

bodem. Wel ontstaat nu voorbij de stroomleider een tamelijk breed wervelgebied, doch hierdoor wordt in mindere mate de bodemaangetast, dan door het discontinuïteitsvlak, dat bij een spitse staart samenhangt met het snelheidsverschil aan weerszijden van de stroomleider. Dit is althans het geval in het model.

Bij de vorige proeven was de indruk verkregen, dat de ligging van de verlengde leidam van weinig invloed is op het stroombeeld. Daarom is in deze toestand 13 de verlenging aangebracht op de bestaande bezonken dam, wat voor de uitvoering het meest gunstig is. Aan het einde is de krul aangebracht, die al te sterke aantasting van de zeebodem ter plaatse moet voorkomen. Het resultaat is, dat de verlengde leidam geheel overeenkomt met toestand 14.

De totale lengte <sup>van de</sup> nieuw ~~aan de~~ bouwen dam is 1600 meter.

Het in figuur 78 gereproduceerde stroombeeld is opgenomen met weinig diepgaande drijvers in het model met ruwe bodem.

Ten opzichte van de toestanden 3, 5 en 8 is de stroomrichting zeer weinig <sup>veranderd</sup> ~~vermeerderd~~. De afwezigheid van het neertje bij de lage dam kan wellicht door de ruwheid worden verklaard. De kop van de stroomleider ligt zeer mooi in de stroomrichting.

Els een zeer gunstig verschijnsel moet worden beschouwd het ontbreken van zeer groote stroomsnelheden. Het flauwer maken van de bocht in de stroomleider heeft het beoogde resultaat gehad: de maximum-snelheid zeewaarts, die in toestand 8 ruim 30 cm/sec was, is nu kleiner dan 22 cm/sec (werkelijkheid 92 cm/sec). Ook in de straat is de snelheid niet zeer groot: het maximum van 24 cm/sec (100 cm/sec in de werkelijkheid) ligt voorbij de straat zelf voor de mond.

In de mond zelf is het instroomen regelmatig over de breedte verdeeld: op de verbindingslijn van het eind van de lage dam met de kop van het noorderhoofd is de snelheid nergens kleiner dan 16 en nergens groter dan 21 cm/sec. Deze laatste maximumwaarde komt weliswaar vrij dicht bij het noorderhoofd voor, doch de afwijking van de gemiddelde snelheid is zoo gering, dat dit niet al s een onrustbarend feit behoeft te worden beschouwd.

Vergelijkt men figuur 78 met het overeenkomstige figuur 65 van toestand 14, dan vindt men weinig verschil in stroomrichting. Het bouwen van de stroomleider heeft daarentegen wel invloed op de snelheidsverdeeling. De sterke concentratie van de isotachen aan de noordzijde van de mond, die bij toestand 14, evenals bij toestanden 4 (figuur 59) en 0 (figuur 32) voorkomt, is bij de toestanden met een stroomleider verdwenen. Van het beter gebruiken van het beschikbare profiel moet het gevolg zijn een daling van de snelheid langs het noorderhoofd. Van deze daling valt nabij de zeespiegel weinig te bemerken, zoodat dus een teruggang van de bodemsnelheid voor de hand ligt. Deze teruggang is niet rechtstreeks gemeten, maar moet tot uiting komen in een minder intensieve uitschuring bij de kop van het noorderhoofd.

Inderdaad kenmerken de in toestand 13 opgenomen mukolplaten zich door een relatief geringe kuil bij het noorderhoofd. Op de mukolplaat B (figuur 80), na 3 + 3 uur stroomen, is de grootste diepte slechts 16 m - N.A.P. Na voortgezet stroomen vermeerderd deze diepte tot 17 m, evenveel als in toestand 4 (figuur 63) aanwezig was. Het diepste punt ligt niet meer, zooals in andere toestanden, vlak bij de kop, doch achter het eerste hoofdje.

Evenals in toestand 4 (paragraaf 37), is de beweging van de bmskorrels beperkt tot enkele gebieden. Na 3 uur stroomen zonder golven was slechts de kuil bij het noorderhoofd gevormd; deze kuil was niet veranderd, toen nogmaals 3 uur was gestroomd, ditmaal met golven (figuur 80). Toen was bovendien een klein putje ontstaan bij de kop van de stroomleider. Aan de staartkant is geen duidelijke verdieping opgetreden. Slechts de meest blootgestelde korrels geraken hier in beweging, wat ook het geval is bij het eind van de leidam, waar evenmin een put is gevormd.

Bij het toevoeren van bms in de volgende stadia van de proef zou men zich op grond van de mukolplaat B kunnen bepalen tot het kopeinde van de stroomleider. Dit is echter niet geschied: er is ook bms gestroomd bij het staarteinde en bij de kopkrul van de leidam. In verband met de meerdere relatieve bewegelijkheid van het zand valt niet te verwachten, dat ook in de werkelijkheid op deze beide plaatsen de

de bodem onaangetast zal blijven. Het is daarom van belang na te gaan, welke weg het daarvandaan komende bodemmateriaal zal volgen.

Behalve deze extra bimsaanvoer is men overgegaan tot het overvoeren van de put bij de kop van de stroomleider. De grootste diepte van deze put, die vóór het begin van de toevoer 8 m - N.A.P. was, is na het inbrengen van 7 liter bims (figuur 81) teruggelopen tot zes en aan het eind van de proef (figuur 82) tot vijf meter. De bedoeling van deze overdrijving is het verkorten van de tijd, die nodig is voor het vormen van de banken. De activiteit van de putten is echter veel geringer, dan uit de toegevoerde bimshoeveelheden zou volgen.

De bimskorrels uit de put aan de kop van de stroomleider volgen de zeezijde daarvan en vormen een bank, die omstreeks 200 m breed is en na het bereiken van 3 m - N.A.P. niet hoger meer wordt. Het materiaal komt dan, tezamen met het bij de staartkrul toegevoerde, in de wervelstraat. Vermoedelijk is de turbulentie van het water, die het ontstaan belet van een scherp afgeteekende bank, zoals dat in toestand 0 geschiedt. Er vormt zich een flauwe rug, die zich in de richting van de mond uitstrekt en die tot het laatst van de proef blijft groeien. De vaargeul wordt door deze rug niet bedreigd; het materiaal gaat in de richting van de mond. Ten opzichte van de uitgangsligging (figuur 79) zijn de dieptelijnen van 6 - 11 meter tusschen de lichtenlijn en de nieuw gevormde rug slechts weinig verschoven.

Het bij de kopkrul van de verlengde leidam gestrooide materiaal verplaatst zich niet sterk. Het vormt een hoge bank, die bij het beëindigen van de proef nog niet de bocht van het zuiderhoofd had bereikt. Zoowel op figuur 81 als op figuur 82 is de inhoud van de bank vrijwel gelijk aan de hoeveelheid ingebracht materiaal (resp. 1,225 en 10 liter), een bewijs, dat weinig of geen bims hiervandaan de Waterweg is ingetrokken. Op de laatstgenoemde figuur ligt de kruin van de bank bijna een centimeter boven de waterspiegel; de korrels zijn door de golven zoo hoog opgeworpen. In het bims-transport diagram (figuur 83) is ondersteld, dat het materiaal langs de leidam ten slotte de bocht van het zuiderhoofd bereikt en daar door de vrij krachtige stroom verder

wordt gevoerd. De deuk in de kromme is als het ware de schaduw van de stroomleider.

