlaktewater. Zelfs anti-erosie maatregelen konden niet verhinderen dat bij het omzetten van bos- in bouwland er veel meer sediment per oppervlakte-eenheid werd geleverd dan voordien het geval was. Meade (7) schat dat de rivieren van de oostelijke Verenigde Staten thans vier tot vijf maal zoveel sediment vervoeren als vóór de komst van de Europese kolonisten het geval was.

De levensduur van stuwmeren, die op verschillende plaatsen in het stroomgebied van rivieren voorkomen, wordt vanzelfsprekend ongunstig beïnvloed door deze sterk vergrote sediment-aanvoer uit de bovenstrooms gelegen gebieden als een gevolg van bodemerrosie. Niet meer dan 50% van de stuwmeren zal honderd jaar dienst kunnen doen en ongeveer 25% heeft een levensduur van minder dan vijftig jaar, waaronder zelfs gevallen voorkomen dat het stuwmeer reeds in twintig jaar is volgesedimenteerd. Door het beschikbaar komen van irrigatie-water, één van de voornaamste doelstellingen van een stuwmeer, werken zij indirect de bodemerrosie in het benedenstrooms gelegen gebied nog in de hand. Volgen we de rivier in haar loop, dan zien we hoe de mens in het landschap van de meanderende rivier ingrijpt door het bouwen van dijken op de natuurlijke oeverwallen. Deze activiteit doet ons denken aan de straf die Sisyphus moest ondergaan toen hij in het hiernamaals een rotsblok tegen een berg op moest rollen, waarbij het blok, steeds wanneer hij de top nog net niet bereikt had, terugviel; inderdaad een beeld voor een nachtmerrie. Immers, de zich ophogende rivierbedding, gevangen als zij is tussen de dijken, noopt de mens ertoe de dijken steeds verder op te hogen. Het gebied achter de dijk is nu verstoken van de natuurlijke overstromingen met de daarbij optredende sedimentatie, die wel zou plaatsvinden in het natuurlijke landschap bij de nu en dan voorkomende hoge rivierstanden. De kunstmatige ontwatering werkt bovendien de compactie van de bovenste lagen van het sedimentpakket nog in de hand en een daling van het bodemoppervlak is het gevolg. Een dijkdoorbraak als gevolg van een zeer hoge rivierstand veroorzaakt nu een ware ramp zo niet voor het gehele dan toch voor een groot deel van het betreffende rivierengebied.

Beschouwen we de jonge geologische geschiedenis van laagland-rivieren nader, dan zien we dat Pons (8), naast de klimaatswijziging in het begin van onze jaartelling, de betrekkelijke politieke rust van de Romeinse tijd als een oorzaak van de uitbreiding van de bevolking en van de ontginning van veel land, d.w.z. als een tijd van uitgebreid kap-

pen van bossen ziet. Veel loess-gronden in het stroomgebied van Rijn en Maas werden in cultuur genomen, wat een versterkte bodemerosie en een onregelmatig debiet van de rivieren veroorzaakte. De opslibbing van de dalen, de afzetting van een kleidek dus, zou een anthropogene oorsprong hebben. Mensching (9) dateert de afzettingen van jonge rivierklei van de Weser, de Auelehm, in de historische tijd en verbindt deze belangrijke fase van rivierklei-afzetting aan de grote ontbossingen uit de Karolingische tijd.

In het verband van anthropogene sedimentatie wil ik niet nalaten ook de vorming van de IJssel-delta in de Zuiderzee, bekend als het Kampereiland, te noemen. Alhoewel de eerste afzetting, volgens Wiggers (10), wellicht kort na het begin van onze jaartelling heeft plaatsgevonden, heeft het grootste deel van de sedimentatie van IJsseland binnen het gebied van de huidige Noordoostpolder pas na de Middeleeuwen plaats gehad en is dus zeer wel mogelijk mede beïnvloed door de pieken in de rivierafvoer die toen als een gevolg van de genoemde ingrepen door de mens in het stroomgebied van de Rijn optraden.

De strook in het kust-milieu waar de getijden werkzaam zijn, is de plaats van enkele van de krachtigste exogene geologische processen. Mariene erosie en sediment-transport kunnen hier in enkele jaren grote veranderingen teweegbrengen. Met het dichtslibben van estuaria, als een gevolg van het gewijzigd bodemgebruik in de bovenloop van rivieren, zijn grote belangen gemoeid: 22 van de 32 grootste steden ter wereld zijn aan estuaria gelegen.

