

X BASISPEILEN WADDENZEE.

Overzicht der onderzoekingsresultaten.

Doel van de diverse onderzoekingen was het vinden van frequentielijnen in de westelijke Waddenzee, equivalent aan die van de overige kustplaatsen, in het bijzonder Hoek van Holland.

In de tabel zijn alle onderzoekingen, alsmede de daarmee gevonden getalswaarden, in chronologische volgorde weergegeven: in totaal 12 stuks (kolommen 1 tot 12).

De zware verticale lijn markeert het instellen van de Commissie ad hoc "Peilen Waddenzee" ter vergadering van de Deltacommissie op 2 april 1955. De drie vergaderingen van de Commissie vielen samen met het uitkomen van de resultaten 7, 8 en 10.

In deze tabel zijn twee heterogene reeksen van onderzoek samengebracht. Zij zullen thans achtereenvolgens worden besproken.

- Reeks I betreft de onderzoekingen naar de door de afsluiting veroorzaakte verhogingen-van-de-vroegere-hoogste stand. Het betreft de kolommen 1, 2, 6, 7, 8, 9 en 10, respectievelijk weergevende:
- kolom 1, de cijfers van de Staatscommissie Lorentz, blz. 200 a, tabel 42 kolom 17;
 - kolom 7 geeft de door Thijsse ter vergadering van 26 april overgelegde cijfers, welke voor Den Helder en Harlingen dezelfde zijn als van kolom 1. Voor Vlieland en Terschelling werden iets hogere waarden gegeven, n.l. "20 à 25 cm";
 - kolom 2, de cijfers van de exacte methode van de Staatscommissie Lorentz, welke tenslotte niet werden geadviseerd;
 - kolom 5 geeft de cijfers vermeld in de Nota "Verhoging Stormvloed Waddenzee door afsluiting Zuiderzee", Van Van der Kley, april 1955;

- kolom 8 geeft de resultaten van Dronkers, overgelegd in zijn nota "De invloed van de afsluiting van de Zuiderzee op de verhoging van de Stormvloedstanden te Den Helder, Terschelling en Harlingen";
- kolom 9, de cijfers van kolom 1 + 5% (verslag Lorentz blz. 200^a tabel 42 kolom 18), vermeerderd met 75%, als eenstemmig besloten ter vergadering van 9 juni 1955; bedoeld om een verhoudingscijfer te verkrijgen teneinde de stormvloedhoogten van vóór 1932, om te rekenen tot hoogten na 1932;
- kolom 10 vermeldt de cijfers, gevonden door Volker en de Jong ("Statistisch onderzoek naar stormvloedverhogingen tengevolge van de afsluiting van de Zuiderzee") (nov. 1955).

De cijfers, die rechtstreeks tot het eindresultaat bijdragen, zijn die van de kolommen 2, 6, 8, 9 en 10.

Bepalen wij het gemiddelde van de kolommen 2, 6, 8 en 10, dan blijkt dit juist tweemaal zo groot te zijn als de oorspronkelijke cijfers van de Staatscommissie Lorentz, wanneer daarbij bovendien Vlieland en Terschelling op 25 cm worden gesteld in plaats van de oorspronkelijke waarden 15 en 10 cm. De ter vergadering van 9 juni overeengekomen vergroting van de waarden der St. L. (inclusief 5% toeslag) met 75%, geeft een factor 1,85 en komt dus met deze factor 2,0 goed overeen.

Het eerste resultaat van het onderzoek is dus, dat de verhogingen, berekend door de Staatscommissie Lorentz en neergelegd in de tabel 42 op blz. 200^a kolom 18, moeten worden verdubbeld, terwijl voor de oorspronkelijke waarden van Vlieland en Terschelling moet worden gelezen 25 cm.

Reeks II geeft de resultaten van het onderzoek naar de frequentielijnen. Deze resultaten zijn weergegeven in de kolommen 3, 4, 5, 9, 11 en 12 en wel voor 10^{-3} , 10^{-4} en 10^{-5} .

kolom 3 geeft de oorspronkelijke cijfers uit de nota "Frequentielijnen 1954" (Wemelsfelder), welke juistheid wat betreft de westelijke Waddenzee in het geding werd gebracht;

kolom 4 geeft de cijfers uit de nota "0-'53" (van der Kley) die, behalve uit de "frequentielijnen 1954", werden berekend op nog twee onafhankelijke methoden, die dermate de frequentielijnen 1954 bevestigden, dat de hieruit afgeleide cijfers bijna onveranderd konden worden aangehouden;

kolom 5 geeft de eerste reeks cijfers van Thijsse, uitgebracht ter vergadering van de Deltacommissie dd. 2 april 1955. Deze cijfers waren aanzienlijk lager dan die van kolom 3 en waren aanleiding tot het instellen van de commissie ad hoc;

kolom 9 geeft dezelfde frequenties, afgeleid uit de volledige reeks stormvloeden, doch waarbij de oude stormvloeden zijn gecorrigeerd met de factor $1,75 \times 1,05$, berekend door Thijsse;

kolom 11 geeft de door Volker en de Jong berekende frequenties, volgens de methode, weergegeven in de nota "De overschrijdingsfrequenties van de stormvloedstanden in de Waddenzee (febr. 1956);

kolom 12 geeft de resultaten van de berekening, overgelegd in de nota "Frequenties Waddenzee" van Wemelsfelder (febr. 1956).

In de kolommen 5, 9 en 11 komen de hoogten van 10^{-5} niet voor. De vergelijking dezer cijfers dient daarom te worden betrokken op 10^{-4} . (Daartoe zijn in kolom 5 de cijfers voor 10^{-3} vermeerderd met 50 cm).

Het resultaat is als volgt:

De cijfers van de kolommen 3, 4, 11 en 12 zijn praktisch identiek. Dat wil zeggen dat de nieuwe en geheel onafhankelijke berekeningen de cijfers van de nota frequentielijnen 1954 geheel bevestigen. Er komt slechts één verschilpunt naar voren, namelijk Den Helder. De kolommen 3, 4 en 12 geven respectievelijk 446, 443, 455; kolom 11 geeft 480 à 490, dus 485. Deze 35 cm hogere waarde voor Den Helder moest echter worden afgewezen. Immers, te IJmuiden ligt bij 10^{-4} het peil 467 +. Het is onaanvaardbaar om het overeenkomstige peil te Den Helder, gemeten in het Marsdiep, hóger te stellen. Behalve bij drie naar het noorden snel toenemende stormvloeden liggen alle stormvloedstanden (47 stuks) te Den Helder lager dan te IJmuiden. Het gaat niet aan om de frequentielijn van Den Helder zodanig te extrapoleren, dat de zeer hoge standen aldaar hóger zullen komen dan die te IJmuiden. Voor den Helder kan dus beter de stand van kolom 12 worden aangehouden.

DE HOOFDINGENIEUR,

P.J. WEMELSFELDER.

		Werkzaamheden commissie ad hoc												
						verg. DC 2 april								
		Staatsc. ZZW		Wf.	v.d.Kley	Thysse	v.d.Kley	Thysse	Droekers	Thysse	Volker	Volker	Wf.	
		hoogste SV voor afshui- ting	aangeh. blz. 200 ^a	exacte berek.	nota 1954	0'53 + 10 + 60 +100	verg. 2 april	"invl. afsl." apr. '55	cijfers van de St. L	nota invl. afsl.	1,75x cijfers St. L	nota Dec. '55	nota ZZW 21/2'55	nota 22/2'56
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
Den Helder	Verhoging)	248+(1894)	42	55				95	(42)	59 1)	77	96		
	10 ⁻³)				392	393	355				375		420	400
	10 ⁻⁴)				446	443					425		480	430
	10 ⁻⁵)			492	493									500
Harlingen	Verhoging)	293+(1825)	57	115				114	(57)	106 1)	105	91		
	10 ⁻³)				477	478	409				458		470	475
	10 ⁻⁴)				528	528					515		530	530
	10 ⁻⁵)			569	568									580
Wlieland	Verhoging)	287+(1894)	15	49				98	20-25	29 1)	28	65		
	10 ⁻³)													
	10 ⁻⁴)													
	10 ⁻⁵)													510
Terschelling	Verhoging)	290+(1825)	10	49				71	20-25	42 1)	19	40		
	10 ⁻³)				428	430	373				405		420	425
	10 ⁻⁴)				480	480					455		480	
	10 ⁻⁵)			526	520									520

Opmerking

- 1) De cijfers van kolom 8 zijn die voor één storm (nl. 1954 in vergelijking met 1894). Deze cijfers geven dus geen gemiddelde toestand weer, zoals die van de kolommen 6 en 10.

RIJKSWATERSTAAT
DIRECTIE ALGEMENE DIENST

Hydrometrische Afdeling.

N O T A

Frequentielijnen Waddenzee.

Ter vaststelling van de basispeilen in het Waddengebied moet worden beschikt over frequentielijnen, die op een overeenkomstige grondslag berusten als voor het overige kustgebied, in het bijzonder overeenkomen met de lijn van Hoek van Holland.

Voor dit doel kan worden gebruik gemaakt van de lijnen, weergegeven in de Nota "Frequentielijnen getijgebied 1954" (Wemelsfelder) voor de kustgedeelten Vlissingen - IJmuiden en Oostmahorn - Nieuwe Statenzijl, die, afgezien van de discussie over de uiteindelijk gewenste steilheid, een homogeen geheel vormen. Wat betreft de westelijke Waddenzee werd behoefte geuit aan een nadere vaststelling, zo mogelijk verkregen langs andere wegen. In opdracht van de commissie ad hoc "peilen Waddenzee" werd het volgende onderzoek ten uitvoer gelegd:

1. In een diagram werd langs de X-as de gestrekte kustlijn uitgezet. Langs de Y-as werden uitgezet de hoogten met een frequentie 10^{-2} , 10^{-3} , 10^{-4} en 10^{-5} en wel alleen in het ZW en W voor de plaatsen

Vlissingen
Brouwershaven
Hellevoetsluis
Hoek van Holland
Scheveningen
Katwijk
IJmuiden

en anderzijds in het noorden voor

Zoutkamp

Delfzijl.

Deze hoogten werden niet uitgezet boven N.A.P. als nullijn, doch boven grenspeil als nullijn. Zulks geeft namelijk een aanmerkelijk vlakke en meer homogeen verloop van de verbindingslijn dezer punten.

De betreffende punten werden door soepele lijnen verbonden.

fig. 1

Voor het gedeelte IJmuiden Zoutkamp stonden geen punten ter beschikking. Het betreffende lijngedeelte heeft niet geheel betrekking op de buitenzijde der eilanden en nog minder op de binnen- of buitengrens van de westelijke Waddenzee. Wij noemen deze denkbeeldige standen "Noordzeeparameter" en het is niet van belang om daar een bepaalde fysische interpretatie aan te hechten.

2. In de vertikalen voor Den Helder, Harlingen en Terschelling wordt voor deze Noordzeeparameter op deze lijnen afgelezen:

in de vertikaal	10^{-2}	10^{-3}	10^{-4}	10^{-5}
Den Helder	143	203	261	309
Harlingen	159	222	280	332
Terschelling	158	221	279	331

Tabel 1. Waarden van de Noordzeeparameter in de drie vertikalen.

3. Vervolgens werden voor alle stormvloed en van na 1932 diagrammen getekend op analoge wijze als aangegeven in § 1, d.w.z. alleen voor de stations als genoemd in deze paragraaf.

Voor elke stormvloed werd van IJmuiden tot Zoutkamp een vloeiende verbindingslijn getekend, zoveel mogelijk met inachtneming van dezelfde grondvorm. Een voorbeeld van zulk een diagram geeft fig. 2, zijnde de lijn van de stormvloed van 1 febr. 1953 (v.m.).

4. Een inzicht in het algemeen karakter van deze lijn geeft fig. 3, waarin is aangegeven de gemiddelde waarden van de hoogste 5 stormvloeden op elk punt. In het geheel worden hiermede omvat 14 hoogwaters behorende bij de 10 stormvloeden:

october 1936,
 december 1936,
 december 1940,
 april 1943,
 januari 1944,
 februari 1944,
 maart 1949,
 1 februari 1953,
 22/23 december 1954,
 24 december 1954.

5. Bij elke stormvloed werd vervolgens in de vertikalen van de drie genoemde Waddenzeestations de Noordzeeparameters afgelezen en opgenomen in een tabel.

Naast deze parameterwaarden werden geplaatst de aan deze peilschalen bij de betreffende stormvloeden waargenomen hoogten. In totaal kwamen 33 getallenparen beschikbaar.

6. De Noordzeeparameter-waarden werden uitgezet tegen de waargenomen hoogten.

Voor Den Helder fig. 4
 Voor Harlingen fig. 5
 Voor Terschelling fig. 6.

Deze puntenparen leverden een redelijk eenduidig verband, dat weinig van een 1:1 verhouding afwijkt. Er werd geen aanleiding gevonden om een andere dan een rechte lijn door deze punten te trekken. Opgemerkt zij, dat deze lijnen niet door het punt of grenspeil behoren te gaan. Aldus kwam vast te staan met welke peilschaalaflezingen de Noordzeeparameter overeenkomt.

7. Uit punt 2 waren de Noordzeeparametercijfers bekend voor 10^{-2} , 10^{-3} , 10^{-4} en 10^{-5} . Door deze hoogte met behulp van de figuren 4, 5 en 6 om te zetten in peilschaalhoogten, werd gevonden welke peilschaalwaarden overeenkomen met de evengenoemde frequenties. Daarvoor werden gevonden de waarden van tabel 2:

	g HW	grenspeil	10^{-2}	10^{-3}	10^{-4}	10^{-5}
Den Helder	49	215	341	399	454	501
Harlingen	82	273	414	474	530	580
Terschelling	75	245	368	424	475	421

Tabel 2. Hoogten in cm + N.A.P. aan de peilschalen.

8. Met behulp van de getallen van tabel 2 konden de frequentiekrommen der drie plaatsen Den Helder, Harlingen en Terschelling, worden samengesteld. Deze krommen zijn hier overgelegd in fig. 7

fig. 7

9. Van de overige Waddenzeestations werden betrekkinglijnen samengesteld met de naastbij gelegen peilschaal Den Helder of Harlingen of Terschelling. Via deze betrekkinglijnen konden ook van deze stations de peilen 10^{-2} , 10^{-3} , 10^{-4} en 10^{-5} worden bepaald.

10. Het in het ontwerp Deltawet genoemde basispeil van 500+ te Hoek van Holland heeft op de frequentielijnen van de Nota 1954 [1] een frequentie 10^{-5} . De hiermede aequivalente peilen in de westelijke Waddenzee (redactie ontwerp Deltawet) hebben dan vanzelf ook wel de frequentie 10^{-5} . Wordt afgelezen op de door mij aug. 1955 samengestelde frequentielijn, waarbij rekening is gehouden met de onderzoeken van het Mathematisch Centrum, dan wordt voor 500 + te Hoek van Holland gevonden de frequentie 10^{-4} . Diensvolgens hebben dan ook de aequivalente standen in de Waddenzee de frequentie 10^{-4} .
11. De aan 500+ te Hoek van Holland aequivalente peilen in de Waddenzee zijn opgenomen in tabel 3. Volledigheids-halve zijn hierin ook de peilen bij 10^{-4} vermeld.

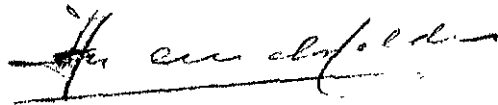
Tabel 3. Aequivalente waterstanden Waddenzee.

Hoek van Holland	500 + (10^{-5})	455 + (10^{-4})
Den Helder	500	455
Den Oever	580	540
Oude Schild	515	475
Westerland	570	530
Harlingen	580	530
Kornwerderzand	590	540
Nieuw-Bildt	560	510
Terschelling	520	475
Vlieland	515	470
Delfzijl	640	600
Nieuwe Statenzijl	730	690
Fiemel	670	635
Zoutkamp	620	580
Oostmahorn	580	540
Nieuwe Zijlen	600	560
Nes	545	505
Schiermonnikoog	565	520
Rottumeroog	575	530

De peilen zijn berekend voor de onderstreepte stations.
Die van de daaronder geplaatste stations zijn daaruit af-
geleid met behulp van betrekkinglijnen.

's-Gravenhage, 23 februari 1956.

DE HOOFDINGENIEUR,



(Ir. P.J. Wemelsfelder)

- [1] "Frequentielijnen van hoogwater in het Nederlandse kustgebied 1954".
23 juni 1954, Ir. P.J. Wemelsfelder.
- [2] "Verslag Staatscommissie Zuiderzee 1918-1926".
- [3] "Verhoging stormvloed Waddenzee door afsluiting Zuiderzee".
12 april 1955, Ir. J. van der Kley.
- [4] "Overeenkomstige waterstanden 1953 Waddenzee".
18 januari 1955, Ir. J. van der Kley.
- [5] "Stormvloedverhoging in de Waddenzee".
mei 1955, prof. J.Th. Thijsse.
- [6] "De invloed van de afsluiting van de Zuiderzee op de verhoging van de stormvloedstanden te Den Helder, Terschelling en Harlingen".
C.S.D. 55-20. Dr. J.J. Dronkers.
- [7] "Statistisch onderzoek naar de stormvloedverhoging ten gevolge van de afsluiting van de Zuiderzee".
november 1955, Ir. A. Volker en Ir. C.H. de Jong.

FREQUENTIELIJNEN VAN HOOGWATER IN HET NEDERLANDSE
KUSTGEBIED 1956. 1)

Ir. P.J. Wemelsfelder

1. Inleiding.

Het is gebruikelijk om het aantal malen, dat een gegeven peil door een stormvloed wordt overschreden, uit te zetten en af te lezen op een frequentielijn. Zulk een lijn wordt, uitsluitend uit een oogpunt van doelmatigheid, getekend met de hoogte H vertikaal op lineaire schaal en de aantallen N, omgerekend tot gemiddeld aantal per jaar, op logaritmische schaal horizontaal [1].

Naar aanleiding van de stormvloed 1953 en de in overweging genomen belangrijke werken aan de kust, is de behoefte aan een stel frequentielijnen, dat het gehele getijgebied omvat en op zo ruim mogelijke schaal al het beschikbare waarnemingsmateriaal omvat, zeer klemmend geworden. De hier overgelegde frequentielijnen bedoelen in deze behoefte te voorzien.

Bij de samenstelling ervan is aan de onderlinge samenhang bijzondere aandacht besteed. Dit heeft geleid tot een uitvoerige analyse omtrent de meest verantwoorde vorm der frequentielijnen, waarvan het resultaat hier wordt overgelegd en nader wordt toegelicht.

2. Het gebruikte materiaal.

a. Termijn. Gebruikt zijn alle hoogwaters boven gem. HW voor de 5 grote zeearmen over het tijdvak 1901/1950, van Hoek van Holland langs de kust tot en met Delfzijl over het tijdvak 1862/1950. De stormvloed 1953 is dus buiten het gebruikte waarnemingsmateriaal gehouden.

b. Voor de stations in de westelijke Waddenzee, die de invloed van de afsluiting der Zuiderzee hebben ondergaan, zijn de frequentielijnen bepaald volgens de methode, die in § 13 wordt behandeld.

c. De stormvloeden van vóór 1900 zijn gecorrigeerd voor bodemdaling. Voor deze bodemdaling is aangehouden de stijging der tienjarige gemiddelden van hoogwater.

1) De nota werd in eerste redactie uitgebracht juni '54. Sindsdien naar voren gekomen gezichtspunten betreffende de steilheid van frequentielijnen en het verloop van de lijnen in de westelijke Waddenzee zijn thans in deze nota verwerkt.

- d. In de Zeeuwse wateren is het aandeel van de astronomische variatie in HW voor de hogere stormvloeden aanzienlijk groter dan elders in Nederland. Om een meer homogene bewerking van het materiaal te verkrijgen zijn de stormvloeden van de stations tot het Haringvliet gecorrigeerd tot gemiddeld HW.
- e. In de figuren is gem. HW 1951. 0 aangegeven, dat is een veeljarig gemiddelde van H.W., gereduceerd op de toestand 1 januari 1951.
- f. Voorts is aangegeven het grenspeil. Bij definitie is dit het peil, dat 0,5 maal per jaar wordt overschreden. Alleen de hogere hoogwaters worden stormvloed genoemd. De betreffende punten liggen niet alle nauwkeurig op de lijn $N = 0,5$. Dit komt, omdat de waarden van grenspeil zijn afgerond op 5 cm en sommige peilen enige jaren geleden uit minder volledige gegevens werden afgeleid. De kleine afwijkingen gaven vooralsnog geen aanleiding om de als zodanig vastgestelde peilen te herzien.
- g. De gebruikte waarnemingspunten zijn alle in de diagrammen vermeld. Beneden grenspeil de overschrijdingswaarde per dm, boven grenspeil de individuele stormvloeden.
- h. Langs de abscis der grafieken is vermeld het getal N, zijnde het gemiddeld aantal per jaar. Een gemiddelde overschrijdingsfrequentie N komt overeen met een overschrijdingskans van $1 - e^{-N}$ (Poisson), zie [1]. Voor waarden van N kleiner dan b.v. 0,2 komt dit vrijwel overeen met N. Dit betekent, dat men kan zeggen dat (bij benadering) geldt, dat een frequentie a/100 a% kans heeft. In deze zin wordt in dit rapport gesproken van bijvoorbeeld 15% kans per eeuw e.d.

3. De behandelde frequentielijnen.

De in totaal samengestelde 33 frequentielijnen zijn samengenomen in 8 groepen, n.l.:

Fig. 1 Westerschelde

Monding
Vlissingen
Terneuzen
Hansweert
Bath

Fig. 2 Oosterschelde

Monding
Burghsluis
Zierikzee
Wemeldinge
Bergen op Zoom

Fig. 3 Grevelingen

Monding
 Repart
 Brouwershaven
 Steenbergse Sas
 Bruinisse

Fig. 4 Haringvliet

Monding
 Hellevoetsluis
 Moerdijk
 Willemstad

Fig. 5 Waterweg

Hoek van Holland
 Maassluis
 Vlaardingen
 Rotterdam

Fig. 6 Noordzeekust I

Monding Westerschelde
 Monding Oosterschelde
 Monding Grevelingen
 Monding Haringvliet
 Hoek van Holland

Fig. 7 Noordzeekust II

Scheveningen
 Katwijk
 IJmuiden
 Den Helder

Fig. 8 Waddengebied

Den Helder
 Terschelling
 Harlingen
 Zoutkamp
 Monding Eems
 Delfzijl
 Nieuw Statenzijl.

De lijnen zijn in deze groepen samengenomen, enerzijds om tekentechnische redenen, anderzijds om hierdoor de samenhang der lijnen alsmede typische vormen en eigenschappen naar voren te brengen.

Een bespreking hiervan vindt plaats naar verschillende gezichtspunten, waaraan telkens een paragraaf is gewijd.

nummer fig. 1
 fig. 1 v. 1971.0
 samenvatting
 veld

4. Algemeen karakter der frequentielijnen.

Alle frequentielijnen vertonen een monotone stijging van links beneden, beginnend bij gemiddeld HW 1951.0 (frequentie 706/2 per jaar), tot rechts boven, in het gebied der als mogelijk veronderstelde superstormvloeden. Van HW 1951.0 tot aan grenspeil zijn de lijnen volkomen bepaald door de waarnemingspunten. Deze lijngedeelten zijn nogal geschakeerd van plaats, algemene helling, en vorm.

Boven grenspeil zijn niet meer aangegeven de overschrijdingsaantallen per dm-waarde, doch zijn alle stormvloeden aangegeven. Naar de hogere stormvloeden toe liggen de punten meer en meer gespreid, gevolg van het toevalskarakter, dat te sterker wordt naarmate het in het oog genomen peil hoger is. Voorbij de hoogste standen zijn de frequentielijnen geëxtrapoleerd volgens overwegingen die nader worden behandeld.

Op de zeearmen lopen de lijnen der aan het landeinde gelegen stations relatief sterker omhoog dan aan de monding. Vooral omstreeks grenspeil is dit het geval. In het gebied der zeer hoge, hypothetische stormvloeden convergeren de lijnen weer.

In het gebied der superstormvloeden is aan de frequentielijnen een lichte ombuiging naar rechts gegeven, vooral in het noorden.

5. Volgorde der lijnen in landwaartse richting.

Vergelijkt men de figuren 1, 2, 3 dan blijkt, dat er in het gedrag der zeearmen een zekere regelmaat bestaat. Steeds is de lijn voor de monding de laagst gelegen lijn en liggen de frequentielijnen der meer binnenwaartsgelegen stations hoger.

Voor het Haringvliet, fig. 4, geldt hetzelfde, echter slechts tot Willemstad. De lijn voor Moerdijk ligt lager. Dit is een afwijkende toestand, die het gevolg is van de aanwezigheid van de Biesbos, Dordtse Kil en Amer, welk gebied een uitgestrekte vloedkom vormt. De verlagende werking daarvan doet de lijn van Moerdijk lager blijven dan die van Willemstad.

De voor de zuidelijke zeearmen genoemde regelmaat wordt ook op de Dollard gevonden, fig. 8. De lijnen Delfzijl en Nieuw Statenzijl liggen onderling in dezelfde verhouding als Zierikzee en Bergen op Zoom. De analogie voortzettende kan hier een lijn "monding Eems" worden getekend, die ongeveer de frequenties aan de monding van de Eems, genomen in de buitenkustlijn der Waddeneilanden, aangeeft.

Voor de Rotterdamse Waterweg, fig. 5., geldt de voor de 5 grote zeearmen geconstateerde regelmaat eveneens, doch slechts tot een peil van omstreeks 3 à 3,5 m + N.A.P. Boven dit peil is de volgorde omgekeerd.

Het is duidelijk, dat men dit moet zien als een gevolg van de geringe afmetingen van de Waterweg in verhouding tot het erbij behorende kombergingsgebied.

Het feit, dat Moerdijk voor het gehele hoogtebereik lager is dan Willemstad is weer overeenkomend met de situatie op de Waterweg voor stormvloed en hoger dan 3,5 m + N.A.P.

De zes gebieden vertonen dus alle hetzelfde beeld: hogere ligging der meer naar binnen gelegen frequentielijnen, met daarop twee partiële uitzonderingen: voor het Haringvliet meer binnenwaarts, voor de Waterweg voor de hogere stormvloed. Beide uitzonderingen zijn te zien als gevolg van onevenredig grote komberging in verhouding tot het beschikbare toestromingsprofiel.

6. Divergentie op de zeearmen.

In fig. 2 voor de Oosterschelde komt sterk naar voren, dat even voorbij grenspeil, de frequentielijnen aanmerkelijk sterker omhoog lopen en wel temeer naarmate het station meer landwaarts is gelegen. Dit opbuigen naar boven wordt door de waarnemingspunten dwingend aangegeven. Opvallend is ook de regelmatige toeneming in landwaartse richting.

De verklaring hiervoor kan worden gezocht in de topografie van de zeearm. Deze bestaat uit geulen en uitgestrekte banken en slikken. Voor de matig hoge vloed worden wel alle platen en slikken overstroemd, doch de gehele vullingsstroom moet door de geulen. Voor stormvloed juist boven grenspeil is de diepte op de platen reeds tot een zodanige waarde gegroeid, dat een merkbare en snel toenemende vergroting van het effectieve doorstromingsprofiel optreedt. De hoeveelheden toestromend vloedwater nemen dus bij gelijkblijvende verhangen binnenwaarts snel toe, hetgeen een verhoging van de stormvloedhoogte in landwaartse richting ten gevolge heeft.

Deze verklaring geeft er tevens volledig rekenschap van, dat het effect daarvan in landwaartse richting zal toenemen zoals fig. 2 zo duidelijk doet zien. Wij vinden een oplopen van de vloedhoogte van Burghsluis tot Bergen op Zoom:

bij gem. HW	met 60 cm
bij grenspeil	met 90 cm
bij een stormvloed als 1906	met 125 cm
bij de stormvloed 1953	met 100 cm
bij het basispeil 10-4	met 80 cm

Wij zien het verschijnsel in wat zwakkere mate ook op de Westerschelde, fig. 1, de Grevelingen, fig. 3, en het Haringvliet, fig. 4. Het wordt bepaald niet gevonden op de Waterweg. Hier zien wij een ononderbroken convergentie van de lijnen. Dit bevestigt de zojuist gegeven verklaring. Immers, de Waterweg is een bankenloze diepe geul en van een betrokken raken van de banken in het doorstromingsprofiel is juist hier geen sprake. Oosterschelde en Waterweg zijn in dit opzicht precies tegenpolen.