Het gearceerde deel, dat het materiaal voorstelt, dat in de vaarstrook kan geraken, is in verband met de gunstige vorm van de stroomlijnen, slechts gering.

Daar de toegevoerde hoeveelheid materiaal eigenlijk veel te groot is, is de toestand nog gunstiger, dan het diagram aangeeft. Inplaats van de gemiddelde toevoer van 2,00 liter per uur, behoorde een lagere waarde boven de kromme te staan.

Uiteraard is geheel onzeker welke hoeveelheden materiaal door de abstroom in de putten worden afgezet. Men kan slechts vermoeden, dat deze hoeveelheden klein zullen zijn, omdat de putten geen groote oppervlakte hebben.

De verandering van de dwarsprofielen buiten en tusschen de hoofden is, evenals in toestand 4 het geval was, gering.

Uit het onderzoek van toestand 13 kan de conclusie worden getrokken, dat deze toestand waarschijnlijk zeer gunstig zal zijn. De stroomverdeling geeft aanwijzingen voor het verleggen van de vaargeul meer naar het midden van de mond, terwijl de bedreiging van de vaargeul door de uit het Zuidwesten komende zandmassa vele malen kleiner schijnt te zijn, dan in de bestaande toestand het geval is.

#### 43. Toestand 7. Twee stroomleiders.

Eenige proeven zijn uitgevoerd met twee stroomleiders. De bedoeling is de richtende werking op de stroom nog te versterken. Een van de situaties is doorgemeten als toestand 7. De verlengde leidam en de eerste stroomleider zijn dezelfde als in toestand 5. De oppervlaktestroomen zijn gemeten toen het model nog een vaste cementbodem had, dus met het bodemrelief van de bestaande toestand, met uitzondering van de put bij de bezonken dam, die met gips was gevuld.

Dit stroombeeld (figuur 84) niet nauwkeurig opgenomen, vertoont eenige bijzonderheden, die tot nu toe niet waren voorgekomen. In de eerste plaats verhoogt blijkbaar de tweede stroomleider de waterspiegel achter de eerste, waardoor het verhang in de straat klein is en daarin dan ook slechts

geringe stroomsnelheden voorkomen. Het langzaam stroomende water kan de bocht naar de Waterweg met gemak nemen, de verdeling van de stroomsnelheid in de mond is zeer goed.

Tegenover deze gunstige omstandigheid staat echter de minder goede streaming bij de stroomleider. Deze gedraagt zich als een vliegtuigdraagvlak, dat een te groote invalshoek heeft. Aan de landzijde vindt men een debiet met kleine stroomsnelheid gevolgd door groote snelheden bij de staart. Zeewaarts is de stroom zeer sterk; hij laat los vóór de achterkant van de stroomleider is bereikt. Daardoor vormt zich een uitgebreid gebied van zeer krachtige wervels, dat zich tot voorbij de kop van het noorderhoofd uitstrekt.

De bimsbeweging (figuur 85) is weer opgenomen op de globale manier, zoodat slechts globale conclusies mogen worden getrokken. Het resultaat is zoodanig, dat dadelijk is opgegeven op deze manier iets te bereiken. Achter de staart van de tweede stroomleider, op de grens van het wervelgebied en de gezonde stroom, vindt een krachtige uitschuring plaats; het verplaatste materiaal vormt eerst een bank op korte afstand van de lichtenlijn en beweegt zich vandaar in de richting van de kop van het noorderhoofd. Op de foto is de dieptelijn van 10 m - N.A.P. reeds tot de lichtenlijn gekomen, de lijn van 9 meter is nog slechts 60 meter daarvan verwijderd. Hoeveel tijd voor een en ander nodig is geweest, is niet bekend, daar de stroomtijd niet bij de proef is opgegeven. In geen geval is het model langer dan 7 uur in bedrijf geweest.

Nadat het bodemrelief van figuur 85 was ontstaan, is nog eenige uren lang de achtervloed nagebootst, door te stroommen met afgesloten Waterweg, teneinde na te gaan of de ongunstige bank zou worden opgeruimd. Eenige bimsverplaatsing trad op bij de bank achter de tweede stroomleider. In de straat gebeurde niets, wat goed valt te rijmen met de geringe stroomsnelheid. Evenals bij de toestanden 5 en 8 is de snelheid in de straat tijdens de achtervloed kleiner, dan gedurende de periode, waarin de vloed ook de Doorgraving intrekt.

#### 44. Toestanden 10 en 11. Groote gebogen dammen.

Een andere abnormale vorm met een stroomleider is die van de toestanden 10 en 11. De damlengte in deze toestanden

is zoo groot, dat er niet aan valt te denken ze te verwezenlijken, doch deze proeven zijn van belang geweest, omdat zij geleid hebben tot de toestanden 12 en 15, waarbij met betrekkelijk korte dammen goede resultaten zijn bereikt.

Het denkbeeld voor de toestand 10 werd geleverd door de - op zichzelf volkomen mislukte - toestand 9 (paragraaf 39). Weer is getracht het veranderen van de stroomrichting te bevorderen door aan de binnenzijde van de bocht een neer te doen ontstaan. Om deze neer ditmaal te dwingen de gewenschte ligging in te nemen is het gedeelte van de verlengde dam, dat zich in toestand 9 westelijk van de bocht bevindt, weggelaten. Verder is een stroomleider aangebracht om de stroom tegen de ligplaats voor de neer aan te drukken. De totale lengte aan nieuw te maken dammen zou bij deze oplossing niet minder zijn dan 3800 m, waarvan 2250 m op rekening van de verlengde leidam en 1550 op die van de stroomleider komen.

Oorspronkelijk verkreeg deze toestand het volgnummer 10. Bij de eerste proeven hiermede bleek het echter gewenscht eenige wijzigingen aan te brengen. Zoo stond het kopeinde van de stroomleider scheef in de strooming, wat tot wervelvorming aanleiding gaf. De gewijzigde situatie werd als toestand 11 volledig doorgemeten.

Figuur 86 geeft de stroomlijnen bij de oppervlakte voor deze toestand. Zij zijn opgenomen in de waarnemingsperiode IV, dus met ruwe bodem.

Het doel is wederom niet bereikt. De neer is niet aanwezig. De waterbeweging in het gebied, waar hij had moeten ontstaan, is uiterst zwak en geheel onregelmatig. De stroom door de straat wordt links door de staart van de stroomleider vrij sterk samengedrukt; daardoor treden vrij groote snelheden op. Ook zeewaarts van de stroomleider is de snelheid groot, een teeken, dat de vorm van de stroomleider minder goed aan de vloedstroom in zee aanpast, dan bijvoorbeeld in toestand 13 het geval was. Ook de groote lengte van de stroomleider bevordert het ontstaan van sterke stroomen.

