



Ingenieurs-Geologische Kring
Netherlands Section of Engineering Geology
Secretaris: Drs. R. Haakmeester
Postbus 264, 6800 AG Arnhem (The Netherlands)
Postgiro 3342108 t.n.v. Penningmeester Ingeokring, Delft

I
N
G
E
O
K
R
I
N
G

NIEUWSBRIEF

N
G



NIEUWSBRIEF INGEOKRING

Februari 1985

Inhoud

	pag.
Van de redactie	2
Mededelingen kring	2
Contributie 1985	2
Drs. P. Brolsma en Ir. H.S. de Reus: "Mariene zandwinning: konsekventies voor de sedimentbalans in de Waddenzee"	3
Dr. E.F.J. de Mulder: "De betekenis van geologische aspecten bij klassifikatie van grond in Nederland"	13
Ing. H. Wiegers: "Zijn er klassifikaties van grond mogelijk direkt toepasbaar in de praktijk?"	18
Ing. P.V.F.S. Krajíček: "Het functioneren van een geotechnische klassifikatie in de praktijk"	25

Inleveren copij voor het volgende nummer (juni 1985) vóór 30 mei 1985.

Nieuwsbrief voor de Ingenieursgeologische Kring.

Redactie: Drs. Peter N.W. Verhoef, Sektie Ingenieursgeologie, Afdeling der Mijnbouwkunde, T.H.-Delft, Mijnbouwstraat 120, Postbus 5028, 2600 GA Delft. Tel: 015-782543.

Van de redactie

Het thema van deze Nieuwsbrief zou met recht "zand" genoemd mogen worden. Allereerst bevat dit nummer een (wat verlate) publikatie van de lezing van Ir. de Reus gehouden op de themadag "Waddenzee" (september 1983) over mariene zandwinning. Verder is de Nieuwsbrief gevuld met samenvattingen van enkele lezingen gehouden op de themamiddag "Geotechnische klassifikatie van grond" (8 november 1984). Deze laatste middag werd gehouden in het Westelijk Wegenvbouw Centrum (wat achteraf nogal een prijzig centrum bleek!) en is zeer goed bezocht. Sprekers waren Dr. Oele en Dr. de Mulder van de R.G.D., Ing. H. Wiegers (Provinciale Waterstaat Drenthe), Ing. Krajíček (L.G.M.) en Ing. de Lang (R.G.D., distrikt zuid). De afwisseling van bespreking van klassifikatiemodellen met praktijk voorbeelden zorgde voor een prettige middag. Deze Nieuwsbrief komt mede tegemoet aan de wens van sommige toehoorders voor publikatie van de klassifikatie systemen.

Inmiddels is de volgende themadag van de kring alweer achter de rug. Op 30 januari was het thema "georadar". Deze dag is door ruim honderd mensen bezocht. Het volgende nummer van de Nieuwsbrief zal aan de georadar techniek gewijd zijn. Dit nummer komt waarschijnlijk in juni uit.

Mededelingen kring.

Eind maart of begin april wordt een excursie voorbereid naar Braunschweig voor een bezoek aan een zoutkoepel in verband met afval opslag. Belangstellenden kunnen zich opgeven bij Dr. Oele, R.G.D. (tel. 023-319362). Het is de bedoeling dat men in enkele gehuurde busjes een weekend naar Duitsland gaat.

In mei wordt gedacht aan een bezoek aan West Nederland (berging havenslib, Dienst Grondwerken Rotterdam).

De themamiddag van dit najaar zal waarschijnlijk gaan over radioactief afval opslag in zoutkoepels. Op deze themamiddag worden verslagen gegeven van de resultaten van het onderzoek in Nederland op dit gebied.

Contributie 1985

In verband met de stijgende kosten (Nieuwsbrief en verzendkosten mededelingen) zijn wij genoodzaakt de contributie met f 5,- te verhogen. Kosten van de themadagen worden in het vervolg bestreden door een kleine bijdrage aan de bezoekers te vragen. De contributie over 1985 wordt:

kring lidmaatschap	f 20,-
studenten lidmaatschap	f 10,-
lid I.A.E.G.	f 25,- extra
lid I.S.R.M.	f 20,- extra

U wordt verzocht de contributie over te maken op giro nr. 3342108

t.n.v. Penningmeester Ingeokring
Mijnbouwstraat 120
2628 RX Delft

"MARIENE ZANDWINNING: KONSEKWENTIES VOOR DE SEDI-
MENTBALANS IN DE WADDENZEE"

Drs. P. Brolsma en ir. J.H. de Reus,
Rijkswaterstaat, Adviesdienst Hoorn

Lezing gehouden door ir. J.H. de Reus op 16 september
1983 in Lauwersoog op de themamiddag "Waddenzee"
van de Kring.

1. Inleiding

In de Waddenzee wordt zand gewonnen. Figuur 1 geeft een indruk van de hoeveelheid zand die in de Nederlandse Waddenzee wordt gewonnen. Verwacht wordt dat deze hoeveelheid zich de komende jaren zal stabiliseren op 4 à 5 miljoen m³ zand per jaar. In verband met het gereedkomen van de dijkverhogingen wordt verwacht dat deze hoeveelheid omstreeks 1990 tot 3 miljoen m³/jaar zal zijn gezakt.

Om de invloed van deze zandwinning na te gaan, is door de Rijkswaterstaat een omvangrijk onderzoek verricht. Hiertoe werd in 1977 door de directeur-generaal van de Rijkswaterstaat de stuurgroep "Zandwinning Waddenzee" geïnstalleerd, welke als opdracht kreeg om binnen een tijdsbestek van circa twee jaar een hydrografisch-sedimentologisch en biologisch-ekologisch onderzoek te verrichten met betrekking tot de winning van zand zowel in de Waddenzee met inbegrip van de Eems en de Dollard, als in de met de Waddenzee in verbinding staande zeegaten en de daaraan grenzende delen van de Noordzee, teneinde een beter inzicht te verkrijgen en de gevolgen daarvan.

Circa een maand later heeft de voorzitter van de stuurgroep twee werkgroepen geïnstalleerd.

Werkgroep I kreeg als opdracht:

- a. Het zand- en slibtransport, zulks met inbegrip van de wijze waarop en de tijd waarin zandwinputten wederom opvullen;
- b. De technische en financiële aspecten van de mogelijkheden voor zandwinning.

Werkgroep II:

- a. De genese en het regeneratievermogen van sliblagen;
- b. De flora en fauna in de sliblagen;
- c. De wijze waarop en de tijd waarin het organisch leven bezit neemt van eventueel nieuw gevormde sliblagen.

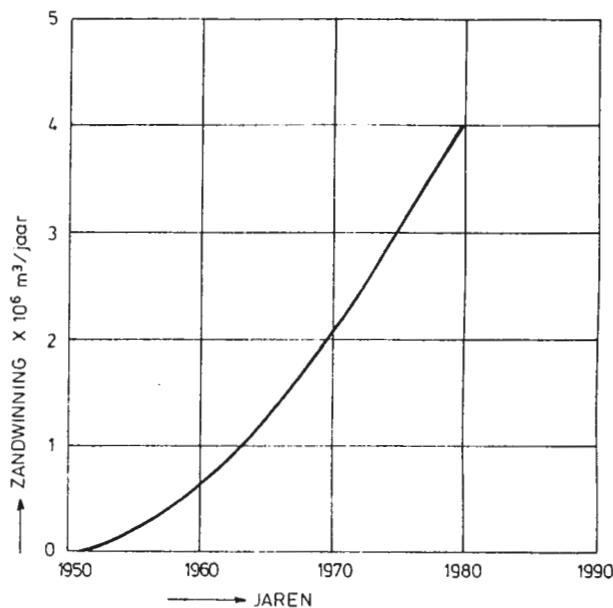


Fig. 1

In hetzelfde jaar is de studie uitgebreid met een studie naar de gevolgen van de schelpenwinning.

In dit artikel wordt alleen ingegaan op de resultaten van het onderzoek, uitgevoerd door de werkgroep I en dat toegespitst op de sedimentbalans.

Voordat op de resultaten van het onderzoek wordt ingegaan, volgt hier nog enige informatie over de opzet van het onderzoek.

Na een oriënterende fase werd een deel van de geselecteerde aspecten terzijde gesteld als hoogst waarschijnlijk van weinig betekenis en/of zich niet lenend voor voortgezet onderzoek in de gestelde periode (2 jaar).

Andere aspecten van de zandwinning, onderkend als mogelijk belangrijk voor de ecologie van het gebied en ten dele bovendien toegankelijk voor onderzoek, werden in opdracht van Rijkswaterstaat verder bestudeerd door het Nederlands Instituut voor Onder-

zoek der Zee (NIOZ). Voorts werden in opdracht van de stuurgroep een aantal studies verricht door derden, zoals een literatuuronderzoek door het Waterloopkundig Laboratorium naar de gevolgen van zand- en schelpenwinning voor de morfologie van de Waddenzee. Een analyse van de nauwkeurigheid van lodingen in de westelijke Waddenzee door het Mathematisch Centrum te Amsterdam en een onderzoek naar de herkomst van sediment nabij de Blauwe Slenk in de Waddenzee door het Geologisch Instituut van de Rijksuniversiteit Groningen.

Tenslotte werd een aantal specifieke onderzoeken verricht door de betrokken beheers- en adviesdiensten van de Rijkswaterstaat.

2. Geografie en morfologie van de Waddenzee

Gedurende de laatste ijstijd stond de zeespiegel ongeveer 100 m lager dan thans het geval is. Dat speelde zich ongeveer 10.000 jaar geleden af. Na deze ijstijd steeg de zeespiegel (fig. 2).

Door sommige onderzoekers wordt verondersteld, dat het Waddengebied als het ware met het rijzen van de zeespiegel tegen de hellende pleistocene ondergrond oploopt (fig. 3). De Waddenzee zelf is hooguit enkele duizenden jaren geleden ontstaan (fig. 4). In de periode vanaf het ontstaan zal zich nog een zeespiegelrijzing van enkele meters hebben voorgedaan. Uit de ontwikkeling na de middeleeuwen blijkt dat de oppervlakte van de Waddenzee weer kleiner wordt (tabel 1).

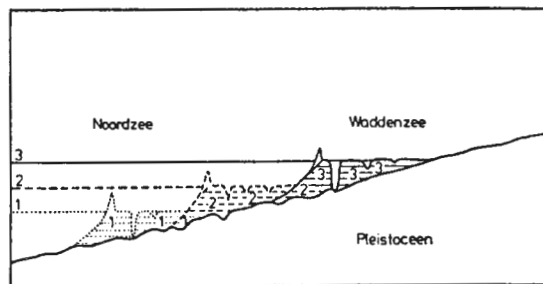
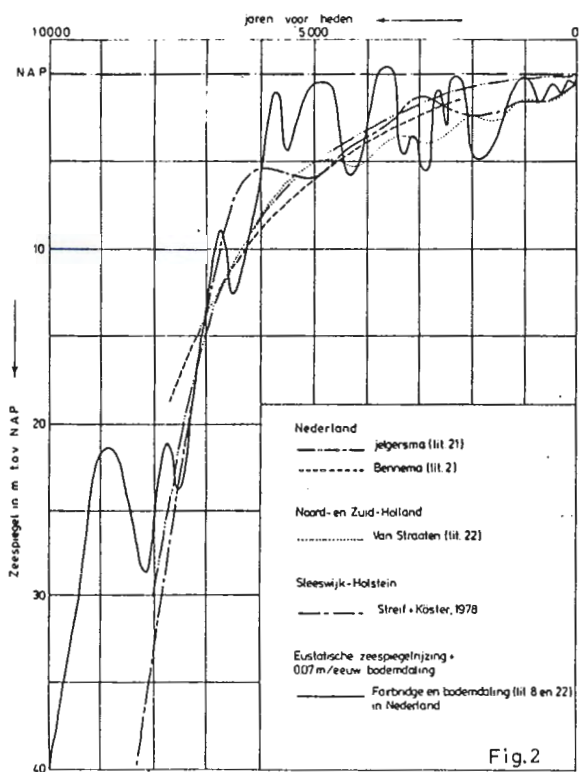


Fig. 3 TOELICHTING
1,2,3: ACHTEREENVOLGENDE ZEESPIEGELSTANDEN MET
OVEREENKOMSTIGE LIGGING VAN HET WADDENGEBIED

Voor de afzonderlijke kombergingsgebieden van de Waddenzee bestaat een verband tussen de oppervlakten en de inhoud (fig. 5). Uit dit verband volgt, dat als de oppervlakte van een afzonderlijk kombergings-

Periode	Totaal oppervlak bedijpte kwelders/wadgronden (km ²)	Gem. bedijpt oppervlak (km ² /jaar)
1200-1600	421	1,05
1600-1800	242	1,21
1800-1900	313	3,13
1900-1970	115	1,64

Tabel 1. Verandering in oppervlakte van de Waddenzee na de middeleeuwen.

gebied kleiner wordt, de natte inhoud van het resterende kombergingsgebied sneller dan lineair afneemt. De relatie tussen de oppervlakte en de natte inhoud manifesteert zich duidelijk bij de afsluiting van bijvoorbeeld de Lauwerszee: Door de afsluiting treedt grote sedimentatie op in het kombergingsgebied. Uit figuur 5 blijkt dat door de afsluiting nog verdere sedimentatie van de Zoutkamperlaag kan worden verwacht.

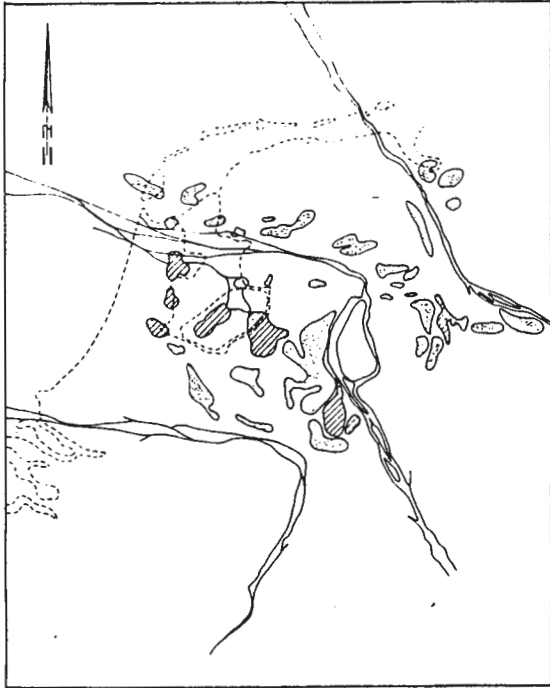
Ehhalve afsluitingswerken zijn nog enkele factoren te noemen die van invloed zijn op de sedimenthouding van de Waddenzee:

- zandwinning;
- relatieve zeespiegelrijzing;
- aanslibbing langs de randen.

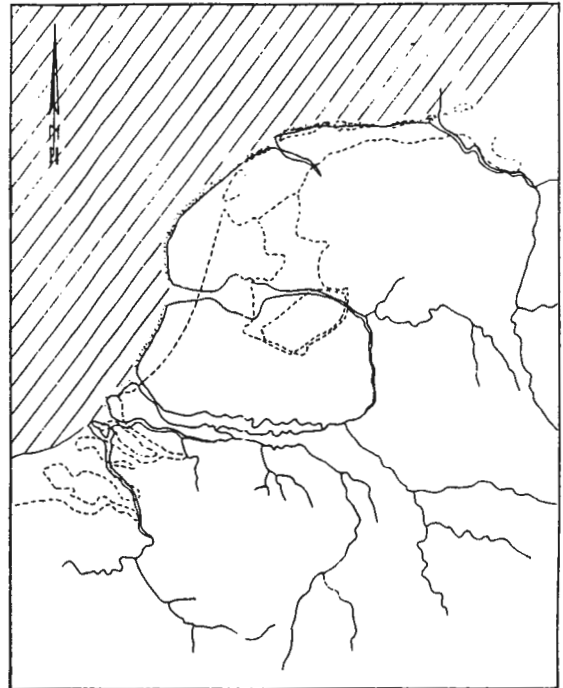
Bij de winning van zand wordt kunstmatig de natte inhoud van een kombergingsgebied vergroot. Dan zijn er twee uiterste mogelijkheden:

- de oppervlakte van het betreffende kombergingsgebied past zich bij de verdieping aan en wordt dus groter;
- de oppervlakte van het kombergingsgebied blijft gelijk; het onttrokken sediment wordt van buiten het kombergingsgebied aangevuld.

