

RIJKSWATERSTAAT-DIRECTIE GRONINGEN

MEET- EN ADVIESDIENST

Memorandum no: 76-3

aantal pagina's 22

aantal bijlagen 2 aantal figuren 11

Onderzoek naar de juistheid van de
basispeilen in het Eems-estuarium
en de oostelijke Wadden

1. Inleiding.

In het kader van een algemene toetsing van de juistheid van de basispeilen van de hoofd-waterstandwaarnemingsstations in Nederland is door de Rijkswaterstaat eind 1975 een begin gemaakt met een onderzoek naar extreme waterstanden.

De rapportering van dit voorlopige onderzoek zal resulteren in een advies aan de Directeur-Generaal van de Rijkswaterstaat. Dit advies zal gevormd worden door een brief van de Operationele Afdeling van de Directie Waterhuishouding en Waterbeweging met als bijlage de nota 76.5 van het Arrondissement Friesland West "Over de basispeilen in de Waddenzee" van de hand van dbr. F. IJnsen.

Omtrent het verloop van het onderzoek en het tot stand komen van de "werkgroep" Basispeilen kan verwezen worden naar de inleiding van de "nota 76.5".

Het onderzoek bestaat uit de volgende deelonderzoeken: nota 74.10 van de Studiedienst Hoorn "Onderzoek naar de basispeilen in het gebied van de westelijke Waddenzee", nota 76.5 van het Arrondissement Friesland-West "Over de basispeilen in de Waddenzee", een studie van de Operationele Afdeling van de Directie Waterhuishouding en Waterbeweging waarin met behulp van diverse

datum : 3 september 1976

samengesteld door: ir. L.D. Boom

Het wnd. hoofd van de
Meet- en Adviesdienst Delfzijl,

(ir. H.E. Wisman)

RIJKSWATERSTAAT-DIRECTIE GRONINGEN

MEET- EN ADVIESDIENST

Memorandum no: 76-3

pagina: 2

statistische methoden voorspellingen worden gegeven over de extreme waterstanden van de hoofd-stations langs de kust en het onderhavige memorandum.

De aanleiding tot het starten van een hernieuwd onderzoek naar de juistheid van de basispeilen is het feit dat sinds 1956 (het jaartal waarin de basispeilen definitief zijn vastgesteld op basis van waarnemingsreeksen tot 1950 à 1955) al weer ruim 20 jaren verstreken zijn en er dus een nadere toetsing van de voorspelling mogelijk is door uitbreiding van het waarnemingsmateriaal.

Voor de periode na de afsluiting van de Zuiderzee (1932) betekent dit meer dan een verdubbeling van het waarnemingsmateriaal, waardoor uitspraken over de invloed van deze afsluiting op de extreme waterstanden van nabij gelegen stations statistisch onderbouwd kunnen worden.

Ook de inzichten in de materie van de extreme waterstanden zijn in de loop der jaren uitgebreid, terwijl door het gebruik van de computer de mogelijkheden tot het bewerken van waarnemingsmateriaal vergroot zijn.

Deze nota moet gezien worden als een uitbreiding van het behandelde in de nota's 74.10 en 76.5, tot het oostelijk deel van de Nederlandse Wadden en het Eems-Dollard-estuarium. Ook worden de Duitse stations Borkum, Norderney, Knock en Emden in de beschouwing betrokken.

Aan de voorspelling van de extreme waterstanden van Nieuwe Statenzijl wordt de nodige aandacht geschonken in verband met het grote regionale belang dat gehecht kan worden aan de overschrijdingskans van de zeer lage Dollarddijken.

RIJKSWATERSTAAT-DIRECTIE GRONINGEN

MEET- EN ADVIESDIENST

Memorandum no: 76-3

pagina: 3

2. Het waarnemingsmateriaal.

Ten behoeve van het algemene onderzoek zijn door de Operationele Afdeling van de Directie Waterhuishouding en Waterbeweging tabellen met de hoogste jaarwaterstanden verstrekt voor de stations Vlissingen, Harlingen, West Terschelling en Delfzijl.

Ten behoeve van het locale onderzoek is ook een lijst geproduceerd van de hoogste jaarwaterstanden van het station Nieuwe Statenzijl.

Als jaar is aangehouden het z.g. "stormjaar" lopend van 1 juli tot en met 30 juni. (1950 = 1 juli 1949 - 30 juni 1950).

Correcties voor relatieve zeespiegelrijzing zijn bepaald uit waterstandswaarnemingen om de 3 uur (later om het uur) en uit de amplitude van het getij.

Deze correcties zijn bepaald voor Delfzijl en worden voor de stations in de omgeving van Delfzijl ook van toepassing geacht. Nieuwe Statenzijl vormt hierop echter een uitzondering. Een globale analyse van het verloop van de gemiddelde jaarwaterstand over een lange reeks van jaren toont namelijk aan dat de genoemde correcties veel te hoog zijn voor Nieuwe Statenzijl. Bij de berekeningen zal dan ook verder gebruik worden gemaakt van de gecorrigeerde zowel als van de ongecorrigeerde waterstanden te Nieuwe Statenzijl.

De gegevens van de stormvloeden zijn afkomstig uit de 10-jaarlijkse overzichten van de waterhoogten van de Rijkswaterstaat en de stormvloedverslagen.

De gegevens van de Duitse stations zijn verkregen uit de "Deutschen Gewässerkundlichen Jahrbücher 1940 - 1975" met aanvullende gegevens uit de "Haupttabellen" van het Wasser- und Schifffahrtsamt Emden voor de stations Borkum, Knock en Emden en het Wasser- und Schifffahrtsamt Norden voor het station Norderney.

RIJKSWATERSTAAT-DIRECTIE GRONINGEN

MEET- EN ADVIESDIENST

Memorandum no: 76-3

pagina: 4

De jaarreeksen van genoemde stations worden gegeven in tabel 1.

Delfzijl	1866 - 1975	
Nw. St.zijl	1866 - 1975	
Borkum	1906 - 1975	Landungsbrücke tot 1928/Südstrand
Norderney	1896 - 1975	Hafen tot 1971/Riffgat
Knock	1906 - 1967	Knock-Fiskalischer Siel
Emden	1906 - 1975	Neue Seeschleuss

Tabel 1. Jaarreeksen van gebruikt waarnemingsmateriaal

In bijlage 1 is het waarnemingsmateriaal van de verschillende jaarreeksen weergegeven, alsmede de correcties voor relatieve zeespiegelrijzing.

In bijlage 2 staan de waterstanden vermeld van de diverse stations, die corresponderen met de stormvloedstanden te Delfzijl.

RIJKSWATERSTAAT-DIRECTIE GRONINGEN

MEET- EN ADVIESDIENST

Memorandum no: 76-3

pagina: 5

3. De methoden van onderzoek.

In deze nota worden 3 methoden van onderzoek naast elkaar gebruikt.

1^o Een algemene statistische methode, waarbij het waarnemingsmateriaal geacht wordt te voldoen aan een bepaalde theoretische verdeling. Tot deze groep van methoden behoren o.a. de 1^o, 2^o en 3^o extreme waardenverdeling, de Normale verdeling, de log normale verdeling, de Pearson III verdeling en de log Pearson III verdeling.

De hier gehanteerde methode is de 1^o extreme waardenverdeling, ook wel de "Methode Gumbel" genoemd.

Destijds (1956) is het station Hoek van Holland als uitgangspunt genomen bij de bepaling van het stelsel van overschrijdingsfrequentiecurven voor de diverse stations langs de Nederlandse kust.

Een toepassing van de "Methode Gumbel" op het waarnemingsmateriaal van Hoek van Holland (zie nota 74.10) geeft resultaten, die zeer goed overeenkomen met de in 1956 vastgelegde overschrijdingsfrequentiecurve.

Of deze goede benadering met behulp van de "Methode Gumbel" ook opgaat voor stations aan zeearmen of rivierestuaria is zeer de vraag.

Voorlopig wordt echter gesteld dat de "Methode Gumbel" voor een Noordzeekuststation een goede benadering geeft van de overschrijdingsfrequentiecurve en een redelijk betrouwbare voorspelling van het basispeil.

Bij toepassing van de "Methode Gumbel" bestaat de mogelijkheid om op een aantal verschillende manieren een aanpassing te bewerkstelligen tussen de theoretische frequentiecurve

RIJKSWATERSTAAT-DIRECTIE GRONINGEN

MEET- EN ADVIESDIENST

Memorandum no: 76-3

pagina: 6

en het waarnemingsmateriaal.

Genoemd kunnen worden o.a. de methode van de "kleinste driehoekjes" (zie litt 5) de momentenmethode, zoals deze wordt gehanteerd in nota 76.5 en de methode van de meeste aannemelijkheid (Eng. Maximum Likelihood).

De methode van de meeste aannemelijkheid geeft theoretisch een betere aanpassing dan de beide anderen en is met een eenvoudig computerprogramma zeer snel toepasbaar.

2^o Een methode gebaseerd op correlatie en regressie.

Het waarnemingsmateriaal van een station of een selectie daaruit wordt gecorreleerd aan het waarnemingsmateriaal van een ander naburig station. Met behulp van de regressievergelijking kan dan het verband tussen de waterstanden van de diverse stations worden berekend. De regressie en correlatie dient 2 x te worden uitgevoerd, daar de waarnemingen van 2 stations waarnemingen zijn van hetzelfde verschijnsel "het getij", zodat het 1^o station gecorreleerd dient te worden met het 2^o station maar ook andersom.

De uiteindelijke regressievergelijking wordt gevormd door de vergelijking van de lijn door het snijpunt van de 2 berekende regressielijnen welke de hoek tussen deze twee lijnen middendoor deelt.

De correlaties en de regressies zijn bepaald voor de stations Borkum - Delfzijl, Borkum - Knock, Borkum - Emden en Borkum - Nieuwe Statenzijl (fig. 3 t/m 7).

Uitgaande van een basispeil te Borkum van 560 + NAP kunnen op deze wijze schattingen gegeven worden van de basispeilen van de stations Delfzijl, Knock, Emden en Nieuwe Statenzijl.

Met het oog op de fysische eigenschappen van het Eems-Dollard-estuarium (de hoge ligging van de platen) zijn de correlaties

RIJKSWATERSTAAT-DIRECTIE GRONINGEN

MEET- EN ADVIESDIENST

Memorandum no. 76-3

pagina: 7

uitgevoerd met de hoogste waterstanden (s.v. standen) over een periode van 70 jaar.

3^e Een methode gebaseerd op de overschrijdingsfrequentiecurve van het station Borkum.

Aan de hand van de overschrijdingsfrequentie bij Borkum wordt de overschrijdingsfrequentie van een stormvloed op het Eems-estuarium vastgesteld.

De overschrijdingsfrequentie voor een bepaalde stormvloed ligt dus voor elk station aan het Eems-estuarium vast en de hoogte van de waterstand volgt uit het waarnemingsmateriaal. Deze gegevens van een stormvloed uitgezet op waarschijnlijkheidspapier (z.g. Gumbel-papier) geven een indicatie van het verloop van de overschrijdingsfrequentiecurve.

Een aanpassing van een rechte aan de bovengenoemde punten (methode kleinste driehoekjes) geeft een indicatie voor het basispeil bij het punt met een overschrijdingskans van $1/10.000$ per jaar (fig. 8).

Deze methode wordt ook geschetst in het rapport van de Deltacommissie en het is deze methode geweest welke destijds mede geleid heeft tot de definitieve bepaling van de vorm van overschrijdingsfrequentiecurves van de stations Delfzijl en Nieuwe Statenzijl.