Menselijke activiteit heeft ook gevolgen in het Nederlandse kustgebied gehad. De uitbreiding van het Jonge Duinzand, tot 6 km landinwaarts, in de omgeving van Haarlem, zou zeer waarschijnlijk nooit die vorm hebben aangenomen indien hier in de 11e en 12e eeuw niet op grote schaal de bossen op de strandwallen zouden zijn gerooid (3).

Als laatste voorbeeld van een anthropogene geologische afzetting in het Nederlandse landschap noem ik de stuifzandcomplexen, zoals wij deze in verschillende, nu recreatie-gebieden kennen. Onderzoek door Schelling (11) heeft aangetoond dat de verstuiwing dáár aangrijpingspunten vond waar het bodemprofiel in het golvende dekzandlandschap door ontginning was gebroken. Dat deze verstuiwingen in een tijd plaatsvonden waar zowel in Nederland alsook in naburige gebieden van een verhoogde stormfrequentie sprake was, en dus klimatologisch bepaald zijn, doet aan het in aanleg anthropogene karakter van de oorzaak niets af.

Behalve de landbouwkundige en industriële ingreep vormen ook de bouw van steden en de aanleg van wegen een factor die de erosie van het landschap sterk bevorderen. De hoeveelheid materiaal in suspensie en in oplossing in het rivierwater nemen sterk toe. In plaats van gelijkmatig in de bodem te dringen, wordt verreweg het grootste deel van de neerslag in enkele stromen geconcentreerd. Naarmate de tijd die nodig is om een bepaalde hoeveelheid water af te voeren korter is, neemt de piek in de afvoer toe.

In het verband van de ingreep van de mens op de actuogeologie, of van het sleutelen aan het recente geologische milieu, wil ik thans enkele aspecten van de delta-sedimentatie noemen. De vorming van een delta betekent dat op die plaats de fluviatiele invloeden sterker zijn dan de mariene; blijft de delta daarna stationair, dan heeft zich een evenwicht tussen beide invloeden ingesteld. De genoemde invloeden bestaan ieder uit een aantal op zichzelf ongelijksoortige factoren. Belangrijk zijn daarbij de hoeveelheid en de aard van het door de rivier aangevoerde materiaal, terwijl bij de mariene invloeden zeestromingen, golfwerking, eb-en-vloed-verschil en het reliëf van de zeebodem een rol spelen. Tussen deze beide complexe invloeden heeft zich in vele gevallen een subtiel evenwicht ingesteld. De vraag of de mens in staat is dit evenwicht van krachten te verstoren kan nu bevestigend beantwoord worden, zij het dat de verstoring een effect van menselijke activiteit elders is. Een enkel voorbeeld wil ik hiervan geven. Ik heb U reeds over stuwmeren in rivieren gesproken toen het ging om het opvangen van sediment. In het benedenstroomse gedeelte van de rivier leidt dit door het afleveren van vrijwel sediment-vrij water tot erosie van de rivierbodem en van de oevers. Er treedt echter nog een, waarschijnlijk niet vermoed maar in ieder geval bepaald ongewenst effect op, namelijk dat het stuwmeer het grootste deel van het sediment uit de rivier heeft opgevangen en, als dit bij een rivier met een delta gebeurt, de fluviatiele aanvoer van de delta voor het grootste gedeelte is afgesneden; de delta wordt als het ware ondervoed, kan het tegen de mariene invloeden niet meer bolwerken en wordt dus geërodeerd. De stuwdam in de Nijl bij Aswan, de grootste en duurste dam ter wereld, waarvan de bouw een rol speelt in de politieke geschiedenis van het Nabije Oosten, vangt jaarlijks 134 miljoen ton Nijl-sediment op (12). Het slikvrije water, dat benedenstrooms van de dam een nieuw stukje Nijlleven begint, erodeert nog wel, op weliswaar ongewenste plaatsen, de bodem en de oevers van de Nijl, maar bereikt door de verschillende takken van de delta de Middellandse Zee met zoveel minder sediment dan vroeger het geval was, dat de Nijl-delta zich tegen de mariene krachten niet meer kan handhaven en er thans erosie van de stranden van het delta-lichaam optreedt. De Technische Hulp van de Verenigde Naties heeft thans sedimentoloog-geologen in dienst genomen om na te gaan hoe dit probleem opgelost kan worden. Dat ook de stranden van de Israëli-sche kust van de aanvoer van vers Nijl-sediment verstoken zijn, zal op dit moment als bijkomstig worden beoordeeld.