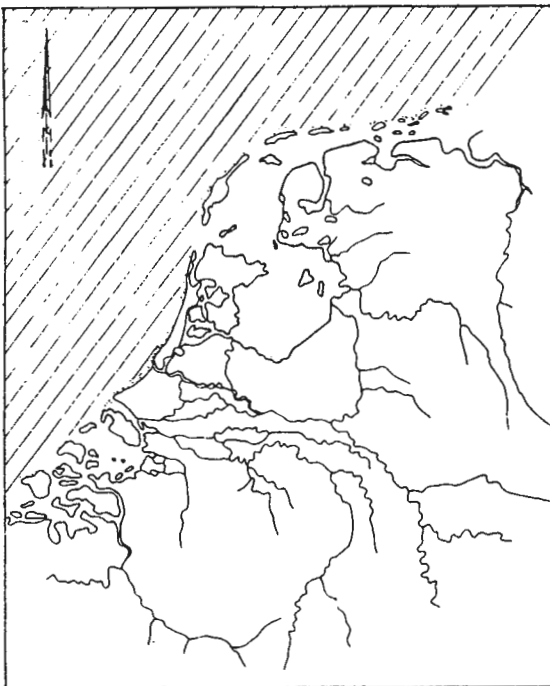
Waarschijnlijk zullen beide processen tegelijk op-



Ongeveer 12.000 jaar geleden



Ongeveer 3.500 jaar geleden



Ongeveer 900 jaar geleden

Fig.4

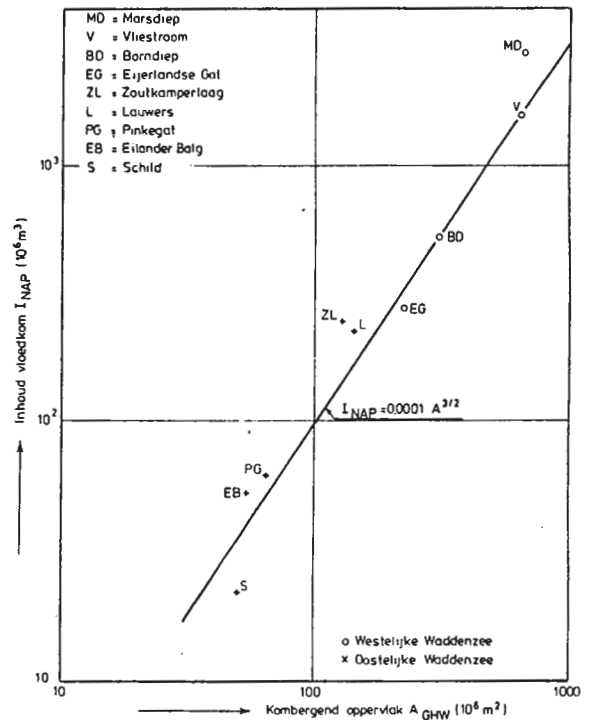


Fig.5

- TOELICHTING**
- LAAGTEN
 - GLETSJERRESTEN
 - ZEE
 - STRANDWAL
 - WADDEN
 - HUIDIGE SITUATIE

treden om naar een evenwichtssituatie terug te keren.

Ook de relatieve zeespiegelrijzing speelt een rol: Door de zeespiegelrijzing neemt de natte inhoud van een kombergingsgebied toe. Ook hier kan weer onderscheid gemaakt worden tussen de volgende mogelijkheden:

- de oppervlakte van het kombergingsgebied past zich aan en wordt groter;
- de zeespiegelrijzing wordt gecompenseerd door de aanvoer van sediment van buiten het kombergingsgebied.

Ondanks de relatieve zeespiegelrijzing is de oppervlakte van de Waddenzee sinds de middeleeuwen kleiner geworden. Dit wordt veroorzaakt doordat slib vanuit de Noordzee de Waddenzee intrekt en zich daar afzet. Ook wordt in de Waddenzee lokaal geproduceerd organisch slib afgezet. Door het kleiner worden van de oppervlakte moet ook de natte inhoud kleiner zijn geworden door de aanvoer van sediment.

Resumerend kan gesteld worden dat de aanvoer van sediment naar de Waddenzee toe kan plaatsvinden door:

- afsluitingswerken;
- zandwinning;
- relatieve zeespiegelrijzing;
- verkleining van het kombergingsgebied door aanslibbing langs de randen.

Het aangevoerde sediment zal uit zand en/of slib bestaan. Bij plotselinge veranderingen, zoals de afsluiting van de Zuiderzee en de Lauwerszee, zetten zich grote hoeveelheden sediment af. Dat gebeurt vooral in de vorm van slib. Dit betekent waarschijnlijk, dat het resulterende transport van zand langzaam verloopt.

3. Sedimentbalans

3.1. Algemeen

Teneinde het hiervoor beschreven beeld aan te vullen, is een sedimentbalans opgesteld. Op basis van bruikbare lodingskaarten zijn hiertoe sedimentatie/erosieberekeningen uitgevoerd. De opnamen voor deze lodingskaarten liggen tussen 1963 en 1979. In dit tijdvak is de gehele Waddenzee driemaal gelood.

De sedimentatie/erosieberekeningen zijn uitgevoerd met behulp van de zogenaamde rastermethode: Het kaartoppervlak is verdeeld in gelijke vierkanten. Per vierkant is de gemiddelde diepte bepaald. Dit is eveneens gebeurd met de kaarten van de volgende lodingsseries. Uitgaande van de tussenliggende periode is per vierkantje de gemiddelde sedimentatie/erosiesnelheid bepaald. Teneinde een schatting te

kunnen maken van de betrouwbaarheid van de resultaten, is door het Mathematisch Centrum te Amsterdam een onderzoek ingesteld. Aan de hand hiervan zijn standaardafwijkingen bepaald. Ook is bepaald de waarschijnlijkheid dat sedimentatie is opgetreden. Uit het onderzoek van het Mathematisch Centrum is naar voren gekomen dat de grootste fout wordt geïntroduceerd bij het loden. De ijking wordt bij stilliggend schip uitgevoerd. Bij het varen treden afwijkingen op. Deze afwijkingen worden veroorzaakt door de inzinking van het schip. De inzinking hangt weer af van de snelheid, de diepte, type schip en beladingsgraad.

Onderscheiden kunnen worden:

- absolute sedimentatie/erosie;
- relatieve sedimentatie/erosie.

De absolute sedimentatie/erosie komt overeen met de verandering in de dikte van het sedimentpakket. De relatieve sedimentatie/erosie komt overeen met de verandering van de natte inhoud ten opzichte van gemiddeld zeeniveau. De beide begrippen worden in figuur 6 toegelicht.

3.2. Absolute sedimentatie/erosie

In het beschouwde gebied bestaat de afzetting boven het Pleistoceen voornamelijk uit zand. De inklinking hiervan is te verwaarlozen. Daar het N.A.P.-vlak gerelateerd is aan het Pleistoceen kan uit de sedimentatie/erosieberekeningen ten opzichte van het N.A.P.-vlak het netto sedimenttransport vanuit de Noordzee naar de Waddenzee (of omgekeerd) worden bepaald. Voor het opstellen van deze zogenaamde balans dient tevens gekorrigeerd te worden voor de zand- en schelpenwinning welke tussen de opeenvolgende lodingsperioden heeft plaatsgevonden. Ook dient de produktie van sediment in de Waddenzee in rekening te worden gebracht. Dit betreft voornamelijk organisch sediment en schelpen. Hiervan is echter te weinig bekend om in de balans mee te nemen. De resultaten van de berekeningen zijn in tabel 2 weergegeven.

Aan de hand van deze resultaten kunnen wij constateren dat in de beschouwde perioden waarschijnlijk een resulterend sedimenttransport van de Noordzee naar de Waddenzee plaatsvond.

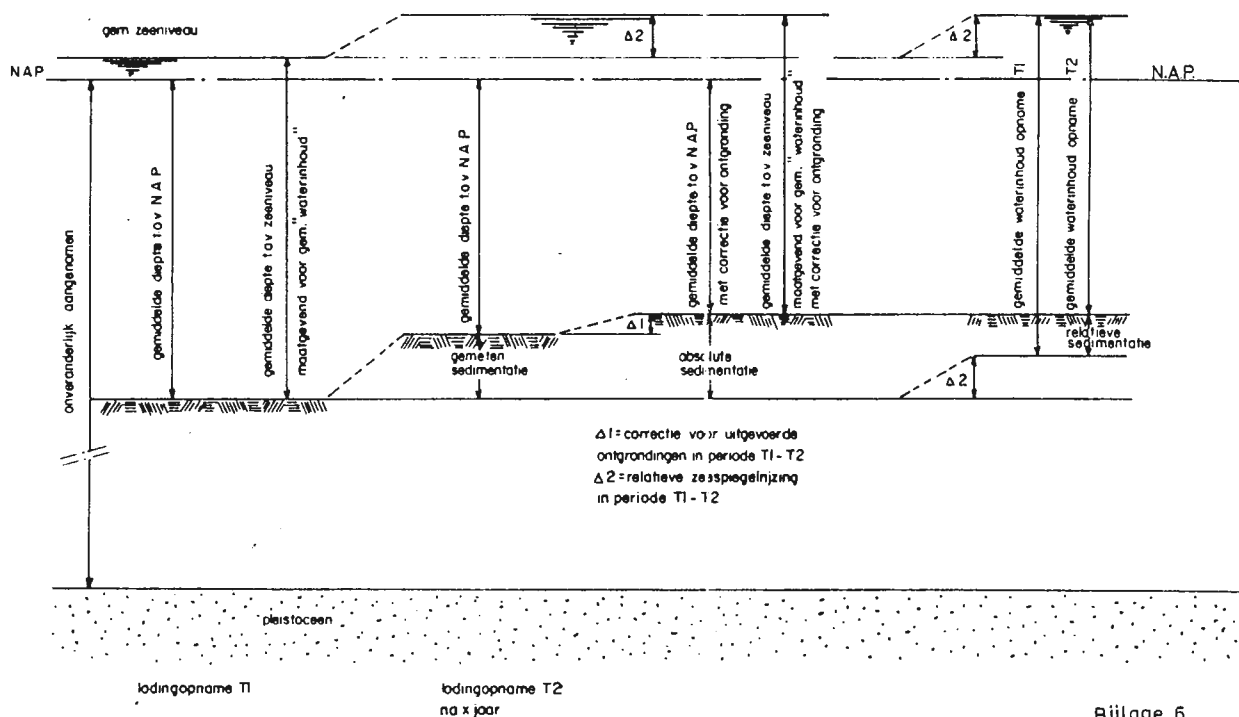
Teneinde na te gaan waar het sediment vandaan komt, dient ook de balans over de aangrenzende strook van de Noordzee te worden opgemaakt. Voor de periode tussen 1970-1973 en 1975-1978 zijn ook sedimentatie/erosieberekeningen uitgevoerd voor een deel van de aangrenzende Noordzeestrook tot een diepte van circa N.A.P. - 15 m (figuur 7). Deze globale berekening leverde een schatting op van de resulterende absolute sedimentatie in het totale beschouwde gebied in de beschouwde periode van circa 14 miljoen m³/jaar.

Tabel 2. Absolute sedimentatie/erosie ($10^6 \text{ m}^3/\text{jaar}$).

	sedimentatie/ erosie t.o.v. N.A.P.	correctie 1: zandwinning	absolute sedimentatie/ erosie	standaard- afwijking	waarschijnlijk- heid sedimentatie %
1	5,1	2,9	8	13	70
2	14,8	2,2	17	5	100
3	3,5	0,3	3,8	0,5	100

- 1 = gehele Waddenzee (periode 1970/1973-1975/1978).
 2 = Westelijke Waddenzee (periode 1963/1968-1975/1978).
 3 = Oostelijke Waddenzee (periode 1970/1971-1978/1979).

De betekenis van de gegeven waarschijnlijkheidspercentages wordt in Appendix 1 toegelicht.



De standaardafwijking voor het gehele gebied wordt op 20 miljoen m^3/jaar geschat. Teneinde een indruk te krijgen van het eventuele resulterend zandtransport naar/van het beschouwde gebied, dient dit bedrag nog verminderd te worden met het van buiten dit gebied aangevoerde slib en het lokaal geproduceerde sediment. Deze hoeveelheden zijn echter niet bekend.

De veronderstelling dat de Waddenzee, tezamen met de aangrenzende strook van de Noordzee tot N.A.P. - 15 m een voor het zandtransport gesloten systeem vormt, kan dus niet worden verworpen. Bij deze veronderstelling zou het resulterend sedimenttransport naar de Waddenzee optreden ten koste van de aangrenzende strook van de Noordzee. Aan de andere kant blijkt uit sedimentologisch onderzoek dat tijdens zware stormen uitwisseling van sediment plaatsvindt met diepten groter dan N.A.P. - 15 m.

3.3. Relatieve sedimentatie/erosie

In de algemene beschouwing over de Waddenzee is aangegeven dat de verandering van het watervolume in de Waddenzee een belangrijke factor is. Deze veranderingen in het watervolume worden, naast de absolute sedimentatie/erosie in de Waddenzee, bepaald door de relatieve zeespiegelrijzing. De eerder gevonden resultaten dienen dus nog voor de gemiddelde zeespiegelrijzing gekorrigeerd te worden.

Voor deze zeespiegelrijzing is een waarde van 1,4 mm/jaar aangehouden. Dit is de gemiddelde zeespiegelrijzing gedurende de laatste eeuw van de stations Delfzijl, Terschelling, Harlingen en Den Helder (figuur 8).

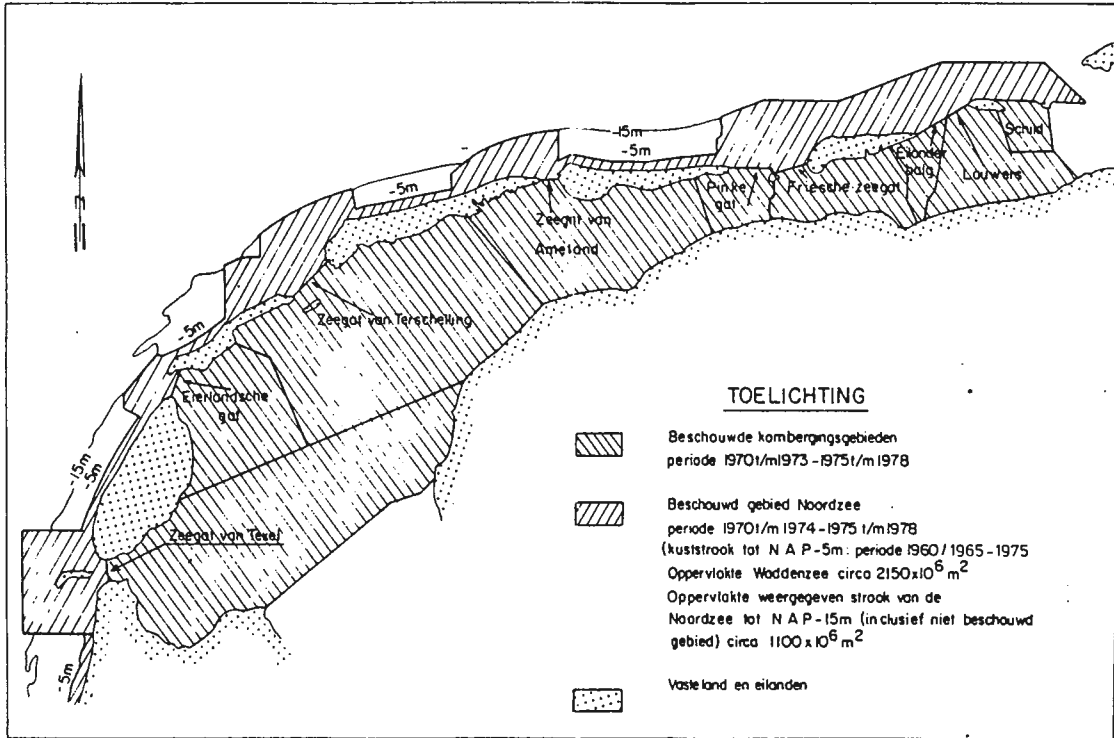


Fig.7

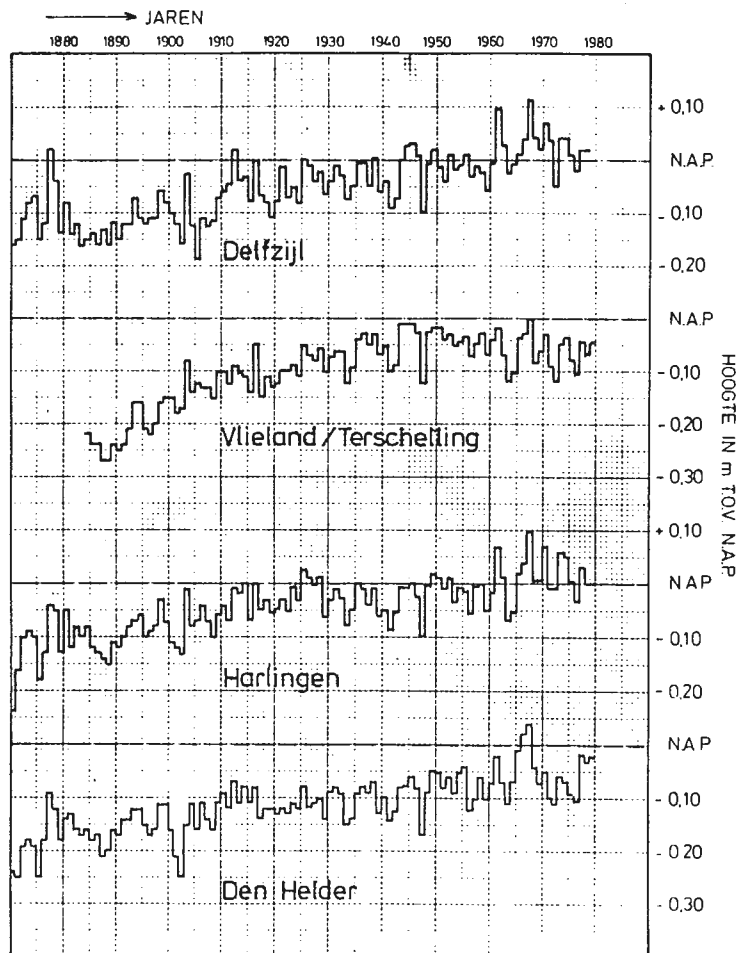


Fig.8

Tabel 3. Relatieve sedimentatie/erosie ($10^6 \text{ m}^3/\text{jaar}$).