Resumé met betrekking tot de gebruikte methoden in de onderhavige nota.

Voor de kuststations Borkum en Norderney wordt de 1^e extreme waardeverdeling gehanteerd om tot een overschrijdingsfrequentiecurve en een basispeil te komen. De aanpassing van het waar-

RIKSWATERSTAAT-DIRECTIE GRONINGEN

MEET- EN ADVIESDIENST

Memorandum no: 76-3

pagina: 8

nemingsmateriaal aan de theoretische frequentieverdeling in geschied op 2 verschillende wijzen n.l. de z.g. "momenten methode" (MM) en de "methode van de meeste aannemelijkheid" (MA). Dit om een vergelijking te hebben tussen deze beide aanpassingsmethoden.

Voor de stations aan het Rems-estuarium zijn eveneens met behulp van de "Methode Gumbel" de basispeilen bepaald, waarbij de betrouwbaarheid van deze voorspelling evenwel aan twijfel onderhevig is.

Wel kan op deze wijze bepaald worden of door wijzigingen in het klimaat of door andere factoren significante verschillen opgetreden zijn in de hoogte van de waterstanden. Hiertoe is een splitsing gemaakt in de jaarreeksen en wel in de periode tot 1933 en de periode vanaf 1933 (zie tabel 2).

Om echter op een andere wijze uitspraken te doen over de overschrijdingsfrequentiecurves en de basispeilen van de stations aan het Rems-estuarium worden voor deze stations de eerder genoemde methoden 2 en 3 gehanteerd + een variant op methode 1, waarbij alleen de hoogste jaarstanden boven het grenspeil (=S.V.) worden meegerekend. Op deze wijze wordt de fout door de ongelijkvormigheid van het gebied zoveel mogelijk gereduceerd.

RIJKSWATERSTAAT-DIRECTIE GRONINGEN

MEET- EN ADVIESDIENST

Memorandum no: 76-3

pagina: 9

4. De resultaten.

De resultaten van het onderzoek met behulp van de "Methode Gumbel" gebaseerd op de hoogste jaarwaterstanden staan samengevat in tabel 2.

Opvallend is hierbij de reductie, die optreedt in de basispeilen als in plaats van de periode tot 1950 de periode 1933 - 1975 beschouwd wordt. Dit verschijnsel geldt voor alle stations genoemd in tabel 2, maar blijkt ook te gelden voor de andere stations langs de Nederlandse Waddenkust (zie nota 74.10). De verschillen zijn uitgezet in figuur 1 voor de stations langs de kust en bedragen in de orde van grootte 60 cm. Het verschil wordt nog groter als de periode voor 1933 met de periode na 1933 wordt vergeleken.

Een verklaring voor deze verschillen zou kunnen zijn dat de invloed van het afsluiten van de Zuiderzee zich veel verder uitstrekt dan aanvankelijk vermoed werd en dat zelfs de Duitse eilandstations en Delfzijl binnen de invloedssfeer blijken te liggen. Een indicatie voor deze laatste veronderstelling wordt gegeven door het feit dat voor het station Vlissingen het bovengenoemde verschijnsel niet optreedt, maar zelfs een tegengesteld effect geconstateerd wordt en dat voor Hock van Holland geen verschillen worden geconstateerd (zie resp. studie Operationele Afdeling + nota 74.10).

De reductie treedt op voor alle stations langs de noord Nederlandse kust zodat hier ook gedacht kan worden aan een klimatologische invloed en niet aan een locale invloed van de afsluiting van de Zuiderzee, hoewel het niet uitgesloten is dat een extra invloed van de afsluiting van de Zuiderzee gesuperponeerd is op de klimatologische invloed. (b.v. voor de stations Vlieland en Terschelling).

RIKSWATERSTAAT-DIRECTIE GRONINGEN

MEET- EN ADVIESDIENST

Memorandum no: 76-3

pagina: 10

Een verdere beschouwing van tabel 2 laat zien:

- de voorspellingen voor waterstanden met een overschrijdingskans van $1/10.000$ per jaar (de " $X_{10}-4$ standen") van de stations Borkum en Norderney bedragen respectievelijk ± 560 m + NAP en ± 590 m + NAP, hetgeen zeer goed overeenkomt met eerder gevonden basispeilen (litt.14);
- de " $X_{10}-4$ standen" gevonden voor de stations aan het Eems-estuarium liggen aanzienlijk hoger dan de tot nu toe aangehouden basispeilen.

Hogere " $X_{10}-4$ standen" voor de stations aan het Eems-estuarium zijn niet het gevolg van veranderende omstandigheden (zie resultaat van berekeningen van de periode tot 1950) maar van het feit dat destijds de berekeningen met behulp van de Methode Gumbel niet van toepassing werden geacht voor het Eems-estuarium en dat er een andere methode is gebruikt.

Zoals al eerder gepostuleerd zijn de fysische eigenschappen van het Eems-estuarium hier debet aan (systeem van goulen en platen en de vormgeving van het bekken).

Getracht is nu om met behulp van de andere, onder 3 geschetste methoden van onderzoek, een betere benadering te vinden van de " $X_{10}-4$ standen", waarbij er naar wordt gestreefd de fysische invloeden als gevolg van de vormgeving van het estuarium zoveel mogelijk te reduceren door in de analyses alleen de hoogste waterstanden te betrekken.

Het effect van de platen, die dan minimaal 3 m onder water staan zal aanzienlijk zijn afgenomen en het bekken zal zich homogener gedragen.

Memorandum no: 76-3			I		II		pagina: 11	
	N	\bar{x}	S(x)	$x \cdot 10^{-4}$	$x \cdot 10^{-3}$	$x \cdot 10^{-4}$	$x \cdot 10^{-3}$	Opmerkingen.
Delfzijl								
1866-1975	110	3.17	0.54	6.82	5.85	6.96	5.95	- Afsluiting Zuiderzee 28-5-1932
1871-1932	62	3.21	0.59	7.16	6.10	7.43	6.30	
1933-1975	43	3.17	0.47	6.36	5.51	6.30	5.47	- Definitie van een stormjaar: 1932 \equiv 1 juli 1931-30 juni '32
Nw Statenzijl								
1866-1975	110	3.64	0.63	7.86	6.74	7.80	6.69	- Op het waarnemingsma- teriaal zijn correc- ties voor relatieve zeespiegelrijzing uit- gevoerd m.u.v. het waarnemingsmat. van Nw Statenzijl
1871-1932	62	3.66	0.70	8.39	7.13	8.33	7.08	
1933-1975	43	3.63	0.54	7.25	6.28	7.07	6.15	
Borkum Süd S								
1906-1975	67	2.69	0.43	5.55	4.79	5.59	4.82	
1906-1932	24	2.84	0.48	6.04	5.19	6.15	5.27	- I Aanpassing volgens de "momenten-methode"
1906-1950	42	2.71	0.44	5.67	4.88	5.75	4.94	- II Aanpassing volgens de "maximum likelyhood methode"
1933-1975	43	2.60	0.37	5.11	4.44	5.19	4.50	- N \equiv aantal waarnemingen
Knock Fisk Siel								
1906-1971	65	3.25	0.56	7.03	6.02	6.89	5.92	- $\bar{x} \equiv$ gem. hoogste jaar- waterstand in meters t.o.v. NAP
1906-1932	27	3.31	0.66	7.73	6.55	7.48	6.37	- S(x) \equiv standaardafwij- king
1933-1971	38	3.20	0.49	6.48	5.61	6.48	5.61	- $x \cdot 10^{-4} \equiv$ waterstand met een overschrij- dingskans van 1/10000 per jaar
Emden								
1906-1975	70	3.41	0.58	7.31	6.27	7.22	6.20	- $x \cdot 10^{-3} \equiv$ waterstand met een overschrij- dingskans van 1/1.000 per jaar
1906-1932	27	3.45	0.66	7.89	6.71	7.81	6.65	
1933-1975	43	3.39	0.53	6.95	6.00	6.83	5.91	
Norderney								
1895-1975	80	2.92	0.43	5.79	5.02	5.95	5.15	
1895-1932	37	2.97	0.47	6.15	5.30	6.35	5.45	
1895-1950	55	2.94	0.43	5.82	5.05	6.10	5.26	
1933-1975	43	2.88	0.38	5.45	4.76	5.62	4.89	

Tabel 2 Overzicht van de resultaten van de toepassing van de
Eerste extreme waardenverdeling (methode Gumbel)
op het waarnemingsmateriaal (hoogste jaarwaterstanden)
voor de stations Delfzijl, Nieuwe Statenzijl, Borkum, Knock,
Emden en Norderney.

RIJKSWATERSTAAT-DIRECTIE GRONINGEN

MEET- EN ADVIESDIENST

Memorandum no: 76-3

pagina: 12

De resultaten van de correlatie- en regressieberekeningen.

De berekeningen zijn uitgevoerd op de overeenkomstige stormvloedstanden.

In het Eems-estuarium, waarbij als criterium is genomen, dat in Delfzijl een waterstand van 3,34 m + NAP is overschreden (grenspeil) (bijlage 2).

Op de figuren wordt de 1^e en de 2^e regressievergelijking gegeven + de uiteindelijke gemiddelde regressievergelijking.

De uitkomsten van de benaderingen van de basispeilen van de stations aan het Eems-estuarium staan in tabel 3.

Delfzijl	6,58 m + NAP
Knoek	7,01 m + NAP
Emden	7,32 m + NAP
Nw. St.zijl ongecorrigeerde waterstanden	7,54 m + NAP
Nw. St.zijl gecorrigeerde waterstanden	7,69 , + NAP

Tabel 3 Waterstanden met een overschrijdingskans van 1/10.000 per jaar berekend met behulp van regressievergelijkingen ten opzichte van Borkum uitgaande van een basispeil te Borkum van 5,60 m + NAP

De resultaten van een berekening ("Methode Gumbel") gebaseerd op een selectie van de hoogste jaarwaterstanden.

Ook hier worden genomen de waterstanden, die boven het grenspeil liggen (=stormvloeden) en er worden "X₁₀⁻⁴ standen" gevonden die aanzienlijk lager liggen dan de berekende "X₁₀⁻⁴

RIJKSWATERSTAAT-DIRECTIE GRONINGEN

MEET- EN ADVIESDIENST

Memorandum no: 76-3

pagina: 13

standen" gebaseerd op berekeningen met alle hoogste jaarwaterstanden. (zie tabel 4)

Delfzijl	5,94 m + NAP
Emden	6,57 m + NAP
Knock	6,36 m + NAP
Nw. St.zijl ongecorrigeerde waterstanden	6,65 m + NAP
Nw. St.zijl gecorrigeerde waterstanden	7,17 m + NAP

Tabel 4 Waterstanden met een overschrijdingskans van 1/10.000 per jaar berekend met behulp van "Methode Gumbel" (IIA) op basis van hoogste jaarstanden boven het grensopp.

De resultaten van de z.g. "Toetsingsmethode". (de als 3^o genoemde methode).

De toetsing van de ligging van de corresponderende n.v.-standen van de stations Delfzijl en Nieuwe Statenzijl ten opzichte van de overschrijdingsfrequentiecurve van Borkum, (fig.8) geeft als resultaat voor de berekening van de X_{10}^{-4} standen, de waterstanden zoals hieronder aangegeven in tabel 5.

Delfzijl	6,46 m + NAP
Nw. St.zijl ongecorrigeerde waterstanden	7,42 m + NAP
Nw. St.zijl gecorrigeerde waterstanden	7,57 m + NAP

Tabel 5 Waterstanden met een overschrijdingskans van 1/10.000 per jaar benaderd door aanpassing van een rechte lijn aan de geplote waterstanden in fig. 5.