In het licht van het voorgaande kan de steeds toenemende steilheid van de frequentielijn van Delfzijl en daarbij aansluitende die van Nieuw Statenzijl van hoogwater tot aan een iets voorbij grenspeil zeker ook aan dezelfde oorzaak worden toegeschreven.

Er is dus wederom tussen deze 6 groepen van frequentielijnen algehele overeenstemming: door het onderwaterkomen van banken en platen zal de frequentielijn een opwaarts gebogen verloop verkrijgen.

Nu vertonen ook de Waddenzeestations Terschelling en Harlingen een in dit geval zelfs knikachtig oplopen omstreeks grenspeil. Wat Harlingen betreft is het aannemelijk, dat ook hier het dieper onderwaterkomen der uitgestrekte platen in het Waddengebied als oorzaak moet worden gezien. Het verschijnsel wordt echter hier vertroebeld door de additionele opwaaiing op de Waddenzee, die bij grote waterdiepten relatief afneemt, doch tegelijk bij krachtiger stormen toeneemt.

Wat Terschelling betreft kan als oorzaak worden gezien de zeer snelle toename van het toestromingsprofiel vanuit de Noordzee.

Als aanvullend bewijs voor de gegeven verklaring zij gewezen op het afwezig zijn van dit versterkt oplopen bij de stations aan de gesloten duinkust, Scheveningen, Katwijk, IJmuiden, fig. 7. Voor Den Helder, half bij het Waddengebied betrokken, is het versterkt omhoogbuigen weer duidelijk aanwijsbaar. De oorzaak zal wel dezelfde zijn als voor Terschelling, n.l. het snel groter worden van het toestromingsprofiel vanuit de Noordzee.

De algemene lijn is dus: door het meer onderwaterkomen van platen en banken komen de stormvloeden sterker door en verkrijgen de frequentielijnen een opwaarts gebogen verloop.

De opvatting als zouden hogere vloeden, vanwege de kwadratische weerstandswet, meer verzwakt doorkomen dan lagere vloeden, is dus in zijn algemeenheid in strijd met de werkelijkheid.

7. Voor extreem hoge stormvloeden verzwakking landinwaarts.

Het in de vorige paragraaf beschreven versterkte "doorkomen" van stormvloeden vindt een begrenzing. Het duidelijkst is ook hier weer de toestand op de Oosterschelde, fig. 2. De frequentielijnen divergeren hier tot ongeveer $N = 5 \cdot 10^{-2}$. Voor nog hogere stormvloeden gaan zij convergeren. Wij zien ditzelfde verschijnsel op Westerschelde, Grevelingen en Harlingvliet, zij het in zwakkere mate, eveneens bij $N = 5 \cdot 10^{-2}$.

Dit convergeren treedt aan de gesloten duinkust niet op en in het noorden eerst bij extreem hoge standen. Daarentegen is dit convergeren op de Waterweg reeds aanwezig bij gewoon hoogwater. Het laat zich aanzien, dat de verklaring hiervoor wederom in de weerstanden van de stromingen moet worden gevonden. Immers, komen de platen en banken zover onder water,

dat het daarboven gevormde profiel een aanzienlijk gedeelte van het totale doorstromingsprofiel uitmaakt, dan treedt een toestand in zoals die van de aanvang af op de Waterweg bestaat. Tengevolge van de kwadratische weerstandswet zullen de wrijvingsverliezen voor de nog hogere stormvloedden progressief toenemen en oorzaak zijn, dat de frequentielijnen convergeren.

8. Gestrekt verloop aan de monding.

Bij de bespreking van de bundels frequentielijnen der zeearmen is reeds gebleken, dat de neiging tot opwaarts opbuigen een gevolg moet worden geacht van het onderwaterkomen van banken en platen. Naar de monding toe neemt dit verschijnsel in grootte af en duidelijk is te zien, dat de meest nabij de monding gelegen peilschaal de meest gestrekte frequentiekromme geeft. Voor goed begrip zijn daarom de figuren 1, 2, 3, 4 en 8 voorzien van een lijn, welke geacht kan worden te gelden voor het hart van de monding. Inderdaad vertoont de betreffende lijn in alle gevallen slechts een zwakke kromming naar boven, waarover nader wordt gesproken in paragraaf 9.

De lijnen voor de monding der 5 zuidelijke zeearmen zijn samengenomen in fig. 6. Duidelijk blijkt hieruit, dat deze aan de kust gelegen lijnen ook onderling met elkaar volkomen overeenstemmen.

Deze groep is voorts in goede overeenstemming met de frequentielijnen voor de vaste kust Scheveningen, Katwijk en IJmuiden, fig. 7.

9. Het karakteristieke beloop van de frequentielijnen aan de vrije kust.

In de voorgaande paragrafen is naar voren gebracht, dat de frequentielijnen een onderling samenhangend beloop hebben. Ter bepaling van de richting en juiste plaats is een uitvoerig onderzoek ingesteld voor de peilschaal Heek van Holland.

Uit het onderzoek [1] is gebleken, dat de frequentielijn voor de hogere stormvloedden op enkellogaritmische schaal tendeert naar een zeer gestrekt of rechtlijnig verloop. Van de lagere vloedden is er, vanwege de rustige zomermaanden en vanwege de vele rustige dagen in herfst en wintermaanden, een grote overmaat. Hierdoor loopt de frequentielijn naar links over hogere waarden van N. (Het nabij hoogwater naar beneden gebogen zijn voor de stations aan de Westerschelde moet worden toegeschreven aan de in dit gebied overheersende invloed der grote astronomische componenten).

Wordt uitsluitend gebruik gemaakt van de hoogwaters in de wintermaanden, b.v. oktober, november, december, januari en februari, dan worden de aantallen in de lage zone in de verhouding 12 tot 5 verminderd, doch in de hoge zone worden zij niet verminderd. Het verloop wordt meer gestrekt en steiler. In [1] werd er voorts reeds op gewezen, dat als men voor elke stormvloed slechts het hoogste hoogwater neemt en men laat de eveneens hoge voorafgaande of volgende vloed buiten beschouwing, dat dan de frequentielijn in de lagere zone nogmaals een weinig steiler wordt en meer conform de steilheid van de lijn der hogere stormvloeden.

Het is duidelijk, dat men de meest zuivere frequentielijn verkrijgt indien voldaan is aan de volgende voorwaarden:

- * a. de gebruikte waarnemingen moeten "homogeen" zijn, d.w.z. zij moeten alle betrekking hebben op geklassificeerde meteorologische condities;
- * b. de gebruikte waarnemingen moeten onderling onafhankelijk zijn.

Een selectie, die aan de voorwaarden a en b voldoet is uitgewerkt door het K.N.M.I. in samenwerking met het Mathematisch Centrum te Amsterdam. 1) Zij bestaat hierin, dat als uitgangspunt is genomen de "omhullende" van alle banen van depressies, die stormvloeden hebben veroorzaakt. Vervolgens zijn alle banen, die binnen dit gebied vielen uit het meteorologisch materiaal opgezocht. De bij elke baan behorende hoogste hoogwaterstand voor Hoek van Holland is genoteerd en van deze hoogwaters is een frequentielijn samengesteld.

De betreffende serie hoogwaters bleek alle stormvloeden te bevatten. Vanzelfsprekend vielen voorafgaande en opvolgende hoge standen uit en de zeer grote massa hoogwaters bij de voor dit onderzoek indifferente weerstoestanden eveneens. De aldus gevonden frequentielijn bleek aanmerkelijk steiler te lopen dan die, geconstrueerd door een volle jaarserie, nl. ongeveer 30% steiler. Voorts bleek deze lijn over het gehele berekende bereik recht te zijn.

Het is evident, dat de wetmatigheid der stormvloeden meer wordt beheerst door deze steilere lijn, dan door die, bepaald uit alle hoogwaters. De extrapolatie van de frequentielijn wordt dus in het bijzonder bepaald door de steilere helling van de frequentielijn der geselecteerde stormvloeden. Voorts geeft dit onderzoek een sterke steun aan de idee der rechtlijnige extrapolatie van de frequentielijn. Zuiver rechtlijnig kan de extrapolatie evenwel niet zijn. Er moet n.l. rekening worden gehouden met de eis, dat die extrapolatie aan beide typen frequentielijn soepel moet aansluiten. Deze eis heeft geleid tot een extrapolatie als thans wordt toegepast in deze nota.

waarschijnlijk

1) Zie

Bijlage

(Mathematisch Centrum).

Deze extrapolatie is hierdoor gekenmerkt, dat de neiging van de frequentielijn, die door de volledige serie is getrokken, om op te buigen is gecontinueerd tot de zone van de hoogste hoogwaters en daar de steilheid benadert, die werd aangegeven door de lijn van de geselecteerde populatie. De flauwe opwaartse buiging, die de lijnen van fig. 6 en 7 vertonen, vinden hierin hun motivering.

De frequentielijnen van alle andere stations aan of nabij de kust gelegen zijn getekend en geëxtrapoléerd op analoge wijze, zodat langs de kust genomen een logisch samenhangend systeem van lijnen werd verkregen.

10. De steilheid der frequentielijnen.

Een goede samenhang tussen de frequentielijnen wordt ook gevonden van zuid naar noord gaande langs de kustlijn. Om deze samenhang naar voren te doen komen dient te worden geabstraheerd van de aanzienlijke hoogteverschillen ten opzichte van gemiddeld zeeniveau. Dit geschiedt door alle frequentielijnen met het grenspeil op elkaar te leggen, hetgeen in fig. 9 is weergegeven. Duidelijk blijkt uit deze figuur de regelmaat in het verloop der steilheid langs de kust die van zuid naar noord geleidelijk toeneemt.

In het grenspeil zelf is de steilheid nog volkomen bepaald door de ligging der waarnemingspunten. Meten wij in de figuren 1 tot 8 het hoogteverschil op tussen $N = 1$ en $N = 10^{-1}$ en zetten wij deze waarden grafisch uit, dan worden de punten van fig. 10 gevonden. In de zeearmen hebben de onderste punten betrekking op de frequentielijnen in het hart der zeegaten.

Door de gevonden punten zijn de volgende gestyleerde lijnen getrokken:

1. Voor de gesloten duinkust een rechte lijn, langzaam oplopend in noordelijke richting.
2. Door de punten van het zuidwesten, aangevende de steilheid der frequentielijnen in het hart der zeegaten, een lijn die naar de Westerschelde toe nog wat schuiner loopt. Naar zich laat aanzien is dit een gevolg van de afzuigende werking van het Kanaal.
3. De lijn voor de gesloten duinkust kan flauw gebogen doorgetrokken worden naar het punt voor de Eemsmond.
4. Verondersteld is, dat de duinkust der Waddeneilanden in deze lijn is gelegen.
5. Voor de Waddenzijde der eilanden geeft Terschelling informatie. Het betreffende punt ligt aanmerkelijk lager dan de veronderstelde duinzijde, hetgeen inhoudt, dat de steilheid der frequentielijnen aan de Waddenzijde geringer is dan tegen de duinzijde. Dit is aldus verklaarbaar: Voor zeer zware noordwestelijke orkanen liggen de Waddeneilanden boven de wind en hebben dus een relatieve afwaaiing, die een deel van de hogere zeestand compenseert.

6. Daartegenover staat een additionele opwaaiing aan de andere oever van de Waddenzee, d.w.z. aan de vaste kust. Dienovereenkomstig is in fig. 10 de lijn "afsluitdijk, Friesland, Groningen, Oost Friesland" iets hoger getekend dan de lijn langs de buitenzijde der eilanden. Op deze lijn is het punt Harlingen gelegen, Lauwerszee en Dollard takken daar opwaarts van af op een wijze als overeenkomt met de aftakking opwaarts van de zeearmen in het zuidwesten.

Laatstgenoemde kustlijn ligt een 2 om hoger dan die duinkustlijn. De binnenzijde der eilanden ligt echter wel tot 10 om lager. De Waddenzee blijft dus voor stormvloeden gelegen tussen $N = 1$ en $N = 0,1$, als geheel iets achter bij de Noordzee zelf, doch de stormvloedhoogte tegen de vaste kust neemt sterker toe dan de stormvloedhoogte in de Noordzee.

De gevonden samenhang tussen de frequentielijnen, gaande van zuid naar noord, ondersteunt het totaalbeeld der frequentielijnen. Het is daarom niet wel toelaatbaar om de frequentielijn voor een enkel station te wijzigen zonder ook alle andere frequentielijnen in diezelfde zin te wijzigen of na te gaan hoe een soepele aansluiting kan worden verkregen en hoe aan de gevonden analogie kan worden recht gedaan.

11. De frequentie van stormvloed 1953.

De stormvloed 1953 is niet voor de frequentieberekeningen gebruikt, doch de hoogten zijn wel op alle lijnen nader aangegeven. Het is te verwachten, dat de ligging dezer punten op de frequentielijnen een min of meer samenhangend beeld moet geven.

Lezen wij de frequenties van deze stormvloed af voor de meest zeewaarts gelegen peilschalen en zetten die grafisch uit op een lengteprofiel van de kust, dan wordt fig. 11 verkregen.

Wij zien uit deze figuur het volgende:

1. De spreiding der afzonderlijke punten is niet groot. Zij komt overeen met een hoogtespreiding van 10 cm.
2. De door de punten getrokken gemiddelde lijn is van eenvoudige structuur en ligt praktisch tot op enkele cm nauwkeurig vast.
3. Er is een uitgesproken top ongeveer voor de kop van Schouwen. Dit is in overeenstemming met het feit, dat de ramp het eiland Schouwen-Duiveland het zwaarst heeft getroffen. De frequentie aldaar is 0,0033 of ongeveer 3% per eeuw.
4. De frequentie is voor Hoek van Holland te stellen op 0,004 of 40% kans per eeuw.
5. In noordelijke richting neemt de frequentie geleidelijk toe en is te Den Helder reeds 2 x per 100 jaar. Voor Terschelling en Harlingen is de frequentie 0,05. Dat wil zeggen gemiddeld 5 x per 100 jaar is een stormvloed

te verwachten, die in dit gebied dezelfde hoogte bereikt als 1953. 1)

6. De waarde van N loopt verder naar het noordoosten regelmatig op en passeert nabij de Eemsmond de lijn voor grenspeil. In Delfzijl is er dan ook geen sprake meer van een stormvloed.

12. De betekenis van stormvloed 1953 voor de frequentielijnen.

Nemen wij vervolgens telkens een zeearm in beschouwing. De meest aannemelijke situatie is deze, dat de frequenties voor alle stations op die zeearm ongeveer gelijk zijn aan die in de monding, gegeven door fig. 11. Immers, er zijn geen redenen aan te wijzen waarom nu juist de stormvloed 1953 in landwaartse richting uitzonderlijk veel hoger of veel lager zou zijn geweest dan overeenkomt met een gemiddeld verloop.

Op de figuren 1 t/m 7 zijn de waarden uit fig. 11 op de frequentielijnen "monding zeegat" aangegeven. Naar men ziet vallen de frequenties voor de verder gelegen stations met een kleine spreiding om de aldus gefixeerde waarden. Door deze werkwijze liggen de frequentielijnen op elke zeearm reeds tot $N = 10^{-2}$ à 10^{-3} vast ten opzichte van de frequentielijn in de monding. In feite betekent dit:

Voor de Westerschelde: dat de lijnen van Bath en Hansweert in zwakke mate terug moesten buigen en Terneuzen in evenredige mate. De frequentielijnen zijn dan omstreeks 10^{-2} juist evenwijdig. De divergentie van paragraaf 6 is dus bij een stormvloedhoogte als 1953 tot een einde gekomen. Voor hogere stormvloeden zal geleidelijk weer convergentie optreden.

Voor de Oosterschelde zijn de waarnemingspunten 1953 gesteld op $N = 0,0035$. De waarnemingspunten liggen slechts 5 à 6 cm van de frequentielijn verwijderd, twee er boven, twee er onder.

De gekozen plaats geeft aan Burghsluis een zeer gestrekt verloop, een weinig omhoog gebogen in overeenstemming met wat daarover in paragraaf 9 is uiteengezet. Noodzakelijk moet nu de lijn van Bergen op Zoom sterk convergeren naar Burghsluis toe, daarmede de divergentie, besproken in paragraaf 6, weer tenietdoende. Voor Wemeldinge geldt hetzelfde in evenredig zwakkere mate. Men lette er op, hoe dit terugbuigen van de frequentielijn reeds door de punten der lagere stormvloeden in beginsel wordt ingeleid.

Het allerhoogste gedeelte der frequentielijnen op fig. 2 is zo getekend, dat zij evenwijdig lopen en wel ongeveer als voortzetting van het beloop vlak beneden grenspeil. De convergentie kan wat sterker of zwakker verlopen, hieromtrent bestaat vooralsnog geen aanwijzing. Doch een sterk afwijkend beloop kan aan de frequentielijnen bezwaarlijk gegeven worden zonder daarbij impliciet fysisch onbestaanbare verhoudingen te introduceren. Zo is het niet wel mogelijk de lijn Bergen op Zoom asymptotisch naar een limiethoogte te laten lopen en tegelijkertijd Burghsluis nog te laten stijgen.

1) Dit is intussen in december 1954 tweemaal geschied, zodat er thans in de 25 jaar, verstreken na 1932, 3 zijn voorgekomen.

Voor de Grevelingen kunnen de frequentielijnen door de frequentie 0,035 van fig. 11 en de waargenomen hoogte worden getekend. Ook hier is 1953 het einde van de divergentie en begin van de convergentie.

Voor het Haringvliet kunnen de lijnen van Hellevoetsluis en Willemstad door het punt 1953 gaan. Op deze zeearm moeten de frequentielijnen eveneens een weinig convergerend worden getekend om 1953 te doen passen. Het punt 1953 te Moerdijk ligt laag, zodat de lijn Moerdijk vrij sterk naar rechts zal moeten afbuigen om aan het punt 1953 aan te sluiten. Dit voert tot een kruising van de lijnen Moerdijk en Hellevoetsluis. Dit is analoog aan de kruising der lijnen in fig. 5 voor de Waterweg en sluit geheel aan bij de verklaring, die reeds in § 5 werd gegeven.

Op de vier behandelde zeearmen gaf 1953 naar binnen toe oplopende standen. Op de Waterweg lopen zij naar binnen toe omlaag. Dit klopt geheel met wat in § 6 werd opgemerkt over het divergeren en convergeren der frequentielijnen en het lager zijn van Moerdijk ten opzichte van Willemstad.

Langs de Hollandse kust gaat de lijn Hoek van Holland precies door het punt 1953. Scheveningen, Katwijk, IJmuiden en Den Helder vertonen in fig. 11 geringe afwijkingen naar verschillende richtingen. De bedragen zijn echter te gering om er nadere conclusies ten aanzien van de extrapolatie aan te kunnen verbinden.

Verder naar het noorden hebben de hoogten 1953 geen aanwijzinggevende betekenis meer.

De frequentielijnen op elke zeearm zijn hier opgebouwd en gepresenteerd als een bundel lijnen, die in ordelijk verband staan. Dit is uiteraard niet geheel conform de werkelijkheid. Zo zal een station als Vlissingen of Hansweert, aan de bovenwindse wal gelegen, een flauwere frequentielijn moeten hebben dan Terneuzen. De "ware" frequentielijnen zullen daardoor wat onregelmatiger ten opzichte van elkaar lopen. Er bestaan echter hoegenaamd geen aanwijzingen omtrent de getalsgrootte dezer plaatselijke verschillen en daarom is er van afgezien om ze in de lijnen tot uitdrukking te brengen.

Dat de waarnemingen 1953 nu niet alle op de lijnen vallen heeft dus 5 mogelijke oorzaken.

1. het meetpunt is beïnvloed door de plaatselijke topografie. De lijn is daarentegen gestyleerd gehouden;
2. in sommige hoogtecijfers kan een waarnemingsfout van 3 à 5 cm zijn;
3. de solitaire waarde 1953 is plaatselijk mede beïnvloed door buien, translaties en terugkaatsingen;
4. het gestyleerd verloop van N53 langs de kust volgens fig. 11 geeft eveneens een gemiddelde;
5. de gelijkheid van N per zeearm is slechts een werkhypothese.

Een volstrekt passen is dus nauwelijks te verwachten. Maar afwijkingen zijn zo gering, dat zij geen nadere verklaring meer nodig maken.

Aldus in rekening gebracht heeft 1953 een belangrijke betekenis voor het verloop der frequentielijnen. Deze beschouwing houdt voorts in, dat de frequentielijnen in de mondingen tenminste tot het punt 1953, dat is tot globaal 10^{-3} , wat omhoog of recht moeten lopen. Zou men deze lijn n.l. een afbuiging naar rechts geven, dan verschuift de '53-vertikaal dienovereenkomstig naar rechts. Lijnen als Bergen op Zoom en Willemstad moeten dan bijna horizontaal gaan lopen om door het punt '53 getrokken te kunnen worden. Dit zou inhouden, dat aan het landeinde der zeearmen '53 als een absoluut maximum zou zijn geïntroduceerd.

Dit nu is kennelijk onjuist. Aan de kust immers zouden zelfs reeds bij de stormvloed '53 waterstanden kunnen zijn opgetreden van 1 m hoger, indien deze storm bij een hoger springtij en bij HW was gevallen (zie § 15). Dit houdt in, dat ook landwaarts de standen dan beduidend hoger zouden zijn geweest. Het is dus duidelijk, dat rechts van punt '53 alle frequentielijnen nog een monotone stijging moeten blijven vertonen. Dit nu kan alleen, indien het punt '53 zoveel mogelijk naar links komt en de frequentielijnen dus een steil verloop hebben.

13. De frequentielijnen voor de westelijke Waddenzee.

De afsluiting van de Zuiderzee in 1932 heeft een aanzienlijke wijziging teweeggebracht in de hoogten van hoogwater en in het bijzonder van de stormvloed in de westelijke Waddenzee. Voor de thans geldende toestand staan slechts waarnemingen ter beschikking van 1932 t/m 1956. Deze termijn is te kort om tot een betrouwbare frequentielijn te kunnen besluiten. Overwogen is de mogelijkheid om gebruik te maken van het oude waarnemingsmateriaal bij nog open Zuiderzee, beginnende in 1862, en daarop een hoogtecorrectie aan te brengen, waarin de invloed van de afsluiting tot uiting zou komen. Het rapport van de Staatcommissie Zuiderzee (1926) verschaft echter niet voldoende inlichtingen om het bedrag der verhoging, storm voor storm te kunnen vaststellen, terwijl de welgegeven cijfers eerst zouden moeten worden getoetst aan de werkelijkheid.

Ten behoeve van de voorliggende studie werd een speciale methode ontwikkeld om de frequentielijnen voor de westelijke Waddenzee af te leiden. 1)

In een diagram, fig. 12, is langs de X-as de gestrekte kustlijn uitgezet. Langs de Y-as zijn uitgezet de hoogten boven grenspeil met een frequentie 10^{-1} , 10^{-2} , 10^{-3} , 10^{-4} , afgelezen op de in dit stadium van het onderzoek reeds vastgestelde frequentielijnen voor de stations Vlissingen, Brouwershaven,

1) Een door de Deltacommissie ingestelde deskundige werkgroep heeft zich eenstemmig met deze werkwijze kunnen verenigen, zie rapport Ir. J.B. Schijf.

Hellevoetsluis, Hoek van Holland, Scheveningen, Katwijk, IJmuiden, Zoutkamp en Delfzijl. In fig. 12 zijn deze hoogten uitgezet boven grenspeil, waarmede werd bereikt, dat de verbindingslijnen een betrekkelijk vlak en meer homogeen verloop verkregen. De betreffende punten zijn door een viertal lijnen verbonden.

Voor het kustgedeelte IJmuiden-Zoutkamp houdt dit verloop geen verband met het feitelijke verloop van de kust en heeft dus geen betrekking op de binnen- of buitenzijde der eilanden, noch op de vaste kust. De lijnen kunnen ook niet geacht worden te behoren bij een denkbeeldige, gesloten kust langs de strandzijde der eilanden, want dan zouden deze lijnen niet door de punten van de stations Zoutkamp en Delfzijl mogen worden getekend.

Op de plaats van Den Helder is de vertikaal P_1 van Harlingen P_2 en van Terschelling P_3 opgericht. In de snijpunten zijn voor elke vertikaal vier getalswaarden afgelezen. De vertikalen vertegenwoordigen, als boven reeds werd opgemerkt, geen aanwijsbaar topografisch punt. De afgelezen getalswaarden hebben ook niet betrekking op de stations Den Helder, Harlingen, Terschelling. Het zijn parameters zonder aanwijsbare relatie tot de bestaande topografie.

Vervolgens is vastgesteld in welke betrekking de stormvloedhoogten, waargenomen aan de stations Den Helder, Harlingen, Terschelling, staan tot deze denkbeeldige hulppunten. Daartoe zijn van 33 stormvloeden en hoge vloeden, opgetreden na 1932, overeenkomstige figuren samengesteld. Telkens zijn nl. de aan de 7 stations in het zuidwesten en aan de 2 in het noorden waargenomen vloedhoogten uitgezet boven grenspeil. Deze punten zijn onderling door een vloeiende lijn verbonden en het snijpunt van deze lijn met de vertikalen P_1 , P_2 , en P_3 werd vastgesteld en afgelezen. Deze waarden werden uitgezet tegen de in Den Helder, Harlingen en Terschelling waargenomen vloedhoogten.

Fig. 13 geeft als voorbeeld het diagram voor de stormvloed van 1 februari 1953. Deze stormvloed is het hoogste in het zuidwesten en loopt van IJmuiden af sterk terug. Elke stormvloed heeft zo zijn eigen karakter, van zuid naar noord hetzij oplopend, danwel teruglopend.

Fig. 14 geeft een beeld van het gemiddelde der 5 hoogste stormvloeden. Zoals uit de figuren 12 en 14 blijkt, verloopt de overschrijding van grenspeil vrijwel gelijkmatig en ontlopen de waarden langs de kust elkaar niet veel in grootte.

De aan elk der drie Waddenzeestations waargenomen stormvloedhoogten en de waarden van respectievelijk P_1 , P_2 en P_3 blijken sterk gecorreleerd te zijn, zodat door de betreffende punten een lijn getekend kon worden, die dit verband weergeeft. Op deze lijn nu zijn de volgende waarden afgelezen.

	10^{-1}	10^{-2}	10^{-3}	10^{-4}	G.HW	grenspeil
Den Helder	275	359	434	505	50	215
Harlingen	342	433	508	580	83	273
Terschelling	301	385	459	530	77	245

Tabel 1 Aequivalente hoogten in cm + N.A.P. aan de 3 primaire Waddenzeestations.

Van deze punten is gebruik gemaakt om de frequentielijnen voor de drie Waddenzeestations te construeren. Van de overige Waddenzeestations zijn de vereiste gegevens afgeleid uit de drie hoofdstations door middel van interpolaties en betrekingslijnen.

Het karakteristieke van de hier toegepaste methode is, dat geen gebruik is gemaakt van de stormvloedten van vóór 1932 en dus ook geen correctie behoefde te worden toegepast. Voorts is niet gewerkt met een te korte periode om frequenties te berekenen, doch is door interpolatie langs de kust een verband gelegd met de volledige termijn van 88 jaar.

14. De extrapolatie boven 10^{-2} .

Uit de voorgaande beschouwingen is gebleken, dat de frequentielijnen tot ongeveer 10^{-1} voldoende scherp zijn bepaald door het waarnemingsmateriaal. Voorts is gebleken, dat de steilheid der individuele lijnen bij 10^{-1} moet passen in de door fig. 10 aangegeven samenhang. Daardoor is ten aanzien van het individuele station voor wat betreft plaats en steilheid van de frequentielijn bij 10^{-1} reeds weinig discussie meer mogelijk. In de derde plaats werd gebruik gemaakt van de waarnemingen 1953, welke punten aanleiding gaven tot nadere fixering van de onderlinge ligging der frequentielijnen tot 10^{-2} à 10^{-3} .

Een nog verder gaande extrapolatie is intussen gewenst. In de eerste plaats omdat, naar in § 15 nog nader ter sprake komt, stormvloedstanden mogelijk zijn van aanzienlijk grotere hoogte dan 1953. Men doet goed de frequentielijnen zover te extrapoleren, dat ook tenminste de in § 15 te noemen standen worden omvat. Voorts is overwogen, dat men bij waterbouwkundige werken van groot formaat nu eenmaal rekening moet houden met kleinere kansen en grotere tijdmaten dan gebruikelijk is in de privé sfeer.