	sedimentatie/ erosie t.o.v. N.A.P.	korrektie 1: zandwinning	korrektie 2: zeespiegel- rijzing	relatieve sedimentatie/ erosie	standaard- afwijking	waarschijn- lijkheid sedimentatie %
1	5,1	2,9	- 3,0	5	13	60
2	14,8	2,2	- 2,5	15	5	100
3	3,5	0,3	- 0,3	3,5	0,5	100

- 1 = Gehele Waddenzee (periode 1970/1973-1975/1978).
 2 = Westelijke Waddenzee (periode 1963/1968-1975/1978).
 3 = Oostelijke Waddenzee (periode 1970/1971-1978/1979).

De resultaten zijn in tabel 3 gegeven. Hier is getracht om de natuurlijke verandering in de natte inhoud te bepalen (de relatieve erosie/sedimentatiesnelheid) door volledig voor de plaatsgevonden zandwinning te corrigeren.

Gekonkludeerd kan worden dat de natte inhoud van nature (zonder zandwinning) in de beschouwde periode waarschijnlijk kleiner is geworden. Deze uitspraak gaat ook nog op als er niet voor de zandwinning wordt gecorrigeerd.

3.4. Sedimentatie/erosiepatronen

De sedimentatie/erosieberekeningen zijn met een computer uitgevoerd. Hierdoor kan eenvoudig het aantal vierkantjes - dus de totale oppervlakte - met dezelfde gemiddelde diepte worden bepaald. Door dit voor twee perioden te vergelijken, kan de toef of afname van het oppervlak als functie van de diepte worden uitgezet (figuur 9).

Opvallend is de sedimentatie rond de laagwaterlijn. Het lijkt alleszins aannemelijk dat dit wordt veroorzaakt door sedimentatie van slib. Relatief gezien is deze toename geringer, omdat de oppervlakte van het gebied rond de laagwaterlijn zelf ook groot is. Het ziet er dus naar uit, dat de verkleining van de oppervlakte van de Waddenzee door aanslibbing langs de randen (tabel 1) zich heeft voortgezet. Dit is ook in overeenstemming met het resulterend sedimenttransport naar de Waddenzee (tabel 2).

4. Konklusies uit de sedimentbalans

Door lodingskaarten te vergelijken is een sedimentbalans opgesteld. Uit deze sedimentbalans kunnen ten aanzien van de sedimenthuishouding van de Waddenzee voor de beschouwde periode de volgende konklusies worden getrokken:

- a. Op de ondiepe gedeelten van de Waddenzee vindt duidelijk een resulterende sedimentatie plaats. Hierdoor wordt de oppervlakte van de Waddenzee kleiner.

- b. Gerelateerd aan het gemiddeld zeeniveau wordt tevens de natte inhoud van de Waddenzee van nature kleiner. Dit lijkt ook nog het geval als er voor de gewonnen hoeveelheid zand wordt gecorrigeerd.

- c. Er treedt waarschijnlijk een resulterend sedimenttransport van de Noordzee naar de Waddenzee op. Het resulterend sedimenttransport wordt op gemiddeld $8 \text{ à } 20 \times 10^6 \text{ m}^3/\text{jaar}$ geschat.

5. Invloed zand- en schelpenwinning

De invloed van de zand- en schelpenwinning wordt behandeld aan de hand van een aantal aspecten:

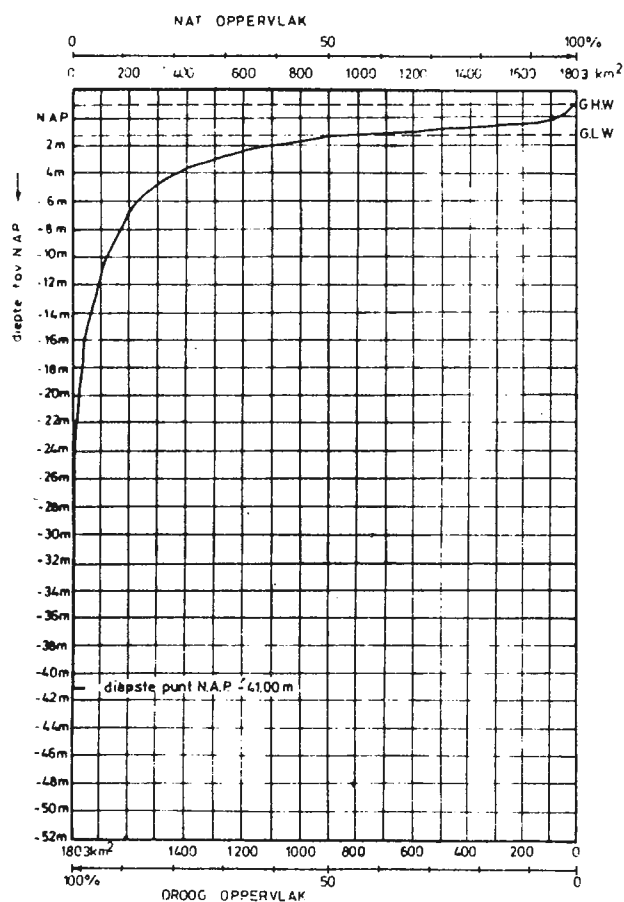
- Invloed op de stromingstoestand en morfologische ontwikkeling in de nabije omgeving en op grotere afstand van de plaats van de zandwinning

Als gevolg van het lokaal onttrekken van bodem-materiaal ontstaat op de winplaats een verdieping in de bodem van de Waddenzee. De aanwezigheid van de ontstane winput als verstoring van de natuurlijke situatie beïnvloedt de waterbeweging, het sedimenttransport en de morfologische ontwikkeling van het betreffende gebied. Op korte termijn zijn vooral de ontwikkelingen in de directe omgeving van de winput van belang.

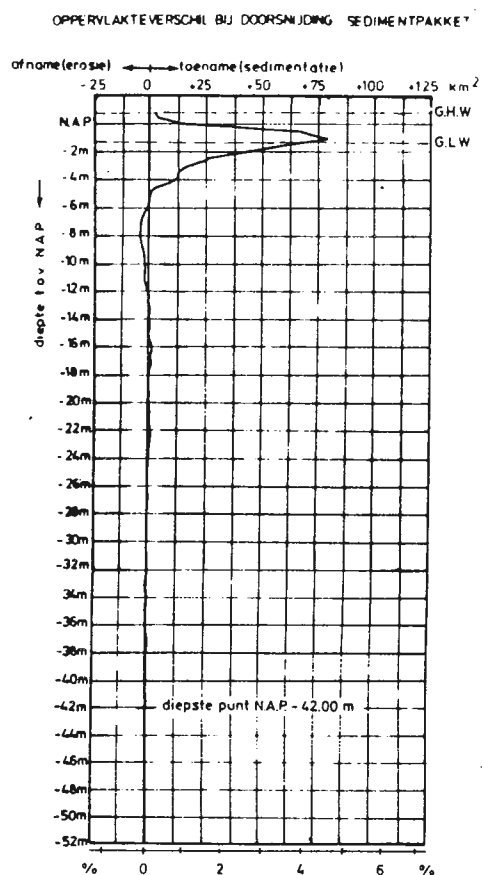
Door de verdieping neemt ter plaatse van de winput de stroomsnelheid af. Dit blijkt niet altijd goed meetbaar te zijn.

Voor de aanvoer van sediment naar een zandwinput kunnen met betrekking tot de stroomsnelheid globaal de volgende categorieën worden onderscheiden:

- . Lage stroomsnelheden waarbij zich alleen slib in suspensie bevindt. Een gedeelte van dit slib zal zich afzetten in de zandwinput.
- . Matige stroomsnelheden waarbij naast gesuspendeerd slib tevens bodemtransport van zandfrakties plaatsvindt. Behalve slib zal de winput zand vangen dat afkomstig is vanuit het aangrenzende gebied, globaal begrensd door de getijweg vanaf de winput waarover het bodemmateriaal zich verplaatst. Een lokale verstoring wordt zo in eerste instantie opgevuld door materiaal dat onttrokken wordt aan het binnen een getijweg liggende aan-



PEILPERIODE 1975/1979



VERSCHIL PEILPERIODE 1963/1968-1975/1979

Fig.9

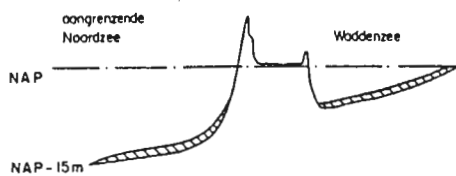
grenzende gebied. Hierdoor wordt in dit gebied eveneens het natuurlijk evenwicht verbroken, zij het dat de mate van verstoring hier in het algemeen veel minder is dan die ter plaatse van de winput. Het hier onttrokken sediment voor de opvulling van de put wordt vervolgens weer aangevuld vanuit het daar weer aangrenzende gebied binnen de daarbij behorende getijweg enzovoort. Dit proces zal doorgaan totdat een nieuw evenwicht is bereikt. Erosie van wadplaten kan hierbij slechts in extreme gevallen worden aangetoond. Bij nog hogere stroomsnelheden zal het zand bovendien in suspensie voorkomen en deels in de put worden afgezet. Dit zal in eerste instantie eveneens aan het binnen een getijweg liggende aangrenzende gebied worden onttrokken. Maar mogelijk wordt een klein gedeelte van dit zand over een grote afstand in suspensie aangevoerd.

- Invloed zandwinning op het resulterend sedimenttransport naar de Waddenzee

Waardoor de sedimentatie veroorzaakt wordt, is reeds genoemd.

Bij het resulterende sedimenttransport naar de Waddenzee wordt uitgegaan van de veronderstelling, dat sediment wordt onttrokken aan de aan de Waddenzee grenzende strook van de Noordzeekust van de eilanden en het aangrenzende deel van de Noordzee (in het vervolg kuststrook genoemd). Tot welke diepte deze kuststrook in rekening moet worden gebracht, is echter nog niet bekend. In hoofdstuk 3 is berekend dat de resulterend sedimenttransport naar de Waddenzee $8 \text{ à } 20 \cdot 10^6 \text{ m}^3/\text{jaar}$ bedraagt (standaardafwijking $13 \cdot 10^6 \text{ m}^3/\text{jaar}$). De grootteorde van de zandwinning in de periode waarop deze getallen gebaseerd zijn, bedraagt ongeveer $3 \cdot 10^6 \text{ m}^3/\text{jaar}$. Bij het schrijven van het eindrapport van de werkgroep I ($1 \cdot 4 \cdot 10^6 \text{ m}^3/\text{jaar}$). Op basis van de kontingenteringsregeling zou jaarlijks maximaal $4,5 \cdot 10^6 \text{ m}^3/\text{jaar}$ gewonnen mogen worden.

In aansluiting op wat eerder in dit hoofdstuk gezegd is over de invloed van de zandwinput op de omgeving, kan worden verondersteld dat uiteindelijk aan de kuststrook gelijkmatig sediment wordt onttrokken (het gearceerde gebied, zie figuur 10).



Figuur 10 - Relatie zandwinning Waddenzee en erosie kuststrook.

In het eindverslag van de werkgroep I (1), is het een en ander met een rekenvoorbeeld verduidelijkt. Daarbij zijn de volgende aannamen gedaan:

- de grootte van de onttrokken hoeveelheden zand aan de Waddenzee is gedurende vele jaren achtereen per jaar konstant;
- deze konstante zandwinning vindt reeds gedurende zoveel jaren achtereen plaats dat naijlingseffekten voor wat betreft aanvulling vanuit de omringende gebieden geen rol meer spelen;
- er vindt uitsluitend aanvulling plaats met materiaal dat afkomstig is van het Waddengebied, de eilanden en de Noordzee tot N.A.P. - 15 m. De Waddenzee en deze kuststrook vormen, wat de zandhuishouding betreft, dus een gesloten systeem;
- er bestaat een positieve relatie tussen de inhoud en de oppervlakte van het kombergingsgebied.

In principe zijn de volgende twee uiterste consequenties denkbaar:

- a. Volgens de relatie tussen kombergingsoppervlakte en de inhoud (fig. 5) zou de kombergingsoppervlakte groter kunnen worden. De uiteindelijke verdieping van de Waddenzee zou hierbij gehandhaafd blijven. Bij een egalisatie van de verdieping over het gehele gebied van de Waddenzee en kuststrook zou een globale relatie gelegd kunnen worden tussen de gewonnen hoeveelheid zand per jaar en de sediment aanvoer als gevolg hiervan naar de Waddenzee.

$$S_1 = \frac{O_1}{O_1 + O_2} * S_2$$

hierbij is:

- S_1 = sedimentaanvoer van de Noordzee naar de Waddenzee ten gevolge van de zandwinning (m³/jaar)
- O_1 = oppervlakte aangrenzende deel van de Noordzee waaruit zand onttrokken wordt ter compensatie van de zandwinning (m²)
- O_2 = oppervlakte Waddenzee (m²)
- S_2 = in de Waddenzee gewonnen hoeveelheid zand (m³/jaar)

- b. Indien de kombergingsoppervlakte niet groter wordt ten gevolge van de effecten van de zand-

winning zal de natuur streven naar het bereiken van de kombergingsinhoud van voor de zandwinning. De gehele gewonnen hoeveelheid zand zal dan vanuit de Noordzee worden gekompenseerd: $S_1 = S_2$.

Welke van de twee hiervoor beschreven processen overheerst, valt niet te zeggen, vermoedelijk zal het van een groot aantal factoren afhangen. Verder zal in werkelijkheid de vanuit de Noordzee aangevoerde hoeveelheid sediment als gevolg van de zandwinning in de beginperiode (van deze winning) kleiner zijn ten gevolge van de naijlingseffekten. Mede omdat sommige zandwinputten relatief veel slib vangen, zal voorts slechts een gedeelte van S_1 uit zand bestaan. Vooralsnog lijkt het aan de ruime kant om voor de periode van de lodingskaartvergelijkingen S_1 op

2 à 3.10⁶ m³/jaar te stellen. Geen rekening houdend met het slibaandeel in S_1 komt dit bij de aangehouden waarde van 1100.10⁶ m² voor O_1 neer op een gemiddelde verdieping van het kustgebied van ongeveer 2 mm/jaar.