RIJKSWATERSTAAT-DIRECTIE GRONINGEN

MEET- EN ADVIESDIENST

Memorandum no: 76-3

pagina: 14

5. De nauwkeurigheid van de voorspellingen. (zie fig. 9 t/m 11)

Om een indruk te krijgen van de nauwkeurigheid van de met de berekeningen bereikte resultaten, is in de figuren een nauwkeurighedsband van 95% aangegeven ten opzichte van de theoretische overschrijdingsfrequentiecurven van respectievolijk de stations Borkum, Delfzijl en Nieuwe Statenzijl. De nauwkeurigheid geeft een indicatie van de waarde van de "exacte" voorspellingen van de " X_{10}^{-4} standen".

De constructie van de nauwkeurighedsband is gedaan aan de hand van de in litt. 5 geschetste methode.

6. Conclusies.

Voor het kuststation Hoek van Holland is met de "Methode Gumbel" een " X_{10}^{-4} stand" berekend, welke zeer goed overeenkomt met het basispeil (litt.3).

Op grond hiervan kan gesteld worden dat met de "Methode Gumbel" een redelijke goede benadering kan worden gegeven voor het basispeil van een Noordzeekuststation.

Voor de stations Borkum en Norderney is met de "Methode Gumbel" een " X_{10}^{-4} stand" berekend van respectievelijk 5,60 m + NAP en 5,90 m + NAP.

De basispeilen o.g. benaderingen van de basispeilen lopen op, gaande langs de Noordzeekust, in de richting van de Duitse Bocht (zie fig 1).

De " X_{10}^{-4} standen" van de Bems-estuariumstations, berekend over de periode van 1933 - 1975, liggen 100 - 130 cm lager dan die berekend zijn over de periode tot 1933 (tabel 2). ("Methode Gumbel")

De " X_{10}^{-4} standen" voor kuststations, berekend over de periode 1933 - 1975, liggen 80 - 60 cm lager dan de basispeilen o.g. " X_{10}^{-4} standen" (over de periode tot 1950) voor kuststations (fig. 1). ("Methode Gumbel").

De verklaring van het feit, dat over de periode na de afsluiting van de Zuiderzee (1933 - 1975) lagere " X_{10}^{-4} standen" berekend worden dan in de periode voor de afsluiting, kan zijn:

- een grotere dan verwachte invloed van de afsluiting van de Zuiderzee, welke zich uitstrekt tot voorbij het station

RIJKSWATERSTAAT-DIRECTIE GRONINGEN

MEET- EN ADVIESDIENST

Memorandum no: 76-3

pagina: 16

Norderney en welke ook de stations Delfzijl en Nieuwe Statenzijl beïnvloedt;

- een klimatologische invloed (afnemende westcirculatie?) welke zich voornamelijk voor het kustgedeelte van Den Helder tot het begin van de Duitse Bocht laat gelden.

De toepasbaarheid van de "Methode Gumbel" voor de berekeningen met het waarnemingsmateriaal van de stations in het Eems-estuarium is aan sterke twijfel onderhevig. De homogeniteit van het waarnemingsmateriaal is namelijk verstoord door de fysische eigenschappen van het estuarium.

Een methode om de homogeniteit in het waarnemingsmateriaal te verbeteren is: een selectie toepassen op de waterstanden en alleen de zeer hoge waterstanden (= stormvloedstanden) in de berekening meenemen.

Door toepassing van correlatie- en regressieberekeningen tussen een kuststation en een estuariumstation kan het gebruik van de "Methode Gumbel" omzeild worden. Bij de 2^e en 3^e methode, genoemd in deze nota, wordt van dit principe gebruik gemaakt.

Het verdient aanbeveling te zoeken naar een betere theoretische verdeling waaraan de waarnemingen van de diverse stations in het Eems-estuarium aangepast kunnen worden; een theoretische verdeling welke minder gevoelig is voor inhomogeniteiten in het waarnemingsmateriaal.

Op basis van de in deze nota verrichte berekeningen kan voor de ligging van de " $X_{10}-4$ standen" van de stations Delfzijl en Nieuwe Statenzijl gesteld worden dat:

- voor Delfzijl de " $X_{10}-4$ stand" zal liggen tussen 5,94 m + NAP

RIJKSWATERSTAAT-DIRECTIE GRONINGEN

MEET- EN ADVIESDIENST

Memorandum no: 76-3

pagina: 17

en 6,58 m + NAP, zodat het huidige basispeil van 6,40 m + NAP op basis van deze resultaten niet gecorrigeerd behoeft te worden. (waarden uit tabel 3 en 4);

- voor Nieuwe Statenzijl de " X_{10} -4 stand" zal tussen 6,91 m + NAP* en 7,61 m + NAP*, zodat het huidige basispeil van 6,90 m + NAP op basis van deze resultaten een geringe correctie zal dienen te ondergaan (waarden uit tabel 3 en 4).

* deze waterstanden van het station Nieuwe Statenzijl zijn het rekenkundige gemiddelde van de " X_{10} -4 standen" voor de gecorrigeerde waarnemingen en de ongecorrigeerde waarnemingen.

RIJKSWATERSTAAT-DIRECTIE GRONINGEN

MEET- EN ADVIESDIENST

Memorandum no: 76-3

pagina: 18

Overzicht van tabellen, figuren en bijlagen.

Tabel:

1. Jaarreeksen van gebruikt waarnemingsmateriaal.
2. Overzicht van de resultaten van de toepassing van de "1^e extreme waardenverdeling" ("Methode Gumbel") op het waarnemingsmateriaal (hoogste jaarwaterstanden) voor de stations Borkum, Delfzijl, Knock, Emden, Nieuwe Statenzijl en Norderney.
3. Waterstanden met een overschrijdingskans van 1/10.000 per jaar berekend met behulp van regressievergelijkingen ten opzichte van Borkum, uitgaande van een basispeil van 5,60 m + NAP te Borkum.
4. Waterstanden met een overschrijdingskans van 1/10.000 per jaar berekend met behulp van "Methode Gumbel" (MA) op basis van de hoogste jaarstanden boven het grenspeil.
5. Waterstanden met een overschrijdingskans van 1/10.000 per jaar benaderd door aanpassing van een rechte lijn aan de geplotte waterstanden in fig 5.

RIJKSWATERSTAAT-DIRECTIE GRONINGEN

MEET- EN ADVIESDIENST

Memorandum no: 76-3

pagina: 19

Bijlagen:

1. Overzicht van de hoogste jaarwaterstanden van de stations Borkum, Knock, Delfzijl, Emden, Nieuwe Statenzijl en Norderney + de toegepaste correcties voor relatieve zeespiegelrijzing.
2. Overzicht van de gecorrigeerde overeenkomstige stormvloedstanden voor de kuststations Schiermonnikoog, Rottum, Borkum en Norderney en de stations aan het Eems-estuarium, Delfzijl, Knock, Emden en Nieuwe Statenzijl.

RIJKSWATERSTAAT-DIRECTIE GRONINGEN

MEET- EN ADVIESDIENST

Memorandum no: 76-3

pagina: 20

Figuur:

1. Basispeilen en " X_{10}^{-4} standen over de periode 1933 - 1975" (van IJmuiden tot Norderney).
2. Basispeilen langs de kust ten opzichte van grenspeilen.
3. Correlatie en regressie van overeenkomstige stormvloedstanden Borkum - Delfzijl.
4. Correlatie en regressie van overeenkomstige stormvloedstanden Borkum - Knock.
5. Correlatie en regressie van overeenkomstige stormvloedstanden Borkum - Emden.
6. Correlatie en regressie van overeenkomstige stormvloedstanden Borkum - Nieuwe Statenzijl.
7. Correlatie en regressie van overeenkomstige stormvloedstanden Borkum - Nieuwe Statenzijl, ongecorrigeerde stormvloedstanden.
8. Overeenkomstige stormvloedstanden van Borkum, Delfzijl en Nieuwe Statenzijl uitgezet naar de overschrijdingsfrequentie van de stormvloed te Borkum.
9. Overschrijdingsfrequentiecurve Borkum + 95% nauwkeurighedsband.
10. Overschrijdingsfrequentiecurve Delfzijl + 95% nauwkeurighedsband.
11. Overschrijdingsfrequentiecurve Nieuwe Statenzijl + 95% nauwkeurighedsband.

RIJKSWATERSTAAT-DIRECTIE GRONINGEN

MEET- EN ADVIESDIENST

Memorandum no: 76-3

pagina: 21

Literatuur:

1. Anderson, H.P. Statistische analyse-methoden, 1971
2. van de Bijl, W. Toepassing van statistische methoden in de klimatologie 1952
3. IJnsen, F. Nota 74.10, Studiedienst Hoorn, 1974
4. IJnsen, F. Nota 76.5, Arrondissement Friesland-West, Over de basispeilen in de Waddenzee 1976
5. Huisman, P. Extreme waarden en decisie-problemen T.H. Delft 1966
6. van Montfort, M.A.J. Statistics of extremes International courses Delft 1974
7. van Montfort, M.A.J. On testing that the distribution of extremes is of type I when type II is the alternative. Journal of hydrology blz. 421 - 427 1970
8. Mosonyi, E. Empfehlung für die Berechnung der Hochwasserwahrscheinlichkeit. Wasserwirtschaft 64, Heft 1, januari 1974
9. Rijkswaterstaat, Rapport Deltacommissie Deel I t/m IV 1956

RIJKSWATERSTAAT-DIRECTIE GRONINGEN

MEET- EN ADVIESDIENST

Memorandum no: 76-3

pagina: 22

- | | | |
|------------------------|--|------|
| 10. Schoenmaker, H.J. | Tijdreeksen, T.H. Delft | |
| 11. Schoenmaker, H.J. | Ordering van waarnemingen, T.H. Delft | |
| 12. Wemelsfelder, P.J. | Frequenties van waterstanden in en om de Waddenzee | |
| 13. Wemelsfelder, P.J. | Nota grenspeil | 1948 |
| 14. Wemelsfelder, P.J. | Enige opmerkingen over het hanteren van de ontwerppeilen in het noorden van het land | 1960 |

Hoogste jaarwaterstanden per "stormjaar" (1 juli t/m 30 juni); 1932 is 1 juli '31 t/m 30 juni '32

jaren	Norderney	Borkum S.S.	Knock	Delfzijl	Emden	Nw. Statenzijl	correctie [⊛]	
1866				2.38		2.77	+ 19	
1867				2.85		3.38	+ 19	
1868				3.20		3.66	+ 19	<u>Bronnen</u>
1869				2.43		3.11	+ 19	<u>Nederlands:</u>
1870				2.85		3.54	+ 19	- 10 jaarlijkse overzichten
1871				2.08		2.76	+ 20	der waterhoogten
1872				2.20		2.62	+ 20	1931 - 1940; 1941 - 1950
1873				2.08		2.51	+ 20	1951 - 1960
1874				3.33		4.03	+ 20	- jaarlijkse overzichten
1975				3.55		3.86	+ 20	der waterhoogten
1876				2.06		3.11	+ 20	1961 t/m 1969
1877				4.25		5.41	+ 20	
1878				3.53		4.01	+ 20	- Operationele Afdeling
1879				2.52		2.77	+ 20	dir. Waterhuishouding en
1880				2.14		2.51	+ 20	Waterbeweging
1881				3.21		3.64	+ 20	Rijkswaterstaat
1882				3.81		3.98	+ 20	1865 t/m 1930; 1970 t/m 1975
1883				2.49		2.88	+ 20	
1884				2.75		4.13	+ 20	<u>Bronnen</u>
1885				3.10		3.17	+ 20	<u>Duits:</u>
1886				2.39		2.72	+ 20	- Haupttabellen W.S.A.
1887				2.40		2.70	+ 20	Emden-Norden
1888				2.48		2.70	+ 20	- Deutschen gewässerkundlicher
1889				2.80		3.04	+ 20	Jahrbücher 1940 - 1975
1890				2.78		2.99	+ 20	
1891				2.77		3.04	+ 19	
1892				2.91		3.21	+ 19	
1893				2.33		2.77	+ 19	
1894				3.38		3.91	+ 19	
1895				3.85		4.27	+ 19	
1896	3.10			3.54		3.79	+ 19	⊛ correctie van relatieve
1897	2.70			2.88		3.05	+ 19	zeespiegelrijzing zoals bepaal
1898	2.75			3.33		3.50	+ 19	voor station Delfzijl
1899	2.69			2.97		3.42	+ 19	