Zo zal men in de privé sfeer te maken hebben met een tijdvak van 50 jaar of meer, een risico van 20% op een voor belanghebbende desastreuze ramp hoog noemen en misschien een risico van 5% aanvaardbaar achten.

1) De kans op schade aan een woonhuis door brand bedraagt ea. 0,005% (= $5 \cdot 10^{-5}$) per jaar. Men neemt deze geringe kans terdege au serieux. Het afsluiten van een verzekering is algemeen gebruikelijk.

Dit richt de aandacht in de privé sfeer reeds op de frequentie 10^{-3} . 1) (blz. 15)

Voor locale belangen wordt het tijdvak, dat in het oog genomen moet worden, al spoedig 100 à 200 jaar. Niet omdat een enkel kunstwerk niet na 20 of 50 jaar zou kunnen worden versterkt of verhoogd, doch omdat de eenmaal aangelegde norm ook norm is geworden voor tientallen objecten in de omgeving. Een geheel plaatselijke situatie herzien naar zwaardere normen is gebleken uitermate kostbaar te zijn. Men moet dus in het oog nemen de elkaar overlappende levensduur van geografisch nauw samenhangende objecten; men denke aan de industriedijken. Naast een langere termijn komt een lager te nemen risico, vanwege de grotere en meer ingrijpende belangen. Bij een risico van 1 à 10% komt men voor locale belangen tot het beschouwen van frequenties tot 10^{-4} .

Voor belangen van nationale aard, als de bestaanszekerheid van centraal Holland, zal men hebben te denken aan een tijdvak van meerdere eeuwen. Wanneer men thans voor grote complexen als "Rotterdam", "IJmuiden" e.d. een basispeil vaststelt, dan strekken de gevolgen van deze vaststelling zich tot over vele eeuwen uit tot ver voorbij de bestaansduur van de diverse afzonderlijke kunstwerken. Men kan hier dan met extreem hoge kosten later alsnog die normen verhogen. Een volkomen doorbraak van de zeekering in dit gebied zou een ramp van onvoorstelbare afmetingen kunnen aannemen. Hoe klein zal men het risico willen nemen, 5%, 1%, 0,1%? Uiteraard spelen de kosten om het risico te verlagen hierbij mede een rol.

Het laat zich echter aanzien dat, om terzake tot een verantwoorde beslissing te komen, men moet kunnen beschikken over de frequentiekromme die bijv. $\frac{1}{2}$ % kans op 500 jaar kan geven, dus afleesbaar is tot 10^{-5} .

Voor de betreffende extrapolatie is uitgegaan allereerst van de extrapolatie van de lijn van Hoek van Holland, besproken in § 9.

Voorts is aangenomen, dat een samenhang als aangegeven in fig. 10, ook moet bestaan voor bijv. het hoogteverschil tussen 10^{-4} en 10^{-5} . Een goede aanpassing van alle lijnen langs de kust werd verkregen voor een steilheid, rechtlijnig verlopend van te Vlissingen 75 cm tot in de Eemsmond 65 cm. Daarbij is de steilheid te Hoek van Holland de door de betreffende frequentielijn (§ 9) aangegeven waarde van 72 cm.

Volgens dit schema lopen de frequentielijnen van 10^{-5} te Vlissingen dus iets steiler dan voor de Eemsmonding. Zie ook fig. 9. Of dit hellingsverschil een fysische betekenis heeft kan buiten beschouwing blijven, daar de afwijkingen van een algemeen gemiddelde van bijv. 70 cm zo gering zijn, dat het zinloos is daarvoor naar fysische achtergronden te zoeken. Een sterk afwijken van de gevolgde werkwijze blijkt niet wel mogelijk zonder in conflict te komen met de eis van continuïteit, die uiteraard aan alle frequentielijnen gesteld moet worden.

Bij deze veronderstellingen komt men tot lijnen die in het algemeen licht naar rechts afbuigen. De afbuiging naar rechts is voor een lijn als bijv. Bergen op Zoom reeds in § 12 uitvoerig toegelicht. Een steiler beloop moet mede op historische gronden worden afgewezen. Immers, indien standen van meer dan 5 m + in de Oosterschelde en van 6 m + N.A.P. in de Dollard een frequentie zouden bevatten van 10^{-2} of meer, zouden er sinds de middeleeuwen verscheidene rampen van onvoorstelbare omvang moeten zijn opgetreden in genoemde gebieden. Dit is niet in die mate het geval, zodat uit dien hoofde al een omgebogen frequentielijn moet worden aangenomen. Wat voor Oosterschelde en Eems geldt, geldt min of meer voor de westelijke Waddenzee en voor de andere zeearmen in het zuidwesten.

De voorgaande beschouwingen bevatten dus elementen, die een veel steiler lopen van de frequentielijnen min of meer uitsluiten en anderzijds elementen, die een aanmerkelijk vlakker verloop uitsluiten. Juist door de noodzakelijke onderlinge samenhang, die er tussen de 33 geproduceerde frequentielijnen bestaat, is de vrijheid van extrapolatie van elke lijn afzonderlijk beperkter geworden. Dienovereenkomstig is de waarschijnlijkheid, dat de extrapolatie van dit complex van frequentielijnen in grote trekken juist is groter, dan de extrapolatie van slechts één enkele frequentielijn zou kunnen zijn.

Dat de extrapolatie van de frequentielijn van Hoek van Holland, die als solitair geval tot uitgangspunt van het gehele complex lijnen heeft gediend, op zo ongeunstige wijze zijn plaats daarin kan innemen en handhaven verhoogt ongetwijfeld de waarde, die men aan deze lijn kan toekennen.

15. De plaats van P 1953.

Beschouwt men de ligging der werkelijk opgetreden stormvloed op de frequentielijnen dan blijkt, dat de stormvloedden 1894, 1906, 1916, 1928 enz. alle vrij dicht opeen gelegen zijn aan de staart van de waarnemingspunten. Daarop volgt eenzaam het punt 1953. Zouden wij waarnemingen ter beschikking hebben gehad over een 300- of 500-jarig tijdvak, dan zou het hiaat tussen het geïsoleerde hoge punt 1953 en de naast lagere stormvloed, die van 1894, opgevuld zijn geweest met een 5 à 8-tal stormvloedden. De fysische realiteit van dit gebied behoeft na het optreden van de stormvloed 1953 geen nader bewijs meer.

Dat de frequentielijnen ook boven het punt 1953 volledig fysische realiteit bezitten blijkt uit het volgende. Bij de stormvloed van 1 februari 1953 waren als gunstige factoren aan te wijzen:

1. het astronomisch hoogwater was enige decimeters lager dan het springtij op bijv. 18 januari 1953;
2. het maximum stormeffect, dat voor deze storm op 370 cm gesteld kan worden, viel niet samen met het hoogwater, doch enige uren daarvoor.

Een onderzoek, zich uitstrekkend over alle stormvloeden van 90 jaar, heeft aangetoond, dat het maximum stormeffect in elke fase van het getij kan vallen en evenveel kans heeft om samen te vallen met het hoogwater als met welke andere fase ook. Voorts is gebleken, dat er een wisselwerking is tussen getij en stormvloed en wel in die zin, dat naarmate de gesommeerde hoogte groter is er een zeker percentage door onderlinge tegenwerking verloren gaat. 1)

Het is met deze gegevens mogelijk om te berekenen hoe hoog de waterstanden geweest zouden zijn, indien de orkaan 1953 zou zijn opgetreden op 18 januari van dat jaar en het maximum stormeffect zou zijn samengevallen met het hoogwater van die dag. Deze berekening wordt in tabel 2 weergegeven.

	1 springtij 18 jan. 53 m + NAP G	2 storm- effect 1953 W	3 toeslag op storm- effect (zie tekst)	4 reductie- factor f	5 reduc- tie f.GW	6 p 1953 1+2+3+5 m + N.A.P.	7 fre- quen- tie
Vlissingen	2,49+	3,70m	-60	0,06m ⁻¹	-46 cm	5,13 +	5.10 ⁻⁴
Brouwershaven	1,68+	3,70	-25	0,03	-17	4,96 +	3.10 ⁻⁴
Hoek van Holl.	1,25+	3,70		0,03	-14	4,81 +	2.10 ⁻⁴
Rotterdam	1,32+	3,70		0,08	-39	4,63 +	2.10 ⁻⁴
Den Helder	0,80+	3,70		0,00	0	4,50 +	6.10 ⁻⁴
Harlingen	1,30+	3,70	+35	0,00	0	5,35 +	4.10 ⁻⁴
Delfzijl	1,54+	3,70	+120	0,05	-38	6,06 +	4.10 ⁻⁴

Tabel 2 Berekening van de potentiële stormvloedhoogte 1953 uit max. gemeten stormeffect + hoog springtij-reductie.

De berekening is uitgevoerd voor 7 stations, kolom 1 geeft het hoge springtij van 18 januari 1953, d.i. 14 dagen vóór de ramp. Kolom 2 geeft het maximum stormeffect, waargenomen aan de kust tijdens de stormvloed van 1 februari 1953, hier voor de gehele kust gesteld, behoudens de daarop volgens kolom 3 toegepaste correcties. Voor Vlissingen is het in 1953 gemeten maximum stormeffect van 3,10 m aangehouden, dus een correctie van -60 om aangebracht, die kan worden geïnterpreteerd als afzuiging door het Kanaal. Voor Brouwershaven is 25 cm afgetrokken zodat het stormeffect op het gemeten bedrag 355 om komt.

Voor Harlingen is een additionele opwaaiing van 35 cm bijgevoegd zodat het stormeffect op het in 1953 te Harlingen gemeten bedrag van 405 om komt.

1) Nota: Reduerende wisselwerking astronomisch getij en springvloed.

Voor Delfzijl geeft het stormeffect van 1 februari 1953 geen houvast voor de hier bedoelde berekening. Om niettemin ook van Delfzijl een aan P'53 aequivalente waarde te berekenen kan als volgt tewerk worden gegaan. Wij nemen aan, dat ook voor Delfzijl 370 cm stormeffect een aequivalente waarde vertegenwoordigt. Voorts ziet men op fig. 5, dat te Hoek van Holland het peilverschil tussen HW en 10⁻² 265 cm groot is tegen te Delfzijl 385 cm (fig. 6). Er is dus te Delfzijl bij gelijk genomen stormeffect 120 cm méér stijging. Deze extra stijging is het gevolg van het bankeneffect, beschreven in § 6. Dit bedraagt bij 10⁻² dus 120 cm. (Op de Oosterschelde is het netto-bankeneffect volgens § 6 65 cm.) Dit bedrag neemt bij grotere hoogte weliswaar weer af, doch in het noorden is bij 10⁻³ à 10⁻⁴ die reductie nog nauwelijks merkbaar. Omtrent de kolommen 4 en 5 dient het volgende ter nadere toelichting. Uit een daarnaar ingesteld onderzoek (zie [5]) is gebleken, dat er een zekere wisselwerking is tussen getij en stormvloed. Zij werken elkaar in sommige gevallen in de hand en in sommige gevallen tegen. Zij werken elkaar bijvoorbeeld in de hand in de westelijke Waddenzee. Aldaar wordt het toegangsprofiel te ruimer, naarmate de stormvloed hoger is. Voorts nemen de weerstanden op de Waddenzee zelf af naarmate de waterdiepte op de platen toeneemt. Voor Den Helder en Harlingen is in kolom 4 de reductiefactor op 0 gesteld.

In de meeste andere gebieden is er een zekere onderlinge tegenwerking tussen getij en stormvloed. De stormvloedhoogte is iets kleiner dan volgt uit de optelling van astronomische hoogte en stormeffect en wel wordt de hoogte H:

$$H = \text{astr. getij } G + \text{stormeffect } W - f.G.W.$$

De hoogtereductie blijkt evenredig te zijn met de getijhoogte G, gemeten boven gemiddeld zeeniveau, en het stormeffect W, vermenigvuldigd met een coëfficiënt f. Deze coëfficiënt is aan de kust ongeveer 0,03 en neemt landwaarts toe. Ten gevolge van de ondiepe zee in het uiterste zuiden is f voor Vlissingen reeds 0,06. Voor Rotterdam 0,08. In kolom 4 is gegeven de grootte van de hoogtereductie in cm.

Door optelling van 1, 2, 3 en 5, worden gevonden de in kolom 6 gegeven "potentiële stormvloedstanden 1953", (P 1953) welke zouden zijn opgetreden, indien de storm van 1 februari was samengevallen met het springtij van 14 dagen eerder en het maximum stormeffect juist met hoogwater. Het zijn dus fysisch reële standen; alle componenten berusten op directe waarneming.

De 7 voor P'53 berekende waarden zijn in de betreffende frequentielijnen aangegeven. De fysische realiteit der frequentielijnen strekt zich dus niet alleen tot het punt 1953 uit, doch wordt reeds door de stormvloed 1953 zelf gebracht tot meer dan een meter hogere peilen.

De 7 waarden van P¹⁹⁵³ vallen wat de frequentie betreft nagenoeg samen. Het gewogen gemiddelde voor de waarde van P¹⁹⁵³ kan op ongeveer $3,10^{-4}$ worden aangehouden. De individuele berekende waarden wijken hiervan niet meer dan 2 dm af.

Dat deze frequenties over de gehele kust niet volkomen dezelfde zijn is terstond evident indien men zich realiseert, dat de waarden in tabel 2 niet op 1 of 2 dm exact zijn. Voorts is de reductie f.G.W. (kolom 5) eveneens niet op 1 dm nauwkeurig. Tenslotte is de plaats van de frequentielijnen waarop de frequenties van P 1953 worden afgelezen, slechts tastenderwijs bepaald. De afwijkingen zijn echter zo gering, dat een nadere discussie daarover geen zin heeft.

De hoogte van P 1953 is een fysisch zo reële waarde, dat hij in betekenis weinig achterstaat bij een werkelijk opgetreden stormvloedhoogte. Extrapolatie der frequentielijnen tot 10^{-4} ligt dus nog geheel in het gebied der fysieke realiteit.

Wat betreft Delfzijl, waar in 1953 geen hoge stand is opgetreden, geeft het volgende nog een nadere ondersteuning. In Zeeland liggen de waarden P 1953 1,55 m hoger dan de relatief hoogste standen van de stormvloed van 1825. Nu is de stormvloed van 1825 ook te Delfzijl ernstig geweest en tot heden niet overtroffen. Wanneer hetzelfde bedrag van 1,55 m wordt gevoegd bij de hoogte 4,60 m + N.A.P. te Delfzijl van 1825, dan wordt gevonden de hoogte 6,15 m + N.A.P. Dit is nagenoeg dezelfde hoogte, die uit de voorgaande berekening werd gevonden. De frequentie van deze 6,15 m + is $3,10^{-4}$, zijnde precies dezelfde als de berekening van tabel 2 geeft voor Brouwershaven. Al deze benaderingswijzen ondersteunen dus elkaar.

Naar het zich laat aanzien zijn deze P 1953 standen nog geenszins als de absoluut hoogste te beschouwen. Meteorologische deskundigen brengen naar voren, dat een orkaanwindveld op nog aanzienlijk ongunstiger wijze de Noordzee zou kunnen passeren. Een stormeffect van 5 m mag niet als onmogelijk worden beschouwd. 1)

Dit houdt in, dat standen, nog een meter hoger dan P 1953 of bijna 2 m hoger dan 1953, als fysisch mogelijk moeten worden gezien. Dat wil zeggen, dat de hier gegeven extrapolatie der frequentielijnen zich nog geheel bevindt op het terrein van de direct aantoonbare reële mogelijkheden.

16. Tabel equivalente hoogten.

Aflezings der frequentielijnen voert tot de in tabel 3 weergegeven equivalente hoogten. Als uitgangspunt heeft gediend Hoek van Holland, alwaar de peilen 530, 515, 500, 485, 470, 455, 440.

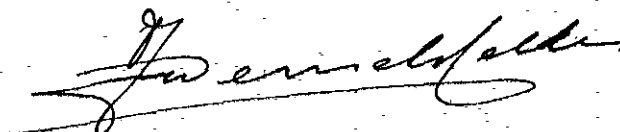
1) Zie bijlage K.N.M.I.

zijn genomen. Daarbij is de frequentie afgelezen en vervolgens is afgelezen welke hoogte bij deze frequenties behoren in alle overige stations. De frequenties hebben dus slechts gediend als parameter.

Het eventueel minder juist zijn dezer frequenties zal slechts in onbelangrijke mate invloed hebben op de in deze tabel weergegeven hoogte. Volledigheidshalve zijn in deze tabel mede opgenomen de stormvloedstanden opgetreden 1 februari 1953, in kolom 6 de standen P'53 en in kolom 7 de standen O'53, zijnde de standen, die aan de diverse peilmeetstations eenzelfde frequentie hebben als die bij de stormvloed 1953 te Brouwershaven werd waargenomen, nl. 3,10-3.

Voorts in kolom 8 de in 1953 waargenomen topstanden, aangevuld voor wat het noorden betreft met de vóór 1953 waargenomen hoogste standen in kolom 9. Tenslotte is kolom 10 het grenspeerl, dat ook in alle figuren voorkomt. De stations, waarvan frequentielijnen zijn opgesteld, zijn in tabel 3 gemerkt.

's-Gravenhage, 15 oktober 1957.



LITERATUUR

- [1] Ir P.J. Wemelsfelder, "Wetmatigheden in het optreden van Stormvloed".
De Ingenieur 1939 no. 9.
- [2] Ir P.J. Wemelsfelder, "De overstromingsramp 31 jan. - 1 febr. 1953, Waterstanden".
De Ingenieur 1953 no. 33.
- [3] Dr J.J. Dronkers, "Over de hoogste Waterstanden langs de Nederlandse kust".
Voorlopig rapport 1953.
- [4] Ir P.J. Wemelsfelder, "De Stormvloed van 1 februari 1953 op de Noordzee. Nader beschouwing van internationale gegevens".
De Ingenieur 1954 no. 22.
- [5] Ir P.J. Wemelsfelder, "Reduerende wisselwerking tussen astronomisch getij en stormvloed".
Rapport 1954.
- [6] Prof.Dr. J. Hemelrijk, "Over de extrapolatie van de hoogwateroverschrijdingslijn van Hoek van Holland".
Mathematisch Centrum 1954-11 (2).

's-GRAVENHAGE

KONINGSKADE 25

TELEFOON 183280

Aan Bouwkundige Dienst van het
Londawezen, Betonning en Verlichting
Groenhovenstraat 7
's-Gravenhage

VERTROUWELIJK

UW KENMERK: ND/3016 UW BRIEF VAN:

28 april 1958

ONS KENMERK: no. 7216

's-GRAVENHAGE

22 november 1958

ONDERWERP:

gegevens waterstanden en
zeeweringen.BIJLAGEN: TERUG:
NIEUW:

Naar aanleiding van Uw bovenvermelde brief kan ik U het volgende mededelen.

Op heden kunnen nog niet al Uw vragen volledig worden beantwoord. Ik geef U daarom thans enige gegevens, ook al zijn ze nog onvolledig, teneinde verdere vertraging in de beantwoording van Uw brief te voorkomen. De door U genoemde plaatsen liggen alle buiten het gebied der Deltawerken in engere zin. Het is onaanvaardbaar dat de uitvoering der Deltawerken enige verhoging van betekenis der waterstanden bij de door U genoemde plaatsen zal meebrengen. Dat wel op deze plaatsen tot dijkverhogingen wordt overgegaan, vindt zijn oorzaak in het betere inzicht, dat heden bestaat over de frequentie van hoge waterstanden en de risico's, die met het optreden van zulke hoge standen gepaard gaan.

Door de Deltacommissie zijn zg. basispeilen opgesteld voor de dimensionering van dijkprofielen. Deze peilen zijn zo hoog gekozen dat de onvermijdelijke risico's tot toelaatbare waarden worden teruggebracht.

Ten aanzien van de door U in vraag a gewenste inlichtingen over de normale en bijzondere hoogwaterstanden volgen hieronder in tabelvorm enige gegevens.

- Best Verschelling -

	Gemiddeld HW	Gruispeil (frequentie 0,5 per jaar)	Hoogste be- kende stand (1935)	Basispeil (frequentie 10-4) per jaar
Vest Terschelling	77cm +NAP	245 cm+NAP	518 cm +NAP	530 cm +NAP
Den Helder (Marinehaven)	50 "	215 "	385 "	395 "
Hoek van Holland	50 "	242 "	385 "	390 "
Vestkapelle	171 "	305 "	435 "	545 "
Vlissingen	190 "	327 "	455 "	555 "
Borssele	194 "	335 "	470 "	560 "
Hoedekenskerke	212 "	325 "	490 "	605 "

De golfloop bij het basispeil moet worden gevonden op grond van waarnemingen of op grond van theoretisch/ empirische resultaten van modelproeven. Ook de vorm van het dijksprofiel speelt bij de golfloop een belangrijke rol. Voor vele der genoemde plaatsen is het onderzoek naar golfloop nog gaande.

Gen aanzien van de vraag b kan worden medegedeeld, dat dijkkruinhoogte worden vastgesteld op grond van het door de Deltacommissie geadviseerde basispeil, verhoogd met sekere bedragen voor langperiodige buitstoten, voor bodemdaling en zeespiegelrijzing, voor klink en voor golfloop door windgolven.

De inlichtingen, die ik over de voorgenomen kruisverhogingen heb verkregen, zijn hieronder vermeld.

1. Terschelling.

De Rijkswaterstaat heeft op Terschelling geen beheer over zee- en waterkerende dijken. Het waterschap "De Terschellingse Folders" gelegen langs de Waddensee overweegt zijn dijken te verhogen tot 6 en 6,5 m + N.A.P.

2. Den Helder

De weewering bij de Marinehaven zal worden verhoogd. Het juiste bedrag der verhoging wordt op het ogenblik bestudeerd door Studiediensten van de Rijkswaterstaat.

3. Hoek van Holland

De nieuwe weewering zal langs de spoorlijn lopen naar Hoek van Holland en vandaar naar de duinkust. De kruinhoogte is plaatselijk voorlopig vastgesteld op 8 m + N.A.P.

4. Vestkapelle

Voorlopige plannen zijn gereed, waarin een dijkshoogte is voorzien van 12 m + N.A.P. nabij dijkspaal 7, geleidelijk oplopend tot 13,50 m + N.A.P. bij dijkspaal 23. Verder naar het Noordoosten blijft een dijkshoogte van 13,50 m + N.A.P. voorzien.

5. Vlissingen

In Vlissingen is geen verhoging der waterkering (ca 9 m + N.A.P.) voorzien, daar een buitenberm is aangelegd, waardoor de golf-overslag zal worden gereduceerd.

6. Borssele

Er is een kruisverhoging tot 9,00 + N.A.P. voorzien.

7. Hoedekenskerke Er bestaan plannen tot verhoging der dijkkruin tot 6,5 m + N.A.P.

Zoals uit bovenstaande blijkt staan de plannen op de meeste plaatsen nog allerminst vast, zowel wat betreft dijkskruinhoogte als dijksprofiel.

Ik adviseer U derhalve bij het maken van plannen tot bouwkundige voorzieningen aan Uw kustlichten en bakens in overleg te treden met de volgende Rijkswaterstaatsdiensten.

Voorzoveel betreft Verschelling met de hoofdingenieur-directeur van de Rijkswaterstaat in de directie Friesland, Bewal 92A te Leeuwarden;

Den Heider (Marinehaven): de hoofdingenieur-directeur van de Rijkswaterstaat in de directie Noordholland, Wagenweg 66 te Haarlem;

Hoek van Holland: de hoofdingenieur-directeur van de Rijkswaterstaat in de directie Benedenrivieren, van Hogenhoucklaan 60 te 's-Gravenhage en

Westkapelle, Vlissingen, Borssele en Hoedekenskerke: de hoofdingenieur-directeur van de Rijkswaterstaat in de directie Zeeland, Koorkerkhof 7 te Middelburg.

Ik maak er U opmerkzaam op, dat bovengenoemde gegevens als strikt vertrouwelijk moeten worden beschouwd en niet buiten Uw dienst bekend gemaakt mogen worden.
Coll. ✓/H.

de Hoofdingenieur-Directeur,

1903 100 10 (100)

.....

BESPREKINGSRAPPORT

Onderwerp: Beveiliging Verspelling Beveiliging

Bespreking met: W. H. B. Buisson

Te: Tel. Datum: 25 Oct. 1908

De Rijkswaterstaat heeft op
heeft geen bezwaar over een
(beveiliging of Verspelling) (enkel worden
wordt ingedeeld)

De beveiliging van de Verspelling
polder, gelegen aan de Wadden
Oeverkant van het eiland is
in bezit van een onderhand bij
het waterschap. "de Verspellingpolder"

Er zijn plannen om de rechte
verboven tot 6 en 6,5 + H.A.P.

De plannen zijn ter goedkeuring
ingezonden aan de Rijkswaterstaat
en worden op het openbaar
beveiligd bij de D.C.

Gezien:

De 25 Oct 08

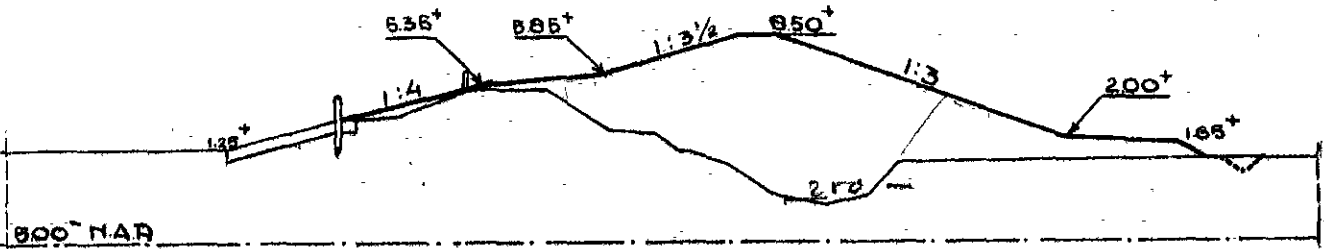
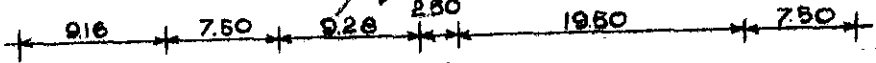
Jb

vertoormetijk ten nagegelegen.

WAARDE PR.

dp. 27

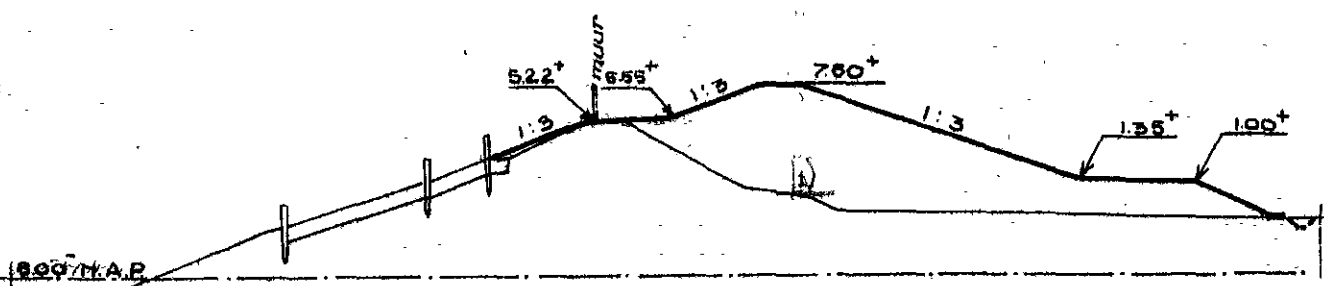
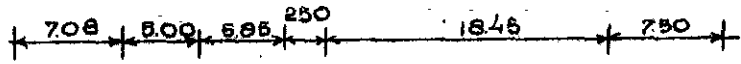
*met ook worden aangevoerd
v. d. d. 30-56 in 1964*



HOEDEKENSKERKE PR.

dp. 30

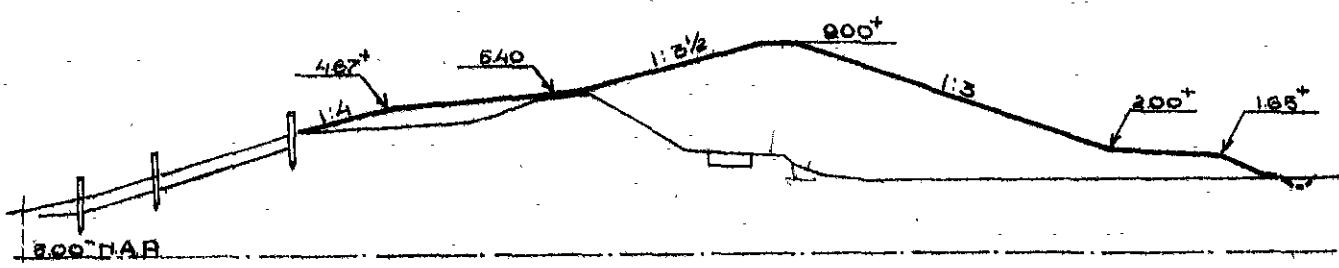
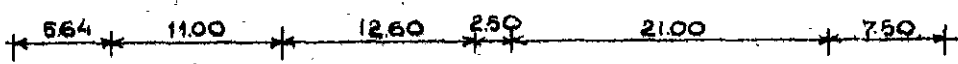
was aangevoerd in 1968 of 1969



CAL. BORSSELE PR.

dp. 33

was aangevoerd in '89 of '60



SCHAAL 1:500

PROV. WATERSTAAT ZEELAND

BUREAU BIJZONDERE WERKEN

no.5252/1958
vorigno.2773

Afschrift
in *Wemelsfelder*

Bouwkundige Dienst
van het
Loodswezen, Betonning en Verlichting
Groenhovenstraat 7, tel.183807.08.09

de heer Hoofdingenieur-Directeur
van de Rijkswaterstaat in de directie
Algemene Dienst,
van Hogenhoucklaan 60
's-Gravenhage

ons nummer
ND/3351

's-Gravenhage
29 augustus '58

onderwerp: gegevens waterstanden en zeewering.