Dit geval moge illustreren hoe een ingreep door de mens in het geologisch milieu, duizend kilometer stroomafwaarts, bij de kop van de delta, ernstige gevolgen heeft. Een soortgelijk geval doet zich thans voor bij de landbouwkundig eveneens belangrijke delta van de Ebro, die door de aanwezigheid van een groeiend aantal stuwmeren in de met veel sediment beladen zijrivieren uit de Pyreneeën, hoe aange-naam deze stuwmeren voor hen die daar veldwerk verrichten ook mo-

gen zijn, een aderlating in zijn sedimentaanvoer ondergaat. In dit licht bezien is ook interessant het feit dat in de Nederlandse grote rivieren dan wel geen stuwmeren als sedimentvangens voorkomen, maar door het zand- en grindbaggeren sediment letterlijk onderschept wordt, waardoor niet onbelangrijke hoeveelheden sediment van een verdere reis naar de kust worden afgesneden. Aan de ene kant vermindert deze activiteit een verdere ophoging van de rivierbedding, maar aan de andere kant kan dit materiaal ook niet meer een bijdrage leveren tot een natuurlijke verdediging van de Nederlandse kust en ook niet een natuurlijke barrière helpen vormen tegen het binnendringende zout. Gegevens, mij verschaft door Ir. Zanen van de Studiedienst van de Rijkswaterstaat over de afgelopen dertig tot veertig jaar, tonen dat in Rijn, IJssel, Waal en Lek in de jaren vóór de Tweede Wereldoorlog belangrijke verlagingen van de hoogteligging van de rivierbodem plaatsvonden maar dat in de laatste acht jaren een toestand van evenwicht is ingetreden. De totale hoeveelheden gebaggerd materiaal bedragen thans nog slechts 2 à 3 % van de hoeveelheden die 30 à 40 jaar geleden aan de rivierbedding werden onttrokken. Een zekere mate van roofofbouw op de bedding van onze grote rivieren schijnt dus wel te hebben plaatsgehad. Het verband tussen hoeveelheid gebaggerd materiaal en bodemhoogte van de rivieren wordt echter zeer waarschijnlijk ook beïnvloed door natuurlijke dan wel kunstmatige gebeurtenissen in bovenstrooms gelegen delen van de Rijn.

Naast deze menselijke ingrepen die reële gevaren voor de delta's van de Nijl en de Ebro opleveren, en de genoemde ingreep in de Nederlandse rivieren die, naar mijn weten, nog niet in het hier geschetste verband is beschouwd, hebben de Europese kolonisten in de oostelijke Verenigde Staten door middel van de sterk geactiveerde bodemerosie in de uitgestrekte loessgebieden in het stroomgebied van de Mississippi onbewust voor een snelle en belangrijke uitbreiding van de delta van deze rivier gezorgd. Zo zouden we hier via de Pilgrim Fathers van een Leidse bijdrage tot een belangrijk sedimentologisch studie-object kunnen spreken.

Sprekend over verschillende aspecten van de invloed van de mens op het geologisch milieu, wil ik U tenslotte nog een aspect noemen van een geheel ander karakter, de daling van het bodemoppervlak, zoals deze tengevolge van de winning van delfstoffen op verschillende plaatsen op aarde wel voorkomt. Hoewel enkelen onder U hierbij direct aan mijnschade zullen denken, noem ik U thans een ander minder bekend verschijnsel, dat enkele weken geleden de voorpagina van onze dagbladen heeft gehaald. Verschillende grote olie- en aardgasvelden komen voor in laag gelegen kustgebieden. Er zijn thans verschillende gevallen bekend waar als een gevolg van het onttrekken van olie en gas aanzienlijke bodemdalingen optreden. Spectaculair zijn deze bodemdalingen b.v. langs de kust van het meer van Maracaibo, in Venezuela, waar dalingen tot 350 cm voorkomen in die gebieden waar gedurende enkele tientallen