Hoogste jaarwaterstanden per "stormjaar" (1 juli t/m 30 juni); 1932 is 1 juli '31 t/m 30 juni '32

jaren	Norderney	Borkum S.S.	Knock	Delfzijl	Emden	Nw. Statenzijl	correctie [±]	
1900	2.38			2.56		2.83	+ 19	<u>Bronnen</u>
1901	3.53			4.53		5.31	+ 17	Nederlands
1902	2.95			3.18		3.63	+ 17	- 10 jaarlijkse overzichten
1903	2.44			2.30		2.93	+ 17	der waterhoogten
1904	2.62			3.22		3.72	+ 17	1931 - 1940; 1941 - 1950
1905	3.11			3.53		4.38	+ 17	1951 - 1960
1906	3.94	3.96	4.94	4.51	5.16	5.16	+ 17	- jaarlijkse overzichten
1907	2.81	2.65	2.98	3.06	3.28	3.57	+ 17	der waterhoogten
1908	2.25	2.79	2.94	2.81	3.15	3.25	+ 17	1961 t/m 1969
1909	2.66	2.92	3.09	3.07	3.34	3.46	+ 17	- Operationele Afdeling
1910	2.20	2.58	2.85	2.71	3.14	3.26	+ 17	dir. Waterhuishouding
1911	2.57	2.37	2.92	2.88	3.20	3.29	+ 14	en Waterbeweging
1912	2.90	2.50	3.00	2.95	3.14	3.41	+ 14	Rijkswaterstaat
1913	2.03		2.32	2.36	2.49	2.41	+ 14	1865 t/m 1930; 1970 t/m 1975
1914	2.10		3.92	2.36	4.18	2.68	+ 14	
1915	3.13		2.76	3.66	3.38	4.30	+ 14	
1916	3.84	3.61	4.42	4.32	4.68	5.06	+ 14	
1917	2.38	2.62	3.19	2.71	3.18	3.06	+ 14	<u>Bronnen</u>
1918	3.29	3.12	4.17	3.82	4.34	4.43	+ 14	Duits
1919	3.04	1.95	2.40	3.14	2.68	3.50	+ 14	- Haupttabellen W.S.A.
1920	2.47	2.32	2.46	2.73	3.00	3.19	+ 14	Emden-Norden
1921	2.71	2.67	3.04	3.10	3.63	3.62	+ 14	- Deutschen gewässerkundlichen
1922	3.21	2.87	3.25	3.54	3.85	3.95	+ 12	Jahrbücher 1940 - 1965
1923	2.41	2.21	2.78	2.69	2.79	3.08	+ 12	
1924	2.94	2.72	3.56	3.27	3.71	3.91	+ 12	
1925	2.66	2.27	2.49	2.94	2.79	3.27	+ 12	
1926	2.54	3.08	3.62	2.72	2.95	3.20	+ 12	
1927	3.49	2.50	2.80	3.51	3.97	4.00	+ 12	
1928	2.36	2.10	2.51	2.57	2.75	3.00	+ 12	
1929	3.04	2.99	3.56	3.45	3.83	3.99	+ 12	
1930	3.36	2.97	3.68	3.68	4.13	4.42	+ 12	
1931	3.44	3.01	3.61	3.45	3.78	4.01	+ 10	
1932	2.35	2.17	2.55	2.48	2.75	2.90	+ 10	
1933	2.48	2.32	2.80	2.78	3.04	3.12	+ 10	

Peilschaal: Borkum Landungsbrücke - 8 om

± correctie van relatieve zeespiegelrijzing zoals bepaald voor station Delfzijl

Hoogste jaarwaterstanden per "stormjaar" (1 juli t/m 30 juni); 1932 is 1 juli '31 t/m 30 juni ' 32

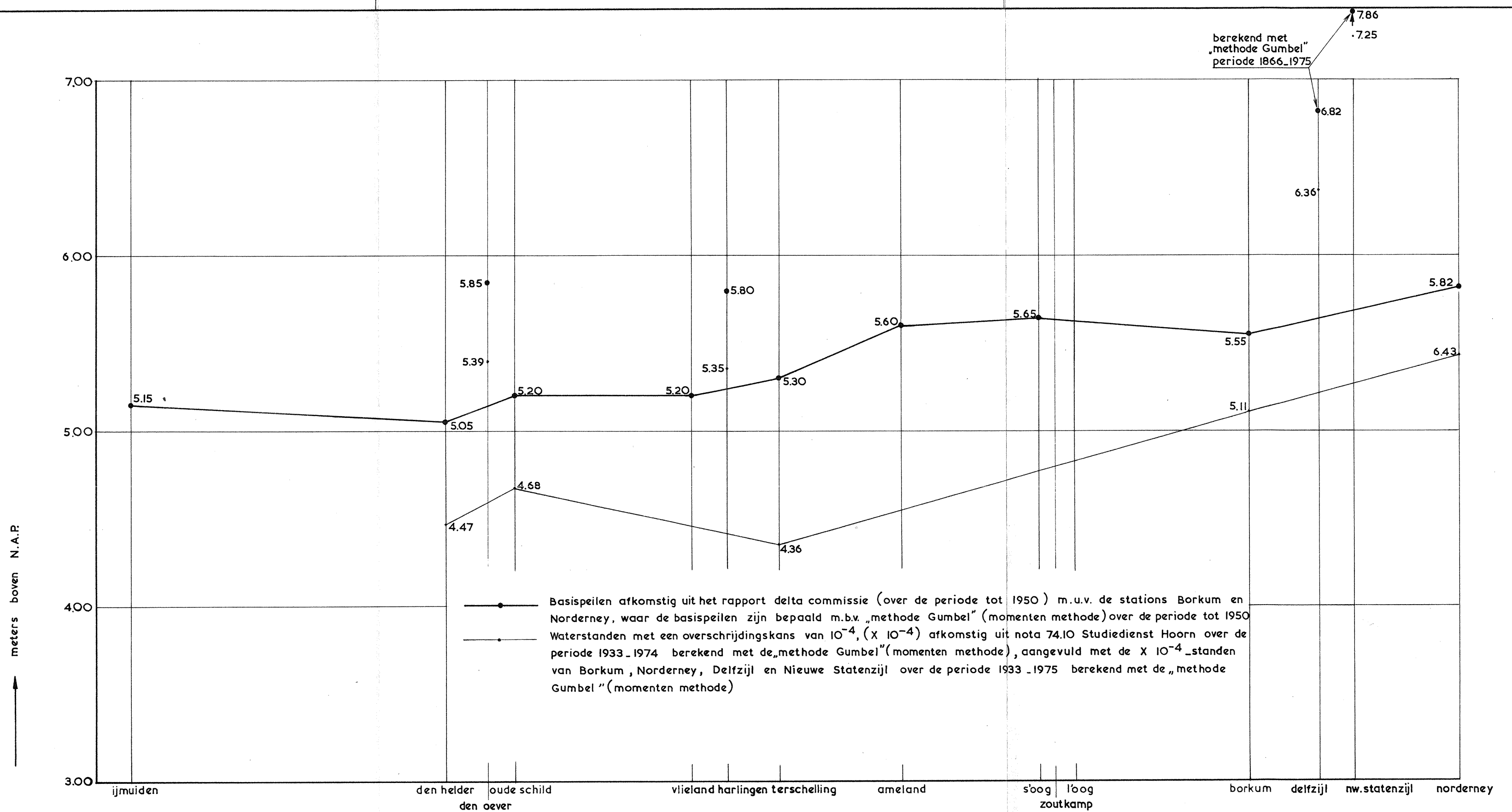
jaren	Norderney	Borkum S.S.	Knock	Delfzijl	Emden	Nw. Statenzijl	correctie [‡]	
1934	2.45	2.08	2.76	2.53	2.82	3.00	+ 10	<u>Bronnen</u>
1935	2.73	2.47	3.21	3.13	3.52	3.68	+ 10	Nederland
1936	2.65	2.05	3.10	2.83	3.21	3.36	+ 10	- 10 jaarlijkse overzichten
1937	3.44	2.88	3.66	3.50	3.88	3.97	+ 10	der waterhoogten
1938	3.16	2.84	3.30	3.20	3.51	3.48	+ 10	1931 - 1940; 1941 - 1950
1939	2.84	2.27	3.00	2.85	3.20	3.48	+ 10	1951 - 1960
1940	2.75	2.32	2.80	2.76	3.05	3.06	+ 10	- jaarlijkse overzichten
1941	2.64	2.49	3.09	2.95	3.30	3.45	+ 9	der waterhoogten
1942	3.06	2.51	3.50	3.32	3.83	4.02	+ 9	1961 t/m 1969
1943	2.97	2.68	3.53	3.53	3.33	3.85	+ 9	
1944	3.24	3.10	4.48	4.48	5.10	5.31	+ 9	- Operationele Afdeling
1945	2.83	2.45	3.15	3.25	3.53	3.72	+ 9	dir. Waterhuishouding en
1946	2.65	2.38	2.96	2.93	3.16	3.33	+ 9	Waterbeweging
1947	2.06	1.87	2.38	2.33	2.58	2.76	+ 9	
1948	2.55	2.02	2.51	2.35	2.62	2.78	+ 9	Rijkswaterstaat
1949	2.84	2.49	3.20	3.08	3.53	3.96	+ 9	1865 t/m 1930; 1970 t/m 1975
1950	2.74	2.48	3.28	3.18	3.66	3.70	+ 9	
1951	2.31	2.09	2.59	2.48	2.83	2.96	+ 7	
1952	2.41	2.25	2.74	2.69	2.90	3.16	+ 7	<u>Bronnen</u>
1953	2.83	2.74	3.83	3.27	3.62	3.70	+ 7	Duits
1954	3.15	2.71	3.13	3.11	3.43	3.56	+ 7	- Haupttabellen W.S.A.
1955	3.49	3.28	4.09	3.93	4.41	4.61	+ 7	Emden-Norden
1956	2.72	2.47	2.98	2.90	3.04	3.30	+ 7	- Deutschen gewässerkundlichen
1957	2.82	2.58	2.98	2.84	3.05	3.12	+ 7	Jahrbücher 1940 - 1975
1958	2.74	2.50	2.95	3.18	3.44	3.66	+ 7	
1959	2.68	2.47	3.28	2.82	3.09	3.24	+ 7	
1960	2.25	2.03	2.63	2.60	2.74	3.03	+ 7	
1961	2.73	2.58	2.99	3.13	3.40	3.67	+ 4	
1962	4.08	3.78	4.45	4.46	4.70	4.95	+ 4	‡ correctie van relatieve
1963	2.40	2.06	2.47	2.55	2.75	2.92	+ 4	zeespiegelrijzing zoals bepaal
1964	2.66	2.42	3.00	3.01	3.12	3.31	+ 4	voor station Delfzijl
1965	3.04	2.78	3.38	3.28	3.55	3.60	+ 4	
1966	3.09	2.79	3.28	3.20	3.48	3.50	+ 4	