Tusschen de beide gebieden met groote snelheden ligt een strook met zwakkere stroom, die eenigszins doet denken aan de stroomschaduw achter de tweede stroomleider van toestand 7, ofschoon loslaten van de stroom niet optreedt. Wederom strekt deze strook zich uit in de richting van de kop

van het noorderhoofd, daarbij gaandeweg breeder wordend. Vóór de mond zijn de snelheden klein. De snelheidslijnen van 18 cm/sec blijft op groote afstand van de mond verwijderd. Het instroomen geschiedt dan ook geleidelijk, er is nog een flinke snelheid tusschen lage dam en zuiderhoofd en de sterkste stroom komt voor in het midden van de mond. Het dwarsprofiel van de mond was tijdens het maken van de stroomfoto tamelijk groot, namelijk dat van de mukolfoto A (figuur 87), wat de oorzaak kan zijn van de geringe snelheden daar ter plaatse. Toch zal de bodemstroom sterk moeten zijn, om tot het ingestelde debiet van  $4400 \text{ m}^3/\text{sec}$  te komen.

De stroomrichtingen bij de kop van het noorderhoofd zijn minder goed, dan in toestand 13 het geval was.

De proeven met bims geven uitkomsten, die goed overeenkomen met de gemeten stroomen. Wanneer geen golven worden gemaakt, beperkt de bodembeweging zich tot het vormen van de kuil bij het noorderhoofd - iets dieper dan bij toestand 13 - en het ontstaan van een uiterst klein putje bij de kop van de stroomleider. Alleen op deze punten verschilt de mukolplaat A (figuur 87) van de uitgangsligging, waarom het fotografisch vastleggen daarvan zonder bezwaar achterwege kon blijven.

Bij aanwezigheid van golven komt er bovendien een kleine put bij het staarteinde van de stroomleider en voorts beginnen de korrels zeewaarts van de bocht van de stroomleider in beweging te komen. Naar aanleiding daarvan is bims toegevoerd bij de twee uiteinden van de stroomleider en voorts langs de zeezijde daarvan, geleidelijk verdeeld over de helft van de lengte: van de kop tot het midden.

Bij de kop blijft bijna alle bims liggen. In de eerste twee uur is hier een liter toegevoerd, daarna is hier de aanvoer gestaakt.

Van de overige bims is ongeveer twee derden toegevoerd zeewaarts van de stroomleider en één derde bij de staart daarvan. Nadat in 8 uur tijd een hoeveelheid van 18 liter in het model was gebracht, had de zeebodem het relief van figuur 88 aangenomen (mukolplaat B). Daarop vindt men de bij de kop van de stroomleider gestorte hoeveelheid daar nog

liggen. Het overige heeft eenige onregelmatige ruggen gevormd, maar komt voor verreweg het grootste deel terecht in een bank, die, uitgaande van de staart van de stroomleider, zich in de richting van de vaargeul uitbreidt.

Bij het voortzetten van de proef is vingevoerd zeewaarts van het midden en landwaarts van de staart van de stroomleider, wederom in de verhouding 2:1. De bank werkt nu niet veel meer naar de lichtenlijn uit, doch groeit sterk in de richting van de mond (makolplaat C, figuur 89). Op het eind van de proef is de noordrand van de bank in evenwicht: de aangevoerde korrels worden dadelijk door de bodemstroom naar binnen gevoerd. Het hoofdtransport geschiedt langs de binnenzijde van de bank, ongeveer naar het midden van de mond.

De toestand is dus ongunstig, daar de bank de lichtenlijn tot op veel te korte afstand nadert. Het bimstransportdiagram (figuur 90) ziet er dan ook niet zeer fraai uit. Het gearceerde deel van de kromme is veel grooter, dan bij vorige toestanden het geval is. Ook de beide dwarsprofielen zijn sterk in ongunstige zin vervormd.

De oorzaak van de mislukking is blijkbaar de groote lengte en de sterk gebogen vorm van de stroomleider, waardoor groote hoeveelheden bodemmateriaal in beweging geraken op plaatsen, vanwaar zij naar de vaargeul kunnen worden getransporteerd.

De aandacht moge nog worden gevestigd op een detail van de bimsbeweging. Vooral in figuur 88 is de uitschuring zeewaarts van de stroomleider geconcentreerd in twee strooken, die eenzelfde vorm hebben als de stroomleider zelf, en zich op afstanden van resp. omstreeks 15 en 40 cm daarvan bevinden. Midden tusschen beide loopt een rug. Dit beeld wordt ongetwijfeld te voorschijn geroepen door de golven, die bijna loodrecht op de stroomleider invallen en worden teruggekaatsd; zoodat staande golven ontstaan. De lengte van deze staande golven is in het model ruim 50 cm. Het is bekend, dat op een kwart en op drie kwart golflengte van het terugkaatsingspunt de bij staande golven optredende horizontale waterbeweging een maximum bereikt, terwijl op een halve golflengte die beweging geheel verdwijnt. De geulen



bevinden zich in het gebied van sterke heen en weergaande stroomen; het materiaal wordt daardoor los gemaakt en dan door de hoofdstroom meegevoerd.

In de werkelijkheid zijn golven van deze lengte - 500 meter - natuurlijk niet aanwezig, maar bij Westenwind zal toch ook tegen de buitenkant van de stroomleider een woelige zee ontstaan, waardoor de verplaatsing van het zand door de stroom in de hand wordt gewerkt.

#### 45. Toestand 12: Stroomleider op groote afstand.

Bij al zijn bezwaren heeft toestand 11 een aantrekkelijkheid, namelijk het groote gebied met zwakke stroomen buiten de mond, wat waarschijnlijk voor de navigatie een voordeel zou beteekenen. Door een geleidelijke vervorming van de dammen is getracht dit voordeel op een zoodanige wijze te handhaven, dat de bezwaren vervallen, althans in sterke mate verminderen. Bij dit vervormen is de stroomleider op steeds grootere afstand van de leidam gekomen. De bocht van deze laatste is korter geworden en is tenslotte gereduceerd tot een krul van het type, dat bij de eerste volgnummers van de serie W (paragraaf 35) aanwezig was.

De kop van de stroomleider is eveneens van een zee- waartsche krul voorzien. Daardoor wordt bereikt, dat de aanval van de vloedstroom op de kop eenigszins wordt beperkt, ofschoon de stroomleider zeer scheef in de vloedstroom staat. Dadelijk achter de krul ontstaat een neerengebied, dat zeewaarts van de stroomleider ligt en nog tot op groote afstand merkbaar is.

Dit neerengebied verspert als het ware de weg aan de stroom, die van het gebied buiten de stroomleider naar de mond gaat. Is de straat nu betrekkelijk smal, dan zal niet al het voor de Waterweg benodigde vloedwater daar doorheen kunnen stroomen. Het tekort volgt een groote omweg om het neerengebied heen, langs het badstrand en de noordzijde van het noorderhoofd terugstroomende naar de kop van dit laatste. Het rondt deze kop en vereenigt zich daarna met de uit de straat komende stroom.

Bij een kleine straatbreedte bijvoorbeeld 400 of 500 meter, moet een groote hoeveelheid water aan de beschreven

beweging deelnemen. De stroom om de kop van het noorderhoofd is dan zeer sterk en veroorzaakt er een intensieve uitschuring, wanneer daartegen geen maatregelen worden genomen.

Naarmate de stroomleider verder zeewaarts wordt verschoven, wordt het terugstroomen langs het badstrand minder en wanneer de straatbreedte ongeveer 700 meter is, stroomt zoowel water de straat door, dat suppletie niet meer noodig is. De landwaartsche grens van het neereengebied loopt dan van de staart van de stroomleider juist op de kop van het noorderhoofd aan, juist zoals bij toestand 7 (figuur 84) het geval is. De stroomleider is dan als het ware een voortzetting van het noorderhoofd, en men zou de toestand kunnen interpreteren als een riviermond, omgebogen in de vloedrichting, aan de holle oever voorzien van een opening *Van de scheepvaart door te laten*.