Ik moge u wel mijn brief van 28 april 1958 no. ND/3016 in herinnering brengen op de beantwoording waarvan ik bijzonder veel prijs stel.

de Chef v/d Bouwkundige Dienst
van het Loodswezen, enz.
w.g.F.de Ruijter
F.de Ruijter

St. H. v. d. ...
4

BOUWKUNDIGE DIENST

van het
Loodswezen, Betonning en Verlichting
Groenhövenstraat 7 - Tel. 183807-08-09

→ Verzoeken bij Uw antwoord
datum en nummer van dit
schrijven aan te halen.

*Koninkrijk
v.d. ...*

De Heer Hoofdingenieur-Directeur
van de Rijkswaterstaat in de Directie
Algemene Dienst,
v. Hogenhoucklaan 60,
's-Gravenhage.

Ons Nummer: 's-Gravenhage
ND/3016 28 april 1958.

Onderwerp: gegevens waterstanden en zeewering.

Ik heb de eer u te doen weten dat ik het op prijs stel
door u te worden ingelicht betreffende:

- a. de normale- en de bijzondere hoogwaterstanden met
golfoploop op de hierna te noemen plaatsen aan of na-
bij de Noordzeekust, zoals die worden verwacht nadat
de oelwaterwerken zullen zijn voltooid;
- b. de op die plaatsen voorgenomen wijziging van de zeewe-
ring.

Ter toelichting van mijn verzoek diene, dat het Loodswezen
enkele kustlichten, bakens en andere objecten heeft welke
in, dan wel zeer dicht bij de zeewering zijn gelegen; wij-
ziging van de waterstanden en/of van de zeeweringen zullen
het treffen van voorzieningen aan deze objecten vrij zeker
noodzakelijk maken.

Het komt mij gewenst voor een en ander nu reeds te bezien;
uiteraard blijft de belangstelling vooreerst beperkt tot
de grote lijnen van de beschikbare gegevens en van de aan
de zeeweringen te treffen maatregelen.

De vorenbedoelde plaatsen zijn, van noord naar zuid:

*juist plegen
belleidert.*

- | | |
|--------------------------|----------------|
| [West-Terschelling | [Vlissingen |
| Den Helder (Marinehaven) | Borssele |
| Hoek van Holland | Hoedekenskerke |
| Westkapelle | |

Uw bericht wacht ik met belangstelling.

*over brug te behouden is de ...
met de plaatsl. dienst en de ...*

De Chef v/d Bouwkundige Dienst
van het Loodswezen, enz.

w.g. F. de Ruyter.

(F. DE RUYTER).

*1) Het oelwaterwerk ...
de ...*

Tabel 3: Aequivalente waterhoogten.

Kolom	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
overeenkomstige stand te Hoek van Holland	530 +	515 +	500 +	485 +	470 +	455 +	440 +	P'53	0'53	stormvloed 1953 wanneer	grens- peil
Frequentie	$3.8 \cdot 10^{-5}$	6.10^{-5}	10^{-4}	$1.7 \cdot 10^{-4}$	$2.6 \cdot 10^{-4}$	$4.4 \cdot 10^{-4}$	$7.0 \cdot 10^{-4}$	$3.10^{-4} \times$	$3.3 \cdot 10^{-3}$		0.5
Mond Westerschelde	F 590	575	560	545	530	515	500	-	450	-	315
Cadzand	610	595	580	565	550	535	520	-	470	475	340
Breskens	615	600	585	570	555	540	525	-	475	480	335
X Vlissingen	F 595	<u>580</u>	<u>565</u>	550	535	520	505	513	455	<u>455</u>	327
Zuidkraayert	605	590	575	560	545	530	515	-	470	470	340
hoofdplaat	620	605	590	575	560	545	530	-	485	485	345
Borssele	610	595	580	565	550	535	520	-	470	470	335
Ellewoutsdijk	615	600	585	570	555	540	525	-	475	475	345
Terneuzen	F 620	605	590	575	560	545	535	-	485	496	355
Hoedekenskerke	635	620	605	590	575	560	545	-	495	490	355
Hansweert	F 640	625	615	600	585	570	555	-	515	507	365
Waarde	650	635	625	610	595	580	565	-	520	515	370
Walsoorden	665	650	640	625	610	595	580	-	530	525	375
Bath	F 680	670	660	645	630	615	605	-	560	560	405
Hedwigpolder	675	665	655	640	625	610	595	-	545	543	395
Antwerpen	685	675	665	650	635	620	605	-	555	553	420
Westkapelle	575	560	545	530	515	500	485	-	435	435	305
Mond Oosterschelde	F 550	535	520	505	490	475	460	-	415	-	275
Burghsluis	F 555	540	525	510	495	480	465	-	420	420	275
Veere	580	565	550	535	520	505	490	-	445	450	300
Vlistepolder	565	550	535	520	505	490	475	-	430	435	285
Colijnsplaat	570	555	540	525	510	495	480	-	435	445	285
Zierikzee	F 570	555	540	525	510	495	480	-	435	432	290
Kortgene	580	565	550	535	520	505	490	-	445	454	300
Goesse Sas	595	580	565	550	535	525	510	-	465	465	315
Stavenisse	585	570	555	540	525	510	495	-	450	450	305
Gorishoek	615	600	585	570	555	540	525	-	475	470	340
Wemeldinge	F 605	590	575	560	545	530	515	-	470	468	330
Bergen op Zoom	F 635	625	610	595	580	565	550	-	515	517	365
Tholen	630	620	605	590	575	560	545	-	510	-	360
Mond Grevelingen	F 540	525	510	495	480	465	450	-	400	-	260
Oude Hoeve	540	525	510	495	480	465	450	-	400	410	260
Repart	545	530	515	500	485	470	455	-	405	418	265
Ouddorp	555	540	525	510	495	480	465	-	415	420	275

Bijlage III 2-9.0.1: equivalente waterhoogten.

Kolom	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
overeenkomstige stand te Hoek van Holland	530 +	515 +	500 +	485 +	470 +	455 +	440 +	grens-peil	0.53	stormvloed 1953
Overschrijdingswaarde	$3.8 \cdot 10^{-5}$	6.10^{-5}	10^{-4}	$1.7 \cdot 10^{-4}$	$2.6 \cdot 10^{-4}$	$4.4 \cdot 10^{-4}$	$7.0 \cdot 10^{-4}$	0.5	$3.3 \cdot 10^{-3}$	voorgekomen
Mond Westerschelde	590	575	560	545	530	515	500	315	450	-
Cadzand	610	595	580 ✓	565	550	535	520	340	470	475
Breskens	615	600	585 ✓	570	555	540	525	335	475	480
Vlissingen	595	580	565 ✓	550	535	520	505	327	455	455
Zuidkraayert	605	590	575 ✓	560	545	530	515	340	470	470
Hoofdplaat	620	605	590 ✓	575	560	545	530	345	485	485
Borssele	610	595	580 ✓	565	550	535	520	335	470	470
Ellewoutsdijk	615	600	585 ✓	570	555	540	525	345	475	475
Terneuzen	620	605	590 ✓	575	560	545	535	355	485	496
Hoedekenskerke	635	620	605 ✓	590	575	560	545	355	495	490
Mansweert	640	625	615 ✓	600	585	570	555	365	515	507
Maarde	650	635	625 ✓	610	595	580	565	370	520	515
Walsoorden	665	650	640 ✓	625	610	595	580	375	530	525
Bath	680	670	660 ✓	645	630	615	605	405	560	560
Hedwigpolder	675	665	655 ✓	640	625	610	595	395	545	543
Antwerpen	685	675	665	650	635	620	605	420	555	553
Westkapelle	575	560	545 ✓	530	515	500	485	305	435	435
Mond Oosterschelde	550	535	520	505	490	475	460	275	415	-
Burghsluis	555	540	525 ✓	510	495	480	465	275	420	420
Veere	580	565	550	535	520	505	490	300	445	450
Vlietepolder	565	550	535	520	505	490	475	285	430	435
Colijnsplaat	570	555	540	525	510	495	480	285	435	445
Zierikzee	570	555	540	525	510	495	480	290	435	432
Kortgene	580	565	550	535	520	505	490	300	445	454
Goesse Sas	595	580	565	550	535	525	510	315	465	465
Stavenisse	585	570	555	540	525	510	495	305	450	450
Gorishoek	615	600	585	570	555	540	525	340	475	470
Wemeldinge	615	600	585	570	555	540	525	330	475	468
Bergen op Zoom	655	640	625	615	600	585	570	365	530	517
Tholen	640	625	610	600	585	570	555	360	515	481
Mond Grevelingen	540	525	510	495	480	465	450	260	400	-
Oude Hoeve	540	525	510 ✗	495	480	465	450	250	400	410
Repart	545	530	515 ✗	500	485	470	455	265	405	418
Ouddorp	555	540	525	510	495	480	465	275	415	420

Bijlage III 2-9.0.1 : Aequivalente waterhoogten

Kolom		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
overeenkomstige stand te Hoek van Holland		530 +	515 +	500 +	485 +	470 +	455 +	440 +	grens- peil	0,53	stormvloed 1953 voorgekomen
Overschrijdingswaarde		$3.8 \cdot 10^{-5}$	6.10^{-5}	10^{-4}	$1.7 \cdot 10^{-4}$	$2.6 \cdot 10^{-4}$	$4.4 \cdot 10^{-4}$	$7.0 \cdot 10^{-4}$	0,5	$3.3 \cdot 10^{-3}$	
Brouwershaven	F	560	545	530	515	500	485	470	275	425	425
Bruinisse	F	585	570	555	540	525	510	495	315	450	450
Steenbergse Sas	F	600	585	570	555	540	525	510	320	465	465
Dintelsas		590	575	560	545	530	515	500	320	455	455
Ooltgensplaat		575	560	545	530	515	500	485	305	440	440
Mond Haringvliet	F	535	520	505	490	475	460	445	250	400	-
Goedereede		545	530	515	500	485	470	455	260	410	405
Hellevoetsluis	F	550	535	520	505	490	475	460	265	415	410
Middelharnis		555	540	525	510	495	480	465	275	420	417
Tiengemetten		570	555	540	525	510	495	485	300	440	435
Numansdorp		565	550	535	520	505	490	480	295	435	430
Willemstad	F	570	555	540	525	510	495	485	300	445	435
Koerdijk	F	535	520	510	495	485	475	460	290	425	410
Dordrecht		495	480	470	455	440	425	410	275	375	373
Puttershoek		500	485	475	460	445	430	415	275	380	375
Goidschalxoord		505	490	480	465	450	435	420	265	385	380
Poortugaal		500	485	475	460	445	430	415	260	380	378
Spijkenisse		495	480	470	455	440	425	410	255	375	367
Oud Beyerland		505	490	480	465	450	435	420	265	385	388
Zuidland		525	510	500	485	470	455	440	275	405	405
Ablasserdam		500	485	475	460	445	430	415	270	375	371
's-Gravendeel		510	495	485	470	460	445	425	275	390	385
Willemsdorp		525	510	500	485	475	465	450	285	415	405
Hoek van Holland	F	530	515	500	485	470	455	440	242	395	385
Kaassluis	F	510	495	485	470	455	440	430	240	385	375
Vlaardingen	F	505	490	480	465	450	435	420	250	380	371
Rotterdam	F	505	490	480	465	450	435	420	255	380	375
Krimpen a/d Lek		505	490	480	465	450	430	415	260	375	371
Scheveningen	F	565	550	535 ✓	520	505	485	470	260	420	397
Katwijk	F	570	555	540 ✓	525	510	495	480	265	430	405
IJmuiden	F	540	525	515 ✓	500	485	470	455	250	400	385
Den Helder	F	535	520	505 ✓	490	475	460	445	215	395	325

Kolom	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Overeenkomstige stand te Hoek van Holland	530 +	515 +	500 +	485 +	470 +	455 +	440 +	grens-peil	0'53	stormloed 1953
Overschrijdingswaarde	$3.8 \cdot 10^{-5}$	$6 \cdot 10^{-5}$	10^{-4}	$1.7 \cdot 10^{-4}$	$2.6 \cdot 10^{-4}$	$4.4 \cdot 10^{-4}$	$7.0 \cdot 10^{-4}$	0.5	$3.3 \cdot 10^{-3}$	voorgehouden
Westerland	605	590	575 ¹⁾	560	545	530	515	245	465	363
Den Oever	615	600	585 ¹⁾	570	555	540	525	255 ^x	475	370
Kornwerderzand	620	605	590 ¹⁾	575	560	545	530	275	480	373
Harlingen	610	595	580 ¹⁾	565	550	535	520	273	470	366
Nieuw Bildt	595	580	565 ¹⁾	550	535	520	505	270	455	360
Oostmahorn	605	595	580 ¹⁾	570	555	545	530	300	485	420 ¹⁾
Nieuwe Zijlen	620	610	595 ¹⁾	585	570	560	545	300	500	430 ²⁾
Zoutkamp	655	640	625 ¹⁾	615	600	585	570	310	525	445 ³⁾
Delfzijl	665	655	640 ¹⁾	625	615	600	585	334 ^x	540	460 ³⁾
Pieter	680	670	660	650	640	630	615	360	570	350
Nieuwe Statenzijl	710	700	690	680	670	655	640	370	595	541 ⁴⁾
Oude Schild	550	535	520	505	490	475	460	230	410	332
Vlieland	550	535	520	505	495	480	465	250	420	316
Perschelling	555	545	530	515	500	485	470	245	420	318
Nes	585	575	560	545	530	515	500	270	455	356 ¹⁾
Schermonnikoog	590	580	565	550	535	525	510	280	465	400 ¹⁾
Rottumeroog	595	585	570	555	545	535	525	310	485	420 ⁵⁾
Wadding Eems	615	605	590	575	560	545	530	300	480	-

F = overschrijdinglijnen in de figuren

1) in 1906

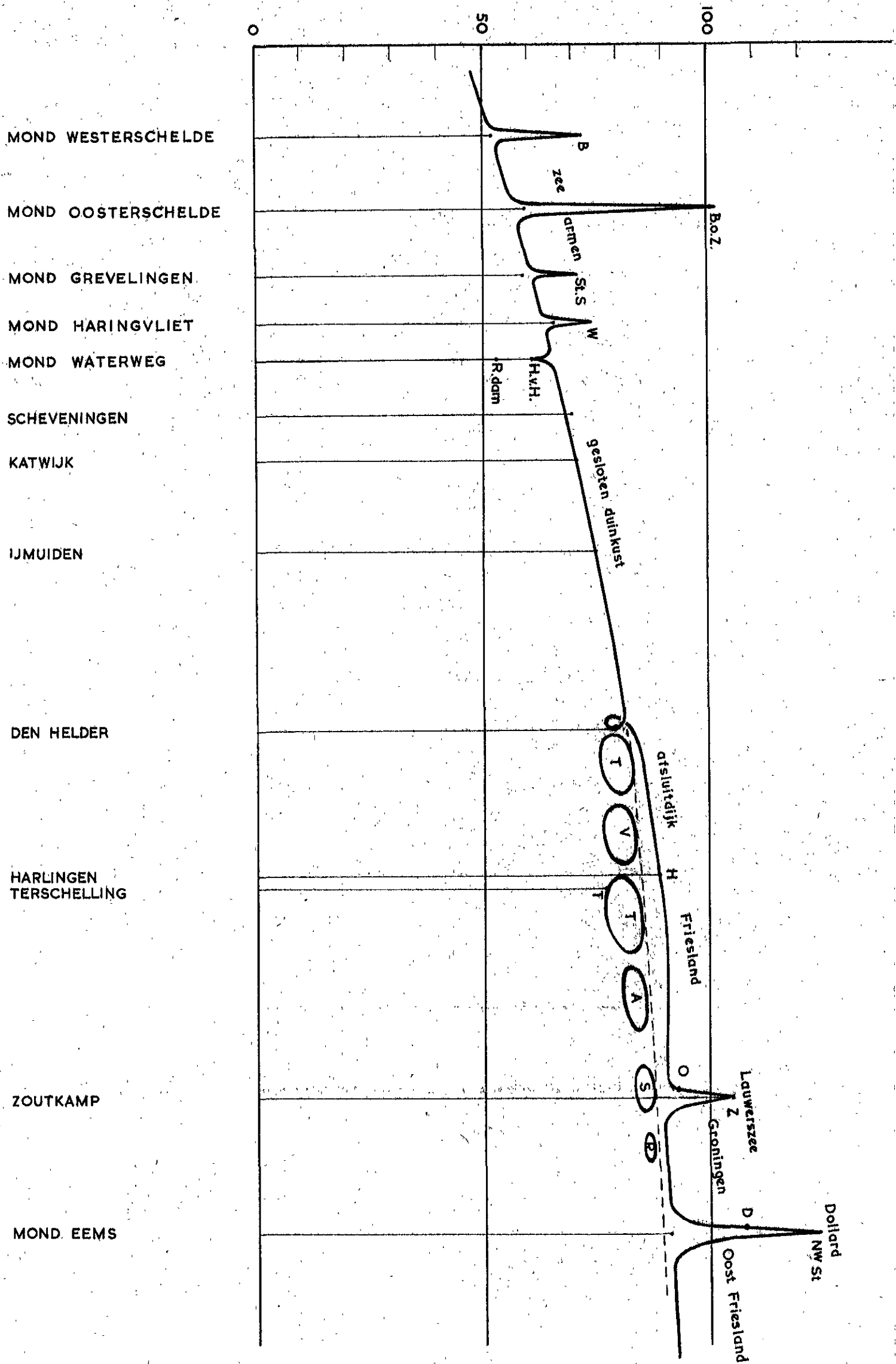
2) in 1944

3) in 1825

4) in 1877

5) in 1916

DECIMERINGSHOOGTE IN cm VAN 10^0 TOT 10^{-1}

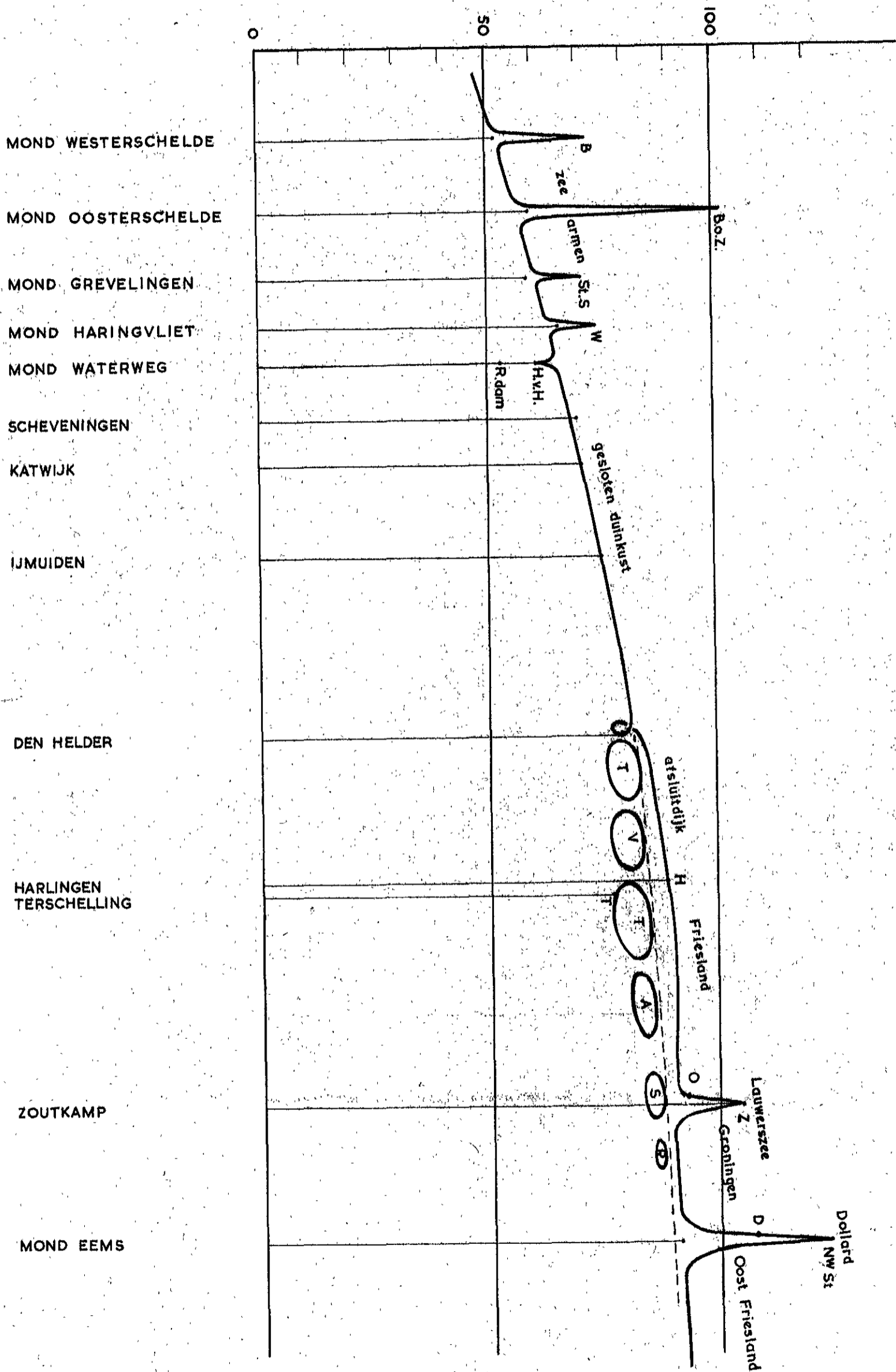


steilheid der overschrijdingslijnen in de omgeving van het grenspeil

(okt. 60 gew)

10

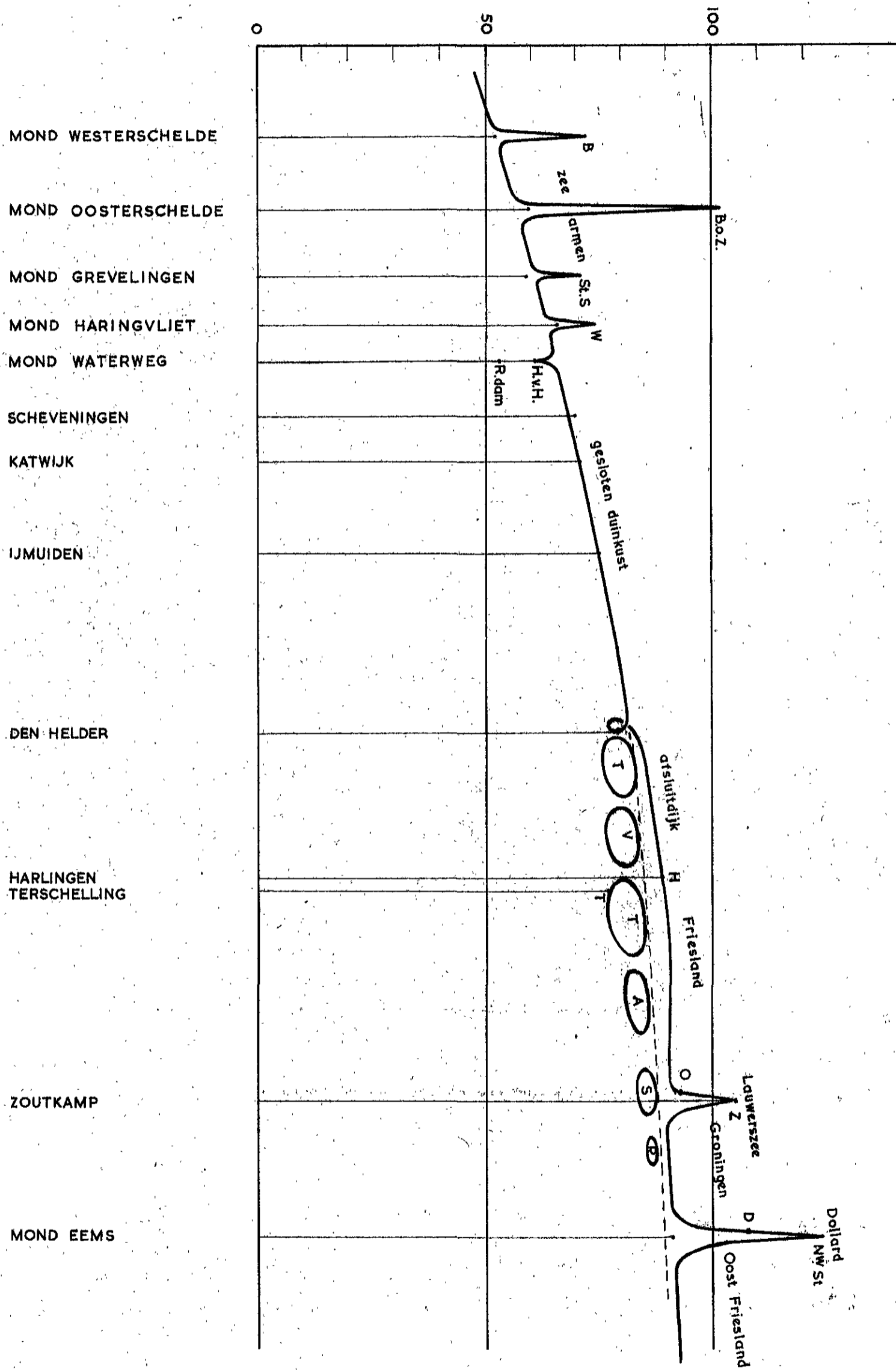
DECIMERINGSHOOGTE IN cm VAN 10^0 TOT 10^{-1}



steilheid der overschrijdingslijnen in de omgeving van het grenspeerl

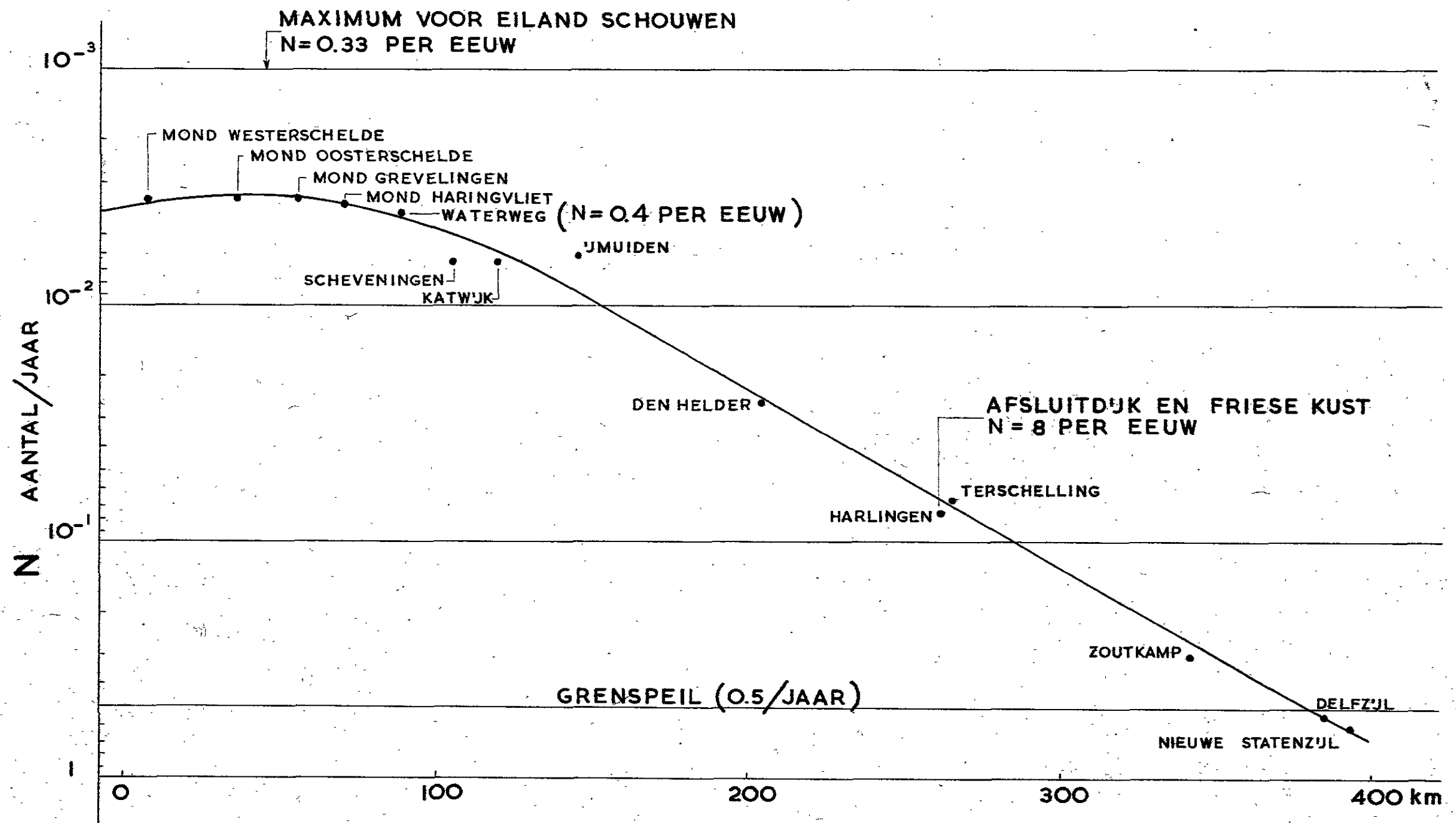
(okt. '60 gew.)