Hoogste jaarwaterstanden per "stormjaar" (1 juli t/m 30 juni); 1932 is 1 juli '31 t/m 30 juni '32

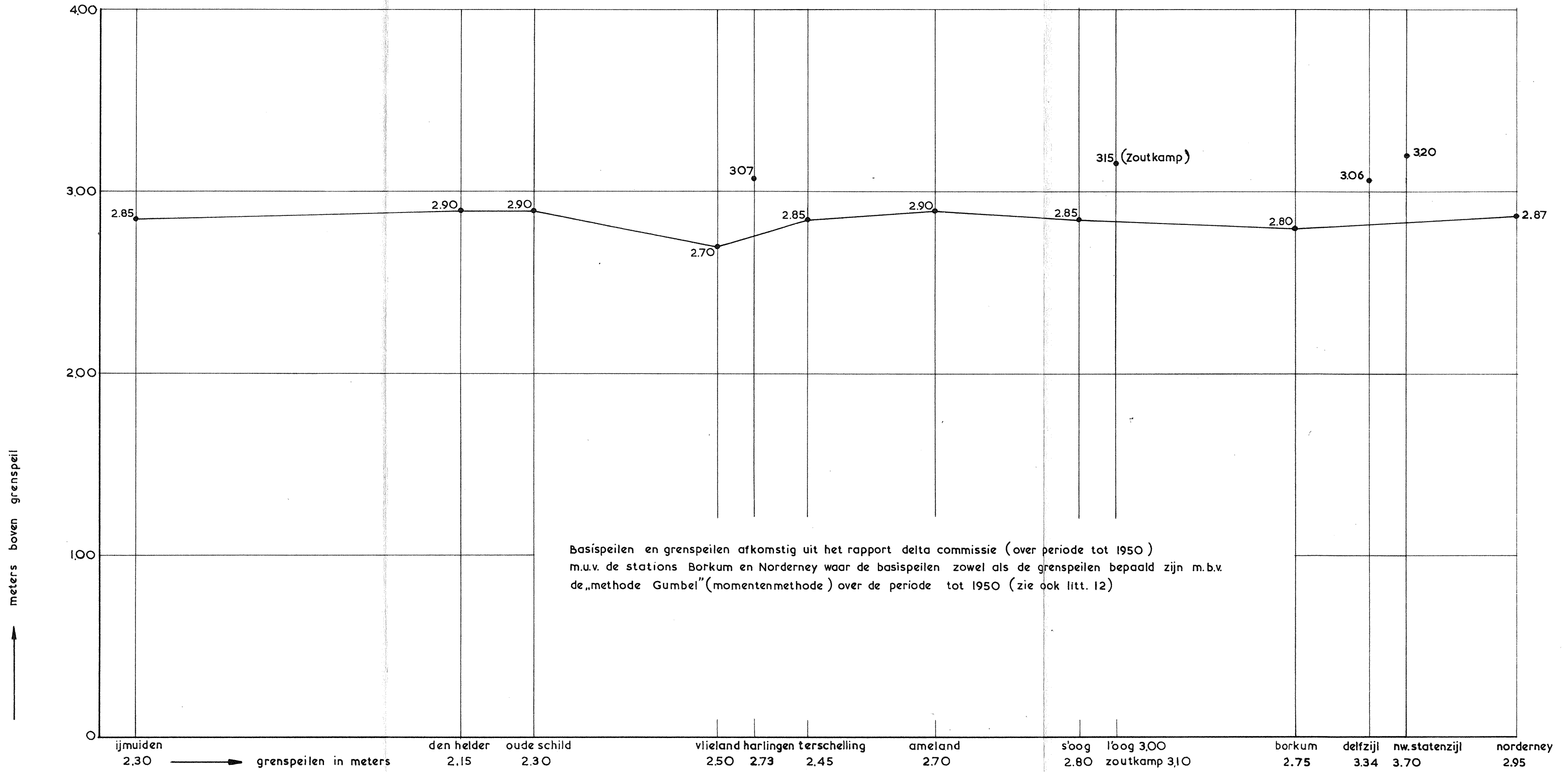
jaren	Norderney	Borkum S.S.	Knock	Delfzijl	Emden	Nw. Statenzijl	correctie [≠]	
1967	3.15	2.98	3.62	3.49	3.79	3.90	+ 4	≠ correctie van relatieve zeespiegelrijzing zoals bepaald voor station Delfzijl
1968	2.77	2.52	3.09	3.03	3.29	3.41	+ 4	
1969	2.53	2.39	2.65	2.66	2.82	2.88	+ 4	
1970	2.78	2.64		3.17	3.36	3.57	+ 4	
1971	2.77	2.56	2.52	3.18	3.64	3.80	+ 1	
1972	2.66	2.48		3.19	3.44	3.54	+ 1	
1973	2.28	2.13		2.84	3.06	3.52	+ 1	
1974	3.61	3.34	4.07	4.19	4.40	4.59	+ 1	
1975	2.78	2.56		3.14	3.33	3.46	+ 1	
1976		3.52		4.32	4.56	4.66	0	

Overeenkomstige stormvloedstanden (gecorrigeerd voor relatieve zeespiegelrijzing)

jaar-maand-dag	Norderney	Borkum	Rottumeroog	Schiermonnikoog	Knock	Delfzijl	Emden	Nw-Statenzijl	Opmerkingen
1874-10						3.75		4.06	<u>Bronnen:</u> Nederlands: 10 jaarlijkse overzichten der waterhoogten 1951 - 1960 R.W.S. Stormvloedverslagen R.W.S. dir. Waterhuishouding en Waterbewaking Duits: Haupttabellen van het W.S.A. Emden en het W.S.A. Norden Deutschen gewässerkundlichen Jahrbücher 1940 - 1975 De toegepaste correcties voor relatieve zeespiegelrijzing staan vermeld op bijlage I blz. 1 t/m 4
1877- 1						4.45		5.61	
1878- 3						3.73		4.21	
1881-10						4.01		4.18	
1882- 2						3.67			
1883-12						4.03		4.33	
1894- 2						3.57		4.10	
1894-12						4.04		4.46	
1895-12						3.61			
1895-12	3.28			3.77		3.73		3.98	
1895-12						3.72			
1901- 1	3.67		3.97			4.70		5.48	
1904-12	2.80					3.65		4.55	
1905- 1	3.25					3.70			
1906- 3	4.11	4.15		4.17	5.11	4.68	5.33	5.33	
1914- 9	3.27		3.84		4.06	3.80	4.32	4.44	
1916- 1	3.98	3.75	4.34	3.60	4.56	4.46	4.82	5.20	
1917-12-2	3.43		3.64	3.80	4.31	3.96	4.48	4.57	
1917-12						3.79			
1921-11	3.33					3.66	3.97	3.93	
1922- 1	2.83	2.99				3.50	3.81	4.07	
1926-10	3.61	3.20	3.47	3.17	3.74	3.63	4.09	4.12	
1928-11	3.16	3.11	3.32	3.07	3.68	3.57	3.95	4.11	
1929-12	3.48	3.09	3.52	2.72	3.80	3.80	4.15	4.54	
1930-11	3.52	3.09	3.55	3.00	3.69	3.55	3.94	4.11	
1936-10	3.54	2.75	3.55	2.85	3.20	3.55	3.93	4.07	
1936-12	3.51	2.98	3.55	3.40	3.76	3.60	3.88	4.07	
1943- 4	3.06	2.77	3.34	3.09	3.62	3.62	3.92	3.94	
1944- 2	3.33	3.19		3.99	4.57	4.57	5.19	5.40	
1954-12-22	3.56	3.35	3.87	3.87	4.16	4.00	4.48	4.68	
1962- 2-16	4.12	3.82		3.54	4.49	4.46	4.74	4.99	
1962- 2-17	3.03	2.83		N.T.V.		3.55	3.76		
1965- 2-13	3.08	2.82		B.B.	3.42	3.39	3.59	3.64	

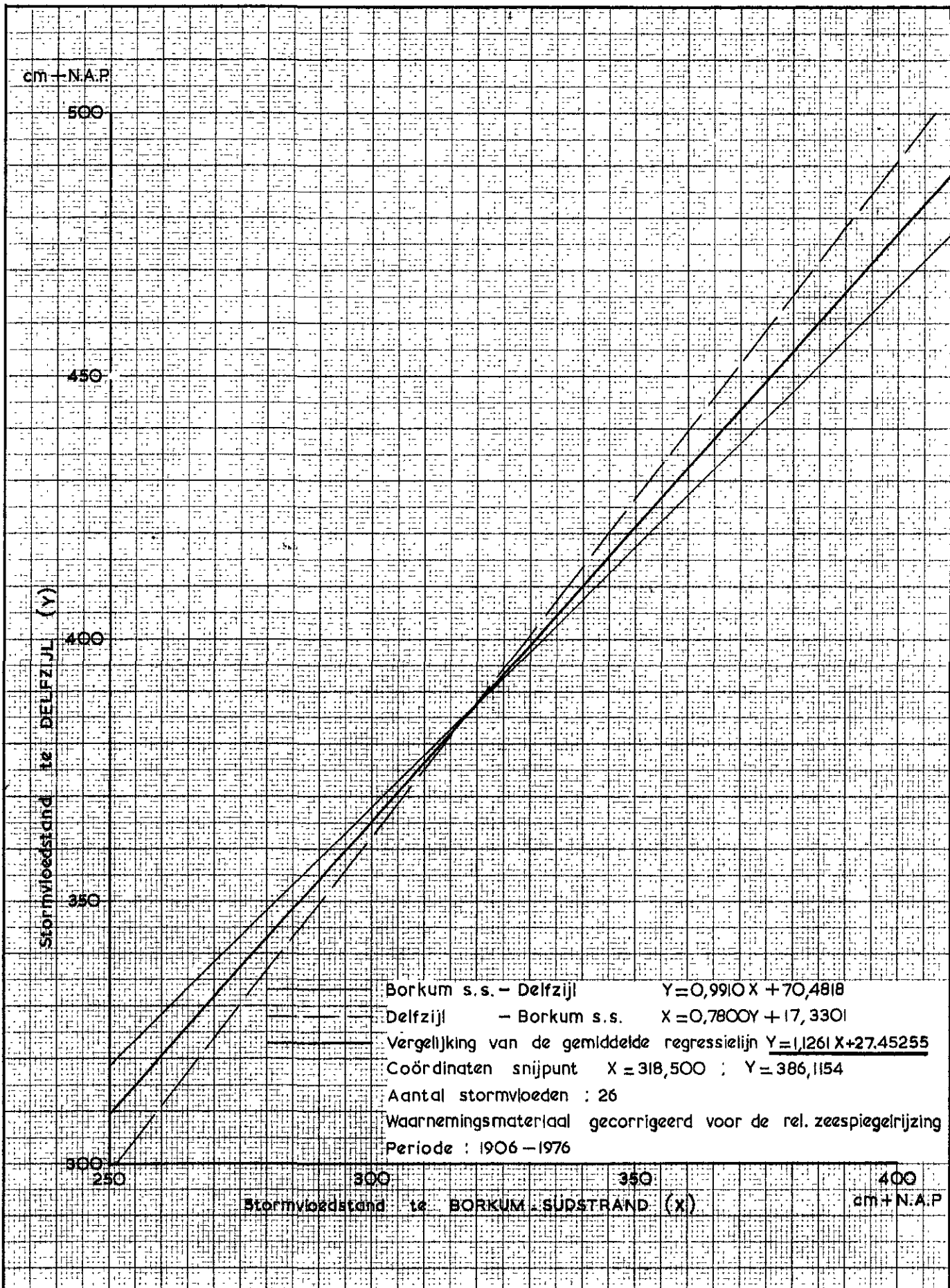


De ingenieur				RIJKSWATERSTAAT DIRECTIE GRONINGEN meet- en adviesdienst Delfzijl	
<i>H. van der Vliet</i>					
Get	Gew	Gec	Gez	WADDENZEE EN EEMS	
				GETIJ	
		kw.	le.	Basispeilen en 10^{-4} standen over de periode 1933-1975	
				A 3	76.356