Bij een nog verder zeewaarts geplaatste stroomleider wordt door de straat meer water aangevoerd, dan de Waterweg kan verwerken. Het overige gaat noordelijk van het noorderhoofd langs.

De drie gevallen worden gekarakteriseerd door de stroomrichting aan de noordzijde (zeezijde) van het noorderhoofd. In het eerste geval (smalle straat) loopt de stroom van het worteleinde naar de kop, dus in de richting, die voor de ebstroom normaal is. Bij het tusschengeval is er geen geregelde stroom, terwijl bij de zeer breede straat de stroom van de kop naar het worteleinde trekt.

Bij toestand 12 (figuur 91) is de breedte juist onvoldoende om al het vloedwater voor de Waterweg te leveren. Een klein gedeelte volgt de weg om de kop van het noorderhoofd. Daardoor werd het noodig deze kop te beschermen, wat op tamelijk eenvoudige wijze kan geschieden door het bouwen van een kopkrul.

Met opzet is dit geval gekozen en wel om twee redenen. In de eerste plaats is het debiet van de Waterweg door verschillende oorzaken variabel. Zou de straatbreedte zijn aangepast aan een bepaald geval - bijvoorbeeld een gemiddeld getij, dan zou bij afwijkende omstandigheden (kleine afvoer van bovenrivier bijvoorbeeld) toch een stroom om de kop van het noorderhoofd ontstaan en zou het maken van de kopkrul dus nog moeten geschieden. Dit kan alleen achterwege

blijven, wanneer in de regel de straat meer water geeft, dan de Waterweg neemt. Bij afwijkende getijden varieert dan alleen de waterhoeveelheid, die tusschen het noorderhoofd en het neergengebied doortrekt. In dit geval ligt de stroomleider zeer ver in zee, waardoor hij zijn taak - het steunen van de gebogen stroombanen naar de mond - niet meer naar behooren vervult.

Er is echter nog een tweede reden, waarom de tegenstroom langs het noorderhoofd wordt toegelaten. Men verwacht namelijk van deze stroom dat hij het uitwerken van de bank, die achter de stroomleider moet worden verwacht, zal tegengaan, zoodat een voldoende breedte en diepe vaargeul zal blijven bestaan tusschen deze bank en de kop van het noorderhoofd.

Na het voorgaande valt over het stroomdiagram (figuur 91) niet veel meer te zeggen. De waarnemingen, die voor het samenstellen van de figuur zijn gebruikt, werden verricht met kaarsjes; het model had plaatselijk een ruwe bodem. De banken hadden zich reeds vrijwel gevormd; het bodemrelief was dat van figuur 95 (makolplaat C). De stroomen zijn ook gemeten in het begin van de proef, toen de bodem de vorm van figuur 93 (A) had. Tusschen beide toestanden bestaat, wat de stroom betreft, weinig verschil.

Het neereengebied achter de stroomleider is rustig; de wervelstraten aan de randen daarvan hebben geen groote intensiteit. Een tweede neergengebied treedt zeewaarts van de leidam op (het neerencomplex van de toestanden W I en volgende) en een derde achter de krul van het noorderhoofd. De stroomrichting in de mond is goed. In de doorgraving schommelt de richting vrij sterk; nu eens heeft de stroom uit de straat, dan weerdie om de kop de overhand. In de teekening is dit aangeduid door elkander snijdende stroomlijnen. *De snelheden zijn in de mond groot, de verdeling over de breedte is goed.*

De proeven met bims zijn zeer lang doorgezet om een evenwicht te bereiken. Nadat eerst 6 uur zonder golven en zonder binstoover is gestroomd, heeft men niet minder dan 21 uur lang - verdeeld over verscheidene dagen - gedurende het stroomen golven gemaakt en bims aangevoerd. In het ge-

heel is ongeveer 40 liter in het model gebracht, het juiste getal is niet bekend.

Bij het stroomen zonder golven (figuur 93) vormt zich weer de kuil bij de kop van het noorderhoofd. Deze kuil ligt niet op de oude plaats, doch verder buitenwaarts. De geringe afmetingen van de kuil (maximum diepte 16 m - N.A.) zijn een bewijs voor de goede werking van de krul.

De verwachte put achter de kopkrul van de stroomleider heeft eveneens een tamelijk bescheiden grootte: de diepste plek van 12 m - N.A.P. bevindt zich ongeveer drie meter onder de oorspronkelijke zeebodem. Een putje bij de staart van de stroomleider completeert het ontgrondingsbeeld.

De golven (figuur 94) veroorzaken nog twee andere putjes: één bij de krul van de leidam <sup>en</sup> één tegen de buitenkant van de kopkrul van de stroomleider; in beide gevallen op plaatsen, waar zij recht tegen een dam loopen en daardoor worden teruggebracht. De bims wordt in deze putjes toegevoerd, bovendien wordt een kleine hoeveelheid gestrooid bij de staart van de stroomleider.

Het putje op deze laatste plaats vertoont weinig activiteit, de beide andere blijken vrij groote hoeveelheden bims te kunnen verzetten. De opgeworpen banken breiden zich noordwaarts uit. De golfslag is waarschijnlijk nog de oorzaak van het feit, dat de bims, die in de nabijheid van de kop van het noorderhoofd in beweging is, verondieping veroorzaakt binnen de daar gemaakte krul.

Nadat in de loop van 14 uur een hoeveelheid bims van bijna 28 liter was toegevoerd (13 bij de kop, 3 bij de staart van de stroomleider en 12 bij de kop van de leidam) was het in figuur 95 weergegeven bodempeil ontstaan. De kuil bij het noorderhoofd neemt niet meer toe. Het zich langs de leidam voortbewegende bims heeft de bocht van het zuiderhoofd bereikt en wordt de Waterweg ingevoerd. Er is hier een evenwicht ontstaan; de bank werkt niet meer naar het noorden uit.

Bij de stroomleider is het nog zoover niet. De van de kop komende bank heeft zich vereenigd met die, welke zijn oorsprong heeft in het putje bij de staart; tezamen dringen, zij verder vooruit. De voorste korrels hebben de dieptelijn

van 11 m - N.A.P. reeds plaatselijk over de lichtenlijn geschoven, doch de groei in deze richting schijnt niet zoo sterk te zijn als die in de richting van de mond. De noordrand van de bank ziet eruit, alsof aan deze zijde afschuring plaats vindt.

Om te zien hoe het hiermee is gesteld, is de proef nog verder doorgezet. Zoowel de tijdsduur als de toegevoerde hoeveelheid bims (zijn) groter, dan bij eenige andere toestand is bereikt. Het resultaat zijn de dieptelijnen van figuur 96. De bank blijkt sinds de vorige maal nog wel naar de vaargeul te zijn opgeschoven, doch directe waarneming gedurende de laatste uren doet zien, dat alle aangevoerde bims de mond intrekt en dat de noordzijde van de bank in evenwicht verkeert. De korrels, die, over de kruin van de bank komende, het beloop afrollen, worden weggevoerd door de onderstroom. Deze stroom is zichtbaar gemaakt met behulp van kaliumpermanganaat-kristallen. Op de ruwe bodem waren de daarvan uitgaande paarse strepen niet fotografisch vast te leggen, maar directe waarneming geeft het in figuur 97 geschetste stroombeeld.