jaren grote hoeveelheden aardolie uit betrekkelijk ondiep gelegen, niet-verharde, vrij jonge geologische formaties werden gewonnen en waar door noodzakelijke dijkbouw een voor aldaar werkende Nederlanders vertrouwd beeld van een polderlandschap is ontstaan. Bodemdalingen die door de aldaar exploiterende aardoliemaatschappijen, nu enkele tientallen jaren geleden, tegenover de Venezolaanse staat, die de maatschappijen voor de bodemdaling aansprakelijk stelde, als van geologische aard werden verdedigd maar die nu, door de vele beschikbare gegevens daarover, als een direct gevolg van de onttrekking van aardolie aan de ondergrond worden beschouwd (13).

Voor de hand ligt nu de vraag of de onttrekking van grote hoeveelheden gas aan de ondergrond van Noord-Nederland ook daar niet tot bodembewegingen in de concessie Groningen zou kunnen leiden. Ik kan geen beter antwoord op deze vraag geven dan – met toestemming van Ir. Bongaerts, directeur van de N.V. Nederlandse Aardolie Maatschappij enkele gegevens en passages te citeren uit het kortgeleden uitgebrachte rapport van de NAM aan de Inspecteur-Generaal der Mijnen.

De omstandigheden in Groningen zijn in enkele opzichten gunstiger dan bij het Venezolaanse voorbeeld, door het voorkomen van het aardgas in een redelijk goed verharde zandsteen op een diepte van bijna 3000 m, waartegenover echter ook factoren staan die minder gunstig zijn, namelijk de eigenschappen die dit veld tot het grootste gasveld ter wereld maken: de zeer hoge druk in het gasreservoir, bij het begin van de gaswinning, doet een zeer grote daling van de druk verwachten tot het ogenblik dat de totale gasreserve zal zijn gewonnen, wat zou neerkomen op een uiteindelijke toename van de korreldruk met ongeveer 300 kg/cm<sup>2</sup>, de dikte van de reservoir-zandsteen van 100–200 meter, de grootte van het gasveld van 900 km<sup>2</sup> en de bewezen reserves van 1900 miljard m<sup>3</sup>. Volgens de op vele metingen en berekeningen berustende voorspellingen 'zal het maaiveld zeer geleidelijk zakken, in de vorm van een platte schotel, waarvan de uitgestrektheid met de tijd zal toenemen'. De zakkingsen zullen zeer gelijkmatig zijn en mijnschade zoals bekend in Limburg, is in de provincie Groningen beslist niet te verwachten. Hoe traag de daling van het bodemoppervlak in dit geval op gang komt blijkt uit het feit dat in het allerongunstigste geval pas dit jaar de eerste door gaswinning veroorzaakte zakkingsen in het zuidelijk gedeelte van het veld meetbaar zullen zijn, en dat bij een uitgeput zijn van de gasreserves, rond het jaar 2015, de bodemdaling zich nog tot bijna honderd jaar daarna zal voortzetten. Een maximale daling van 100 cm wordt namelijk pas rond het jaar 2050 bereikt. De snelheid van bodemdaling zal in de komende 80 jaar dus 12,5 mm per jaar bedragen, waarmede een snelheid is bereikt die van dezelfde orde van grootte is als die in de Y-polders als een gevolg van inklinking van de jonge sedimentaire bedekking. De gebruikers van Gronings aardgas behoeven dus de gaskraan niet dicht te draaien indien zij menen daar-

door de bewoners van dit gebied voor een ramp te behoeden.

Laten wij echter goed bedenken dat onttrekking van water aan de bodem nog ernstiger consequenties heeft. Het symbool van het Nederlandse polder-landschap, de molen, die wij, overigens terecht, door onze steun via verschillende verenigingen, willen behouden, én de gemalen zijn hieraan schuldig. In de achter ons liggende eeuwen heeft door het drooghouden van onze polders de bodemdaling daar in totaal verscheidene meters bedragen. Trouwens de drinkwatervoorziening kan wat dit betreft ook op prestaties bogen. Hét voorbeeld hiervoor is Mexico City. Onder een 50 meter dikke deklaag van fijnkorrelige lacustrine sedimenten met een zeer hoge porositeit, bevindt zich een zand-grind aquifer. Tussen 1898 en 1956 trad een snel toenemende daling van het bodemoppervlak van 4 tot 50 cm per jaar op, resulterend in een totale daling van 4 tot 7,5 meter. Tegen dit voorbeeld steekt het 4mm per jaar zakken van de stad Enschede, ook waarschijnlijk door onttrekking van water, nog gunstig af.