DECIMERINGSHOOGTE IN cm VAN 10^0 TOT 10^{-1}

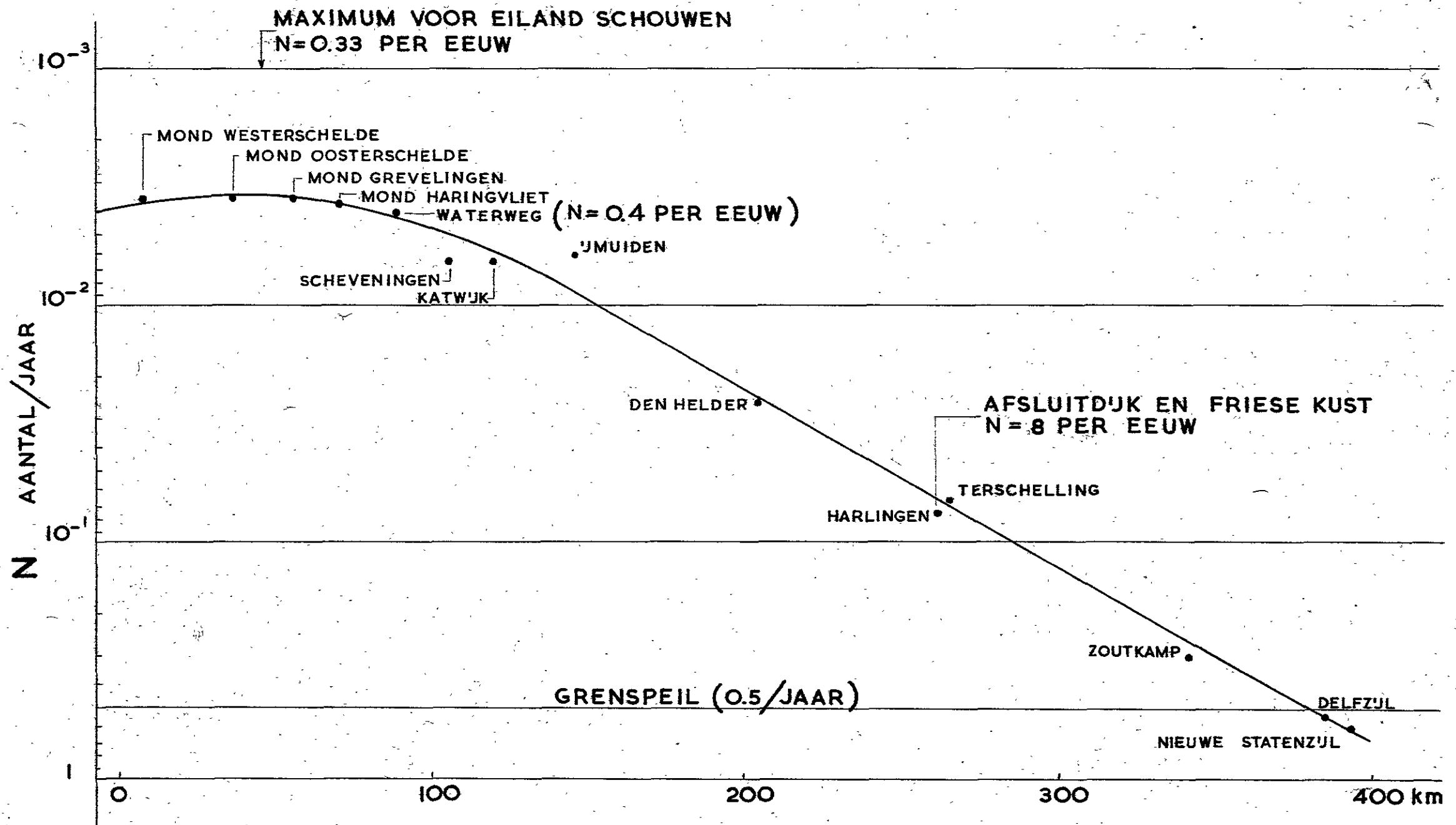


steilheid der overschrijdingslijnen in de omgeving van het grenspeil

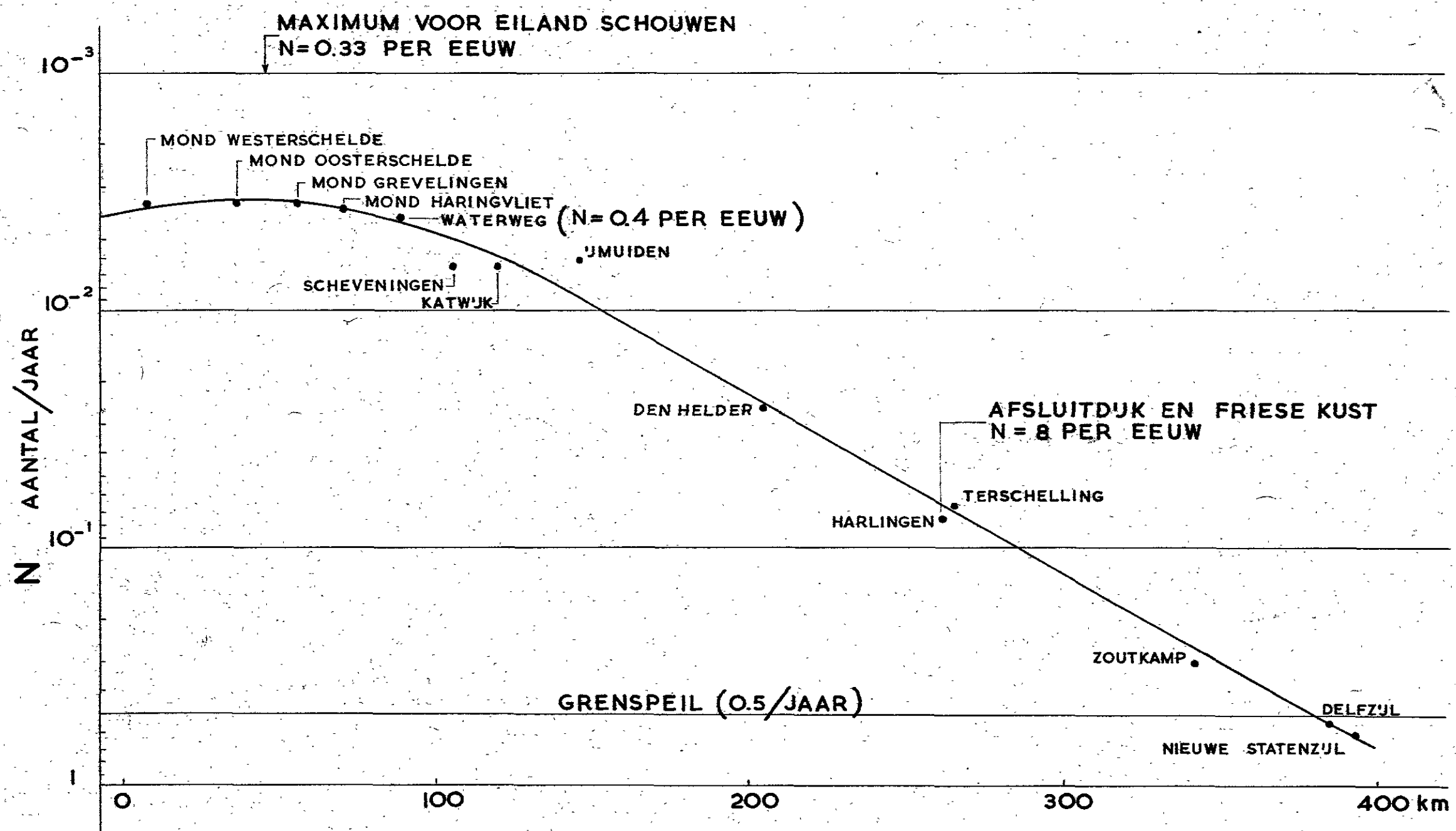
(okt. '60 gew.)



OVERSCHRJDINGSWAARDE VAN DE STORMVLOED 1953 LANGS DE KUST



OVERSCHRJDINGSWAARDE VAN DE STORMVLOED 1953 LANGS DE KUST



OVERSCHRJDINGSWAARDE VAN DE STORMVLOED 1953 LANGS DE KUST

FIG. 301 verloop van de waterhoogten met eenzijdige overschrijdingswaarden langs de kust

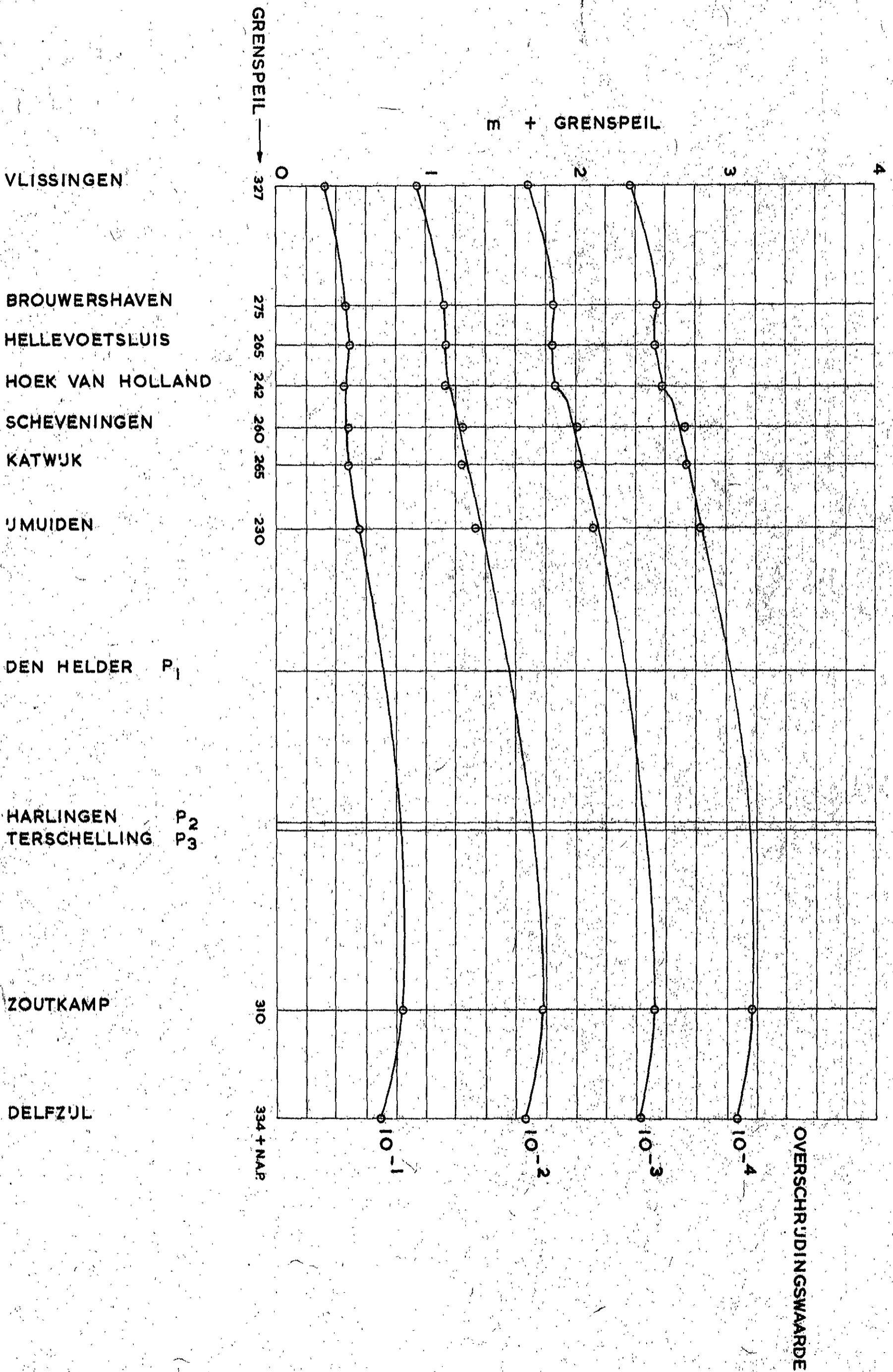


FIG. 701 verloop van de waterhoogten met eenzelfde overschrijdingswaarden langs de kust

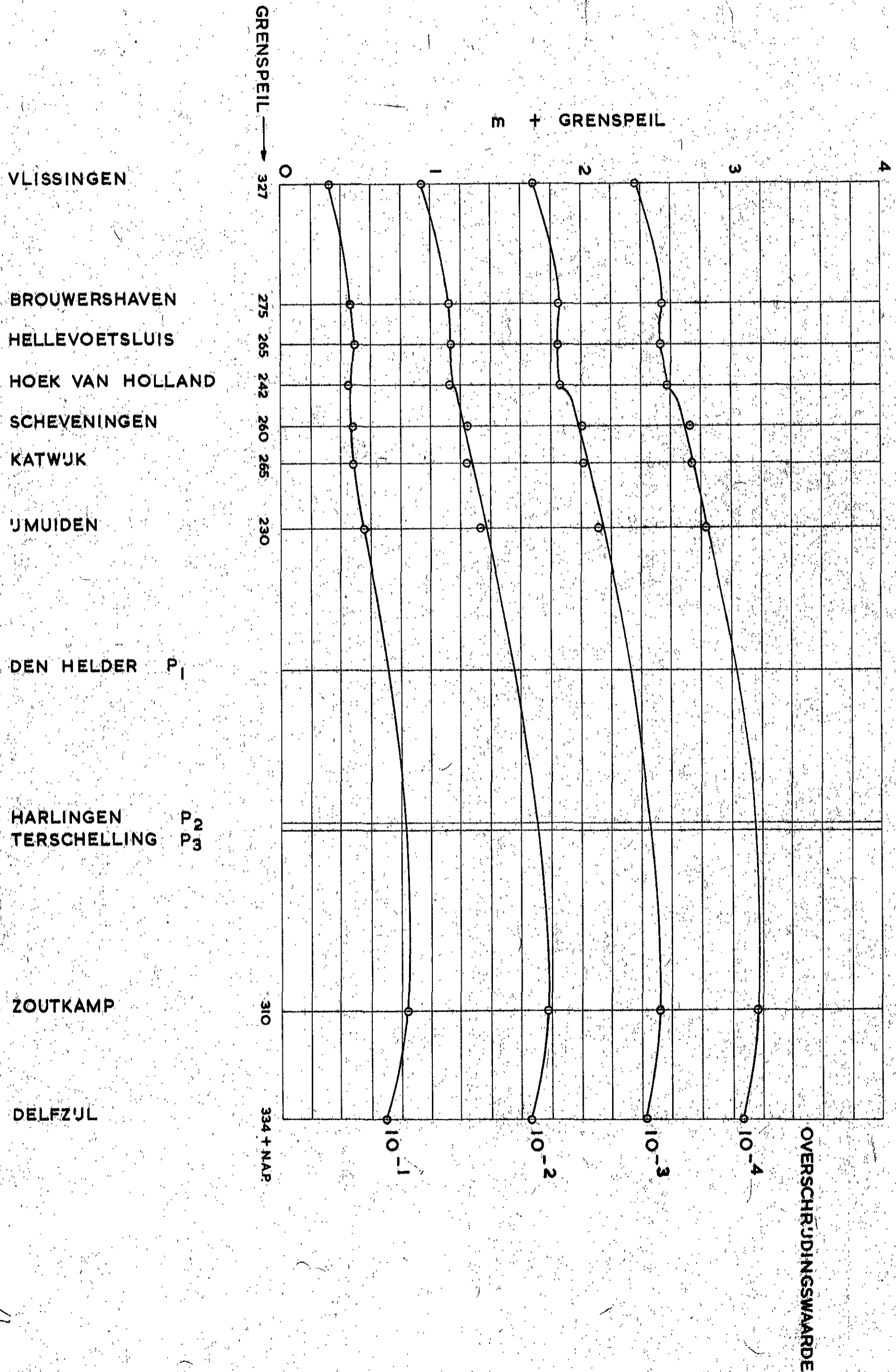
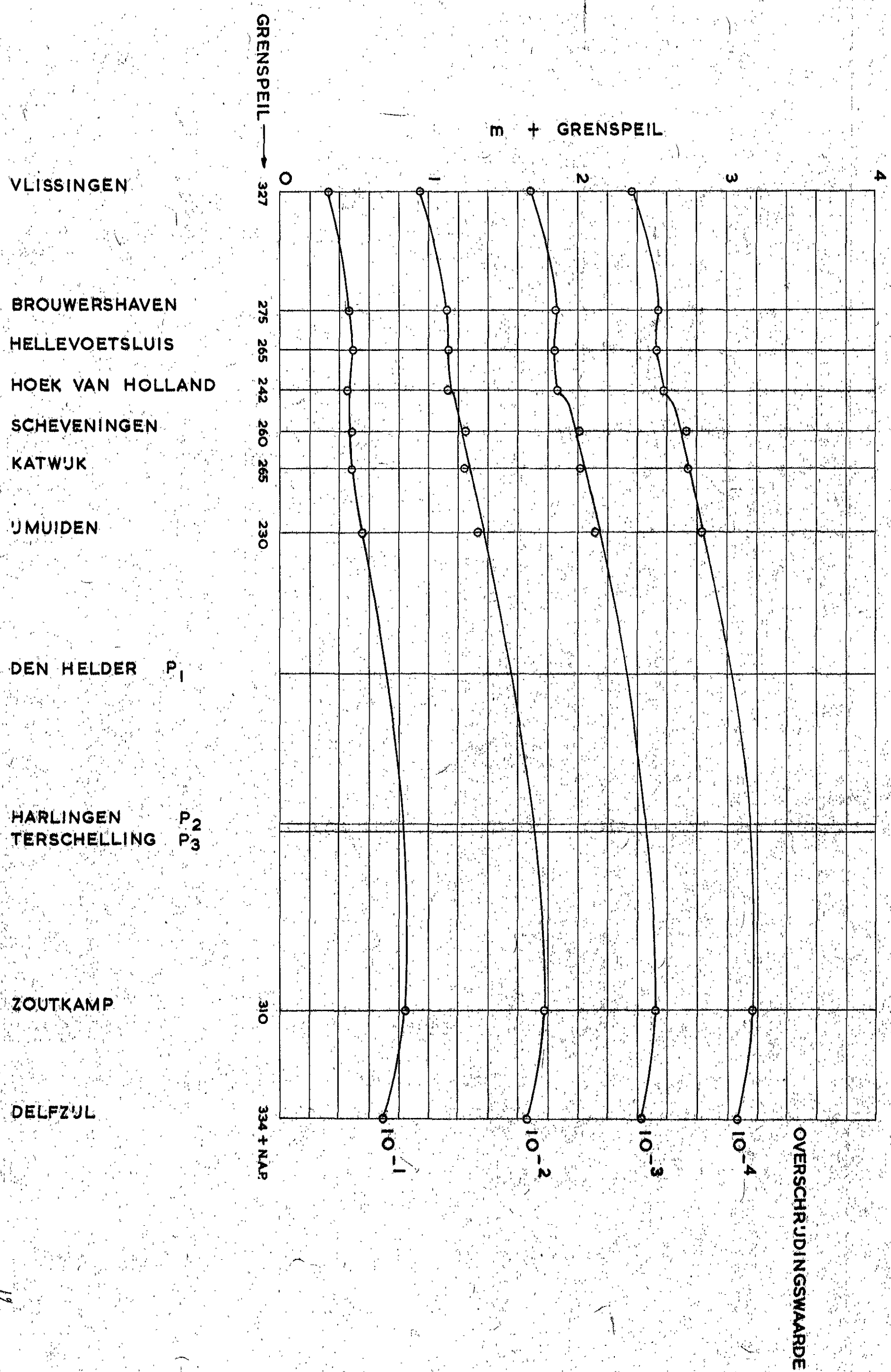
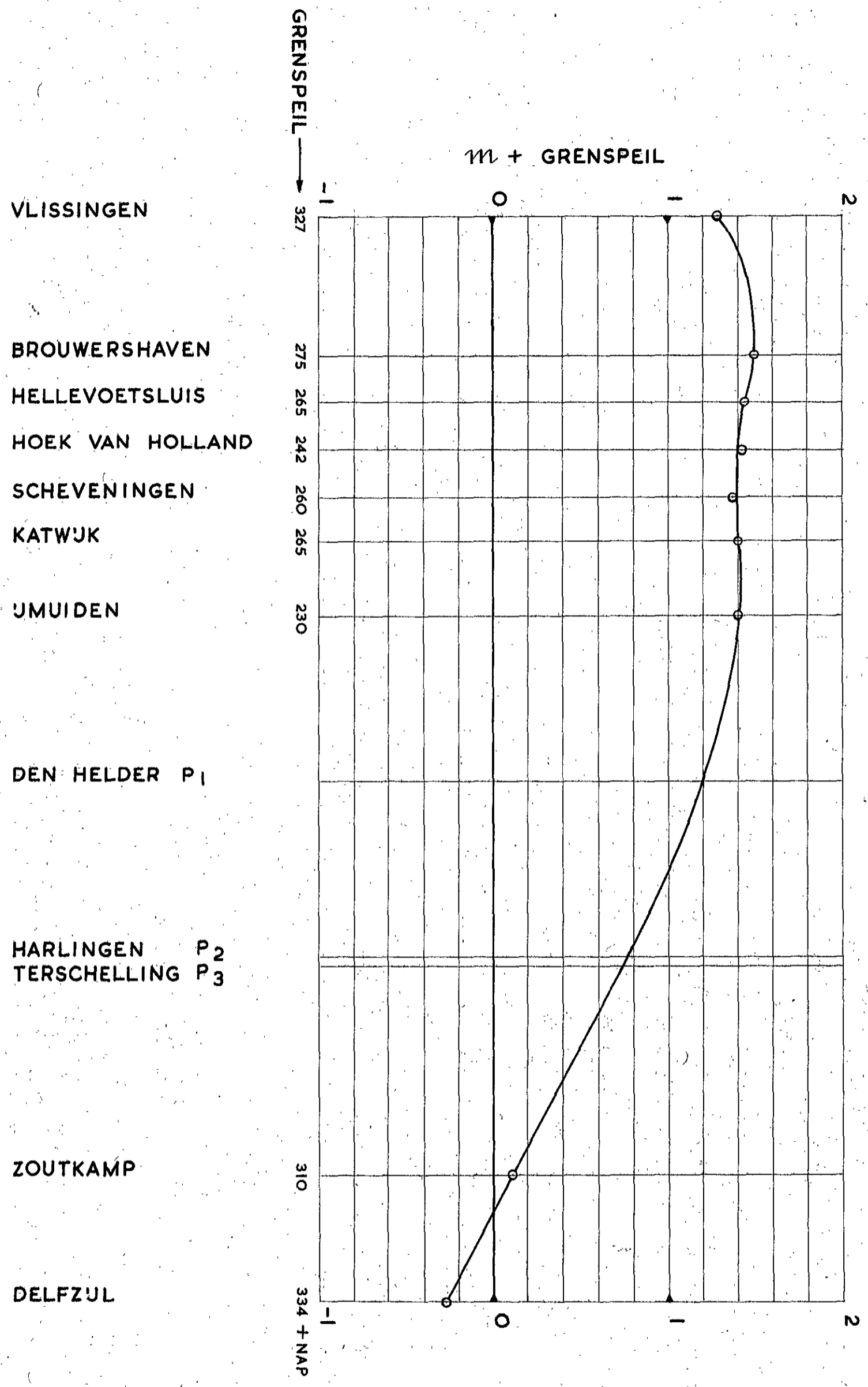


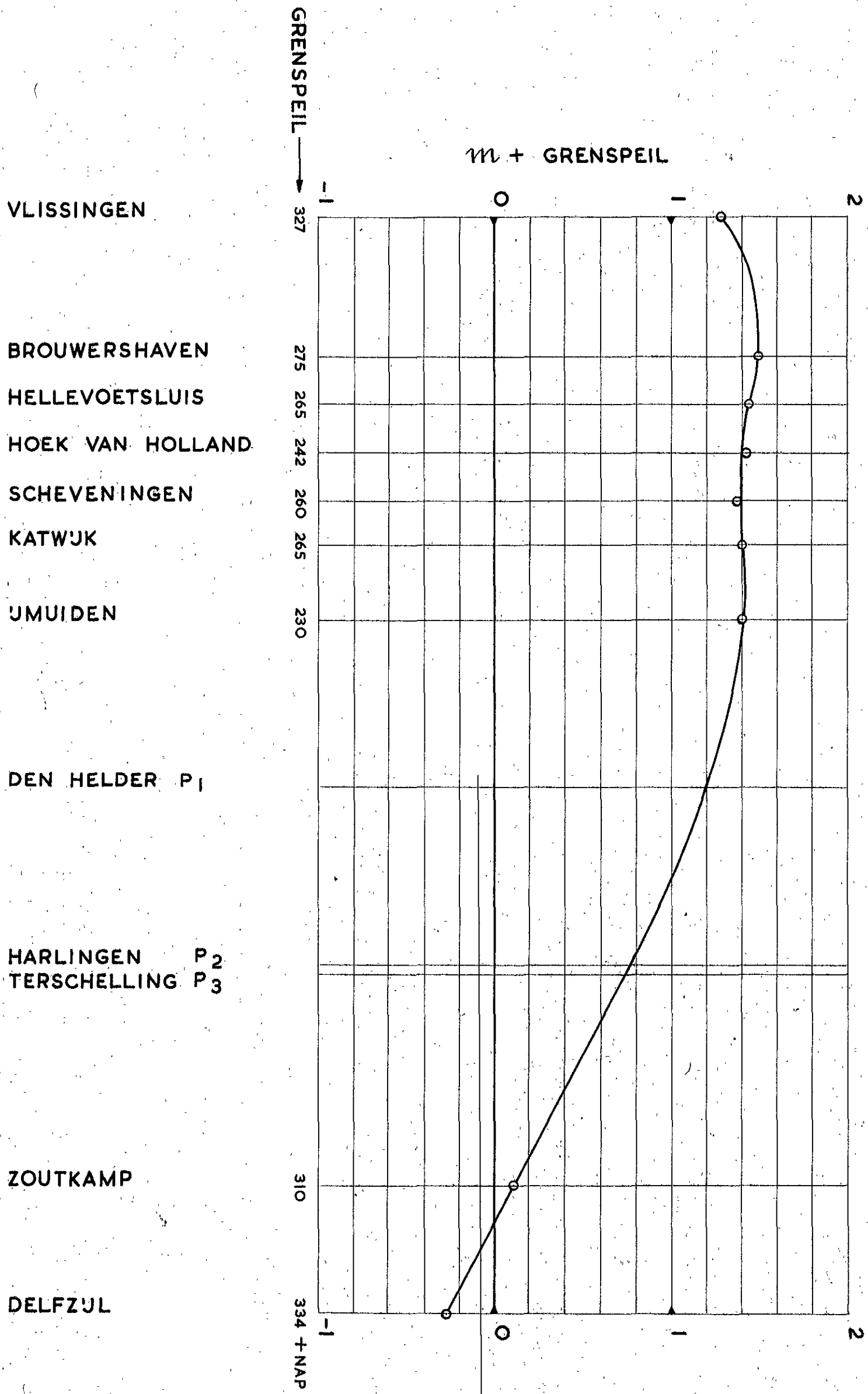
FIG 701 verloop van de waterhoogten met eenzijdige overschrijdingswaarden langs de kust