De waterbeweging om het neereengebied langs het badstrand blijkt in de onderste lagen veel verder door te loopen dan bij de oppervlakte (figuur 91). Vermoedelijk is ook de snelheid groter. Deze bodemstroom gaat onder het neereengebied door tot de rand van de bank achter de stroomleider en splitst zich daar in tweeën.

De eerste tak buigt naar rechts en voegt zich bij de hoofdstroom, die zeewaarts van de bank van de stroomleider loopt. Het overige volgt zeer sterk gebogen banen en stroomt verder de mond in.

Dat deze stroom zoo sterk afschurend op de bank werkt, zal vermoedelijk worden veroorzaakt door de sterke kromming (paragraaf 17) van de stroomlijnen, en de hiermede samenhangende centrifugaalkracht.

Het bimstransportdiagram (figuur 98) ziet er voor deze toestand erger uit, dan het is. Overeenkomstig de bij andere toestanden toegepaste gewoonte moest ongeveer de helft van het oppervlak worden gearceerd, omdat de stroomen, die door dit gedeelte gaan, in de vaargeul terecht komen.

De onderstroom houdt echter een groot gedeelte van het materiaal tegen.

De verandering van de beide dwarsprofielen is, afgezien van de verdieping bij de kop van het noorderhoofd, z zeer gering.

Het is volslagen onmogelijk zonder meer uitgebreide proeven uit te maken, wat in deze toestand geschiedt bij de achtervloed, de eb en de ondervloed. Het gevaar bestaat, dat tijdens de achtervloed de groote bank meer naar de vaargeul wordt gedrongen, doch een eventueel schadelijke werking in die periode wordt wellicht wederom ruimschoots gecompenseerd door de ebstroom.

Ochtoon het dus lang niet zeker is, bestaat de mogelijkheid, dat tusschen de bank en de kop van het noorderhoofd een voldoende breedte en diepe vaargeul zal blijven bestaan, of tenminste betrekkelijk gemakkelijk kan worden onderhouden. Voor de vaart met diepgaande schepen is de tegenwoordige lichtenlijn dan niet meer bruikbaar. De invaart zou moeten geschieden (figuur 98) ongeveer langs de modelcoördinaat 28 tot deze de verbindingslijn van de kop van het noorderhoofd met het uiteinde van de lage dam snijdt. Een dwarsmerk, bijvoorbeeld een gekleurde sector van het vuur op het noorderhoofd, zou moeten waarschuwen, voor het overgaan in de as van de doorgraving. Het is te verwachten, dat de vaargeul in de doorgraving zich meer naar het midden zal verleggen, zoodat ook voor dit gedeelte van de vaart de bestaande lichtenlijn geen dienst kan doen.

Weinig diepgaande schepen beschikken bovendien nog over een waarweg door de straat waar volgens het model op vijf tot zes meter onder N.A.P. kan worden gerekend.

46. Toestand 15 = toestand 12, doch met landwaartsche krul.

Wanneer een verbetering met een stroomleider wordt gemaakt, en men kiest het type van toestand 13 (paragraaf 42) dan ligt het voor de hand eerst de leidam te verlengen en van een krul te voorzien. Zoodoende ontstaat tijdelijk toestand 14. Het is mogelijk, dat reeds in die toestand een

zoo groote verbetering optreedt, dat althans voorloopig van het maken van de kostbare stroomleider wordt afgezien. Er is dan tijd om nieuwe gegevens te verzamelen, die bij een eventueele verdere uitbouw kunnen worden gebruikt.

Wanneer de stroomleider van toestand 12 zou kunnen worden toegepast in combinatie met de leidam van toestanden 13 en 14, dan had men de mogelijkheid om naderhand zoowel het type van toestand 12 als tot toestand 13 over te gaan.

Om dit te onderzoeken is de leidam type 12 geplaatst in het model volgens toestand 14; de zoo gevormde toestand verkreeg het nummer 15. Deze toestand 15 verschilt in hoofdzaak van toestand 12, doordat de krul aan het einde van de leidam niet zeewaarts, doch landwaarts is gebogen. De foto van figuur 99 is een overzicht van de stroom - zonder golven - bij deze toestand; ook de figuren 18 en 24 zijn bij toestand 15 opgenomen.

Door het terugbuigen van de krul wordt de straatbreedte grooter en men zou denken, dat de stroomleider dus dichter bij de kust zou moeten staan om dezelfde zwakke stroom om de kop van het noorderhoofd te veroorzaken. Dit is echter niet zoo: de stroomleider moet nog iets verder in zee worden geplaatst, dan bij toestand 12 reeds het geval was. Of dit verschil voornamelijk door de gewijzigde leidam wordt veroorzaakt, of dat andere afwijkingen van het model een rol spelen, is niet zeker.

Bij het begin van de proef met toestand 15 was de bodemligging die, welke bij de metingen met toestand 14 was ontstaan. De mukulplaat C van die toestand (en) dus tevens de uitgangsligging voor toestand 15. Hier is dus weer van de gedachtengang uitgegaan, dat toestand 15 eventueel zal worden gemaakt, nadat toestand 14 reeds eenige tijd heeft bestaan.

De stroomen van toestand 15 (figuur 100) zijn wederom gemeten met drijvende kaarsjes en een ruwe bodem. Het bodemrelief was dat van het ~~einde van de proef~~ (figuur 102), dus met veel minder groote banken, dan die welke tijdens de stroommeting van toestand 12 aanwezig waren.

In hoofdtrekken is het beeld hetzelfde als dat van toestand 12 (figuur 91) doch er zijn toch eenige verschil-

punten aan te wijzen. Zoo is het neereengebied bij de leidam verdwenen in overeenstemming met de toestanden W VII (figuur 50) en W 14 (figuur 65). Daardoor is de stroomrichting bij de bocht van het zuiderhoofd minder gunstig, en, ofschoon er geen neer ontstaat, zijn de snelheden in de mond langs de lage dam minder groot. In figuur 100 ligt de isotache van 16 cm/sec plaatselijk 150 meter verder noordwaarts, dan in figuur 91 het geval was. Dat de stroomleider een gunstige invloed heeft blijkt uit vergelijking van toestand 15 met toestand 14. De stroombeelden hebben in beide gevallen veel overeenkomst, doch door de aanwezigheid van de stroomleider wordt als het ware het geheele stelsel van isotachen naar het Zuiden gedrukt. (figuur 100 contra figuur 65). De absolute waarde van de snelheden in de mond blijft daarbij gelijk.

Deze snelheden zijn kleiner, dan die van toestand 12 en de geheele indruk van de oppervlaktestroom van toestand 15 is dan ook zeer goed, ondanks de betrekkelijk kleine snelheid langs de zuidwal.

De verplaatsing van het bodemmateriaal vertoont ook veel verwantschap met die van toestand 12. Op mukolplaat A (figuur 101) is de kuil bij het noorderhoofd groter en dieper, dan in toestand 12, maar deze kuil is reeds ontstaan in de toestand 14, die was voorafgegaan (figuur 68). De diepte is zelfs nog een meter kleiner. Het geheel maakt de indruk, dat buiten de hoofden langs de lichtenlijn een geringe verdieping is opgetreden (de 12 meter-lijn is uitgebogen) en dat het daaruit komende materiaal in de kuil is afgezet).