De genoemde voorbeelden mogen U illustreren dat de invloed van de mens op het geologisch milieu van een andere aard is dan die op lucht en water. De invloed op het land is in oppervlak beperkt doordat het materiaal waar het om gaat minder beweeglijk is. Daarentegen hebben de aangebrachte veranderingen veelal een irreversibel karakter, de gang van zaken kan helemaal niet of niet zo gemakkelijk worden teruggedraaid, dan wel zij worden door natuurlijke krachten minder gauw weer gladgestreken.

De geomorfologische activiteit door de mens heeft tot nu toe weinig aandacht van de geomorfologen gekregen. In het Nederlandse landschap zijn de anthropogene elementen essentieel; zij zijn niet weg te denken. Het geologisch substraat is dus, naar mijn mening, een essentieel element van het milieu van de mens. Wanneer U na het aanhoren van dit relaas tot de overtuiging bent gekomen dat althans enig begrip van de exogene geologische processen een bijdrage kan leveren tot een beter begrip van de factoren die ons leef-milieu bepalen, dan is Uw aanwezigheid hier nuttig geweest.

Naarmate de krachten die de mens, geweld of ongewild, oproept groter worden, dient hij grootschaliger te gaan denken. Een bepaalde ingreep door de mens, b.v. in het stroomgebied van de Rijn, kan zijn invloed doen gelden tot in de verste uithoeken van het sedimentatiegebied van die rivier. De recente onderzoeken door De Groot e.a. (14) over de kwik-verontreiniging in de sedimenten van de Rijn en van de Noordnederlandse wadden, mogen hiervoor als illustratie gelden. Voor een goede coördinatie van oorzaak en gevolg zou, wat het geologisch milieu betreft, een geheel stroomgebied tot één bestuurlijke eenheid moeten behoren en dus geologisch-fysiografisch bepaald moeten zijn.

*Geachte toehoorders,*

Velen van U zullen van de nieuwe functionaris met leeropdracht geologie aan de Landbouwhogeschool een uiteenzetting hebben verwacht hoe hij zich zijn taak voorstelt in het gamma van wetenschappen zoals die in Wageningen zijn vertegenwoordigd. U weet dat de verantwoordelijkheid voor onderwijs en onderzoek niet meer uitsluitend bij die ene persoon ligt, maar nu aan de vakgroep toevalt. Toch is er in deze nieuwe constellatie nog wel plaats om de nieuwe docent de gelegenheid te geven om zonder inspraak zelfs iets te zeggen over zaken die hem bezighouden. Wellicht heb ik de insprekers een argument in handen gespeeld dat het voortaan uit moet zijn met de vrije keuze van het onderwerp voor een oratie, met welk oordeel het verschijnsel oratie dan ook wel verdwenen zal zijn.

Bij de keuze van het onderwerp ben ik uitgegaan van de vergelijking van oude en jonge sedimenten, een beschouwingwijze die in de sedimentaire geologie de aardwetenschappen er een nieuwe charme bij heeft gegeven. Via de anthropogene geomorfologie ben ik in het recente geologische milieu terechtgekomen. Men doet de mens, maar bovenal de geologie, te kort wanneer men de invloed van de mens op het milieu in ruime zin niet zou erkennen. Ik meen dan ook dat de geologen van Nederland verstandig doen door dit aspect van de geologie in het onderwijs te betrekken. De geoloog zal voortaan meer belangstelling voor de relatie van zijn vak met het menselijk leef-milieu moeten tonen. In de discussies die wegens exploratie naar en exploitatie van verschillende delfstoffen in verscheidene natuurgebieden worden gevoerd, behoren geologen aan beide zijden van de tafel plaats te nemen, althans zolang deze tafel nog niet rond is.