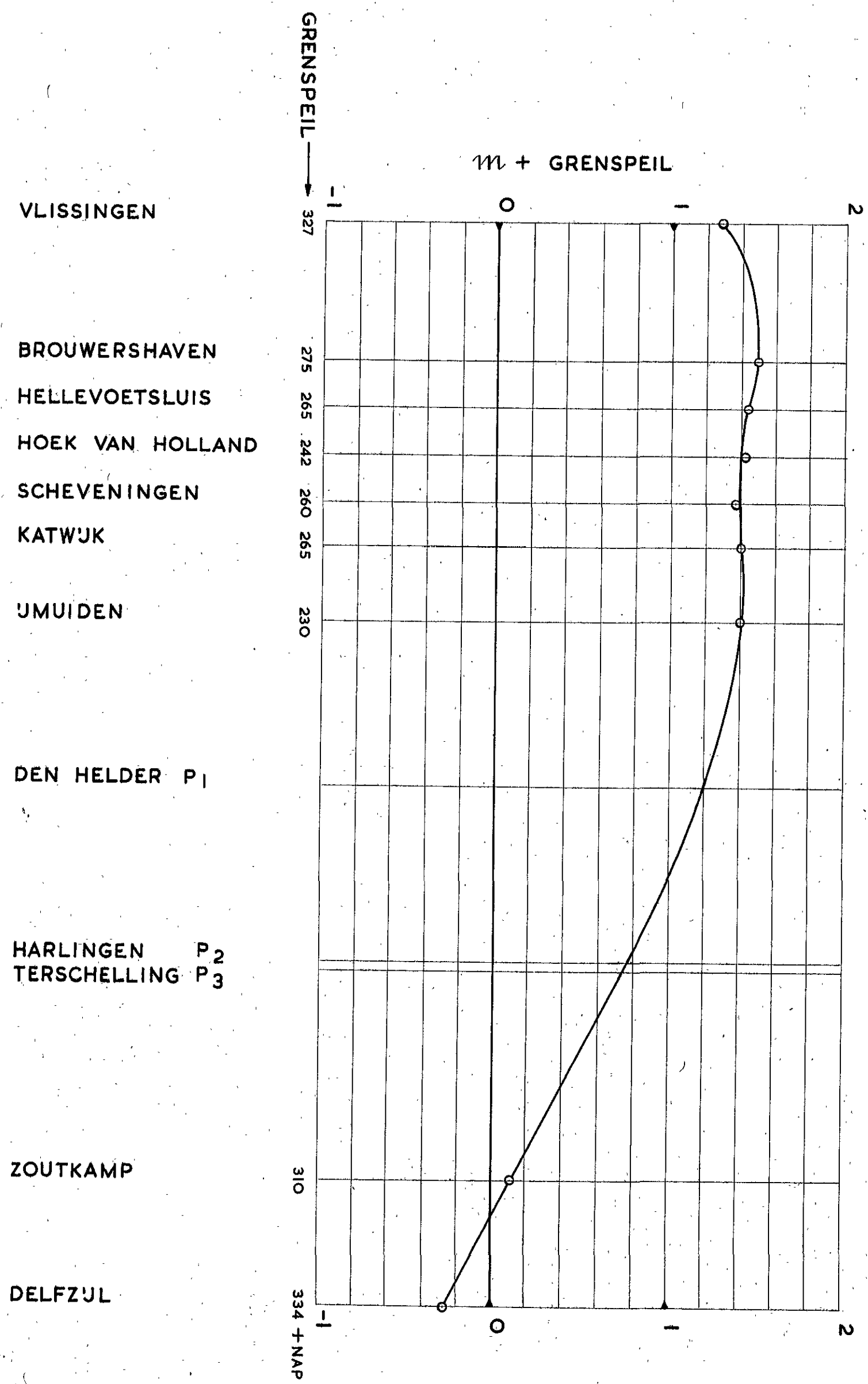
OVERSCHRJDING GRENSPEIL DOOR STORMVLOED 1 FEBRUARI 1953



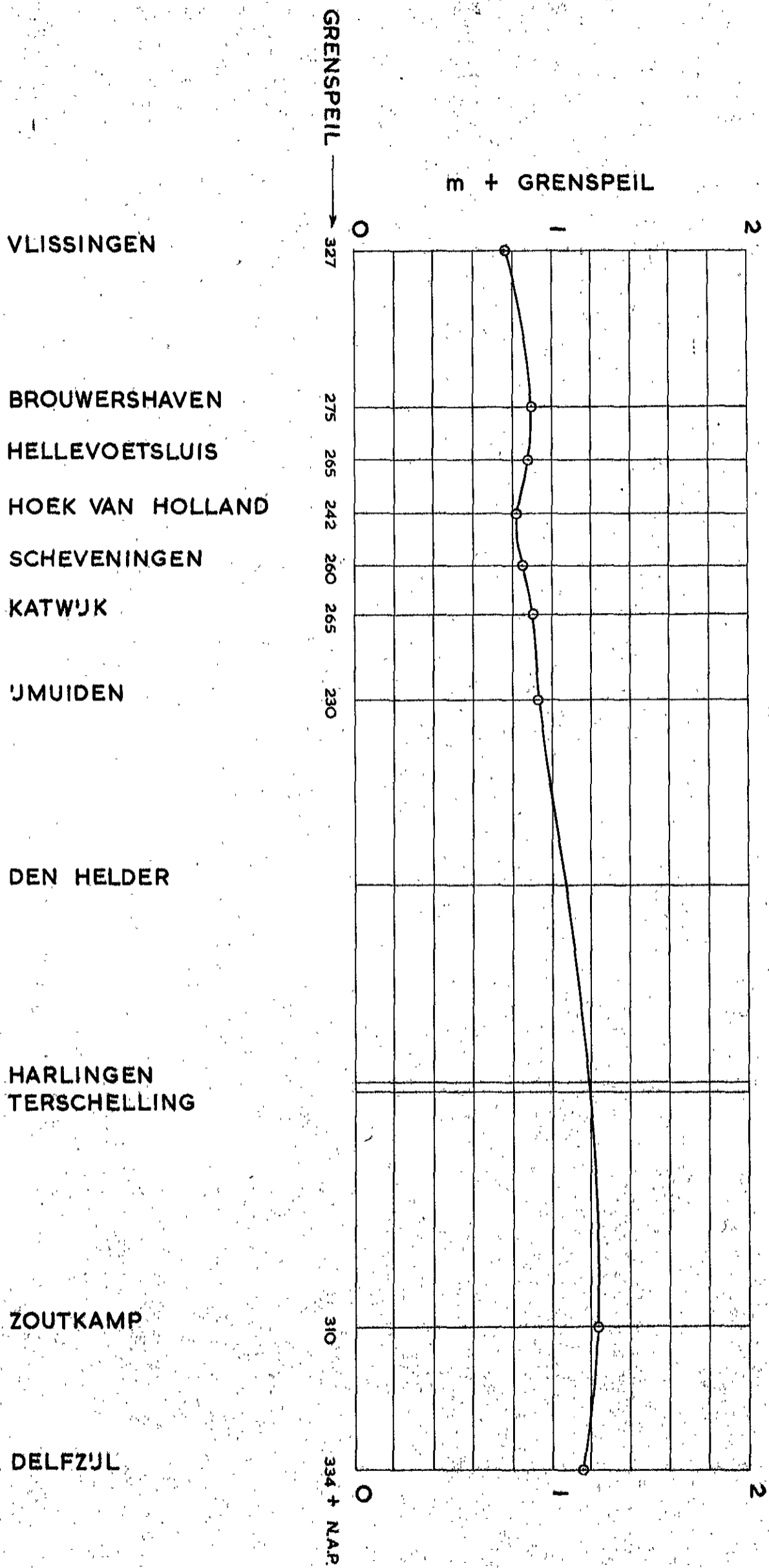
OVERSCHRIJDING GRENSPEIL DOOR STORMVLOED 1 FEBRUARI 1953



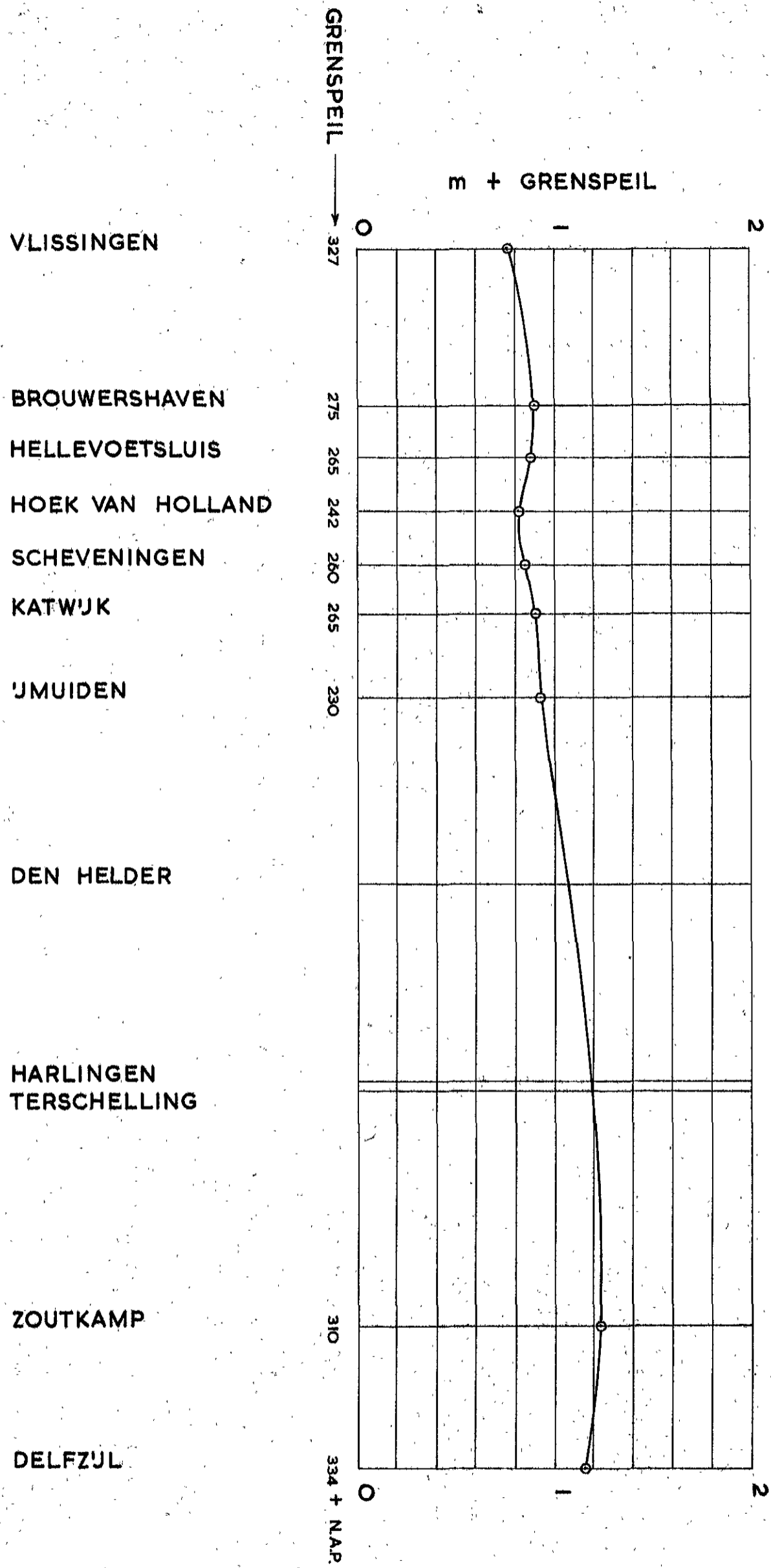
OVERSCHRIJDING GRENSPEIL DOOR STORMVLOED 1 FEBRUARI 1953



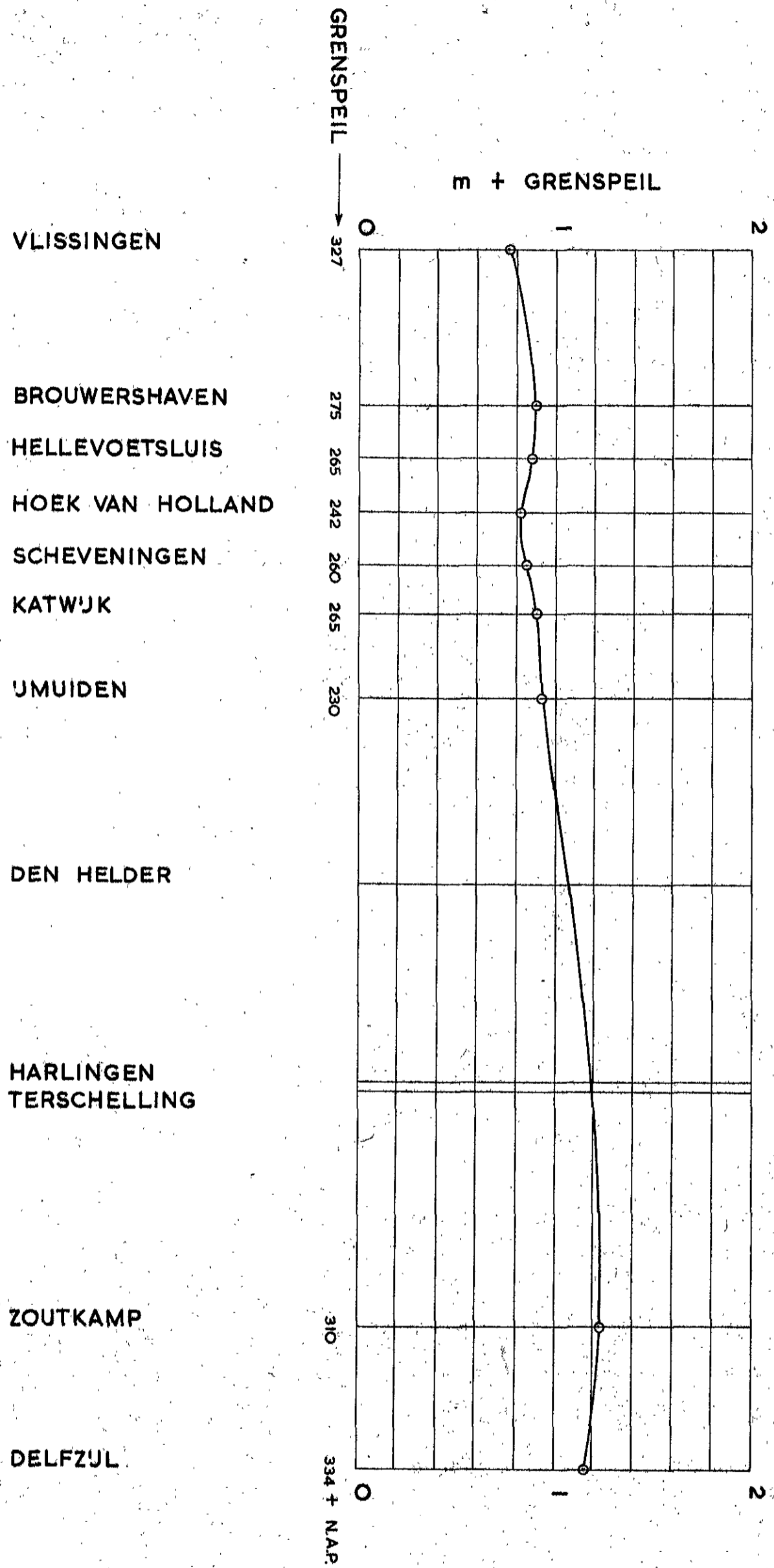
GEMIDDELDE OVERSCHRIJDING VAN GRENSPEIL DOOR DE 5 HOOGSTE STORMVLOEDEN PER STATION

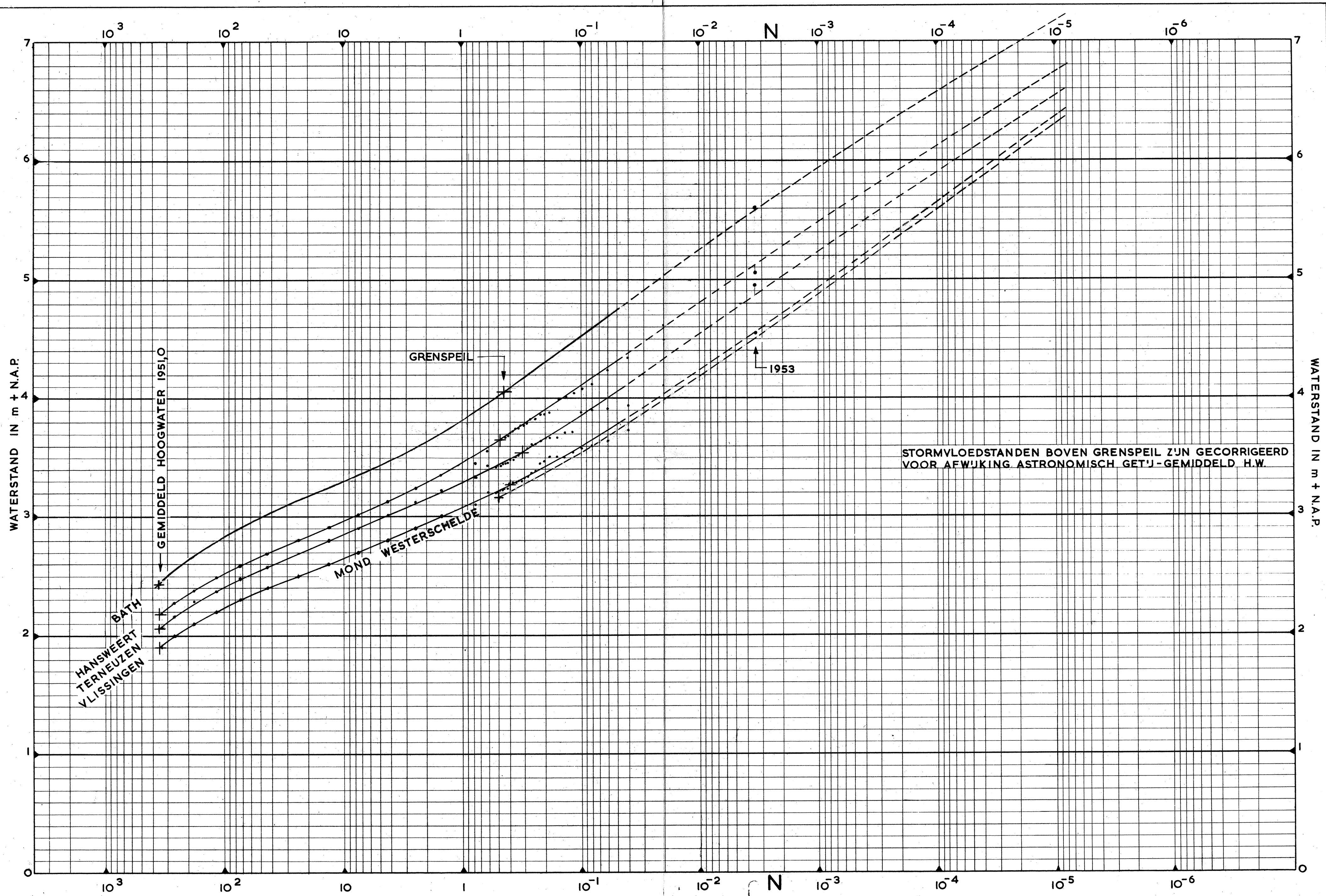


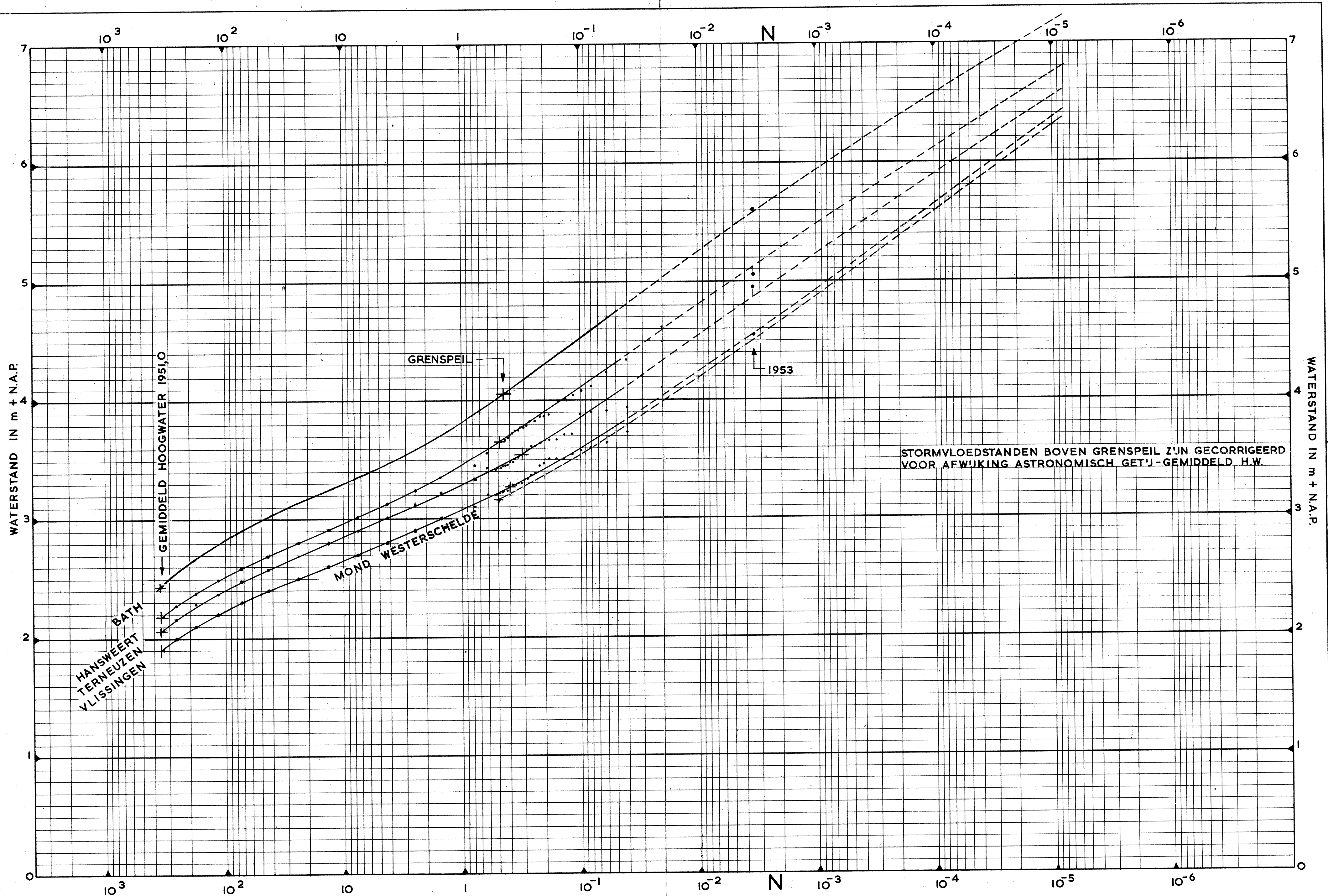
GEMIDDELDE OVERSCHRIJDING VAN GRENSPEIL DOOR DE 5 HOOGSTE STORMVLOEDEN PER STATION