Basispeilen en grenspeilen afkomstig uit het rapport delta commissie (over periode tot 1950) m.u.v. de stations Borkum en Norderney waar de basispeilen zowel als de grenspeilen bepaald zijn m.b.v. de „methode Gumbel“ (momentenmethode) over de periode tot 1950 (zie ook litt. 12)

De ingenieur <i>G. J. van der Meulen</i>				RIJKSWATERSTAAT DIRECTIE GRONINGEN meet- en adviesdienst Delfzijl	
				WADDENZEE EN EEMS	
				GETIJ	
				Basispeilen langs de kust t.o.v. grenspeilen	
Get	Gew	Gec	Gez	Figuur 2	
		K.W.	Le.	A 3	76.357



De ingenieur:

Deurman

RIJKSWATERSTAAT DIRECTIE GRONINGEN
meet- en adviesdienst Delfzijl

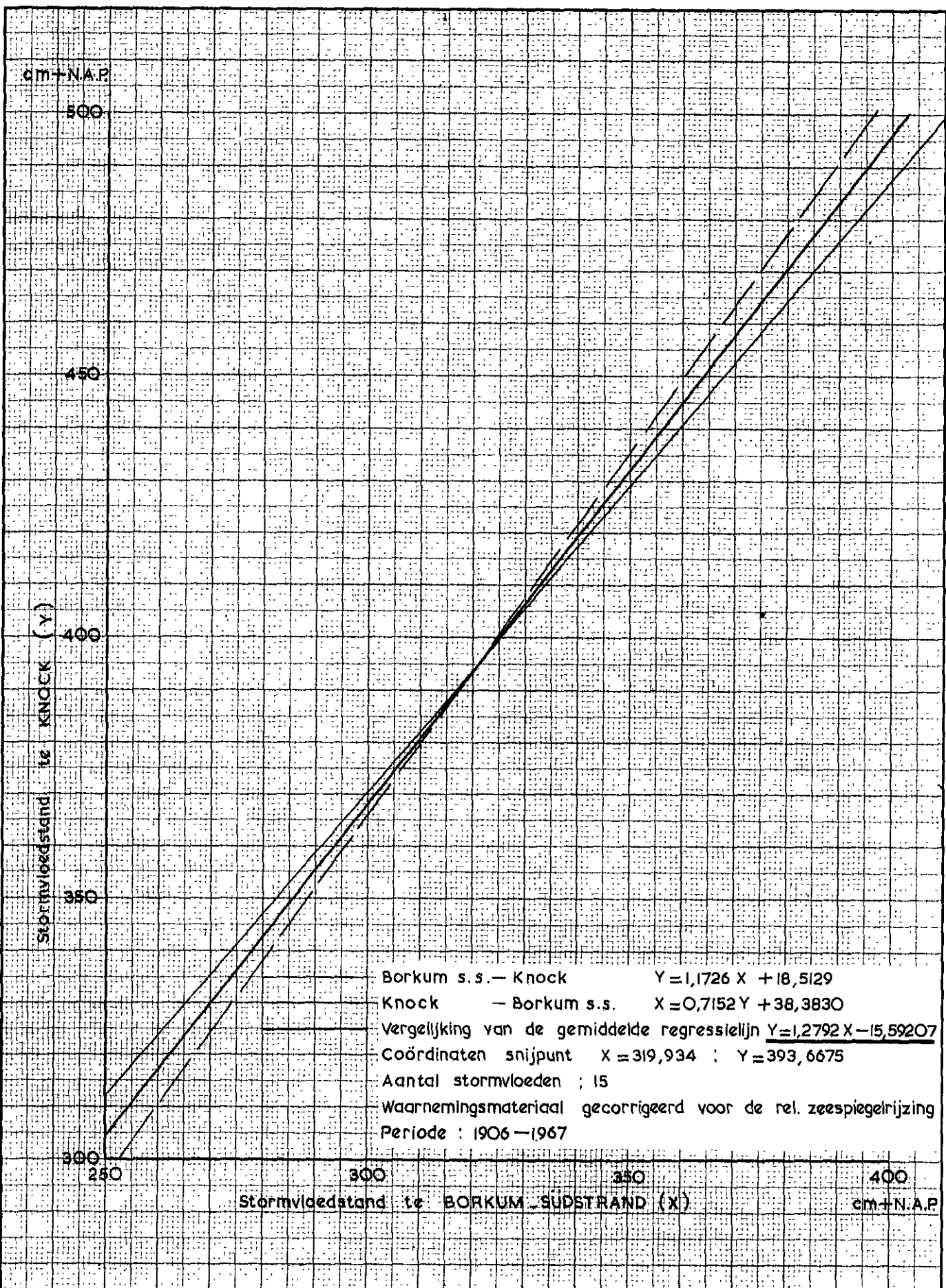
WADDENZEE EN EEMS

Figuur 3

Get.	Gew.	Gec.	Gez.
		k ^m	Le.

GETIJ
Correlatie en regressie v.o. met reeksmatige stormvloedstanden
BORKUM - DELFZIJL

A I 76.358



Borkum s.s. - Knock $Y = 1,1726 X + 18,5129$
 Knock - Borkum s.s. $X = 0,7152 Y + 38,3830$
 Vergelijking van de gemiddelde regressielijn $Y = 1,2792 X - 15,59207$
 Coördinaten snijpunt $X = 319,934 ; Y = 393,6675$
 Aantal stormvloeden : 15
 Waarnemingsmateriaal gecorrigeerd voor de rel. zeespiegelrijzing
 Periode : 1906 - 1967

De ingenieur:

[Handwritten signature]

Get.	Gew.	Gec.	Gez.
		K.W.	Le.

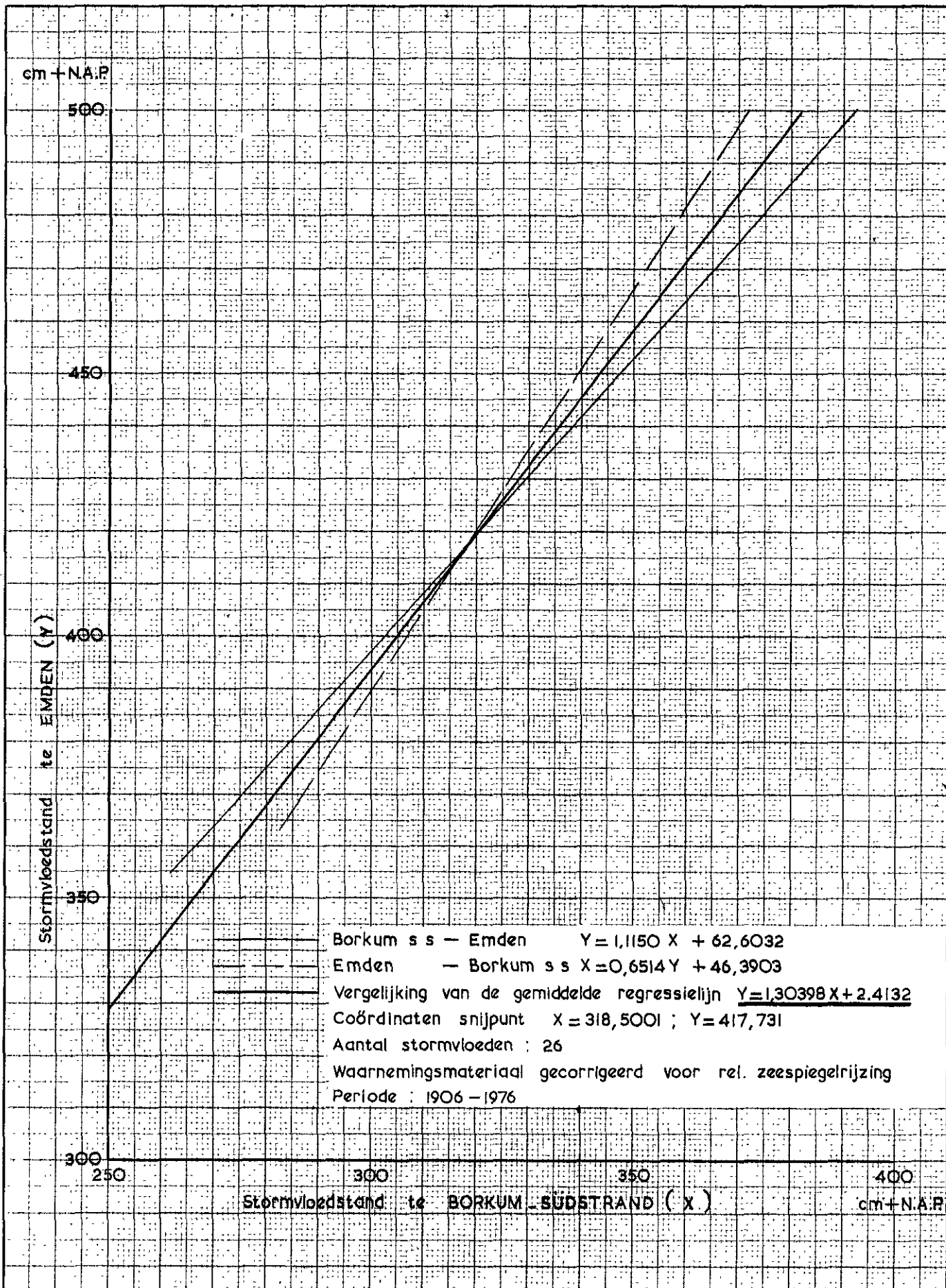
RIJKSWATERSTAAT DIRECTIE GRONINGEN
meet- en adviesdienst Delfzijl

WADDENZEE EN EEMS Figuur 4

GETIJ

Correlatie en regressie v. overeenkomstige stormvloedstanden
BORKUM - KNOCK

A I	76.359
-----	--------



De Ingenieur:

A. Leuning

RIJKSWATERSTAAT

DIRECTIE GRONINGEN
meet- en adviesdienst Delfzijl

WADDENZEE EN EEMS

Figuur 5

Get. Gew. Gez. Gez.

GETIJ

Correlatie en regressie v. overeenkomstige stormvloedstanden
BORKUM - EMDEN

kw le.

A 1 76.360

cm+N.A.P

800

450

400

350

Stormvloedstand te NW. STATENZIJL (Y)

Borkum s.s - Nw. Statenzijl $Y = 1,1517 X + 65,0282$

Nw. Statenzijl - Borkum s.s $X = 0,5809 Y + 68,1115$

Vergelijking van de gemiddelde regressielijn $Y = 1,39886 X - 14,0433$

Coördinaten snijpunt $X = 319,9202$; $Y = 433,4803$

Aantal stormvloeden : 25

Waarnemingsmateriaal gecorrigeerd voor rel. zeespiegelrijzing

Periode : 1906 - 1976

300
250

300

350

400

Stormvloedstand te BORKUM - SUDSTRAND (X)

cm+N.A.P

De ingenieur.