Door het veelzijdige karakter van de Wageningse afgestudeerden zullen verschillenden van hen in contact komen met vraagstukken zoals ik heb genoemd. Ik zie het als noodzakelijk dat zij zich bewust zijn van de geologische aspecten van verschillende projecten waar zij voor komen te staan en dat zij ervan overtuigd zijn dat het inschakelen van een geoloog de uitvoerbaarheid van het project meer verantwoord maakt. Dat bij de studiehervorming de tijd die voordien aan de geologie werd besteed verminderd moest worden zie ik als nog niet rampzalig, maar wel als bepaald verontrustend wanneer uit verschillende studiepakketten de geologie zou verdwijnen. Immers, zij die alles met bodem, grond en landschap van doen hebben, moeten de geologische consequenties van hun bemoeiingen op zijn minst kunnen aanvoelen.

De bereidheid en de macht van de mens om zijn milieu te veranderen zijn blijkbaar sterker toegenomen dan ons vermogen om een goed leef-milieu te behouden. De mens dient de reikwijdte van de veranderingen te beseffen die hij soms in het landschap aanbrengt. Hij moet leren om het milieu niet aan zich te onderwerpen maar om ermee te leven.

De gewijzigde verhouding mens-geologie wordt geïllustreerd door

een vergelijking van de rede die mijn voorganger, professor Doeglas (15), nu zestien jaar geleden vanaf deze plaats hield, en waarvan de titel luidde: 'De invloed van geologische en mineralogische verschijnselen op de ontwikkeling van het leven' met de relatie mens-geologie zoals ik deze thans heb beschouwd.

Bodem en landschap van Nederland herbergen fenomenen die uniek in de wereld zijn. Beschouwen we iemand met een middelbare opleiding als een ontwikkelde leek, dan hangt het maar van de geologische belangstelling van zijn aardrijkskunde-leraar af welke voorstelling hij zich kan maken van de gasbel in Noord-Nederland. Het onderwijsprogramma van het middelbaar en voorbereidend wetenschappelijk onderwijs dient zoveel geologie te bevatten dat men enig begrip heeft van het geologisch milieu waarin men leeft. Te lang heeft de opleiding tot geoloog, in Nederland, de naam gehad de onderwijs-begroting van de immigratielanden te verlichten door afgestudeerde Nederlandse geologen franco thuis te bezorgen.

De strijd om het behoud van datgene wat ons in het Nederlandse landschap lief is, is in volle gang. Hierbij zijn vrijwel steeds, maar dan ook uitsluitend de aspecten van flora en fauna in het geding. De Werkgroep Gea, die de elementen van geologische, geomorfologische of bodemkundige betekenis, samengevat onder de naam gea, evenzeer tot de natuurlijke rijkdommen van ons land rekent en de inventarisatie en het behoud van bepaalde gea-objecten nastreeft, verdient daarom ook alle steun. Toch meen ik dat een dergelijk initiatief dreigt te verzanden zolang aan de Nederlandse burger niet reeds tijdens het secundaire onderwijs enige kennis en begrip van de geologische aspecten van het landschap waarin hij leeft worden meegegeven. Ook het populariseren van geologische kennis is een middel daartoe. Waarom, in navolging van de voorlichting langs de autosnelwegen in de Verenigde Staten b.v., hier niet bij sommige parkeerplaatsen door een eenvoudige tekening met tekst de rustende automobilist, naast de mogelijkheid te trimmen, voordat hij vanuit het westen naar Wageningen afslaat een stukje populaire wetenschap aanbieden? De Universitaire Agenda 1971-1972 laat de Franse romanschrijver Henri Bordeaux, bekend door de grote liefde voor zijn geboorteland, zeggen:

De schoonheid van de aarde is niet te koop,  
zij behoort aan wie haar ontdekt,  
begrijpt en haar weet te genieten.

Ik prijs mij gelukkig uitverkoren te zijn om verschillende aspecten van de geologie in de Wageningse opleiding te mogen verzorgen. Het feit dat Hare Majesteit de Koningin de voordracht van haar Minister na een voorstel van het Bestuur van de Landbouwhogeschool van haar handtekening heeft voorzien, belast mij met een taak waarvan ik hoop dat ik deze goed zal kunnen vervullen. Mogen mijn verzoeken om in de gelegenheid te worden gesteld actuo-geologische processen

en recente en subrecente sedimenten alsook landschapsvormen van verschillende aard te blijven bestuderen om mede daardoor een levend onderwijs te kunnen blijven geven, begrip bij de bestuurderen van deze instelling van Hoger Onderwijs vinden.