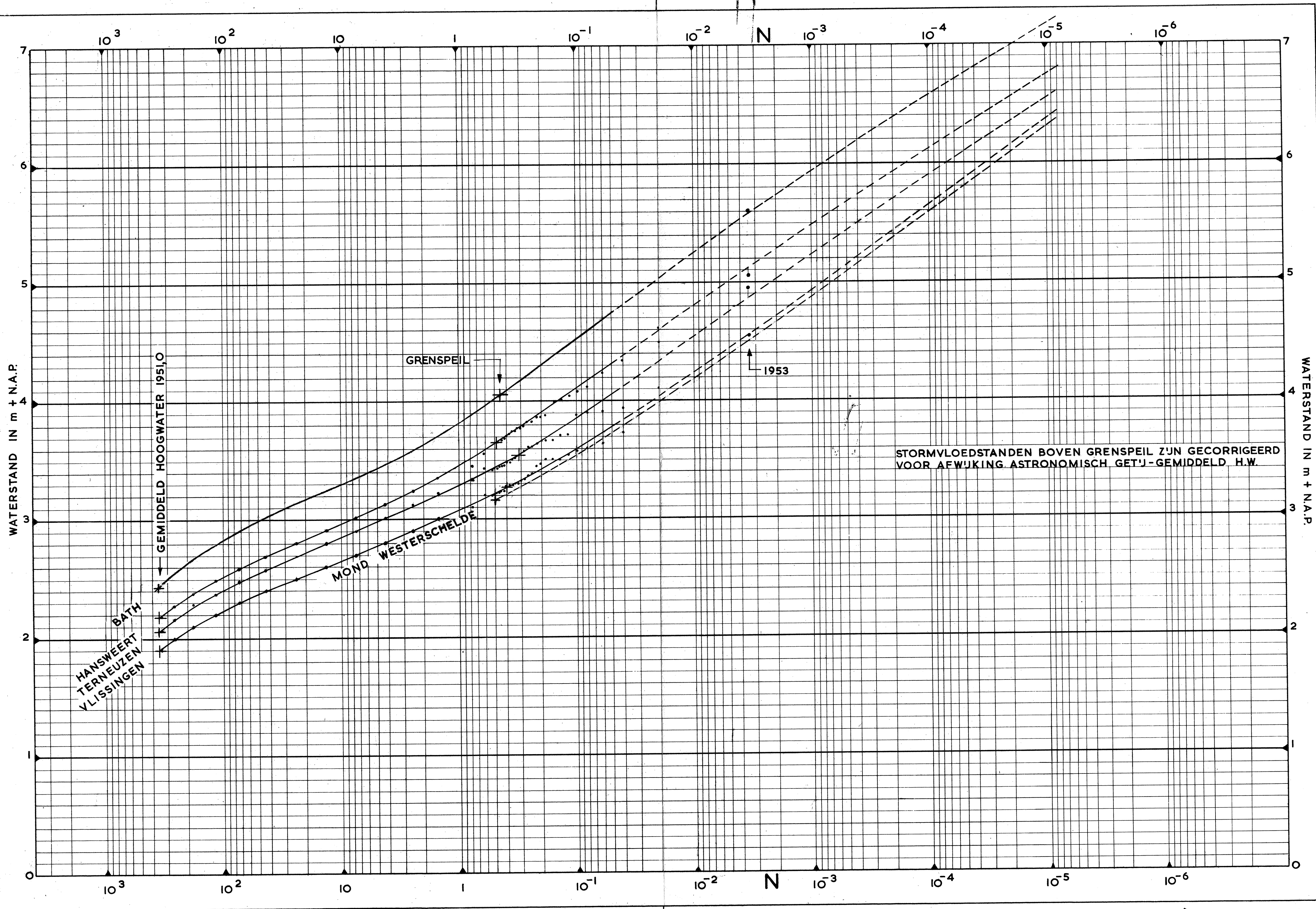


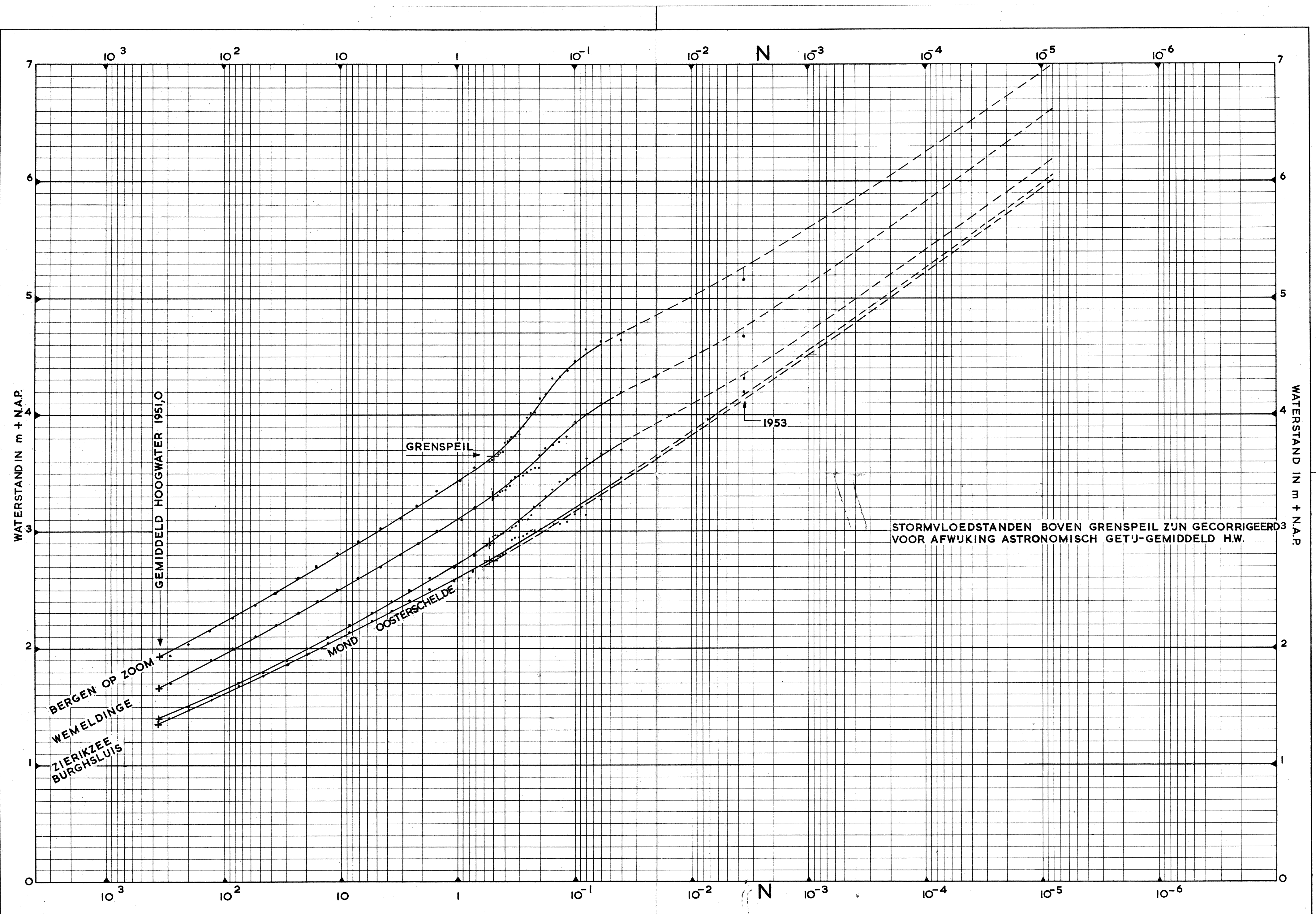
GEMIDDELTE OVERSCHRJDING VAN GRENSPEIL DOOR DE 5 HOOGSTE STORMVLOEDEN PER STATION

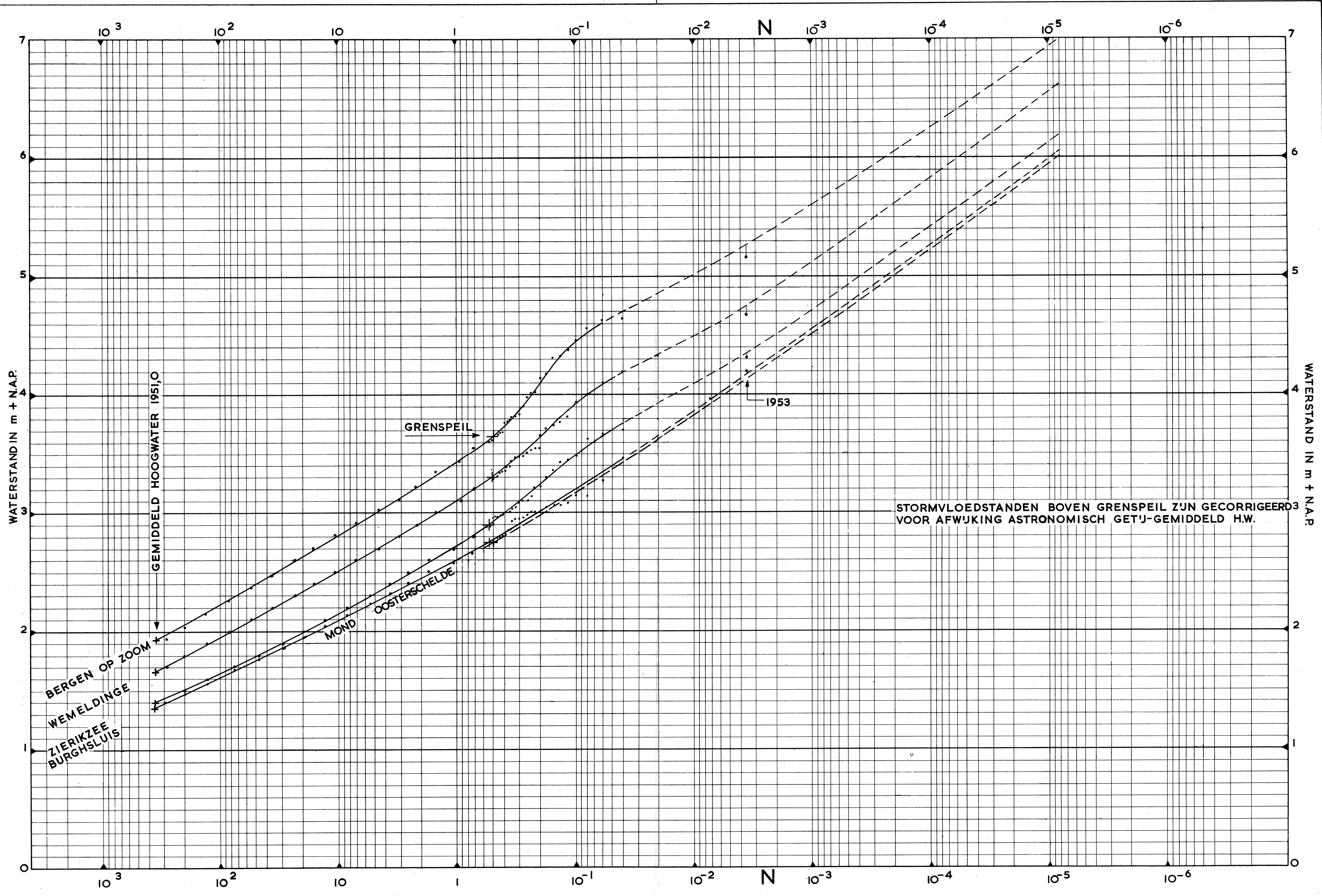








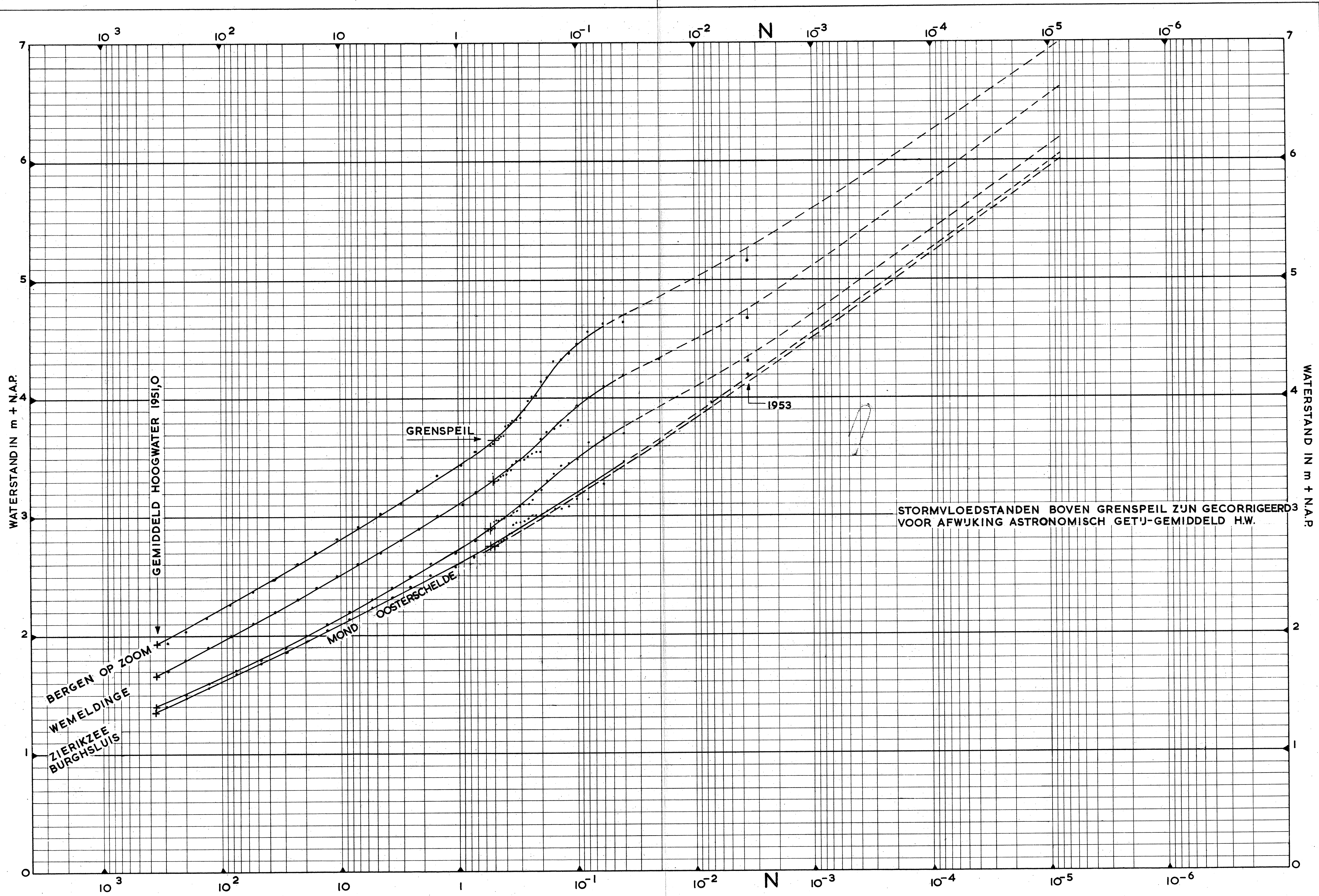


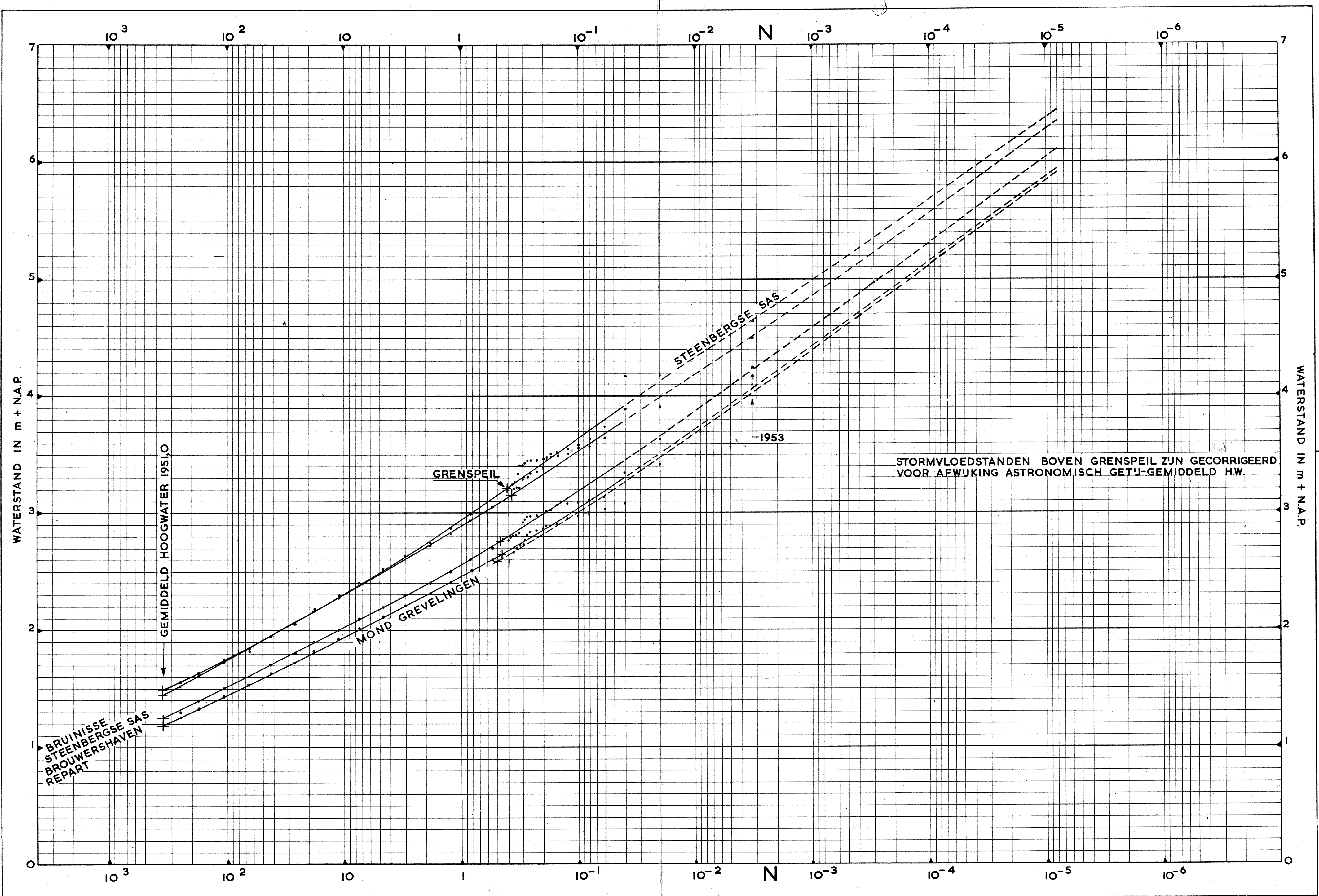


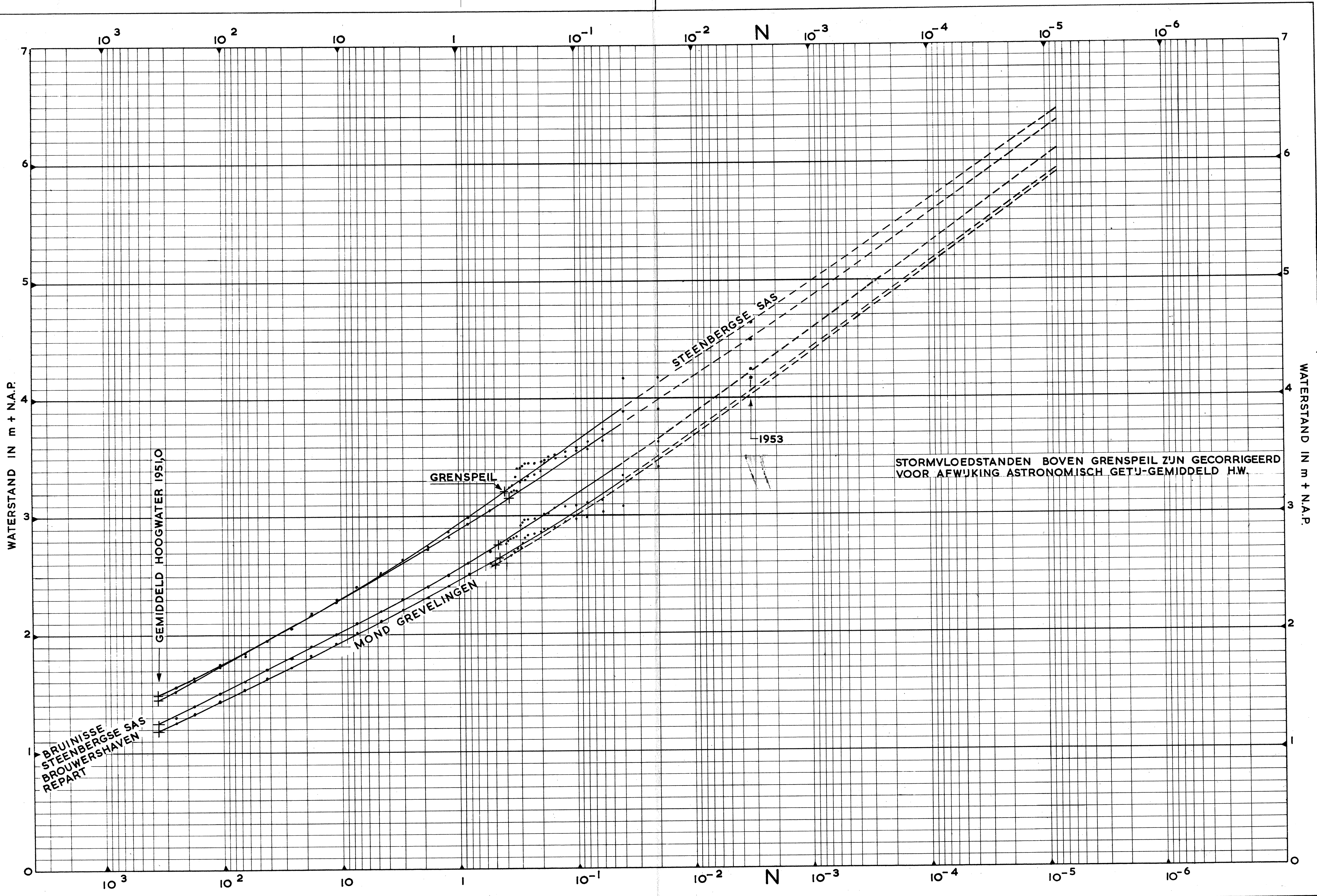
(overschr. fr. H.W. 1901-50 oosterschelde)

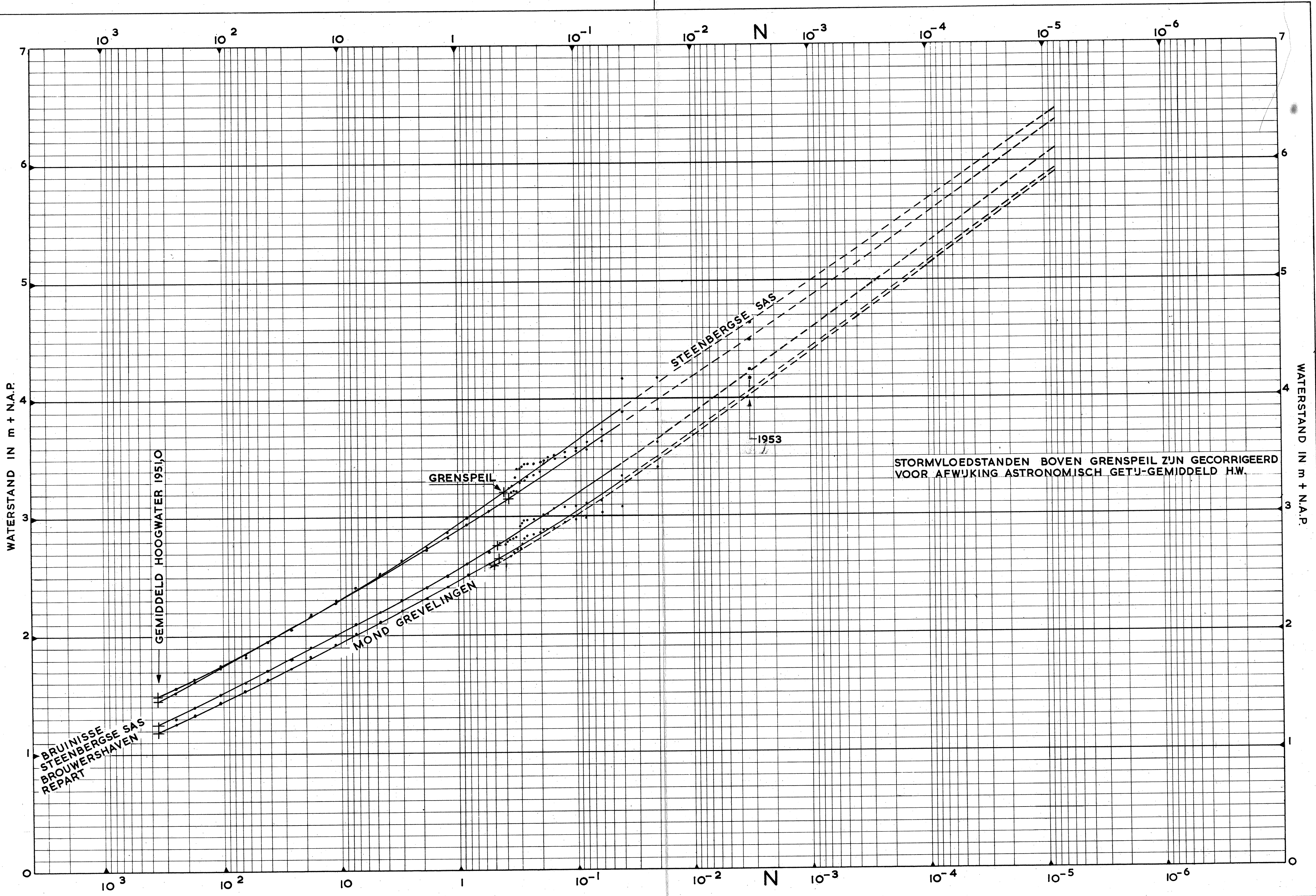
(jan:61 gew.)