Ook de uitbulging van de dieptelijnen enkele honderden meters buiten de koppen en de put aan het eind van de leidam zijn nog afkomstig van toestand 14. Overigens zijn 12 A (figuur 93) en 15 A (figuur 101) vrijwel gelijk. De kop van de stroomleider is bij toestand 15 blijkbaar wat minder goed gevormd: er ontstaat een dieper gaande ontgraving.

Bij het stroomen met golven is alleen bims toegevoerd bij de kop van de leidam en bij de staart van de stroomleider. Men is voortgegaan tot de zekerheid was verkregen, dat de vorming van de bank achter de stroomleider op dezelfde

*endan in  
elgenomde  
toestand*



wijze plaats vond, als in toestand 12 het geval was en dat ook het tegenhouden van de bank door de onderstroom op gelijke wijze geschiedde. Na 5 uur stroomen was door directe waarneming gebleken, dat inderdaad de toestand zich ontwikkelde, als bij toestand 12. Dat de bank op figuur 102, die de gevormde dieptelijnen geeft, verder is vooruitgekomen, dan op figuur 94, valt te verklaren uit het feit, dat bij het begin van de proeg de dieptelijnen reeds dicht bij de lichtenlijn lagen (de lijn van 5 m - N.A.P. ligt op 600 m buiten de mond, in figuur 92 op een afstand van 470 m van de lichtenlijn, terwijl in figuur 68 deze maat 305 m is.).

Dat de put bij de kop van de stroomleider zoo groot en diep geworden is, komt door het achterwege laten van de binstoevoer op dit punt.

Tenslotte valt nog op de afwezigheid van de hooge bank zeewaarts van de leidam. Doordat hier niet zooals in toestand 12, een neer ontstaat, wordt het uit de put komende materiaal door de stroom meegevoerd om de bocht van het zuiderhoofd. Aanvankelijk is dus in de Doorgraving een grooter zandbezwaar langs de zuidwal te verwachten, doch na verloop van tijd ontstaat ook in toestand 12 deze binstroom. Dan is *namelijk* het gebied van de neer tegen de leidam volledig opgezand (figuur 95).

Een en ander tezamen vattende, kan men zeggen, dat de toestand 15, met landwaarts omgebogen leidam, waarschijnlijk ongeveer even goed zal voldoen als toestand 12, waarbij die dam zeewaarts is gebogen.

In toestand 15 zijn nog eenige peilschaalwaarnemingen gedaan, om de vervallen bij de verschillende dammen te meten. De waarnemingspunten waren de volgende:

Noorderhoofd, ongeveer 400 meter uit de kop.

Leidam, bij de punt, waar tegenwoordig het hooge gedeelte eindigt.

Stroomleider, ongeveer in het midden.

De uitkomsten waren:

Noorderhoofd, noordzijde gemiddeld 0,22 cm hoger dan zuidzijde.

Leidam, landzijde, gemiddeld 0,18 cm hoger dan zeezijde.

Stroomleider, landzijde gemiddeld 0,12 cm hoger dan zeezijde.

In de werkelijkheid zouden deze vervallen resp. 33, 27 en 18 cm groot zijn.

... is in het model de leiding weggebroken en het solder...

In het bestudeerde model kon dit echter niet geschieden. De maalvakte is namelijk na het aanleggen van de leiding...

In het model bestaat dit deel van de sectie nog als geheel. De noordwestrand daarvan is te gelijk met de leiding...

De situatie van de kooft van 1909 is dus overeenkomstig met de diepten van 1929. Hetzelfde geldt in andere mate...

Van betrouwbare vergelijking met de vroeger opgenomen straten en ook met de metingen van de noordgroeven van 1909...

Ongetwijfeld heeft een teruggang betrekking tot de diepte van de tegenwoordige, die als bestemd 0 m is...

In het model is er geen afzonderlijk gedeelte, doch de stroomleider verloop op het oog te zien. Het resultaat is figuur 103. Het gedeelte van het model voor de noord...

X. Aanhangsel.47. De toestand vóór het maken van de leidam.

Na afloop van het onderzoeken van mogelijke verbeteringen is in het model de leidam weggebroken en het zuiderhoofd van een nieuwe kop voorzien. Daardoor ontstond de situatie, die vóór 1910 aanwezig was en het zou dus mogelijk moeten zijn de beweging van water en van bodemmateriaal van die tijd na te bootsen.

In het bestaande model kon dit echter niet geschieden. De Maadvlakte is namelijk na het aanleggen van de leidam in zeer belangrijke mate opgezand. Vergelijkt men een peilkaart van 1909 met die van 1929, dan blijkt gedurende de tusschenliggende twintig jaren de diepte op verscheidene plaatsen met omstreeks drie meter te zijn vermindert (paragraaf 10).

In het model bestond dit deel van de zeebodem nog uit cement. De noordwestrand daarvan is tegelijk met de leidam weggebroken, maar er is van afgezien de geheele Maasvlakte opnieuw onder profiel te brengen.

De situatie van de hoofden van 1909 is dus gecombineerd met de diepten van 1929. Hetzelfde geldt in mindere mate voor het deel van de Waterweg, dat in het model een vaste bodem had. Hier is de diepte grooter, dan met de toestand van 1909 overeenkomt.

Een betrouwbare vergelijking met de vroeger onderzochte stroomen en ook met de metingen van de modelproeven van 1907, is dus niet mogelijk. Veeleer kan men de thans verrichte waarnemingen beschouwen als een aanwijzing van de invloed, die de leidam en de bezonken dam bij de diepteverhoudingen van thans hebben.

Omdat deze toestand een teruggang beteekent ten opzichte van de tegenwoordige, die als toestand 0 bekend is, is het volgnummer -1 toegekend.

In deze toestand -1 zijn geen stroomfoto's gemaakt, doch de stroomlijnen werden op het oog geschetst. Het resultaat is figuur 103. Het gedeelte van het model voor de mond had weder een ruwe bodem; verder is in zooverre rekening gehouden met de vroegere toestanden, dat het vloeddebiet

van de Waterweg niet, als vroeger bij andere toestanden, 4400, doch slechts 3220 m<sup>3</sup>/sec groot is genomen. De stroom in zee is ongewijzigd gelaten, echter is aan het bezwaar van de te geringe waterverplaatsing over de Maasvlakte eenigszins tegemoet gekomen door het aanvoeren van een extra waterhoeveelheid, van 0,5 l/sec bij het strand van de Beer. Deze hoeveelheid, die overeenkomt met 315 m<sup>3</sup>/sec. in werkelijkheid, is wel minder, dan het tekort, dat door de te hoge bodemligging wordt veroorzaakt en dat wellicht op 1000 m<sup>3</sup>/sec kan worden geschat.