6. Herkomst zand

Van de rivieren leveren in de huidige situatie slechts de Rijn en de Maas een als zodanig herkenbare bijdrage in de afzetting van slib in de Waddenzee.

Zandaanvoer vanuit de diepere Noordzee vanaf 15 à 20 m diepte naar de Waddenzee kon tot dusverre niet rechtstreeks worden aangetoond. Het moet echter niet uitgesloten worden geacht dat tijdens zware stormen tengevolge van golfwerking tot (veel) grotere diepten dan 15 à 20 m zandig materiaal in beweging wordt gebracht dat vervolgens getransporteerd wordt. Evenmin is er een zandaanvoer vanuit het zuiden aangetoond. Gezien de aanwezigheid ter hoogte van Bergen aan Zee van een zeer oude scheiding tussen twee zandsoorten van verschillende samenstelling in de kuststrook welke scheiding rond de vroege Middeleeuwen is ontstaan en nu nog vrij scherp aanwezig is, zal een eventueel transport van zand langs de kust tussen Hoek van Holland en Den Helder niet anders dan klein zijn.

Door het Geologisch Instituut van de Rijksuniversiteit van Groningen is een onderzoek uitgevoerd naar de herkomst van het materiaal waarmee een zandwinput in de Blauwe Slenk opvulde. Bij dat onderzoek (6) is gebruik gemaakt van bepaalde karakteristieke eigenschappen van het sediment zoals rolbaarheid, vorm, korrelgrootte, samenstelling e.d. Het sediment dat in de Waddenzee wordt aangetroffen en daaruit wordt gewonnen, blijkt:

- voor wat betreft de grovere frakties (mediaan groter dan 190 µm) te bestaan uit zand zoals dat

- ook op de kusten van de Waddeneilanden en de ondiepe Noordzeekuststrook wordt aangetroffen en uit grof erosiemateriaal dat uit het keileem is uitge-spoeld;
- voor wat betreft de middelfijne frakties (mediaan tussen 130 en 190 µm) te bestaan uit zand met dezelfde kenmerken als het zand dat betrokken is bij de afslag- en aangroeyicyclus van de Waddeneilanden en de Noordzeekust tot 10 à 15 m diepte;
 - voor wat betreft de fijne frakties (mediaan tussen 50 en 130 µm) uit materiaal te bestaan dat een grote overeenkomst vertoont met dat van de Noordzeebodem op 40 m diepte ten noorden van de Waddeneilanden.

Over de aanvoer van zand wordt in (1) de volgende konklusie gegeven:

Het aangevoerde zand wordt waarschijnlijk door de aangrenzende strook van de Noordzeekust van de Waddeneilanden en van het noorden van Noord-Holland geleverd. Voor de zandhuishouding in de Waddenzee en de aangrenzende strook van de Noordzee - inklusief de kust - is als werkhypothese, bij gebrek aan voor deze studie voldoende nauwkeurige basisgegevens, voor de berekeningen uitgegaan van een gesloten systeem, waarbij geen aanvulling van de zand vanuit de Noordzee, dieper dan N.A.P. - 15 m, plaatsvindt. Op grond van uitgevoerde zandbalansstudies (met de daarbij aanwezige grote onnauwkeurigheidsmarges) kan deze werkhypothese niet worden verworpen. De juistheid van deze aanname moet echter worden betwijfeld. Er bestaan sterke vermoedens, op grond van uitgevoerde morfologische en sedimentologische onderzoeken, dat wel degelijk zandtransport kan optreden naar/van veel grotere diepten dan N.A.P. - 15 m. De slibfraktie wordt hoofdzakelijk vanuit de Noordzee aangevoerd via het noordgaande slibtransport langs de Nederlandse kust.

7. Literatuur

- (1) Werkgroep I; Resultaten van een hydrografisch-sedimentologisch onderzoek. Eindverslag van werkgroep I, Leeuwarden, februari 1981.
- (2) W.D. Eysink; Morfologie van de Waddenzee, Gevolgen van zand- en schelpenwinning. Verslag literatuuronderzoek, Waterloopkundig Laboratorium, Verslag R 1336, mei 1979.
- (3) M. de Boer, G.C. Visser e.a.; Erosie en sedimentatie in de westelijke Waddenzee 1963-1978. Rijkswaterstaat, Adviesdienst Hoorn, nota WWKZ-80.H001, juni 1980.
- (4) L.D. Boom; Aanzanding of ontgronding in de oostelijke Waddenzee. Rijkswaterstaat, Meet- en Adviesdienst Delfzijl, memorandum 79-2, maart 1979.

- (5) P. Brolsma; Erosie/sedimentatie onderzoek. Rijkswaterstaat, Adviesdienst Hoorn, nota WWKZ-81.H020, oktober 1981.
- (6) H.J. Veenstra; Onderzoek gevolgen zandwinning Blaauwe Slenk. Geologisch Instituut van de Rijksuniversiteit Groningen, maart 1979.

Appendix 1: Waarschijnlijkheidsbeschouwing sedimentatie/erosie

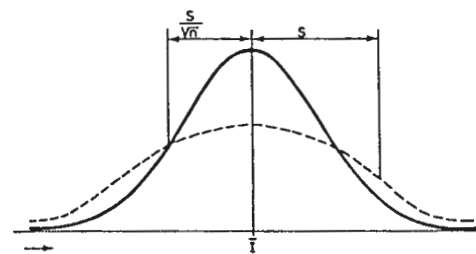
Voor het opstellen van de sedimentbalans van de Waddenzee is voor verschillende perioden de inhouds-verandering van de Waddenzee berekend op basis van uitgevoerde lodingen. Stel dat over een bepaalde periode n hypothetische bepalingen voor deze inhouds-veranderingen zijn uitgevoerd (I_1, I_2, \dots, I_n). Dan is de gemiddelde inhoudsverandering:

$$\bar{I} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n I_i$$

De spreiding (of standaarddeviatie) van deze n bepalingen is:

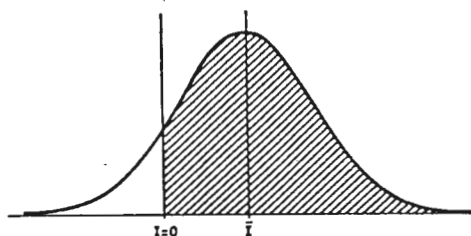
$$s = \frac{\sum_{i=1}^n (I_i - \bar{I})^2}{n - 1}$$

Met behulp van \bar{I} , s en de veronderstelling dat I_i normaal verdeeld is, kan een waarschijnlijkheidsverdeling van de gemiddelde inhoudsveranderingen worden geschat. Aangezien de verschillen tussen de I_i -waarden alleen worden veroorzaakt door meetfouten, is de aanname dat I_i normaal is verdeeld, gerechtvaardigd. Deze waarschijnlijkheidsverdeling is in de onderstaande figuur weergegeven, samen met de waarschijnlijkheidsverdeling van de enkelvoudige bepalingen I_i .



— waarschijnlijkheidsverdeling gemiddelde inhoudsveranderingen.
 ---- waarschijnlijkheidsverdeling enkelvoudige bepalingen I_i .

De waarschijnlijkheid van sedimentatie ($I > 0$) wordt bepaald door de verhouding tussen de gearceerde en de totale oppervlakte onder de kromme. Als deze waarschijnlijkheid P wordt genoemd, dan is de waarschijnlijkheid van erosie ($1-P$).



Bij het onderhavige onderzoek is voor een bepaalde periode slechts één bepaling van de inhoudsverandering uitgevoerd (dus $n = 1$), welke als schatting voor de werkelijke inhoudsverandering wordt gehanteerd. Daar de spreiding dan onbepaald is, is deze door middel van een foutenanalyse en aanvullend onderzoek geschat.

De betekenis van geologische aspecten bij klassificatie van grond in Nederland

door E.F.J. de Mulder

De titel kan de indruk wekken dat er in de klassificatie van grondsoorten geologische begrippen zijn opgenomen. Dit is onjuist. De begrippen klei, leem, grind en zand kunnen er geen aanspraak op maken zuiver geologische begrippen te zijn.

Dat de geologie echter een zeer belangrijke rol speelt bij alles wat met grond te maken heeft - dus ook met de klassificatie van grond - komt omdat de geologie de ontstaanswijze van grond en alle processen die hiermee verband houden, beschrijft. Hierdoor zijn in principe alle fysische en chemische eigenschappen van grond vastgelegd. Vanuit deze relatie tussen ontstaansgeschiedenis en grondeigenschappen kan de verbreiding van gronden met specifieke eigenschappen in de Nederlandse bodem voorspeld worden.

In mijn bijdrage zal ik mij beperken tot de volgende onderwerpen:

- Wat is de relatie tussen de eigenschappen van grond en geologie
- Hoe worden de Nederlandse gronden in tijd en plaats gerangschikt
- Waar komen natuurlijke constructiematerialen aan of nabij het oppervlak voor

Binnen de groep van natuurlijke grondmengsels is de samenstelling van de Nederlandse gronden géén toevallige zaak. Deze is het rechtstreekse gevolg van natuurlijke geologische processen, die tot de vorming van de verschillende aardlagen heeft geleid. Deze sedimentatieprocessen zijn op hun beurt weer bepaald door het milieu waarin afzetting plaats vond.

Zo overheerst in een rivierengebied afzetting door stroming, in een marien milieu kan dit golfwerking zijn en in een glaciaal milieu komen de afzettingen onder invloed van het gletsjerijs tot stand.

Rehalve door de sedimentatieprocessen is de samenstelling van gronden ook bepaald door de herkomst van het materiaal. Rijnzanden zijn bijvoorbeeld veel bruiner van kleur dan de witte, kwartsrijke rivierzanden van noordelijke herkomst. Het verschil in herkomstgebied komt ook tot uiting in verschillen in de verhouding tussen kleimineralen,

hetgeen weer tot verschillende eigenschappen leidt. Voorts spelen post-sedimentaire geologische processen, zoals compactie, bodemvorming, cryoturbatie, bioturbatie, etc. een belangrijke rol in de uiteindelijke samenstelling en eigenschappen van de Nederlandse grondsoorten.

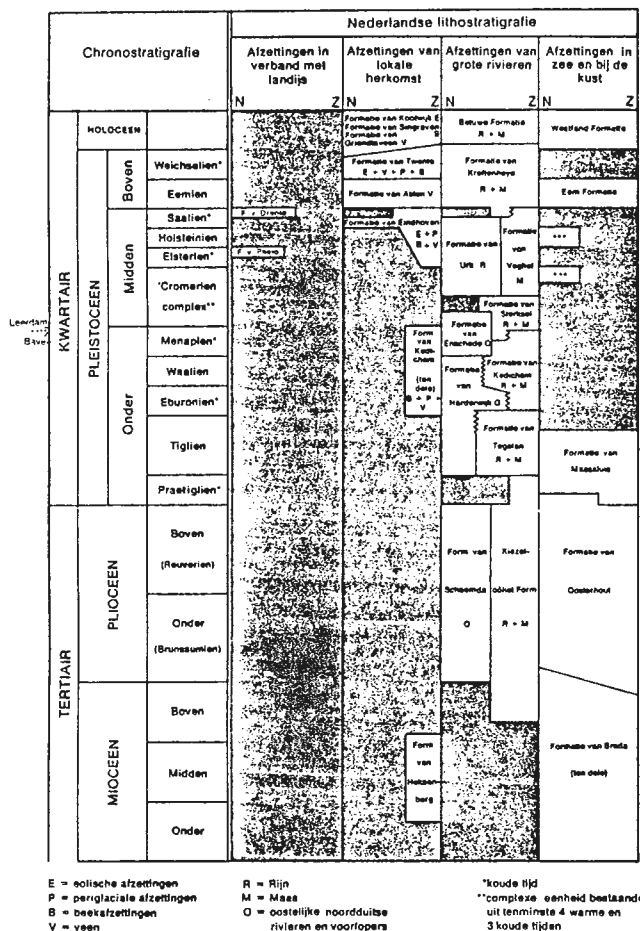
Het is daarom niet verwonderlijk dat juist deze geologische processen, de genese van het materiaal, naast de lithologische herkenbaarheid (zand, veen, klei) en de ouderdom (verschil in schelpeninhoud bijvoorbeeld) de basis vormen voor de indeling van de Nederlandse grondsoorten in lithostratigrafische eenheden (formaties en laagpakketten), die met elkaar het raamwerk vormen, waarin de hele Nederlandse bodem (ondergrond) in kaart gebracht kan worden.

Daarom zal de geoloog altijd trachten om, op basis van wat hij van de opgeboorde monsters kan herkennen en wat betreft de genese ervan kan afleiden, deze monsters te benoemen in termen van stratigrafische eenheden, bijvoorbeeld Betuwe Formatie, Basisveen, Formatie van Kreftenheye, keileem, etc. Geologen brengen deze formaties in kaart (karteren). Het bekendste voorbeeld daarvan is de Geologische Kaart van Nederland, waarop de verbreiding van de aan de oppervlakte liggende formaties en laagpakketten - al dan niet in relatie tot de eronder liggende eenheden - staat afgebeeld.

Hoewel er dus een zeker verband bestaat tussen wat er onder de formaties verstaan wordt en de samenstelling van het materiaal, kunnen deze niet zonder meer in begrippen als zand, klei en veen vertaald worden, omdat ook andere factoren bij deze indeling een rol spelen. Om enigszins in de behoefte aan de verbreiding van zand, klei, veen, etc. voorkomens in de Nederlandse bodem tegemoet te komen heeft de Rijks Geologische Dienst in 1975 een globale lithologische kaart van Nederland en een deel van de Noordzee, de zogenaamde Toegepaste Geologische Kaart van Nederland 1:600.000, samengesteld.

Om de ligging van de formaties aan het oppervlak (zoals afgebeeld op de Geologische Kaart) en de verbreidingsgebieden van de belangrijkste grondsoorten (op de Toegepaste Geologische Kaart) beter te kunnen begrijpen, volgt hieronder een zeer beknopte beschrijving van enkele formaties in relatie tot hun plaats op de geologische -tijdsschaal en de omstandigheden waaronder deze tot afzetting kwamen (zie figuur 1).

Na een langdurige periode, waarin hier een subtropisch klimaat heerste en Nederland door de zee bedekt was, begon het klimaat aan het eind van het Tertiair (2 tot 3 miljoen jaar geleden) aanzienlijk te verslechteren. Het begin van de eerste pleistocene ijstijd werd ingeluid door een naar het westen terugtrekkende zee. In deze ondiepe



**** Bovenaan het Onder- of Vroeg-Pleistoceen worden tegengwoordig het Leerdam Interlaciaal en Bevel Interlaciaal onderscheiden: zie Lapen & Oosterl. 1978

Figuur 1: Tabel van Laat-tertiaire en kwartaire formaties in Nederland

zee werden mariene zand- en kleilagen afgezet (Formatie van Maassluis).

Op deze mariene klei- en zandlagen liggen rivierafzettingen; in het zuiden en midden van het land zijn dit fijnkorrelige zanden en kleien die door de Rijn en Maas vanuit het zuiden werden aangevoerd (Formaties van Tegelen en Kedichem), terwijl dit in het noorden van het land kwartsrijke, witte zanden zijn, die door rivieren vanuit het noordoosten werden toegeleverd (Formaties van Harderwijk en Enschede). In het algemeen geldt dat deze rivierafzettingen in stroomopwaartsrichting het meest grofkorrelig ontwikkeld zijn. Als gevolg van de steeds verder westwaarts uitbreidende invloed van deze rivierpatronen, werd in de loop van het Vroeg-Pleistoceen steeds grover materiaal aangevoerd. Dit verklaart de naar boven toenemende korrelgrootte in deze formaties.

Ongeveer een half miljoen jaar geleden kwam een eind aan de noordoostelijke aanvoer op de delta. Geleidelijk werd haar plaats door afzetting van bruin getint, zandig materiaal met een zuidelijke herkomst, ingenomen. In het noorden en midden van het land was dit vaak grove zand afkomstig van de Rijn (Formatie van Urk), terwijl dit in het zuiden aanvankelijk door de Rijn en Maas samen (Formatie van Sterksel) en later alleen door de Maas (Formatie van Veghel) werd toegeleverd.