*Hooggeleerde Doeglas, beste Dick,*

Bij alle concentratiegedachten die hier en daar leven ben ik bij het leren kennen van de door jou geleide Afdeling Geologie en Mineralogie tot de conclusie gekomen dat een geologische afdeling niet groot behoeft te zijn om goed werk te leveren. Hoezeer het Bestuur van de Landbouwhogeschool te spreken was over jouw Afdeling moge blijken uit de afwijzing van mijn verzoek, om enige personele uitbreiding, met de argumentatie dat de afdeling immers een goed-lopend onderdeel van de L.H. was. Het spijt mij buitengewoon dat jij thans, door ziekte, niet in de gelegenheid bent hier persoonlijk aanwezig te zijn. Ik neem aan dat dit ogenblik, waarop je opvolger zich tot jou richt, pas de eindstreep van je activiteiten met de geologie op de Landbouwhogeschool betekent. Ik wens je van harte een spoedig en algeheel herstel toe.

*Hooggeleerde Pannekoek, beste Ton,*

Na zes jaren in Haarlem onder jouw feitelijke directie werd jij, na mijn benoeming tot lector in Leiden, 'de hoogleraar in overeenstemming met wie ik mijn taak werd geacht in te richten'. De taak was kostelijk en de overeenstemming steeds compleet. Zeven jaar, vier maal per week, samen per auto van Heemstede naar Leiden reizen hebben mij de gelegenheid geboden om jou in verschillende gemoedsstadia en verkeerssituaties mee te maken. Dat mijn achting voor jou dank zij deze tijd, zo dit al mogelijk was, toch nog gegroeid is boven wat ik bij mijn officiële ambstaanvaarding in Leiden tot uitdrukking bracht, moge je doen beseffen dat ik in jou, naast mijn feitelijke promotor H. A. Brouwer, een promotor zie die een stempel op mijn werk heeft gezet.

*Leidse vrienden,*

Nu ik mij op een hoger gelegen plaats in het stroomgebied van de Rijn heb gevestigd, kan ik de tijd overzien die ik in Leiden met U mocht samenwerken, met U op excursie mocht gaan en veldwerk mocht leiden. Deze jaren behoren tot de beste van mijn leven. De sfeer onder U was bepaald stimulerend. Dat deze sfeer in Leiden ook in de nu komende jaren zo moge blijven is mijn oprechte wens.

*Leden van de Vakgroep Bodemkunde en geologie,*

De verrassing die U mij heeft bereid door, zo kort na mijn intrede op Uw Afdeling, mij als voorzitter van de gecombineerde vakgroepen

Regionale Bodemkunde, Tropische Bodemkunde en Geologie en Mineralogie te verkiezen, was wel groot. De eerste contacten, meest nog van organisatorische aard, zijn echter zonder uitzondering goed. Ik hoop zeer dat ook de wetenschappelijke contacten zich goed zullen ontwikkelen.

*Hooggeleerde Pons, beste Leen,*

Jij was de eerste die mij op het Laboratorium ontving; de hartelijkheid waarmede jij mij tegemoet trad en onze oude banden houden een belofte voor de toekomst in.

*Hooggeleerde Bennema, beste Jaap,*

Nu ongeveer twintig jaar geleden heb je mij aspecten van je werk op Walcheren getoond. Van hetgeen je mij toen van de geologie van een jong sedimentatiegebied liet zien, heb ik bij mijn latere werk veel profijt gehad. Ik hoop zeer dat bij de samenwerking in toekomstige projecten de geologische sectie jullie groep van veel nut zal zijn.

*Zeergeleerde Nota, beste Dick,*

Het krekpatroon in het Westland was het onderwerp waar wij elkaar, nu ruim twintig jaar geleden, ontmoetten. Het deed mij goed, nog kortgeleden, van je te horen dat je met veel genoegen aan dit veldwerk in Nederland terugdenkt. De wijze waarop jij mij in de Afdeling Geologie en Mineralogie hebt geïnstalleerd siert je; dat wij samen onze schouders onder de taak die de Geologie is toebedeeld zullen moeten zetten, doet mij de toekomst in Wageningen met optimisme tegemoetziën.