De stroom blijkt bij de kop van het zuiderhoofd wederom in zeer sterke mate te worden uitgeworpen, zoodat het binnentreden wordt geconcentreerd bij het noorderhoofd. Het beeld is veel ongunstiger, dan bij de bestaande toestand. De stroom trekt nu vrijwel dwars om de kop van het noorderhoofd, terwijl binnen het hoofd een wervelgebied ontstaat. Aan de noordzijde van het noorderhoofd is de snelheid zeer klein. Wanneer het vloedebiet van de Doorgraving nog kleiner wordt gekozen, houdt de stroom buiten het hoofd geheel op en keert zelfs van richting om. Dit laatste is het geval, wanneer door de uitlaat in de Doorgraving 2000 m<sup>3</sup>/sec wordt afgevoerd.

De neer, die zich voor de mond vormt is weer uiterst zwak en nauwelijks te constateren. Bij vermindering van de stroom in de Waterweg verplaatst hij zich een weinig zee-  
waarts.

De bimsbeweging is wederom het sterkst bij de kop van het noorderhoofd. (figuur 104). Bij het stroomen zonder golven wordt daar een diepe kuil gevormd, die zich echter minder ver naar binnen uitstrekt, dan in toestand 0 (figuur 37): Het uit deze kuil komende materiaal vormt in de vaargeul een rug. Door het maken van golven veranderen hier de dieptelijnen praktisch niet meer.

Bij de kop van het zuiderhoofd geschiedt slechts zeer weinig. Een noemenswaardige put ontstaat daar eerst, wanneer golven worden gemaakt. De stroom om de kop is, tengevolge van de kleine diepte van het achterliggende gebied, niet sterk genoeg om groote hoeveelheden bims te transporteren. De bewegende korrels volgen ongeveer de zeezijde

V slechts

van de neer, waar de wervelstraat voldoende turbulentie veroorzaakt om de beweging gaande te houden. Zoodoende ontstaat een bank van eenzelfde type als die van toestand 0, doch dichter bij de mond. De bank van figuur 104 moet worden vergeleken met die van figuur 37 van de bestaande toestand, waarbij ook golven waren opgewekt. In deze figuur is de bank echter veel groter, omdat, na een voorafgaande stroomperiode van 5 uur zonder golven, nog 7 uur met golven was gestroomd, waarbij nog 10 liter bims was toegevoerd, terwijl figuur 104 het resultaat is van 4 uur stroomen met golven zonder bimsaanvoer.

Op de plaats van de bank kan dit echter weinig invloed hebben, zoodat hier een globale vergelijking wel mag plaats vinden. Deze vergelijking heeft als resultaat, dat de plaats, waar de bank de lichtenlijn het dichtst nadert, bij toestand -1 dichter bij de mond ligt, dan bij toestand 0. Het verschil is ongeveer 150 meter. Een verschil van deze orde van grootte is in de werkelijkheid geconstateerd.

Ondanks alle onzekerheid geeft het onderzoek van toestand -1 dus twee resultaten, die met de werkelijkheid overeenkomen, namelijk dat de door het aanleggen van de leidam en de bezonken dam de stroomverdeling iets minder ongunstig is geworden en dat de plaats van het grootste zandbezwaar aan de zuidzijde van de vaargeul buiten de mond zeewaarts is verschoven.

Dit is dan ook alles, wat met toestand -1 is bereikt.

#### 48. Slotbeschouwingen.

De waarnemer en de bewerker van de waarnemingen zien op het voorgaande terug met gemengde gevoelens. Dat in een model op een zoo kleine schaal resultaten zijn verkregen, stemt tot tevredenheid, maar daartegenover staat, dat er zeer veel onzekerheden zijn overgebleven, die men gaarne had opgelost.

De oorzaak van deze onzekerheden zetelt voor verreweg het grootste deel in het modelonderzoek zelf, doch zelfs wanneer het zou gelukken een ideaal model te maken, was een volkomen juiste interpretatie van de modelmetingen op de werkelijkheid nog niet mogelijk. Het is immers niet

bekend, welke omstandigheden het verplaatsen van het zeezand beheerschen en op welke wijze deze beweging geschiedt (paragraaf 10). Waarnemingen omtrent de zandbeweging zullen nog in groote getale noodig zijn, om het inzicht daarin te verbeteren.

Met de kennis, waarover men thans beschikt, kan de conclusie worden getrokken, dat de turbulentie van de stroom, in nog veel grootere mate dan de snelheid, een oorzaak is voor het verplaatsen van het bodemmateriaal. In het model bleek dit herhaaldelijk. Soms bleef bij snelheden van 25 cm/sec de bimsbodem onaangestast, wanneer de stroom maar regelmatig genoeg was. In andere gevallen vond een diepgaande ontgronding plaats in gebieden waar de snelheid slechts half zoo groot was. Dan kon men er ook zeker van zijn, dat de stroom in hooge mate turbulent was, meestal *samenhang met* ~~tengevolge van~~ het optreden van sterk gebogen stroomlijnen.

Door de zeer groote turbulentie moet de vorming van de diepe put bij de bezonken dam worden verklaard. De snelheid is er volstrekt niet overmatig groot, 19 cm/sec in het model (figuur 32), overeenkomende met 80 cm/sec in de werkelijkheid, wat wel ongeveer juist zal zijn.

De wijze van vormen van de put en van de bank daarachter kon in het model goed worden nagegaan en daar de put en de bank in werkelijkheid goed met die in het model overeenkomen, schijnt de gevolgtrekking niet te gewaagd, dat de beweging daar op dezelfde wijze plaats vindt, als in het model. Dit beteekent, dat de put en bank door de vloedstroom worden gevormd.

Een vraag, die niet valt te beantwoorden, is deze: op welke wijze het mogelijk is, dat uit de put, dag in, dag uit, groote hoeveelheden zand komen, zonder dat de omvang toeneemt. Er moet zand in de put worden toegevoerd. In het model geschiedde dit met de bismachine, in de werkelijkheid kan men slechts het vermoeden uitspreken, dat de ebstroom de schuldige zou kunnen zijn.

Indien dit al het geval was, kan men nog niet voorspellen hoe het gaan zal met de zandaanvoer in de putten, die op andere plaatsen ontstaan, wanneer in het model ~~geen~~ nieuwe dammen zijn bijgebouwd. Het is mogelijk, dat ook in die putten door de eb steeds weer nieuw zand wordt toegevoerd,

doch het is geheel onbekend in welke mate dit het geval zal zijn. Het is duidelijk dat verschillende factoren in het spel zijn. Als zoodanig komen bijvoorbeeld in aanmerking de ligging van een dergelijke put, de oppervlakte en de diepte.

De invloed van deze, en mogelijk ook andere, factoren in rekening te brengen, is voaalsnog onmogelijk.

Bij het onderzoek van de verschillende vormen is men tot oplossingen gekomen, waarbij putten optreden, die soms zeer actief zijn en die dus groote zandhoeveelheden in de vaargeul kunnen brengen, wanneer de toevoer naar de put maar groot genoeg is. Blijft die toevoer achterwege, dan houdt na eenige tijd ook de zandlevering van de put op, daar het dieper en grooter worden van elke put aan een grens is gebonden. Een oordeel over deze toestanden is dus niet mogelijk, zonder de kwestie van het nederzetten van zand in de putten op te lossen.

Een groote schrede in deze richting kan worden gezet, door het bouwen van een nieuw model, waarin de verschillen met de werkelijkheid minder groot zijn, dan in het nu onderzochte het geval was (paragraaf 10). Men moet in een dergelijk model zoover gaan, dat het meeslepen van het bodemmateriaal door de normale - niet overmatig turbulente- stroom goed tot zijn recht komt. Het algemeene zandtransport langs de kust wordt daardoor in het onderzoek betrokken, in het model van 1930 was dit niet het geval.