Hoewel in de periode van circa 1.8 miljoen tot 300.000 jaar geleden in Nederland vrijwel uitsluitend rivierafzettingen werden gesedimenteerd, werd het klimaat in die periode toch gekenmerkt door een afwisseling van relatief warme en relatief koude tijdvakken. De eerste ijstijd (Elsterien), waarin Nederland door het landijs bedekt werd, ving circa 300.000 jaar geleden aan. Behalve zandige smeltwaterafzettingen vond in die tijd onder invloed van het landijs tevens sedimentatie van de zogenaamde Potklei in de noordelijke provincies plaats (Formatie van Peelo). In de rest van Nederland zette de riviersedimentatie door Rijn

en Maas zich toen - zij het in grovere vorm - voort. Dit was - fijnkorreliger - ook het geval tijdens de relatief warme periode direct na het Elsterien.

Tijdens de volgende ijstijd, het Saalien, werd de noordelijke helft van Nederland omstreeks 180.000 jaar geleden met landijs bedekt. Deze ijsbedekking had grote gevolgen voor het reliëf van Noord- en Centraal Nederland. Onder invloed van de vergletsjering werden, vooral in het midden van het land, diepe depressies (glaciale bekkens), geflankeerd door hoog opgestuwde zandruggen (stuwwallen) gevormd. Een typisch sediment, dat kenmerkend is voor afzetting aan de voet van gletsjers, is keileem. Samen met grofkorrelige zanden, die door smeltwaterstromen werden afgezet en gelaagde kleien, die in de depressies tijdens de afsmeltingsfase van het landijs achterbleven, behoort het keileem tot de Formatie van Drente. Tengevolge van de langdurige (circa 40.000-50.000 jaar) bedekking door een vele honderden meters dik pakket landijs, zijn de onderliggende sediment/pakketten gekenmerkt door een aanzienlijke voorbelasting, hetgeen in de mechanische eigenschappen tot uitdrukking komt.

In de daarop volgende warme tijd, het Eemien, trok het landijs zich noordwaarts terug en maakte plaats voor de zee, die de westelijke en noordelijke delen van ons land bedekte. Tussen circa 120.000 en 70.000 jaar geleden werden in het toenmalige kustgebied mariene kleien en zanden afgezet (Eem Formatie), terwijl in de randgebieden dikke veenpakketten (Formatie van Asten) tot ontwikkeling kwamen. Elders werden vooral door de Rijn rivierzanden neergelegd (Formatie van Kreftenheye). Gedurende de laatste ijstijd, het Weichselien, bereikte het landijs Nederland niet, maar heersten er hier wel troendraachtige klimaatsomstandigheden. De zee had zich uit het Noordzeegebied teruggetrokken en werden door de wind grote hoeveelheden fijnkorrelig zand over het nauwelijks begroeiende land verplaatst. De hierdoor gevormde dekzanden behoren, evenals de tijdens deze ijstijd gevormde merendeels fijnkorrelige zanden en leemlagen van lokale herkomst, tot de Formatie van Twente. In het rivierengebied duurde de grofkorrelige zand- en grindaanvoer door de Rijn (Formatie van Kreftenheye) voort.

Na de laatste ijstijd, brak de laatste periode van de geologische geschiedenis, het Holoceen circa 10.000 jaar geleden, aan met klimaatverbetering, sterke afsmelting van de resterende landskappen en dientengevolge een snelle zeespiegelstijging. Hierdoor werd de noordwestelijke helft van Nederland door de zee bedekt en werden mariene kleien en zandlagen in een getijdengebied afgezet (Westland Formatie). Tot dezelfde formatie worden de strandzanden in de strandwallen en de door de wind gevormde duinzanden langs de kust gerekend.

Voorts behoren hiertoe de veenlagen (Hollandveen) en de rivierkleien en -zandlagen in de directe omgeving van het mariene areaal.

De stroomgordel- en komafzettingen, die in het gebied van de bovenrivieren in het Holoceen werden afgezet, worden tot de Betuwe Formatie gerekend. Vrijwel alle holocene afzettingen onderscheiden zich meestal van andere sedimenten, die onder dezelfde milieuumstandigheden zijn afgezet, door hun geringere consolidatiegraad.

Uit deze summier beschrijving van de belangrijkste Nederlandse formaties blijkt dat de meeste formaties meerdere lithologische eenheden, zoals klei- en zandlagen, omvatten.

Als we nu onze blik richten op de verbreiding van deze lithologische eenheden (de "grondsoorten") dan blijkt een duidelijk verband te bestaan met de verbreiding van de verschillende formaties (lithostratigrafische eenheden). Dit verband viel reeds op bij de vergelijking van de eerder genoemde Geologische Overzichtskaart en de Overzichtskaart Toegepaste Geologie, beide op schaal 1:600.000 (Zagwijn & Van Staalduinen, 1975).

Inzicht in de verbreiding van grondsoorten en hun door geologische processen bepaalde eigenschappen is van grote maatschappelijke en economische betekenis. Dit inzicht is onontbeerlijk voor alle vormen van grondgebruik en grondbeheer, of het nu gaat om de geschiktheid van gronden voor akkerbouw, bosbouw of woningbouw, om de inrichting van vuilstortplaatsen, het opbergen van chemisch- of nucleair afval in de grond, om bodemsanering of tunnelbouw, om de gevoeligheid voor zettingen tengevolge van bemalingen of om de kwetsbaarheid van gebieden voor de

percolatie van nitraten naar het grondwater. Dit geldt vooral voor de exploitatie van ondiepe delfstoffen, zoals drinkwater en natuurlijke constructiematerialen, zoals beton-, metsel-, kalkzandsteen-, ophoog- en zilverzand, grind voor de betonindustrie en klei voor de grof- en fijnkeramische industrie.

Op verzoek van de bedrijfstak, die zich met de winning van oppervlakedelfstoffen bezig houdt en van de Rijks- en Provinciale overheid ten behoeve van de onderbouwing van het ontgrondingsbeleid, heeft de Rijks Geologische Dienst de laatste 25 jaar vele adviezen over de verbreiding van deze delfstoffen uitgebracht. In geologisch goed onderzochte gebieden was het doorgaans goed mogelijk om de verbreiding van het gewenste constructiemateriaal vrij gedetailleerd weer te geven. De weergave van dergelijke verbreidingsgebieden op landelijke schaal leverde echter veel meer problemen op. De oorzaak daarvan ligt vooral in het feit dat de systematische geologische kartering van Nederland nog lang niet gereed is, zodat betrouwbare grondgegevens niet van alle delen van ons land in voldoende mate beschikbaar zijn. In 1983 werden landelijke overzichtskaarten met de verbreiding van de belangrijkste oppervlakedelfstoffen, schaal 1:600.000, samengesteld ten behoeve van de zogenaamde U.P.D. nota (Rijkswaterstaat, 1983).

Tot besluit van dit artikel volgen hieronder enige resultaten van de inventarisaties:

GRIND

Korrelgrootte: 2 - 63 mm

Toepassing voor: beton, asfalt en filtermateriaal voor dijken

Verbreiding aan of nabij oppervlak(figuur 2): in de provincie Limburg, aangevoerd door de Maas en aanvankelijk ook door de Rijn (Formaties van Kreftenheye, Veghel en Sterksel). In Zuid-Limburg vond grindafzetting plaats op de Maasterrassen; in Centraal- en Noord-Limburg accumuleerde grind in dikke pakketten in het dalende Centrale Slenkgebied.

Globale overzichtskaart grindvoorkomens aan of nabij de oppervlakte = ■



Figuur 2: Belangrijkste grindvoorkomens aan of nabij het oppervlak

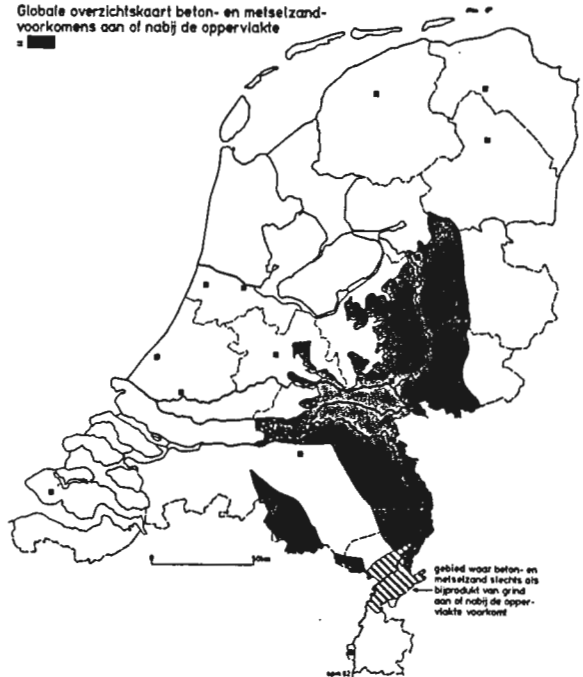
INDUSTRIEZAND

Korrelgrootte: 0,3 - 2 mm

Toepassing voor: beton- en metselspeciebereiding en als toeslagmateriaal voor de kalkzandsteenfabricage.

Verbreiding aan of nabij het oppervlak (figuur 3): het industriezand in Nederland dat bij voorkeur uit niet-afgeronde korrels bestaat, is door Rijn, Maas en door de Noordduitse rivieren aangevoerd; de grovere rivierzanden bevinden zich vooral in het oosten en zuiden (stroomopwaarts), terwijl de minder grove zanden met name in het midden van het land voorkomen. Industriezand wordt vooral aangetroffen in de vroeg- en midden-pleistocene Formaties van Sterksel, Harderwijk, Enschede en Urk in de laat-pleistocene Formatie van Kreftenheye en in de holocene Betuwe Formatie.

Globale overzichtskaart beton- en metselzandvoorkomens aan of nabij de oppervlakte = ■



Figuur 3: Belangrijkste industriezandvoorkomens aan of nabij het oppervlak; in het gearceerde gebied kan industriezand vrijkomen bij de grindwinning

OPHOOGZAND

Korrelgrootte: 0,05 - 0,21 mm

Toepassing voor: ophoging voor het bouwrijpmaken van terreinen, aanleg van wegen, spoorbanen, landingsbanen en dijken.

Verbreiding aan of nabij het oppervlak (figuur 4): veruit de meeste zandvoorkomens aan de oppervlakte of op de bodem van de Noordzee, Waddenzee en de binnenwateren zijn geschikt als ophoogzand

ZILVERZAND

Korrelgrootte: 0,03 - 0,06 mm

Toepassing voor: (kristal) glasindustrie

Verbreiding aan of nabij het oppervlak: dit materiaal (silt) waarvan het kwartspercentage meer dan 99,8% moet bedragen, komt in Nederland alleen voor in de Mioocene Heksenberg Formatie en de Vrijherenberg Afzettingen op enkele plaatsen in Zuid-Limburg.

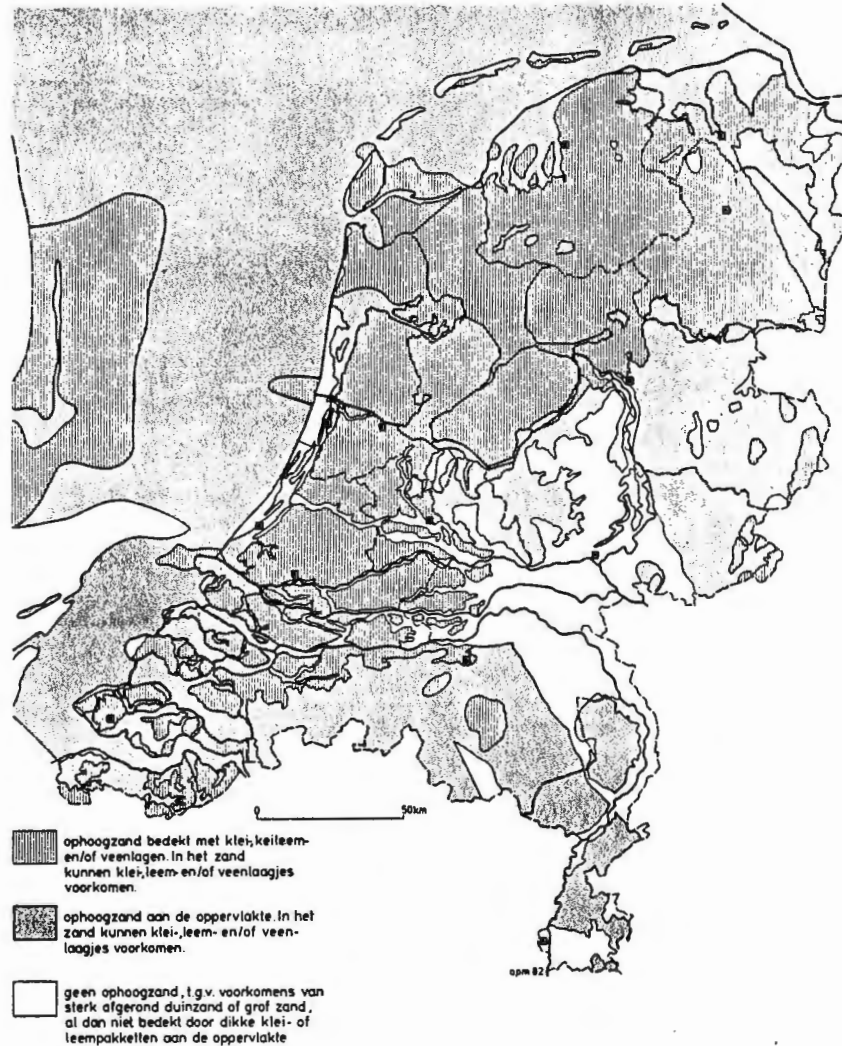
KLEI EN LEEM

Korrelgrootte: 0 - 0,063 mm

Toepassing voor: grof- (baksteen, dakpannen) en fijnkeramische industrie, dijk- en wegconstructies

Verbreiding aan of nabij het oppervlak (figuur 5): de voor de grof-keramische industrie meest geschikte klei en leem

Globale overzichtskaart van ophoogzandvoorkomens aan of nabij de oppervlakte



Figuur 4: Belangrijkste voorkomens van ophoogzand aan of nabij het oppervlak. Duinzand in het kustgebied wordt vanwege de sterke afronding in eerste instantie als minder geschikt beschouwd; de economische waarde van de grove rivierzanden in het oosten van het land wordt als te hoog beschouwd voor toepassing als ophoogzand.

bevat tussen 35 en 17,5% lutum (deeltjes kleiner dan 2 micron). Het merendeel van dit materiaal is door rivieren aangevoerd. Met name de komkleien in de holocene Betuwe Formatie en de kleien van de Formaties van Tegelen en Kedichem leveren geschikte grondstoffen voor deze bedrijfstak. In mindere mate worden hiervoor ook (peri) mariene kleien van de holocene Westland Formatie, löss van de Formatie van Twente in Zuid-Limburg, oudere tertiaire kleien lokaal in het oosten en keileem lokaal in het noorden van het land gebruikt.