*Dames en Heren studenten,*

De eerste contacten die ik met U had zijn door Uw wijze van aanpak en benadering van de geologie bepaald zeer bemoedigend. Van onze gesprekken na afloop van het college, ook wel tentamens genoemd, hebben wij beide geleerd.

*Geachte toehoorders,*

De in de aanhef aangehaalde uitspraak: 'Het zichtbare is slechts schijn, het onzichtbare is werkelijkheid' moge U zo interpreteren dat het schouwspel dat U thans meemaakt niet een juiste voorstelling van het werk van de geoloog in het veld of het laboratorium geeft; mogen wij in het komende uur weer tot de werkelijkheid van ons bestaan terugkeren.

Ik dank U voor Uw aandacht.

## AANGEHAALDE LITERATUUR

1. REINECK, H. E. (1960) – Ueber Zeitlücken in rezenten Flachsee-Sedimenten. – *Geol. Rundsch.*, 49 (1), blz. 149–161.
2. STRAATEN, L. M. J. U. VAN (1954) – The composition and structure of recent marine sediments in The Netherlands – *Leidse Geol. Med.*, 19, blz. 1–108.
3. JELGERSMA, S., J. DE JONG, W. H. ZAGWIJN en J. F. VAN REGTEREN ALTENA (1970) – The coastal dunes of the western Netherlands; geology, vegetational history and archeology – *Med. Rijks Geol. Dienst, N.S. No. 21*, blz. 93–167.
4. VERBRAECK, A. (1970) – Blad Gorinchem (Gorkum) Oost (380); toelichting bij de Geologische Kaart van Nederland 1:50.000 – *Rijks Geologische Dienst, Haarlem*, 140 blz.
5. HAGEMAN, B. P. (1969) – Developments of the western part of The Netherlands during the Holocene – *Geol. en Mijnb.*, 48, blz. 373–388.
6. BÜDEL, J. (1963) – Klima-genetische Geomorphologie – *Geographische Rundschau*, 1963, blz. 269–288.
7. MEADE, R. H. (1969) – Errors in using modern stream-load data to estimate natural rates of denudation – *Geol. Soc. America Bull.*, 80, blz. 1265–1274.
8. PONS, L. J. (1957) – De geologie, de bodemvorming en de waterstaatkundige ontwikkeling van het land van Maas en Waal en een gedeelte van het Rijk van Nijmegen – *Med. Sticht. Bodemk., Bodemk. Studies No. 3 – Wageningen*, 156 blz.
9. MENSCHING, H. (1951) – Akkumulation und Erosion Niedersächsischer Flüsse seit der Riss-Eiszeit – *Erdkunde*, V, blz. 60–69.
10. WIGGERS, A. J. (1955) – De wording van het Noordoostpoldergebied. *Proefschr. Amsterdam G.U.; Van Zee tot Land 14, Zwolle*; 216 blz.
11. SCHELLING, J. (1955) – Stuifzandgronden. *Uitvoering Verslag. Bosbouwproefstation, T.N.O., 2, Verslag 1*. 57 blz.
12. THE AUSTRALIAN, Tuesday, February 23, 1971: The Nile strikes back, door Claire Sterling.
13. KNAAP, W. VAN DER, and A. C. VAN DER VLIS (1967) – On the cause of subsidence in oil-producing areas – *Proc. Seventh World Petr. Congr., Vol. 3, Mexico City, 1967*, blz. 85–95. Elsevier, Amsterdam.
14. GROOT, A. J. DE, J. J. M. DE GOEY and C. ZEGERS (1971) – Contents and behaviour of mercury as compared with other heavy metals in sediments from the rivers Rhine and Ems – In: *Sedimentology; research on sedimentology and sedimentary geology in The Netherlands (ed. J. D. de Jong)*. *Geol. en Mijnb.*, 50, blz. 393–398.
15. DOEGLAS, D. J. (1956) – De invloed van geologische en mineralogische verschijnselen op de ontwikkeling van het leven – *H. Veenman & Zonen, Wageningen*, 14 blz.