Om dit te bereiken zullen de in paragraaf 20 genoemde afwijkingen a, b en f moeten worden verminderd. Een grootere modelschaal is noodig, terwijl de mate van samentrekken (verhouding tusschen lengte- en diepteschaal) kleiner moet worden. Voorts zal een ander bodemmateriaal moeten worden gebruikt.

Bims leende zich goed voor het nabootsen van de allersterkste bodembeweging en was daardoor in een orienteerend model tamelijk goed op zijn plaats. Het bezwaar van de groote korrelafmetingen is sinds het nemen van deze proeven meer naar voren gekomen, onder andere door de gebeurtenissen buiten de uitwateringsluizen van het IJsselmeer,

Voor eventueele volgende proeven is het noodzakelijk een zeer fijnkorrelig materiaal te gebruiken.

Om de perioden te onderzoeken, waarin ebstroom of ondervloed voorkomt, is het noodig een dergelijk model in

te richten voor het werken met water van verschillende dichtheid.

Het is mogelijk op deze wijze de afwijkingen a, b, d, e en f sterk te reduceeren en ten deele zelfs geheel op te heffen. Desgewenscht is dit ook mogelijk met c: de invloed van het niet-stationair zijn van de beweging in de werkelijkheid (paragraaf 29). Het nabootsen van een geheele getijperiode maakt het model weliswaar meer ingewikkeld, doch is zonder onoverkomenlijke hindernissen uitvoerbaar.

De in paragraaf 20 als laatste genoemde afwijking g zal in een nieuw model niet kunnen worden opgeheven, doch wel moet de definitie anders worden gesteld. Wanneer het bodemmateriaal van het model aan de gestelde eischen voldoet, kan behalve het uitwoelen van de putten ook het opvullen daarvan worden bestudeerd. Een belangrijk punt blijft echter onzeker: de grootte van het algemeene zandtransport langs de kust. De toevoer van nieuw materiaal in het model en de verdeeling daarvan in een raai loodrecht op de kust behoort naar dit algemeen transport te worden geregeld. Zelfs de kous van de bewegelijkheid van het bodemmateriaal is daarvan afhankelijk, want deze moet zoodanig zijn, dat het strand en het onderzeesche beloop op groote afstand van de Waterweg bij de met het transport overeenkomende toevoer in evenwicht is.

De grootte van het transport langs de kust kan door werken aan de mond van de Waterweg niet worden beïnvloed. Het komt er slechts op aan een zoodanige situatie te kiezen, dat van het voorbij trekkende zand voor de scheepvaart zoo weinig mogelijk hinder wordt ondervonden.

Voor het algemeen transport is in paragraaf 10 een uiterst globale schatting van een miljoen  $m^3$  per jaar gemaakt. Voor het welslagen van een eventueel volgend modelonderzoek zou het zeer gewenscht zijn, dat eenige zekerheid omtrent deze hoeveelheid werd verkregen.

Bij dit volgende modelonderzoek zou men wederom moeten uitgaan van de bestaande toestand, en voorts van de vier nieuwe toestanden, die bij het afgelopen onderzoek getoond hebben goede kansen op verbetering te geven. Dit zijn de toestanden 14, 4, 13 en 15 (figuur 4, *e. d. f. m. e.*)



De eerste (paragraaf 38) heeft slechts weinig verbeterde stroomen in de mond; zijn grootste voordeel is het verminderen van de activiteit van de put bij de leidam, waardoor het opringen van de bank naar de vaargeul waarschijnlijk zal verminderen. Afdoende verbetering wordt niet bereikt; de toestand is dan ook meer te beschouwen als een overgangstoestand naar één der volgende plannen.

Toestand 4 (paragraaf 37) is, voor zoover de stroom in de mond betreft, beter dan de vorige, ofschoon de hoofdstroom nog bij het noorderhoofd is geconcentreerd. Daardoor blijft de vaargeul aan die zijde. Het zand volgt daarentegen de zuidzijde. Deze scheiding tusschen vaargeul en zandtransport is in geen andere toestand zoo markant als in deze. Voorzichtigheid in deze is echter geboden. In paragraaf 37 is reeds opgemerkt dat in het model in toestand 4 verreweg het grootste gedeelte van de bimsbodem in rust is, wat in de werkelijkheid zeker niet het geval zal zijn. Daarom is te verwachten dat de stroomlijnen die in het model geen zand de waterweg binnenvoeren dit in werkelijkheid doen. Hierdoor is het model geflatteerd t.o.v. de bestaande toestand en ook t.o.v. toestanden met stroomleider (toestand 13 en 15), waar het bewuste verschijnsel veel minder sterk optreedt. Een bezwaar tegen toestand 4 is misschien gelegen in de langzame verzanding van de geheele Maesvlakte, die wellicht tientallen jaren zal duren.

De toestanden met een stroomleider hebben het voordeel van een betere verdeling van de stroom over de breedte van de mond, waardoor de kans ontstaat, dat de afstand tusschen het midden van de vaargeul en het noorderhoofd groter wordt. Dit voordeel wordt echter verkregen ten koste van het ontstaan van twee extra plaatsen, waar vandaan groote hoeveelheden zand kunnen komen. Mocht het uit een nieuw onderzoek blijken, dat de toevoer van zand naar die plaatsen niet groot is, dan zal dit bezwaar niet overwegend zijn.

Van de onderzochte toestanden met stroomleider zijn 13 en 15 de beste. In toestand 13 (paragraaf 42) is de stroomleider het best aan de richting van de vloedstroom aangepast. Het is hier echter noodig voorzichtigheid in acht te nemen, daar de stroom in zee niet steeds dezelfde richting heeft. Mocht een kleine verandering in de richting van aanstromen

minder gunstige toestanden bij de stroomleider veroorzaken, dan komt toestand 13 daardoor in een minder gunstig daglicht te staan.

In dit opzicht is toestand 15 (paragraaf 46) waarschijnlijk minder gevoelig. De stroomleider staat daarbij scheef in de stroom en het in stand houden van de vaargeul moet geschieden doordat de omtrekkende bodemstroom de bank belet zich noordwaarts uit te breiden. Dat dit ook in werkelijkheid het geval zal zijn, schijnt wel aannemelijk, doch de thans beschikbare gegevens geven daaromtrent geen zekerheid. Een nadere studie van de minder krachtige zandbeweging van de werking van de eb en van die van de ondervloed, is in deze toestand nog meer gewenscht, dan bij een van de andere. Toestand 15 wordt gekenmerkt door twee bijzonderheden: het gebied van zwakke stroomen vóór de mond en de groote neer langs het badstrand en de buitenzijde van het noorderhoofd.

Alle drie de genoemde toestanden bieden een kans op belangrijke verbetering. Welke tenslotte voor uitvoering in aanmerking zal komen, kan met de resultaten van het modelonderzoek niet worden uitgemaakt. Wel is het door dit onderzoek vrijwel zeker geworden, dat de gewenschte verbetering kan worden verkregen door het uitvoeren van eenige werken, waarvan de omvang binnen de toelaatbare zal blijven.

---

Delft, Februari 1933.