Het aangeven van de verbreiding van potentiële oppervlaktedelfstoffen in de Nederlandse bodem is één van de voorbeelden van de belangrijke rol die de geologie kan spelen bij de planning voor het grondgebruik. Ook voor dit doel is het van belang dat producenten, beleidsmakers en onderzoekers zoveel mogelijk dezelfde taal spreken. De normering van de klassificatie van sedimenten is daartoe een eerste, minimale vereiste. Ik hoop in mijn bijdrage aangetoond te hebben dat, naast de classificatieterminolo-

gie, het aangeven van nog vele andere geologische aspecten voor een optimale karakterisering van de grond van belang is, immers:

- Grondeigenschappen zijn in hoofdzaak bepaald door geologische condities
- Voorspellingen over grondeigenschappen op boven-locale schaal zijn zonder geologie onverantwoord

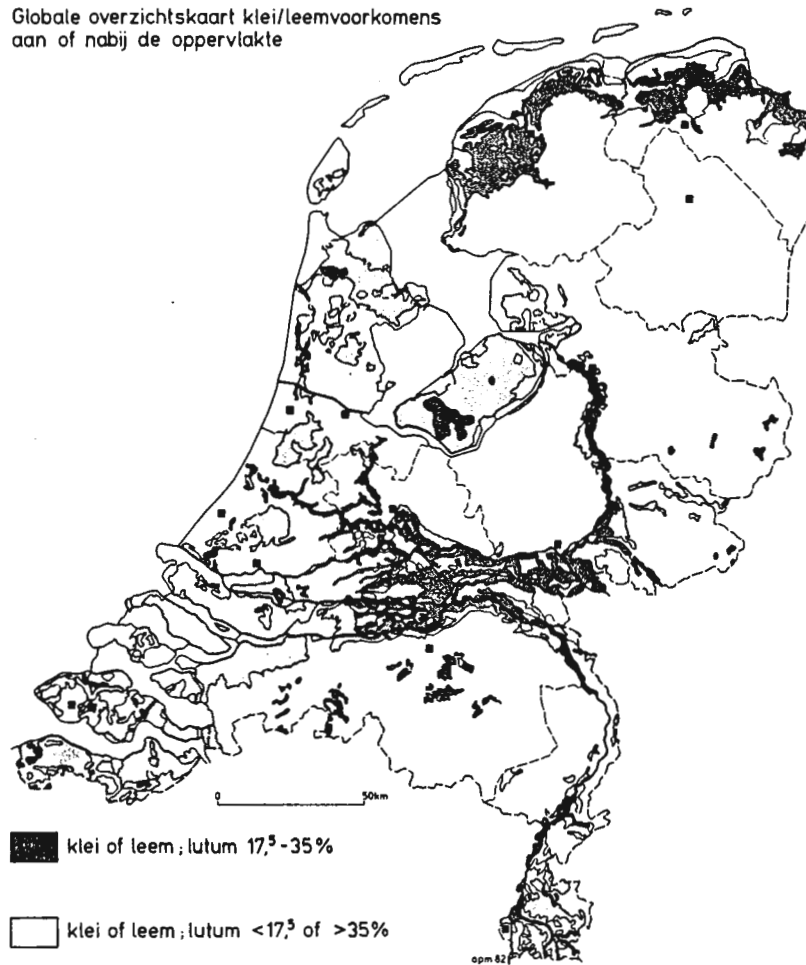
Literatuur

Mulder, E.F.J. de, 1984: A geological approach to traditional and alternative aggregates in The Netherlands. Bull. I.A.E.G., 29

L.C.C.O., 1983: Lange-termijn beleid voor de oppervlaktedelfstoffen voorziening - U.P.D.-nota, Den Haag

Zagwijn, W.H. & C.J. van Staalduinen, 1975: Toelichting bij de Geologische Overzichtskarten van Nederland. Rijks Geologische Dienst, Haarlem.

Globale overzichtskaart klei/leemvoorkomens
aan of nabij de oppervlakte



Figuur 5: Belangrijkste voorkomens van klei en leem
aan of nabij het oppervlak.

Zijn er klassifikaties van grond mogelijk direkt toepasbaar in de praktijk?

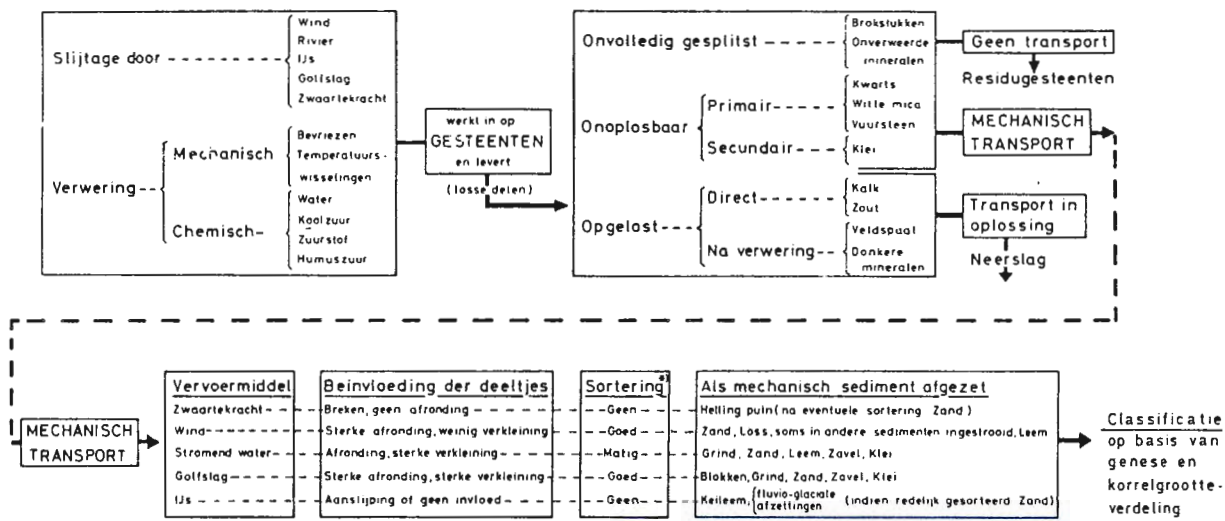
§1. Grond: een korrelig mengsel van natuurlijke oorsprong en zijn karakteristieken.

Het antwoord op de vraag die als titel voor deze voordracht is gekozen, moeten we zoeken binnen het kader van deze themamiddag: "geotechnische klassifikatie van grond", aan de orde gesteld door de ingenieurs-geologische kring. Inwezen ligt de invalshoek voor de beantwoording binnen dit kader al vast. Het is de invalshoek van de geotechniek, die wordt uitgewerkt binnen de ingenieursgeologie.

Met andere woorden: het gaat om werken in de civiele techniek, met zoveel mogelijk gekwantificeerde geologische informatie. We zijn direkt al een eind op weg als de geologische kennis van grond (in de zin van technisch materiaal) daarbij kan functioneren. Dit geldt zowel voor het eigenlijke klassificeren, als voor het vast stellen en gebruik maken van mechanische en andere eigenschappen van grond op laboratoriumschaal en in het terrein (in situ). Het waarom van het klassificeren is daarbij steeds: het werken met duidelijke begripsaanduidingen. In het geval van grond gaat het nu om een duidelijk geotechnische karakterisering van in de aardkorst aanwezig of daaraan ontleend materiaal. (vervolg kolom hiernaast)

Dat houdt, nader gespecificeerd, in het klassificeren van een grote reeks van korrelige materialen, ontstaan door natuurlijke processen zoals afbraak en verwerking van harde gesteenten, (en meestal daarop volgend:) erosie, transport, sortering en sedimentatie. Dit zijn allemaal fysische processen die uiteraard van invloed zijn op eigenschappen en gedrag van het ontstane eindprodukt: grond, dat steeds bestaat uit een mengsel van diverse deeltjes, qua korrelgrootte en mineralogische samenstelling, en eventueel andersoortige bijmengsels. Daarom wordt grond in geologische zin zoveel mogelijk lithogenetisch geduid. Als het niet direkt mogelijk is alsnog achteraf. De geotechnische karakterisering behoort daarop aan te sluiten.

SCHEMA VAN DE SEDIMENTVORMING, ter illustratie van het ontstaan van natuurlijke grondsoorten



a) sortering is een geologische term ter aanduiding van de homogeniteit van de korrelgrootte verdeling

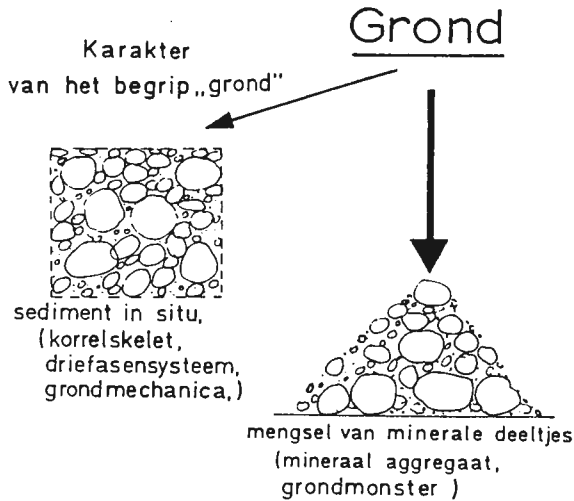
Schema ontleend aan Kuene en van der Vlek, 1951, met enige wijzigingen

§2. Grond als grondstof, bestaande uit diverse componenten, en grond als constructiemateriaal in massa.

In de loop van zijn cultuurgeschiedenis heeft de mens grond voor allerlei doeleinden gebruikt, die sterk werden bepaald door regionaal-geologische, topografische en klimatologische omstandigheden en door de tijdgebonden technische mogelijkheden.

Afhankelijk van het doel lag daarbij de nadruk òf op de eigenschappen van grond als

los materiaal òf op eigenschappen en gedrag als massa-materiaal voor grondwerkconstructies als wegen, dijken, enz. In het laatste geval spelen vooral vochtgehalte en volume van de massa (dichtheid) een grote rol. In de loop van de geschiedenis hebben de toepassingen in technologie en techniek zich grotendeels afzonderlijk van elkaar ontwikkeld. In beide gevallen nam door toename van kennis en ontwikkeling van technische vaardigheden het doelgericht en in-



tensief gebruik van grond toe, echter vooral in regionaal c.q. nationaal verband en dan bovendien nog intradisciplinair. Door daar in andere regio's en ook buiten het oorspronkelijke vakgebied zonder meer op in te haken werden helaas fouten gemaakt die ons tot op vandaag veel moeite bezorgen : de verschillen in specifiek-regionale omstandigheden en die tussen de disciplines onderling werden niet onderkend of niet voldoende in rekening gebracht. Met de gevolgen daarvan zitten we nu opgescheept. Ik denk daarbij bijv. aan het gebruik van de Proctorproef bij de controle op de verdichting van zand, terwijl het gaat om een proef die Proctor ontwikkelde om de verdichting van klei te controleren, een grondsoort die mineralogisch sterk van zand verschilt. Andere voorbeelden zijn:

- het gebruik van de fijnheidsmodulus uit de betontechnologie die een rol is gaan spelen bij het karakteriseren van geofysische aspecten van grond (tegenwoordig onder de naam van fijnheidsgetal).

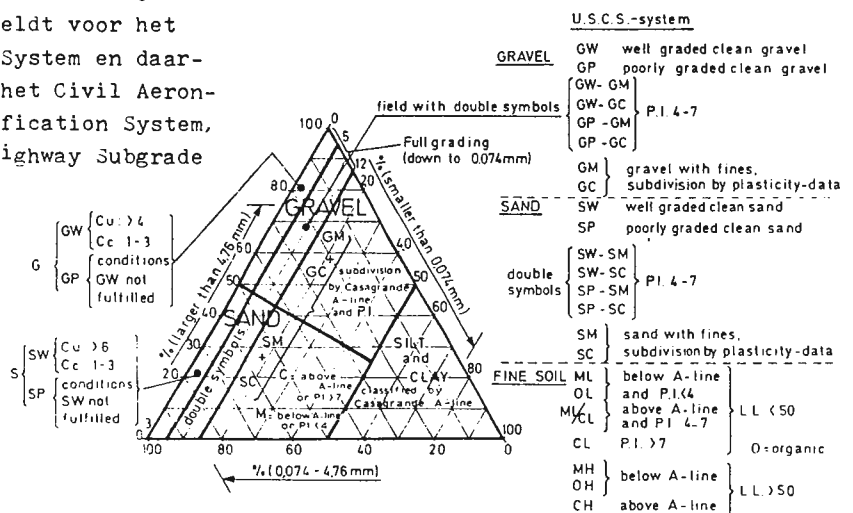
- de ontwikkeling van kunstmatig opgezette civieltechnische klassifikaties die voor een geoloog moeiten opleveren omdat hij er niets mee kan beginnen. Dit geldt voor het Unified Soil Classification System en daaraan verwante systemen, zoals het Civil Aeronautics Administration Classification System, de AASHO Classification of Highway Subgrade

Materials, de PIANC Classification of Soils to be Dredged, allen met 63 of 75 micron als fijnste fraktiegrens. Daarnaast zijn er systemen die ook in de landbouwkunde een rol spelen met 2 micron als fijnste fraktiegrens: het systeem van het U.S. Dept of Agriculture, het F.A.A.-systeem en andere, allen met meer gedetailleerde onderscheidingen tussen de fijnere grondsoorten dan de eerstgenoemde civieltechnische systemen.

- de invoering van vorstgevoeligheidskriteria uit klimatologisch niet-verwante gebieden, die tijdens strenge winters niet bleken te voldoen; goed bruikbaar ophoogzand werd zodoende ten onrechte afgekeurd.

De tijd van de extrapolatie of van het universeel toepassen van eenvoudige empirisch en streekgebonden vastgestelde criteria is nu echter zo langzamerhand voorbij en de geofysische dan wel technologische aanpak op interdisciplinair en zo mogelijk ook op internationaal niveau komt er voor in de plaats. Ruimtelijke ordening, milieubeheer, interdisciplinair onderzoek, schaarste aan oppervlakte delfstoffen, enz. vragen elk voor zich om een kennis van zaken waarmee op doeltreffende en adequate wijze grondsoorten eenduidig kunnen worden getypeerd bij verkenning en inventarisatie met het oog op hun gebruik als toeslagmateriaal, als funderingsmassa (✓), als constructiemateriaal of als basismateriaal voor sekundaire grondstoffen. Louter traditionele regels of voorschriften mogen daarbij niet als hindernissen fungeren. Daarom is een duidelijke en eenduidige karakterisering van grond voor universeel gebruik een eerste vereiste.

(✓)denk bijv. aan de rol die grond-in-situ speelt bij de dimensionering van wegverhardingen (zie o.a. § 5.1. Subgrade, van TRRL Road Note 29)



§3. Grond: onderwerp van interdisciplinaire studie.

De vooruitgang in kennis door de integratie van resultaten van grondonderzoek met kennis van aardwetenschappelijke componenten of aspecten zette zich in Nederland het eerst door in de landbouwkunde: de bodemkunde ontwikkelde zich als afzonderlijke vakwetenschap met direkt-praktische toepassingsmogelijkheden. Toen deze discipline na 1945 van de grond kwam was er behoefte aan uniformiteit en standaardisering van de terminologie, waarbij gewerkt werd met meetbare kenmerken.

Had de grondmechanika zich reeds in de jaren dertig ontfermd over de studie van grond als massa, in de bodemkunde ontwikkelde zich daarnaast de studie van grond als mengsel, waarbij eveneens de eigenschappen van de afzonderlijke componenten en invloed daarvan op de massa intensief werden onderzocht, o.m. door samenwerking ad hoc tussen de genoemde disciplines.

Wat bij de bodemkundige klassifikaties opvalt is het systematisch werken met driehoeksdiagrammen ter aanduiding van de mengselsamenstelling, waardoor impliciet reeds een aantal geologische aspecten wordt meegenomen. Dit komt uit in de gekozen indeling van de drie hoofdfrakties,

waarmee de variatie in grondsoorten zo duidelijk mogelijk tot uiting komt. Vooral de invloed van de fijnste fraktie (deeltjes kleiner dan 2 micron, de kleiachtige component, met een eigen mineralogische structuur). Bovendien is de invloed van humus c.q. veen als een afzonderlijke component in dit systeem opgenomen.