RIJKSWATERSTAAT

DIRECTIE GRONINGEN
meet- en adviesdienst Delfzijl

WADDENZEE EN EEMS

Figuur 6

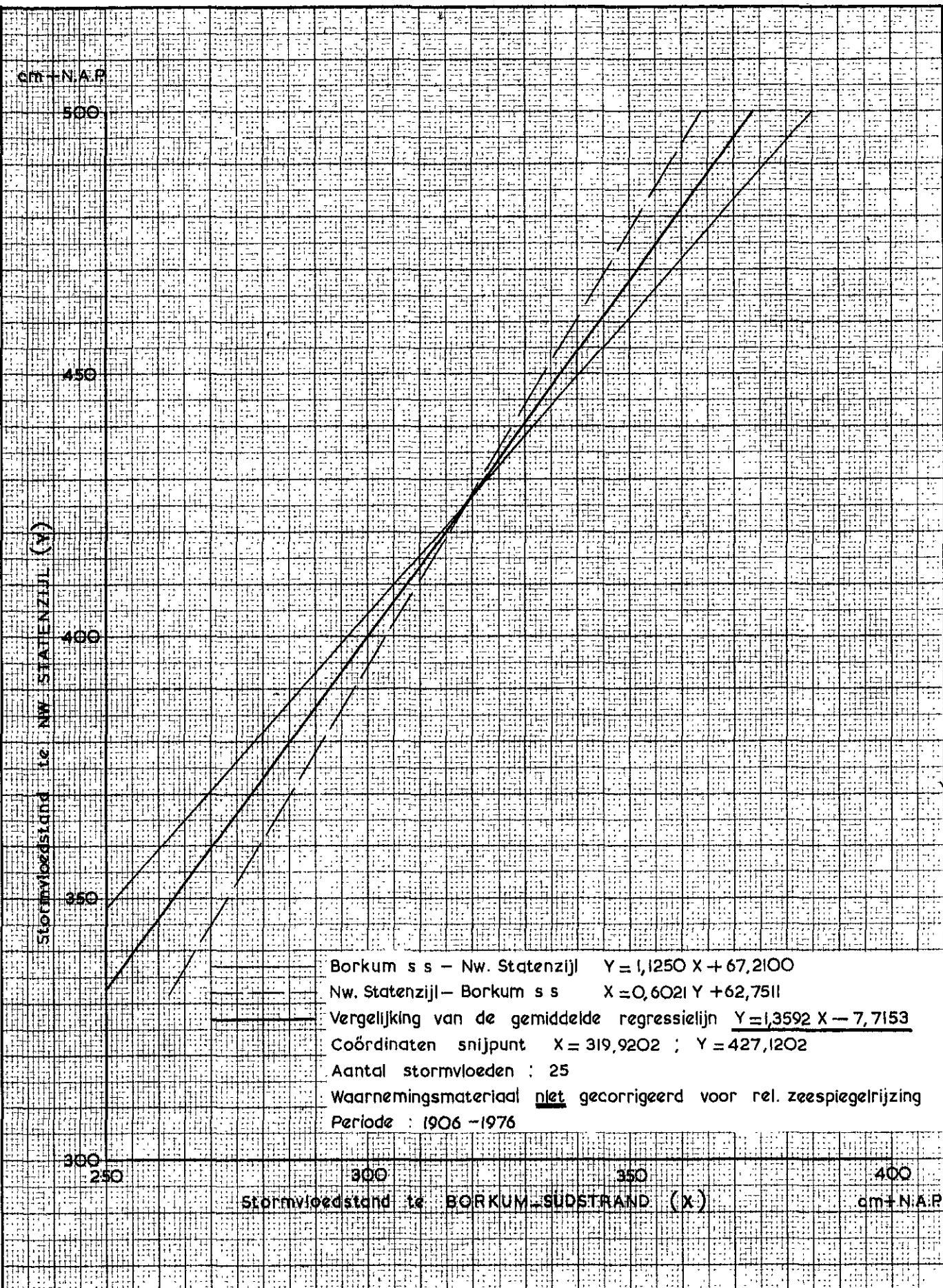
GETIJ

Correlatie en regressie v. overeenkomstige stormvloedstanden
BORKUM - NW. STATENZIJL

A I 76.361

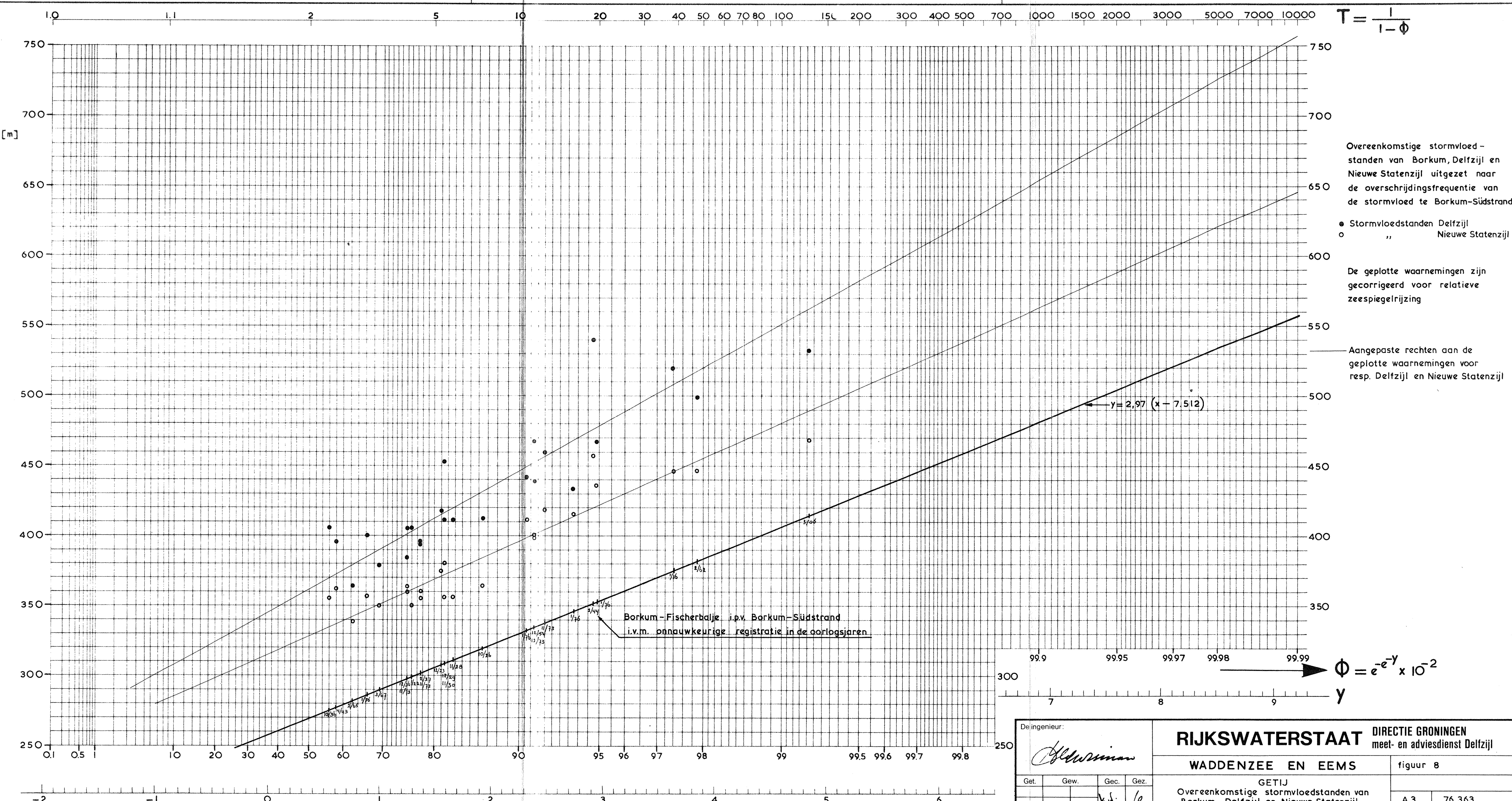
Get. Gew. Gec. Gez.

kw. le.



De ingenieur				RIJKSWATERSTAAT DIRECTIE GRONINGEN meet- en adviesdienst Delfzijl	
<i>H. W. Le.</i>					
WADDENZEE EN EEMS				Figuur 7	
GETIJ					
Get	Gew	Gec	Gez.	Correlatie en regressie v. overeenkomstige stormvloedstanden BORKUM - NW. STATENZIJL	
		k.w.	Le.		
				A I	76.362

Hoogte van de waterstand t.o.v. N.A.P.



$$T = \frac{1}{1 - \phi}$$

Overeenkomstige stormvloed-
standen van Borkum, Delfzijl en
Nieuwe Statenzijl uitgezet naar
de overschrijdingsfrequentie van
de stormvloed te Borkum-Südstrand

- Stormvloedstanden Delfzijl
- „ „ Nieuwe Statenzijl

De geplote waarnemingen zijn
gecorrigeerd voor relatieve
zeespiegelrijzing

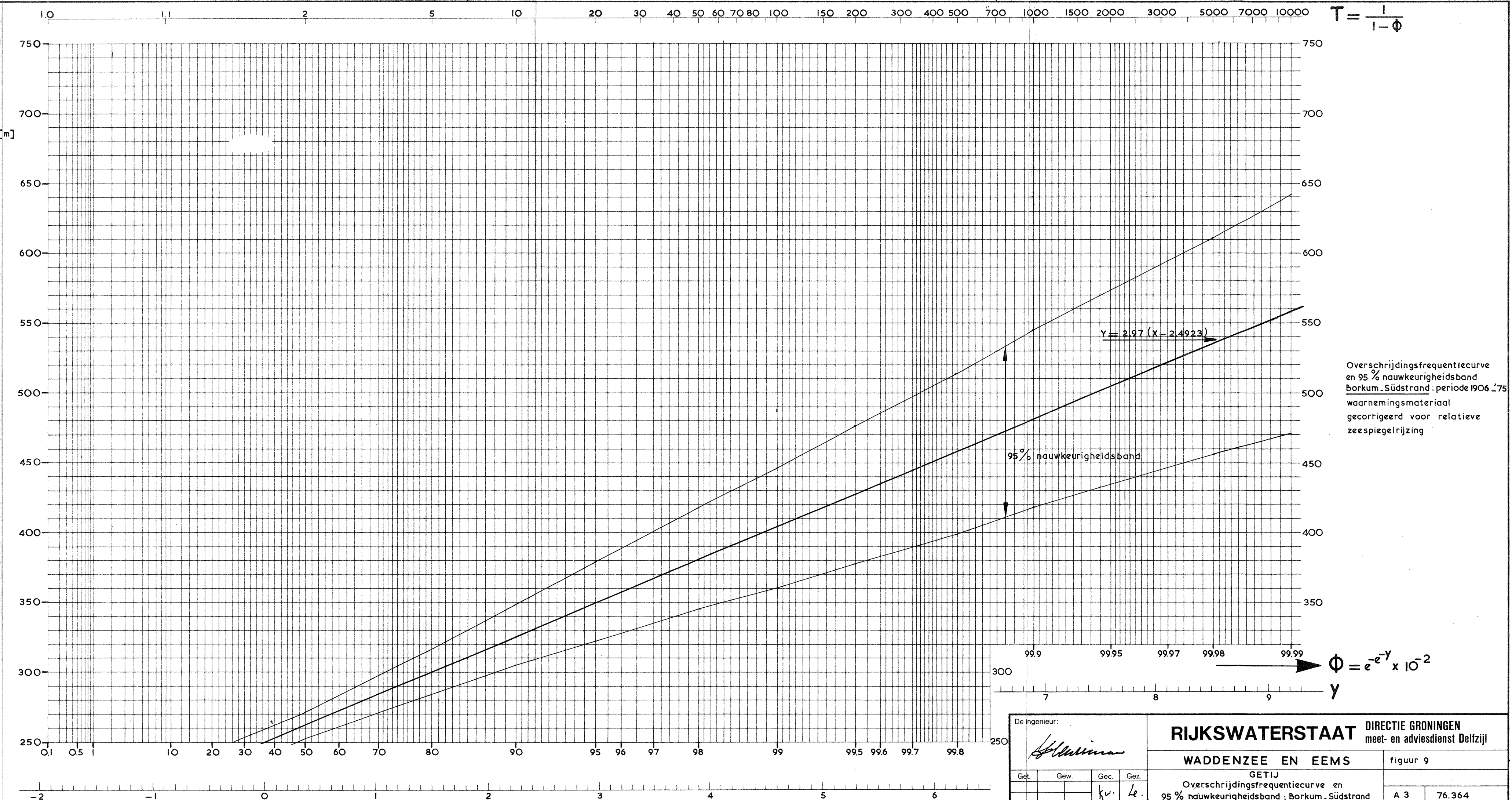
— Aangepaste rechten aan de
geplote waarnemingen voor
resp. Delfzijl en Nieuwe Statenzijl

$$y = 2,97(x - 7,512)$$

Borkum-Fischerbalje i.p.v. Borkum-Südstrand
i.v.m. onnauwkeurige registratie in de oorlogsjaren