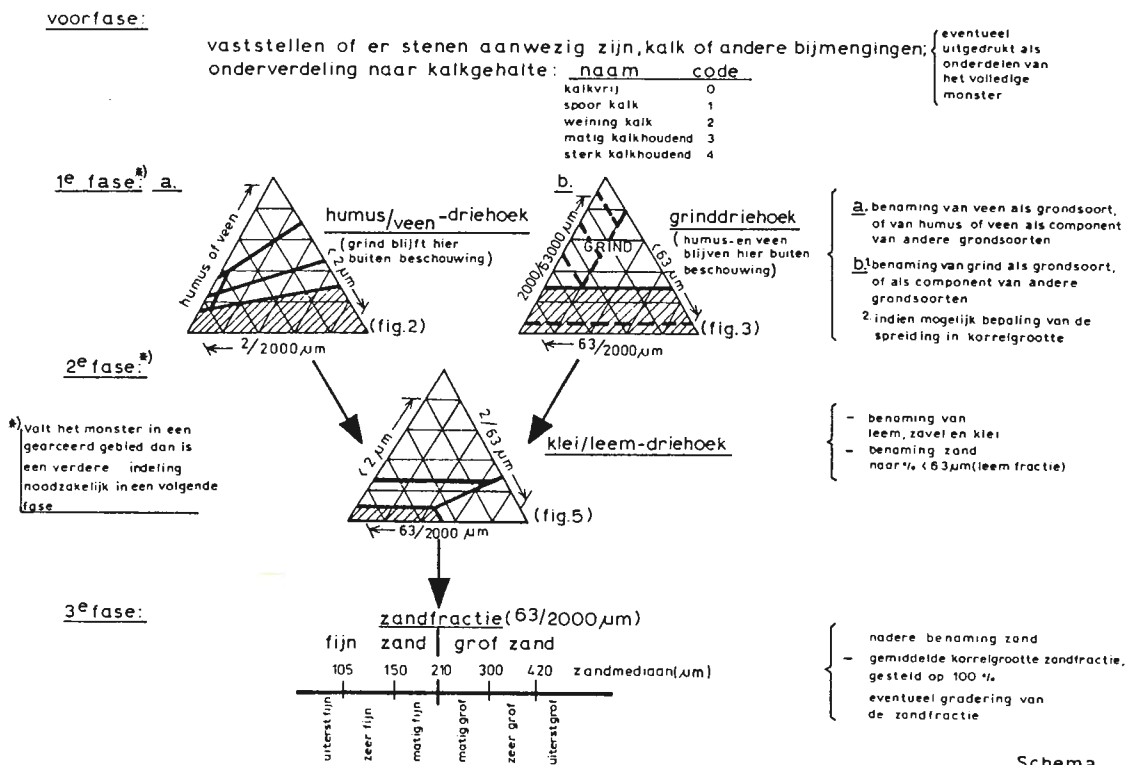
De opkomst van de Kwartairgeologie en het benadrukken van de zg. lithologische en lithogenetische kennis van grond vormen het sluitstuk van een ontwikkeling die voert naar een volledig interdisciplinaire aanpak, een werkwijze die reeds fraaie resultaten opleverde, ook in de hydrologie.

Het laat zich dus verstaan dat voor het bereiken van een optimaal effect de klassifikatie van grond een universele basis moet hebben bij interdisciplinaire studies. Konversies van het ene vakjargon in het andere zijn dan overbodig en gekwantificeerde gegevens van het ene vakgebied zijn direkt bruikbaar in het andere.

Met de te hanteren universele basisterminologie en basisindeling van grondsoorten houdt de N.N.I.-kommissie "Geotechniek" zich bezig en wel met name de subkommissie "Klassifikatie en presentatie".

In feite is dit het vastleggen van de in de loop dertijd gegroeide en bij Stiboka en Rijks Geologische Dienst bruikbaar gebleken

Overzicht van het systeem.
voor de benaming en indeling van grond



werkwijze (ook voor derden) die, dank zij de ontwikkeling van de Kwartairgeologie in Nederland, gedetailleerder is dan die van welke andere klassifikatie ook maar.

§4. Een interdisciplinaire basis voor een geotechnische klassifikatie.

De intensieve geologische verkenning en de daardoor verkregen kennis van de Nederlandse ondergrond zal, door een verantwoorde lithogenetische inbreng, andere rechtstreeks bruikbare informatie kunnen leveren voor de civiele techniek die de gangbare internationale systemen in dit vakgebied als het Unified Soil Classification System, C.A.A.- en AASHO-system niet verschaffen.

Een basisklassifikatie met een lithologische komponent maakt het mogelijk dat geologische informatie, grotendeels gekwantificeerd, in direkt bruikbare vorm beschikbaar is bij grondmechanische, hydrologische en andere verwante studies met grond.

De op deze wijze verkregen resultaten kunnen door feedback (terugkoppeling) naar de geologie de basis vormen voor het leggen van direkte relaties tussen lithogenetisch gekarakteriseerde grondsoorten en hun grondmechanische, hydrologische, delfstofkundige of andere (uiteraard geotechnische) klassifikatie daarvan.

Er is in dit opzicht al enig werk gedaan door S.C.W.-werkgroepen, dat is vastgelegd in publikaties. Ik denk o.a. aan S.C.W. Record no. 4 "Various Properties of Natural Sands for Netherlands Highway Engineering" (1978) en het rapport "Kwaliteit en winbaarheid van zand" met als hoofdtitel "Zandwinning voor wegen: Waar en hoe?" (1984).

De eerstgenoemde publikatie heeft betrekking op laboratoriumonderzoekingen, het andere gaat verder en behandelt zowel aspecten van grond-als-mengsel als het fungeren van grond-als-massa in een geologisch/geotechnisch ruimtelijk model, zaken die in het kader van deze voordracht niet zullen worden uitgewerkt.

§5. Een breed scala van toepassingsmogelijkheden.

De hier voorgestelde geotechnische klassifikatie zou goed kunnen hebben functioneren in de onlangs in de Tweede Kamer uitgebrachte nota "Ophoogzand" opgesteld door de L.C.C.C., de Landelijke Commissie voor de Coördinatie van het Ontgrondingenbeleid. Het rapport zou daardoor aan diepte en betekenis gewonnen hebben.

Dit was voor de S.C.W.-werkgroep "Byzondere ophoogmaterialen" aanleiding enig commentaar op de nota aan de Tweede Kamer toe te zenden, waaraan ik het volgende ontleen:

Commentaar op de nota "Ophoogzand", Kamerstuk L 8495, 1983/1984, 26 juli 1984

Het commentaar heeft met name betrekking op de volgende twee punten:

-(centrale) zandwinning en ruimtelijke ordening (R.O.)

-het gebruik van ophoogzand-ervangende materialen.

..Er bestaat een duidelijke relatie tussen de diverse zandtypen (geologisch gezien) en hun toepassingsmogelijkheden. Voorzover deze relatie bekend is kan daarvan gebruik worden gemaakt bij de aanwijzing van centrale zandwinplaatsen. Een geologisch "certificaat" van deze winplaatsen, aangewezen in het kader van de wet op de R.O., zal al direct indicaties geven ten aanzien van de toepassingsmogelijkheden. Potentiële gebruikers kunnen dan snel nagaan of de door hen gewenste zandtypen in een bepaalde winlocatie aanwezig zijn, dan wel of "bewerking" (sorteerinstallatie c.q. natte winning) nodig is om het gewenste materiaal te verkrijgen. Ook voor "zandwinkels" is dit van belang.

In §3.1. komt dit aspect, bij de bespreking van de onderlinge afstemming Ontgrondingenwet - wet op de R.O., niet aan bod (§3.1).

Ten aanzien van § 3.3 van de nota valt op te merken dat in Frankrijk landelijk een vaste lijn wordt gevolgd wat de eindbestemming van winplaatsen betreft; deze moet vooraf vaststaan. De herinrichtingskosten worden betaald uit de geheven "taxe parafiscale", waarmee tevens studies worden gefinancierd voor het zoeken naar geschikte wingebieden (kwalitatieve en kwantitatieve aspecten).

..Wat bijlage 2 betreft kan er op gewezen worden dat in Noord-Nederland reeds ervaringen zijn opgedaan met het gebruik van keileem als ophoogmateriaal voor daartoe geschikte grondwerkobjecten....

De S.C.W.-werkgroep heeft zich ook bezig gehouden met de relatie tussen de gangbare en de niet-traditionele ophoogmaterialen, welke laatstgenoemde materialen zowel industriële afvalprodukten als natuurlijke grondsoorten kunnen zijn.

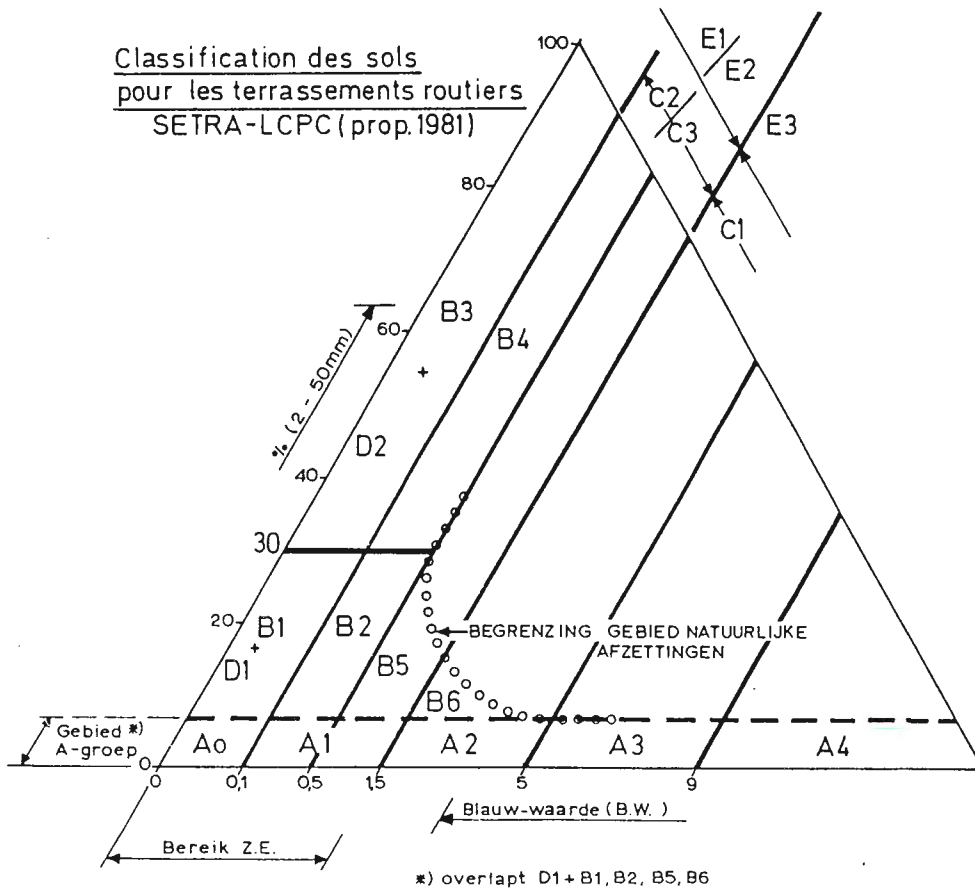
Bij de invulling van zijn opdracht ziet de

werkgroep voordelen in de werkwijze die in Frankrijk wordt gehanteerd met een tamelijk globale klassifikatie van grondwerkmaterialen, waarmee naast natuurlijke ook industriële en andere materialen kunnen worden gekarakteriseerd. Deze Franse klassifikatie dient als uit-

gangspunt voor aanbevelingen voor de uitvoering van grondwerkobjecten in de wegenbouw, de "Recommandation des Terrassements Routiers" (R.T.R.). Het gaat hier om een interdisciplinaire aanpak, waarmee in de praktijk reeds met succes grootschalige objecten zijn uitgevoerd.

Classificatietabel R.T.R. (globaal)

Groep	Naam	Karakteristieke criteria	Voorbeelden	Opmerkingen
A	Fijne (plastische) gronden	$d_{max} < 50 \text{ mm}$ $\% < 80 \mu\text{m} > 35$	Klei, leem, enz.	Verwerking en gedrag gevoelig voor weersinvloeden, afhankelijk van % fijn; verwerking en toepassing van C
B	Lemige zand- of grindgronden	$d_{max} < 50 \text{ mm}$ $\% < 80 \mu\text{m} : 5-35$		bovendien afhankelijk van grove componenten
C	Gronden met fijne en grove componenten	$d_{max} > 50 \text{ mm}$ $\% < 80 \mu\text{m} > 5$	Silexhoudende klei, grove rivierafzettingen	
D	Vochtongevoelige gronden en gesteenten	$\% < 80 \mu\text{m} < 5$	Zuiver zand, grind, steenrijk materiaal enz.	Gevoeligheid voor weersinvloeden te verwaarlozen
E	Onstabiele gesteenten	Verbrijzelings- en verweringsgraad afhankelijk van aard materiaal; door proeven te karakteriseren	Krijt, leisteen, zachte zandsteen, harde löss, mergel	Verandering van structuur door verwerking en vochtinvloed; daarna eventueel in te delen in een van de groepen A t/m D
F	Verteerbaar, brandbaar, oplosbaar of verontreinigd materiaal	Karakteristieke criteria afhankelijk van aard materiaal	Humusrijke grond, turf, mijnsteen, gips, industrieel afval zoals zwavelrijke slakken, enz., enz.	Indien bruikbaar zijn deze materialen in te delen bij een van de groepen A t/m E, afhankelijk van hun karakter



Dat de ontwikkelingen in Nederland en Frankrijk nu reeds inderdaad parallel lopen blijkt uit het recente rapport "Kwantitatieve inventarisatie gebruik van secundaire grondstoffen", het resultaat van een gezamenlijke studie uitgevoerd door Broers & Partners BV en Raadgevend Ingenieursbureau DHV, in opdracht van de Ministeries VRM, Verkeer en Waterstaat, en Economische Zaken (1984).

De genoemde ontwikkelingen bevestigen mijns inziens de noodzaak te komen tot een universeel bruikbare basis voor geotechnische klassifikatie van grond, c.a. De door Stiboka, R.G.D. en S.C.W. uitgevoerde klassifikatie van grond-als-mengsel kan daarvoor als direkt uitgangspunt dienen.

§6. Lithogenetische klassifikatie hulpmiddel bij beleidsondersteunend onderzoek.

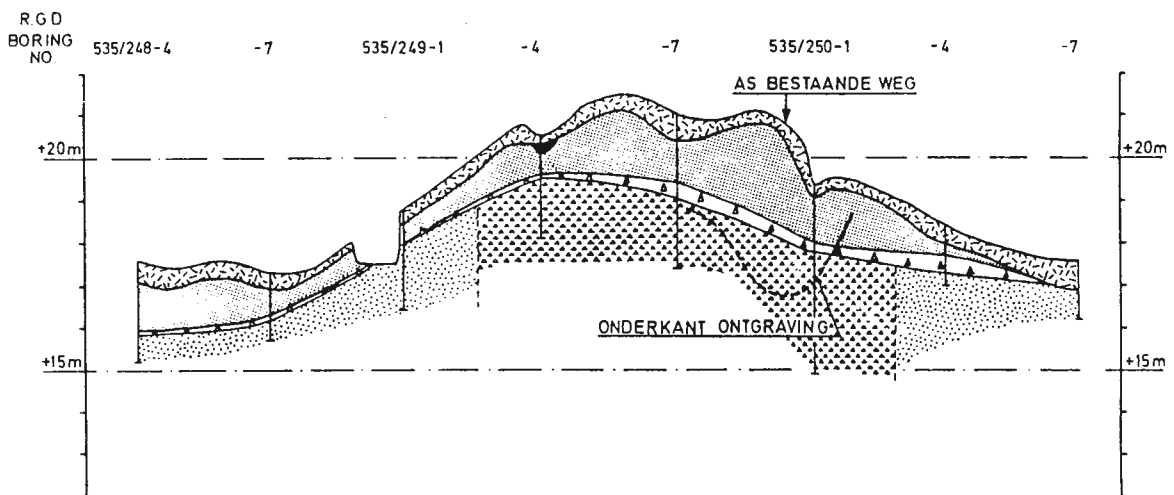
Een aspekt dat nog niet afzonderlijk werd genoemd is het hergebruik van grond die bij de uitvoering van objekten vrijkomt en die traditioneel gezien als onbruikbaar werd beschouwd en daarom van het werk afgevoerd. De kosten van dergelijke objekten kunnen gunstig worden beïnvloed door hergebruik van deze grond elders, zo mogelijk in hetzelfde projekt, bijv. als er sprake is van op elkaar aansluitende of in elkaars omgeving

liggende objekten.

De geotechnische kenmerken en gebruiksmogelijkheden van de grond moeten dan van meetaan bij de voorbereiding en verdere uitwerking worden meegenomen.

Een voorbeeld van een dergelijk projekt zal hier in 't kort worden aangeduid: het betreft de uitvoering van een ongelijkvloerse wegkruising met aansluitende weggedeelten, waarbij één van de wegen onder de andere werd doorgevoerd als tunnel. De daarbij vrijkomende grond bestond uit drie sterk verschillende grondsoorten, waaraan in het kader van de konstruktie van het kunstwerk geen nieuwe bestemming was toegekend. Omdat de uitvoering van weggedeelten-in-ophoging op vrij korte afstand van de tunnelbak en in dezelfde periode als deze werd gerealiseerd, kon voor elk van de grondsoorten een geëigende bestemming worden gevonden, een oplossing die sterk kostenbesparend heeft gewerkt.