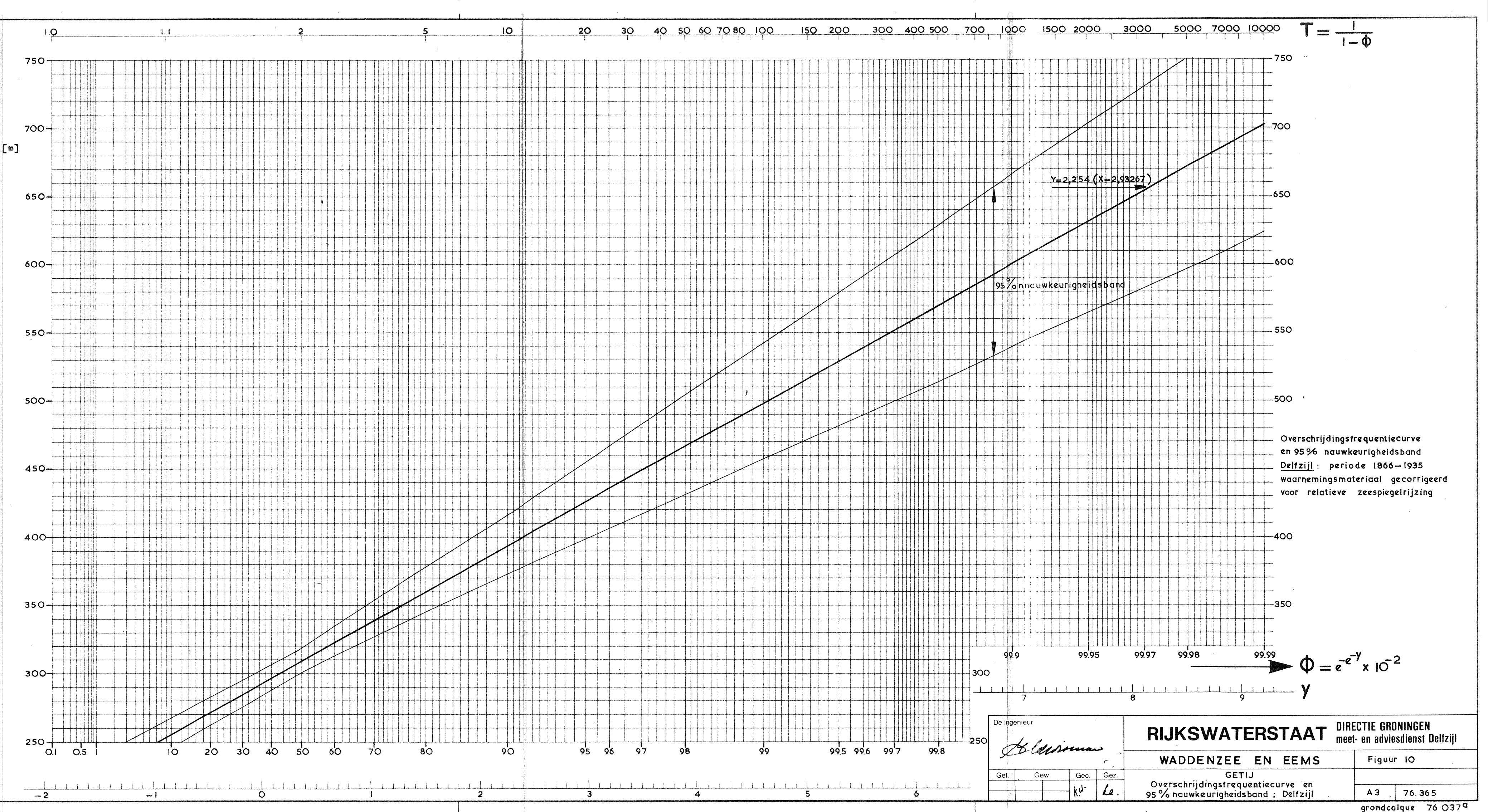
$$\phi = e^{-e^{-y}} \times 10^{-2}$$

De ingenieur: <i>G. J. van der Meulen</i>				RIJKSWATERSTAAT DIRECTIE GRONINGEN meet- en adviesdienst Delfzijl	
WADDENZEE EN EEMS					
Get.	Gew.	Gec.	Gez.	GETIJ	
		<i>K.W.</i>	<i>Le.</i>	Overeenkomstige stormvloedstanden van Borkum, Delfzijl en Nieuwe Statenzijl	
				A 3	76.363



De ingenieur: <i>[Handwritten Signature]</i>				RIJKSWATERSTAAT DIRECTIE GRONINGEN meet- en adviesdienst Deltzijl	
Get. Gew. Gez. Gez.				WADDENZEE EN EEMS figuur 9	
kw. le.				GETIJ Overschrijdingsfrequentiecurve en 95 % nauwkeurighedsband ; Borkum-Südstrand	
				A 3	76.364

grondrekening 76.037^a



$$T = \frac{1}{1-\phi}$$

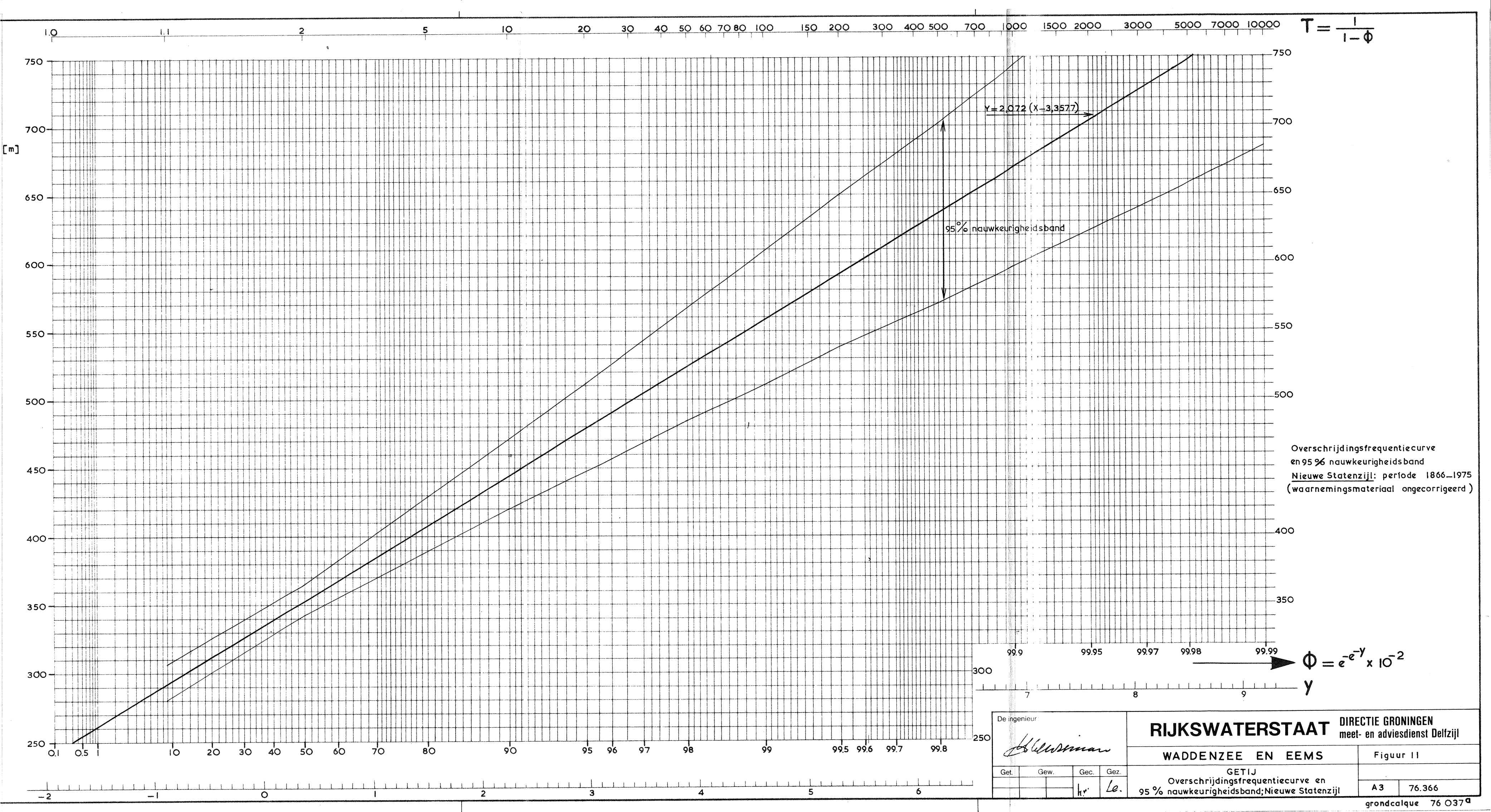
$$Y = 2,254 (X - 2,93267)$$

95% nauwkeurighedsband

Overschrijdingsfrequentiecurve
en 95% nauwkeurighedsband
Delfzijl: periode 1866-1935
waarnemingsmateriaal gecorrigeerd
voor relatieve zeespiegelrijzing

$$\Phi = e^{-e^{-y}} \times 10^{-2}$$

De ingenieur <i>H. de Vries</i>				RIJKSWATERSTAAT DIRECTIE GRONINGEN meet- en adviesdienst Delfzijl	
Get.	Gew.	Gec.	Gez.		
		K. J.	Le.	GETIJ	Figuur 10
				Overschrijdingsfrequentiecurve en 95% nauwkeurighedsband; Delfzijl	
				A 3	76.365



De ingenieur				RIJKSWATERSTAAT DIRECTIE GRONINGEN meet- en adviesdienst Deltzijl		WADDENZEE EN EEMS		Figuur 11	
<i>H. W. ...</i>									
Get.	Gew.	Gec.	Gez.	GETIJ				A3	76.366
		hr.	Le.	Overschrijdingsfrequentiecurve en 95 % nauwkeurighedsband; Nieuwe Statenzijl					