Omdat de voorbereiding van kunstwerk en grondwerk afzonderlijk werd voorbereid door verschillende afdelingen van dezelfde technische dienst, kwam de mogelijkheid van hergebruik pas in zicht toen het betonwerk reeds in uitvoering was. De daaruit voortvloeiende besparing in kosten had men dus niet mee kunnen nemen bij de kostenvergelijking tussen de verschillende alternatie-



VERKLARING

- | | | | |
|--|----------|--|----------------------|
| | BOUWVOOR | | KEIENNIVEAU |
| | VEEN | | KEILEEM |
| | DEKZAND | | PRAE-GLACIALE ZANDEN |

GEOLOGISCH PROFIEL 1^o FASE

(gebaseerd op kaarteringsboringen)

Horizontaal $\frac{1cm}{100m}$
 Verticaal $\frac{1cm}{1m}$

Geologisch profiel van soortgelijke kruising als beschreven in § 6, echter van kleinere omvang. De onderdoorgang is uitgevoerd als verdiept liggende weg met gewone taluds.

ven(voor de te maken wegkruising met aanliggend grondwerk), toen daarover een politieke beslissing moest worden genomen. Zou dit wel het geval zijn geweest, dan zou de beleidskeus niet anders zijn uitgevallen, maar de voordelen ervan zouden groter zijn gebleken en duidelijker zijn uitgekomen dan uit het hiergetoonde overzicht blijkt. De keus viel op de daarin aangeduide mogelijkheid II.

De moraal van dit verhaal is dat een universele lithogenetisch/geotechnische aanpak, bij de voorbereiding van qua karakter verschillende objecten in dezelfde regio, een waardevol hulpmiddel is om het nemen van verantwoorde beleidsbeslissingen te vergemakkelijken.

ONGELIJKVLOERSE KRUISSING WEG 513, ERICASESTRAAT		GLOBALE KOSTENRAMINGEN DIVERSE MOGELIJKHEDEN				
	I	A	ENKELE BAAN		TWEEDE BAAN	
			KOSTEN INKL. BETONWERK	IN %	KOSTEN INKL. BETONWERK	IN %
ERICASESTRAAT 2,40M IN OPHOGING	I	A	F 4.300.000	100	F 2.500.000	58
ERICASESTRAAT MET VIADUKT OVER DE WEG 513						
ERICASESTRAAT 125M IN OPHOGING	II	A	F 6.700.000	156	F 6.300.000	147
WEG 513 ONDER ERICASESTRAAT MET EEN ± 230 LANGE TUNNEL						
ERICASESTRAAT 125M IN OPHOGING	II	A	F 6.100.000	142	F 3.400.000	79
WEG 513 MET CONTINUE BEMALING 500.000 M ² /JAAR						
ERICASESTRAAT 125M IN OPHOGING	II	B	F 10.000.000	233	F 5.600.000	130
WEG 513 VOORZIJN VAN EEN WATERDICHT VLIES						
ERICASESTRAAT OP HUIDIGE NIVEAU GEHANDHAafd	III	A	F 3.100.000	72	F 2.200.000	74
WEG 513 MET VIADUKT OVER DE ERICASESTRAAT						
ERICASESTRAAT OP HUIDIGE NIVEAU GEHANDHAafd	III	A	F 9.400.000	219	F 9.200.000	213
WEG 513 ONDER ERICASESTRAAT MET EEN ± 450M LANGE TUNNEL						

BIJ BOVENGENOEMDE KOSTENRAMINGEN IS DE AANLEG VAN ± 1200M² WEG 513 INBEGREPEN

Literatuur(voorzover niet vermeld in de tekst)

KUENEN, Ph. en VAN DER VLIERK, I.M., 1951: Het geheimschrift der aarde, 6e druk.
 WIEGERS, H., 1972: Gemeenschappelijke basis met twee aspecten voor gedetailleerde classificaties van Nederlandse zanden, WEGEN-46-blz. 63-71.
 Werkgroep "Classificatie" van de Rijks Geologische Dienst: Classificatie onverharde sedimenten bij de Rijks Geologische Dienst, Haarlem, 1974.
 WIEGERS, H., 1974: The Interaction between Classification and Terminology in Engineering Geology and Associated Disciplines, Particularly with Relation to Unconsolidated Sediments, Proceedings 2nd International Congress of I.A.E.G., Sao Paulo.
 WIEGERS, H., 1974: Engineering Properties and Classification of Natural Materials of Construction (Unconsolidated Sediments), Proceedings 2nd International Congress of I.A.E.G., Sao Paulo.
 WIEGERS, H., 1981: Grond bij de naam noemen, Beschrijving van de classificatie van grond, Studie Centrum Wegenbouw, Arnhem.
 SEDNEY, E.A., 1982: Site Investigation for Application and Exploitation of Clayey and Silty Sediments as Road Construction Material, Proceedings 4th Internat. Congress of I.A.E.G.
 WIEGERS, H., 1982: The Relation between the Netherlands Geological Classification of Unconsolidated Sediments and Selection Criteria for Road and Railway Embankments, Proceedings 4th Internat. Congress of I.A.E.G., New Delhi.
 HOUTEN, H.J. van, 1983: Aarde, Wetenschap en Samenleving, Distributiecentrum Overheidspublicaties, 'sGravenhage, ISBN 90 346 0205 2.

Literatuur(vervolg)

- DE MULDER, E.F.J., 1984: A Geological Approach to Traditional and Alternative Aggregates in The Netherlands, Bull. of the I.A.E.G. no 29, Paris.
- WIEGERS, H., 1984: Inventory of Aggregates by Geotechnical Classification, Bull. of the I.A.E.G. no 29, Paris.
-

HET FUNCTIONEREN VAN EEN GEOTECHNISCHE CLASSIFICATIE
IN DE PRAKTIJK (samenvatting van de lezing door Ing.
P.V.F.S. Krajčiček (laboratorium voor Grondmechanica
te Delft)

De wordingsgeschiedenis, het resultaat van de sedimentaire en de post-sedimentaire processen, is bepalend voor de vorming van de grondlagen.

Voor de funderingswijze van civiel-technische objecten (dijken, wegen, gebouwen) is gedrag van de grondlagen van grote betekenis.

Het doel van een grondmechanisch onderzoek is het bepalen en dan liefst in situ van de eigenschappen en de parameters van de betreffende gronden en/of grondlagen. Voor de ordening van de gronden en/of de grondlagen is de benaming respectievelijk classificatie onontbeerlijk. Deze dient om alle typen gronden en/of grondlagen, zowel die in de natuur zijn ontstaan als de door de mens gemaakte diverse grondmengsels, op een adequate en uniforme manier te rangschikken.

Het is duidelijk, dat zeer hoge eisen moeten worden gesteld aan de kwaliteit van een grondmechanisch onderzoek, met name boormethoden ter verkenning van grondlagen en het steken van grondmonsters voor de laboratoriumproeven.

Bij het Laboratorium voor Grondmechanica te Delft (LGM) worden daarom bij voorkeur continu gestoken Begemannboringen 29 en 66 mm benut, daar de resultaten van deze boormethoden een onverstoord beeld van onderzochte grondlagen weergeven.

Het classificeren van grondmonsters is naar LGM-norm gestandaardiseerd als volgt:

de boorkernen worden in het laboratorium uitgelegd, door de helft gesneden, waarna zeer nauwkeurig de grenzen tussen diverse grondeenheden kunnen worden aangebracht.

De lithologische indeling wordt uitgevoerd volgens de classificatie (vermeld in LGM-Mededelingen "Grondbeschrijving" - Visser 1976). Om de uniformiteit van de grondbeschrijvingen (coderingen) te bevorderen, worden deze steeds door een kleine groep daartoe speciaal opgeleide mensen uitgevoerd. Daarnaast worden alle gecodeerde boorkernen fotografisch gedocumenteerd. Hierdoor is in de loop der jaren bij het LGM een waardevol boorarchief ontstaan. Een verdere stap in het classificeren van de gronden en/of grondlagen is per onderzoekpunt en daarna tussen de onderzoekpunten onderling een relatie te leggen tussen: lithologie, technische grondeigenschappen en/of grondparameters (sondeerwaarden,

volumegewichten enz.) en de geologische achtergronden (zie figuur 1). Het benutten van de geologische achtergronden maakt het mogelijk de gronden en/of grondlagen in een ruimtelijk beeld te plaatsen aan de hand van hun ontstaanswijze en de ouderdom.

Voor de indeling van de natuurlijke gronden in Nederland wordt het Lithostratigrafische systeem van de Rijks Geologische Dienst aangehouden. Voor een beter overzicht over de variaties van de grondmechanische resultaten worden deze verwerkt in de diverse geotechnische profielen en/of kaarten (zie figuur 2). Deze worden met grote zorg optimaal realistisch samengesteld, daar die rechtstreeks als modellen voor diverse grondmechanische berekeningen kunnen worden gebruikt.

ALGEMENE LEGENDA

Begemann -
boring 29mm

08

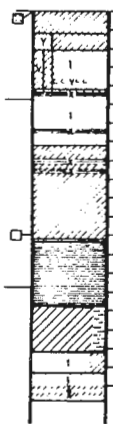
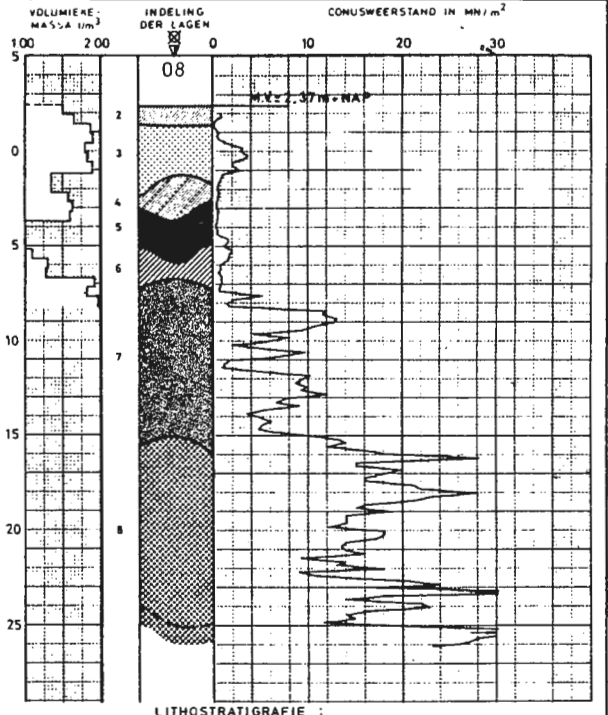


Foto	Tekeningen	Beschrijving
0	0	Opgebrachte grond
T	V V V	Tegelwaa, zwarte gr.
Lv		Lutum ex. uitstranding
K		Klei
M		Mergel
L		Leem
Ls		Loes
S		Silt
Z		Zand
G		Grind
E		Stenen steen
B		Blassteen
H		(land) - ijsafzet (m. kousen) (kousen)
P		Peelste
F		Flugstang (of andere - uitkassische producten)
Pr		Plantenresten
H		Humus
V		Veen
N		Niet meer te noemen (humus) sloep grond, moeras, e.d.
A		Ak, suttels
Ma		Hout
B		Blokken, baksten, puin, e.d.
Co		Concrete
C		Scheuren
W		Water
A		... laagjes
V		... stukjes, ook lensjes
Samenvangende grond		Niet samenvangende grond
1	1	1 fijn
2	2	2 middelmatig
3	3	3 grof

Boortolommen	Beschrijving
kleine letters	meer onderscheiden als
()	voor zwak houdend of ...
-	voor matig houdend of ...
—	voor sterk houdend of ...
—	houdend indien bepaald o.m.v. fractieanalyse
—	... bij alle andere wijzen van bepaling
Indeling van de gesteelligheid	
()	met weinig laagjes of stukjes, ook met matig of ...
()	met matig of ...
()	met veel ...
Bepalendeel	
	fractie
	geschud
	met water geschud
	fractieanalyse
Lagerbepaling	
	fractie
	onzeker
	bepaald
	leer
	Laagjes en/of stukjes
	meer/bepalendeel
	bepalendeel
Z1	Zand, fijn, zwak kleig met matig en / of veel kleilaagjes
Z2	Klein stuif, fijn zandig met weinig veenstuifjes
Z3	Zand, fijn, sterk uitkassend met weinig kleilaagjes en met matig en / of veel veenstuifjes
G1 Z1	Grind, fijn, Zand, grot
Z4	Afwasende Zand- en kleilaagjes
AV	Kleestruifje (peelsteuk)
VE	Veenlaagje (peelsteuk)
Ongereerd monster	
	Gereerd monster
	Verloren monster, leeg, enz.
	Kalibré
	Met weinig kalk
	Met veel kalk
	ρ_{massa} per volume in g/cm^3



LITHOSTRATIGRAFIE :

	Afzettingen van Duinkerke		Basisveen
	Afzettingen van Duinkerke		Formatie van Twente
	Hollandveen		Formatie van Tegelen
	Afzettingen van Calais		

laboratorium voor grondmechanica deift
 GESCHEMATISEERDE RANGSCHIKKING DER LAGEN
 PROFIELTYPE T.P.V. ONDERZOEKPUNT 08

fig. 1

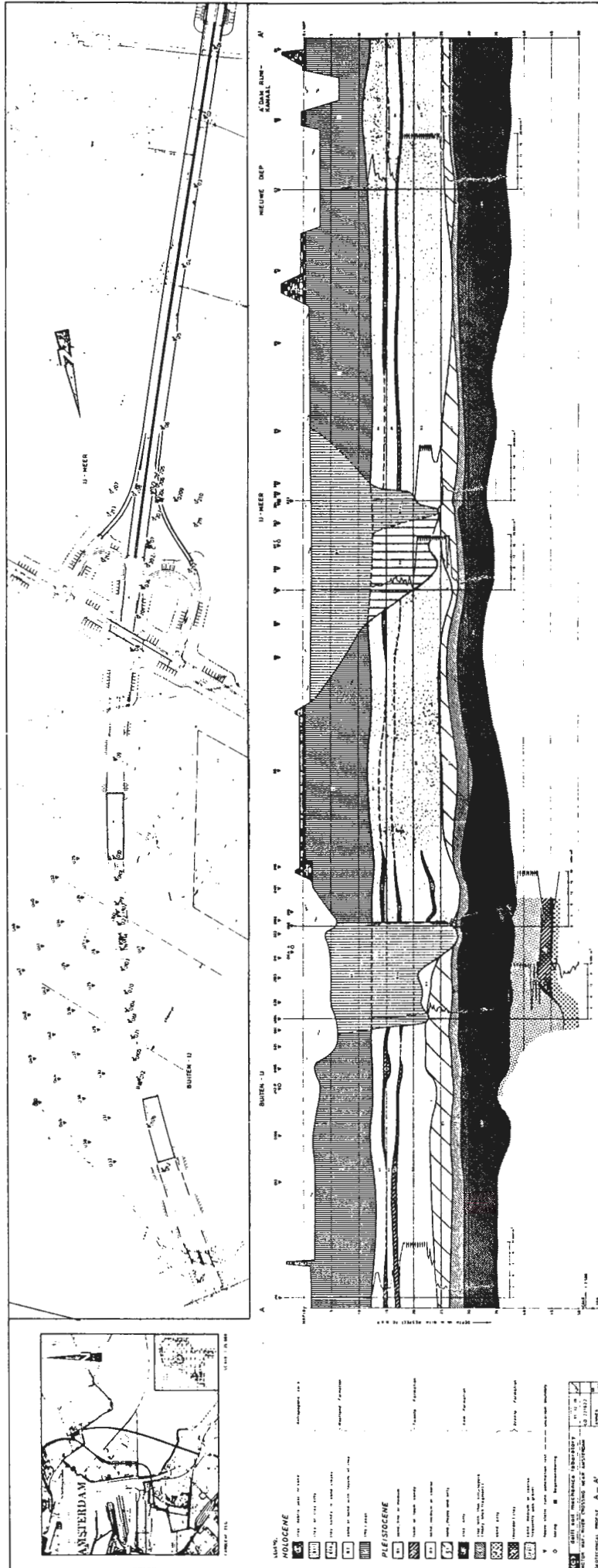


fig. 2