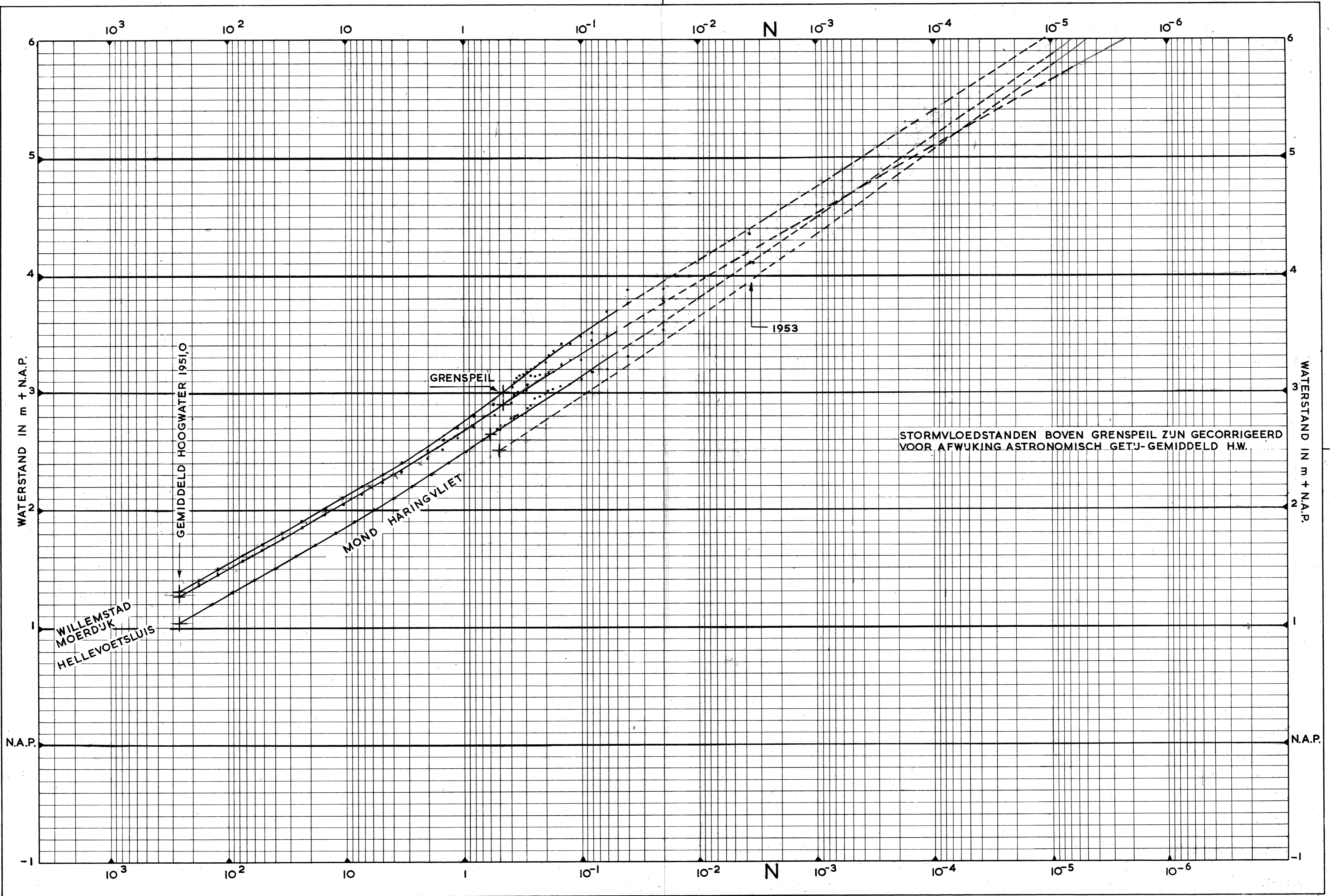
B2. 57.120 fig.2

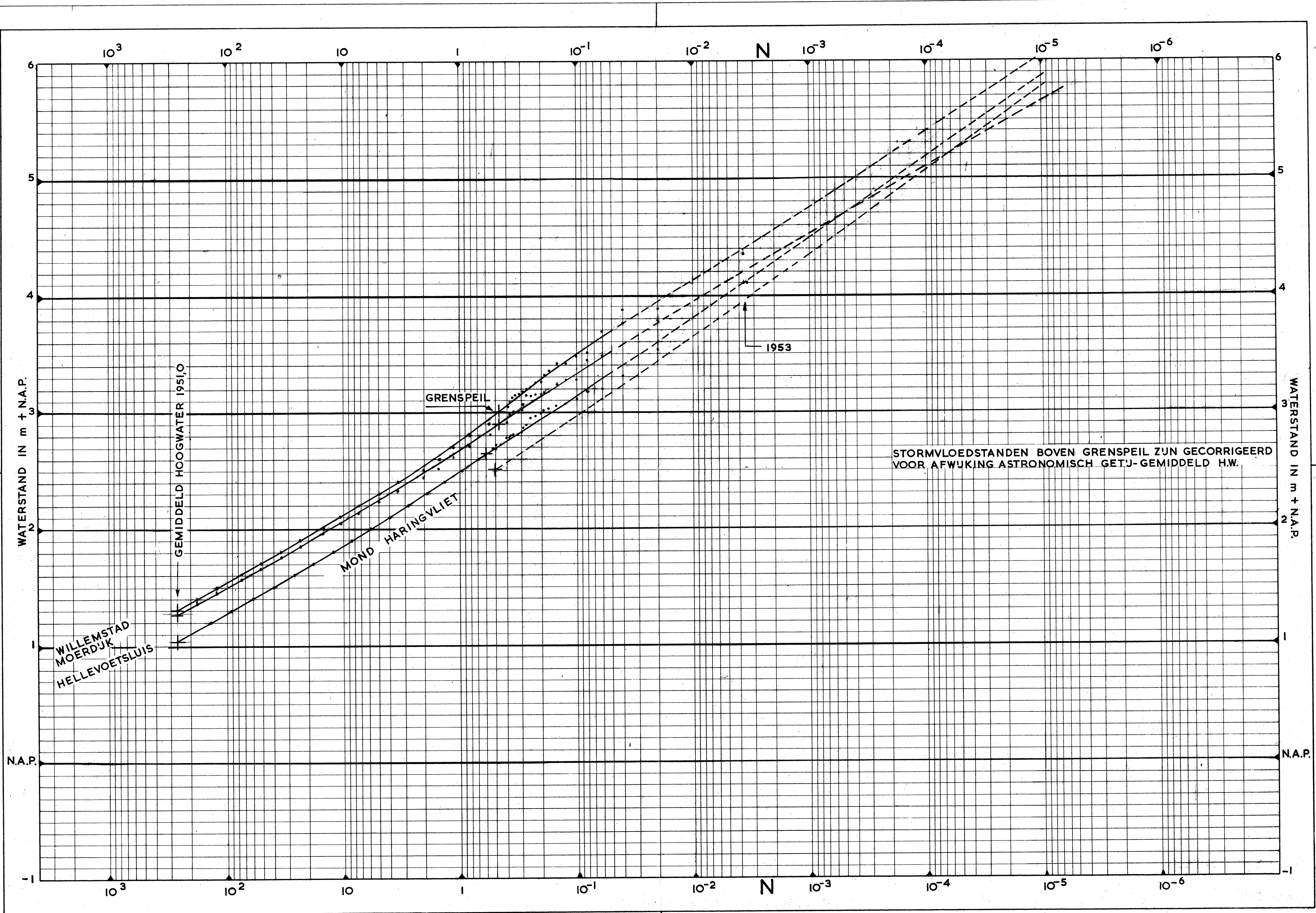


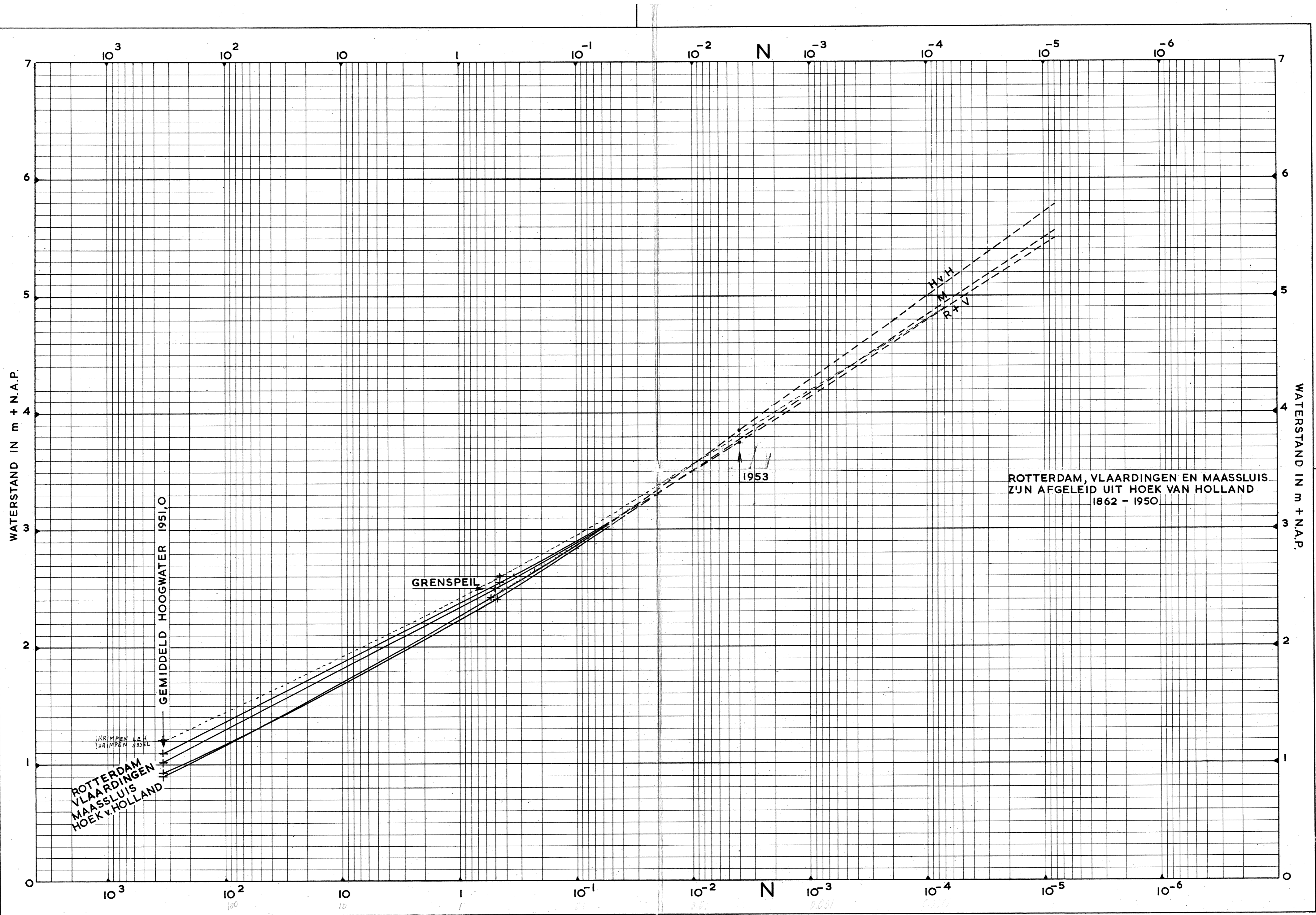




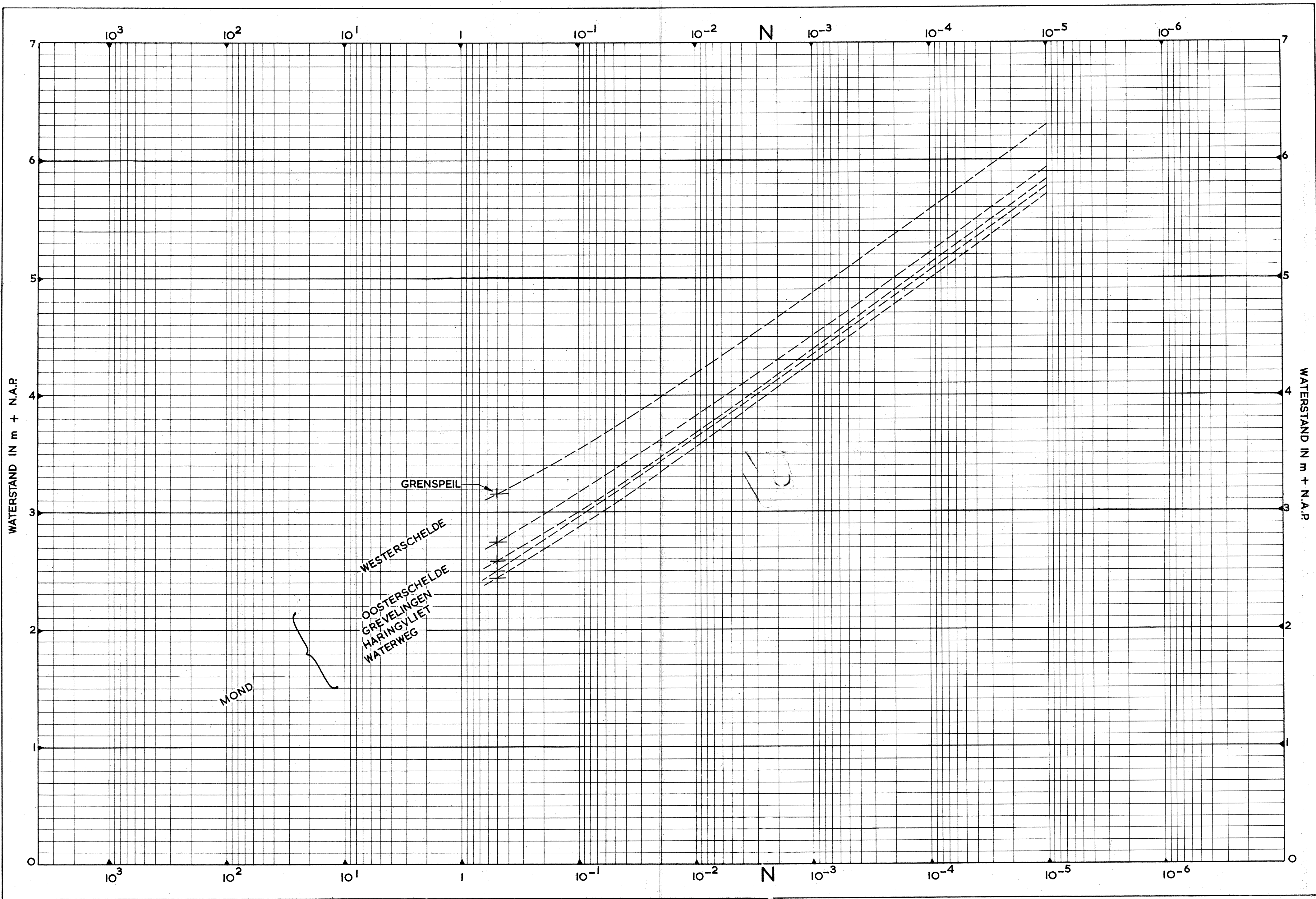


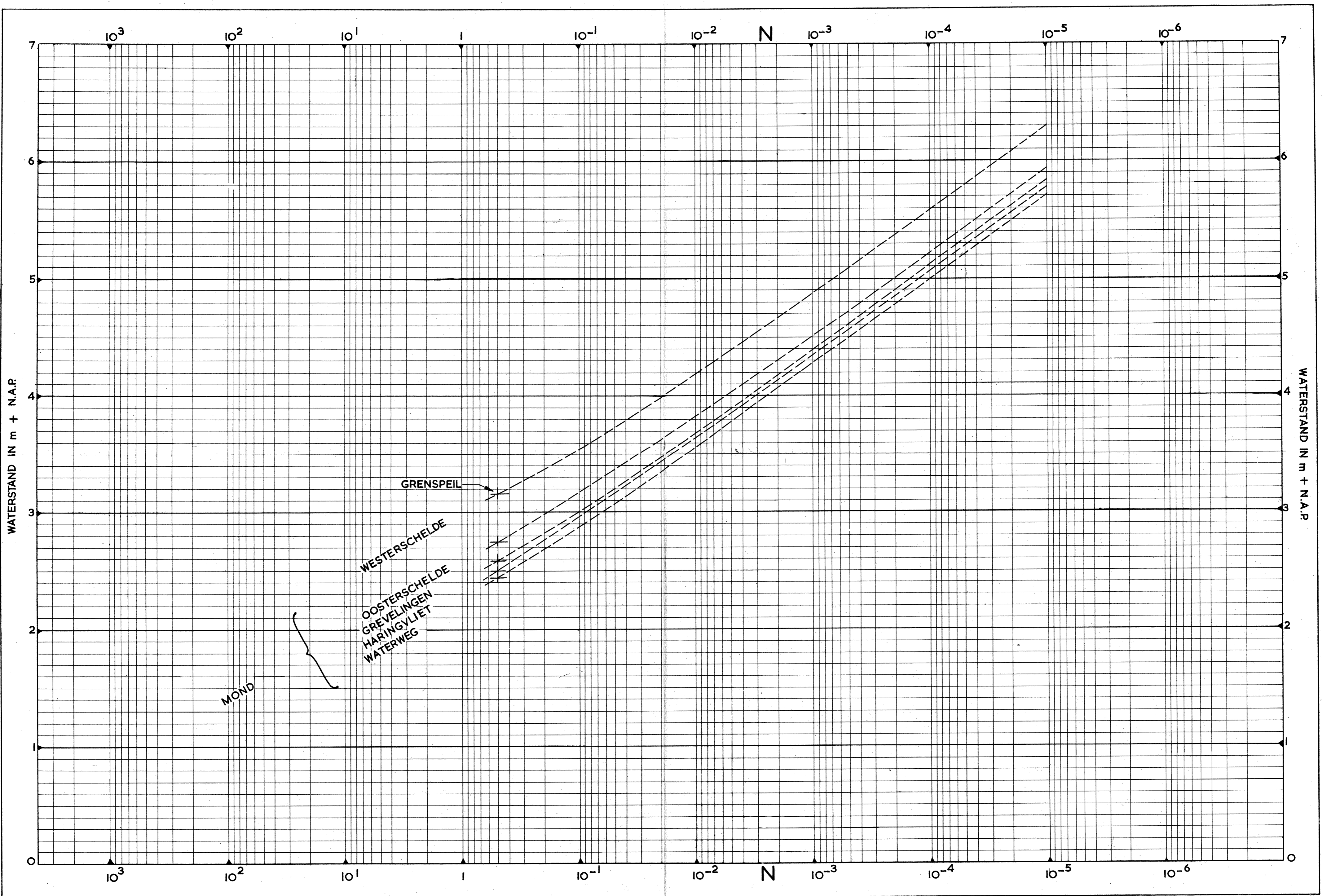




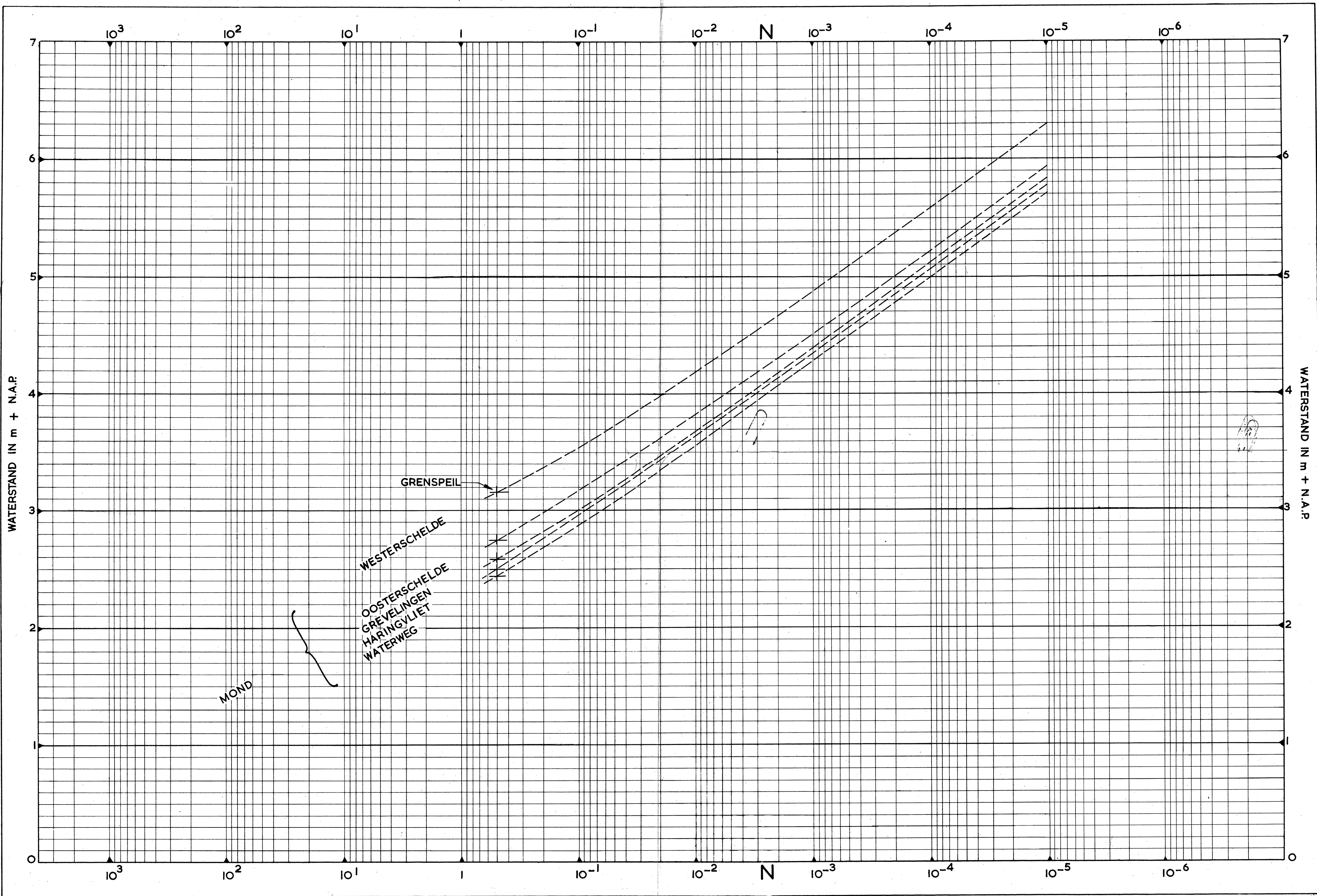


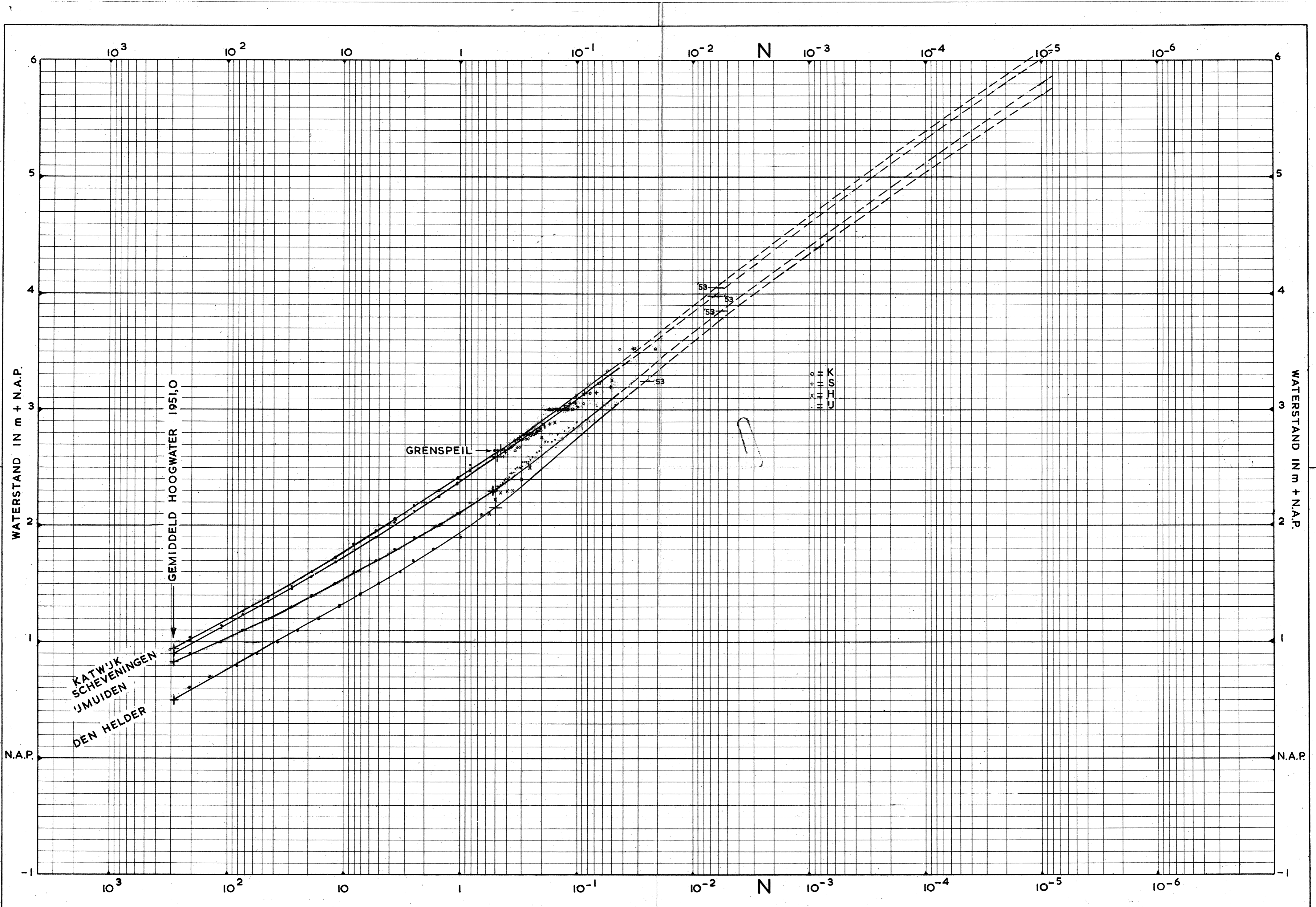
(overschr. fr. H.W. 1862-1950 Rotterdamse Waterweg)

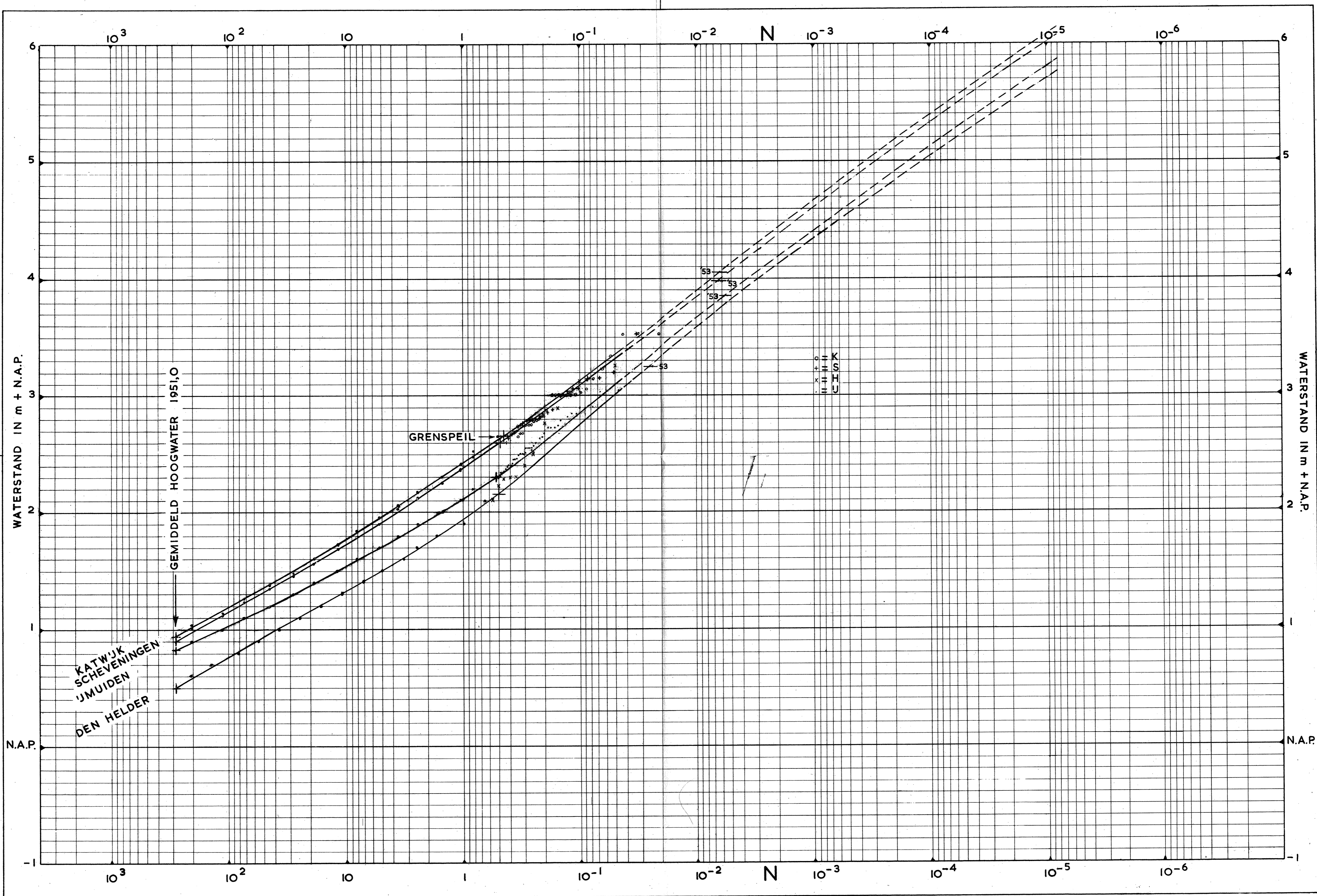


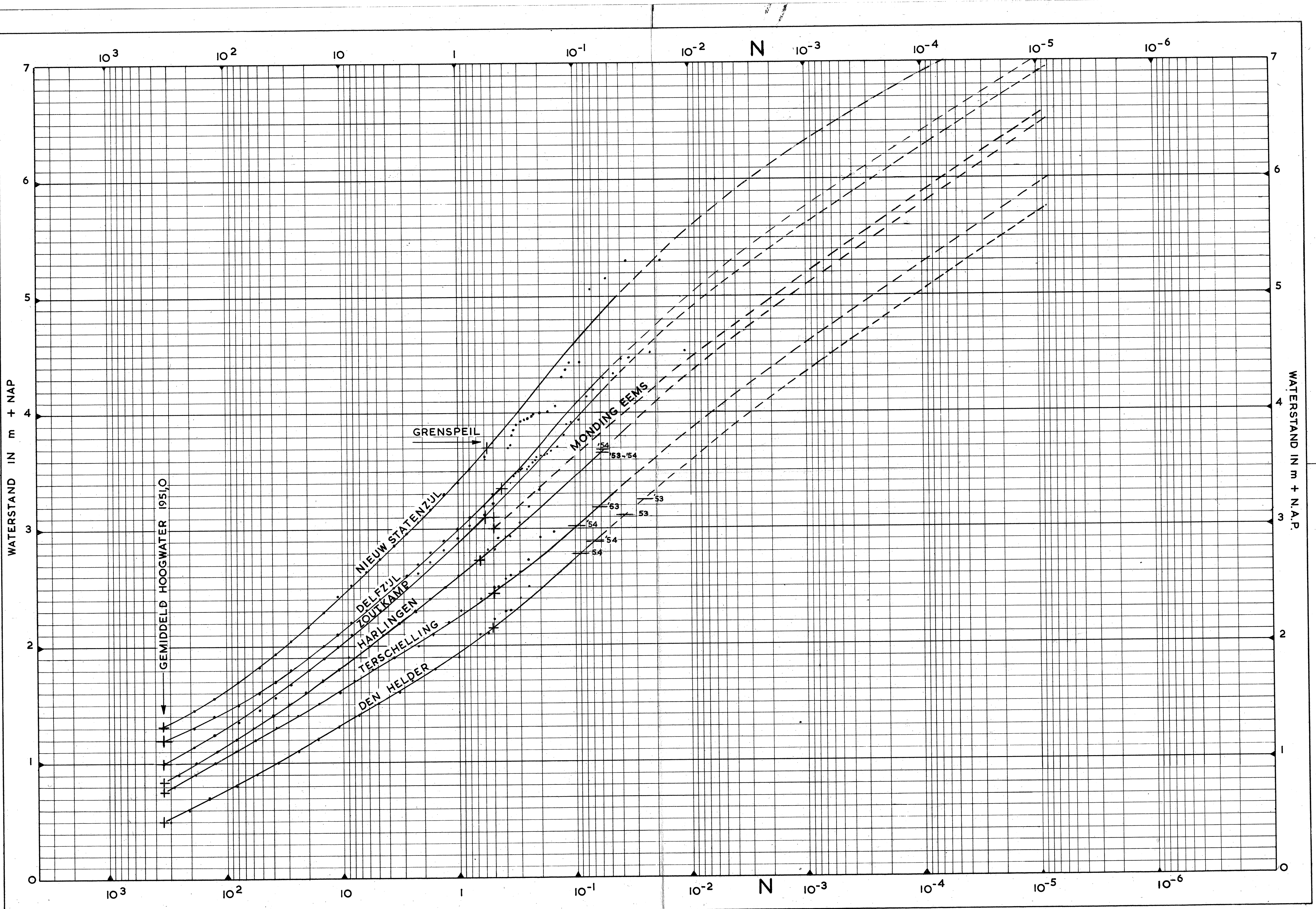


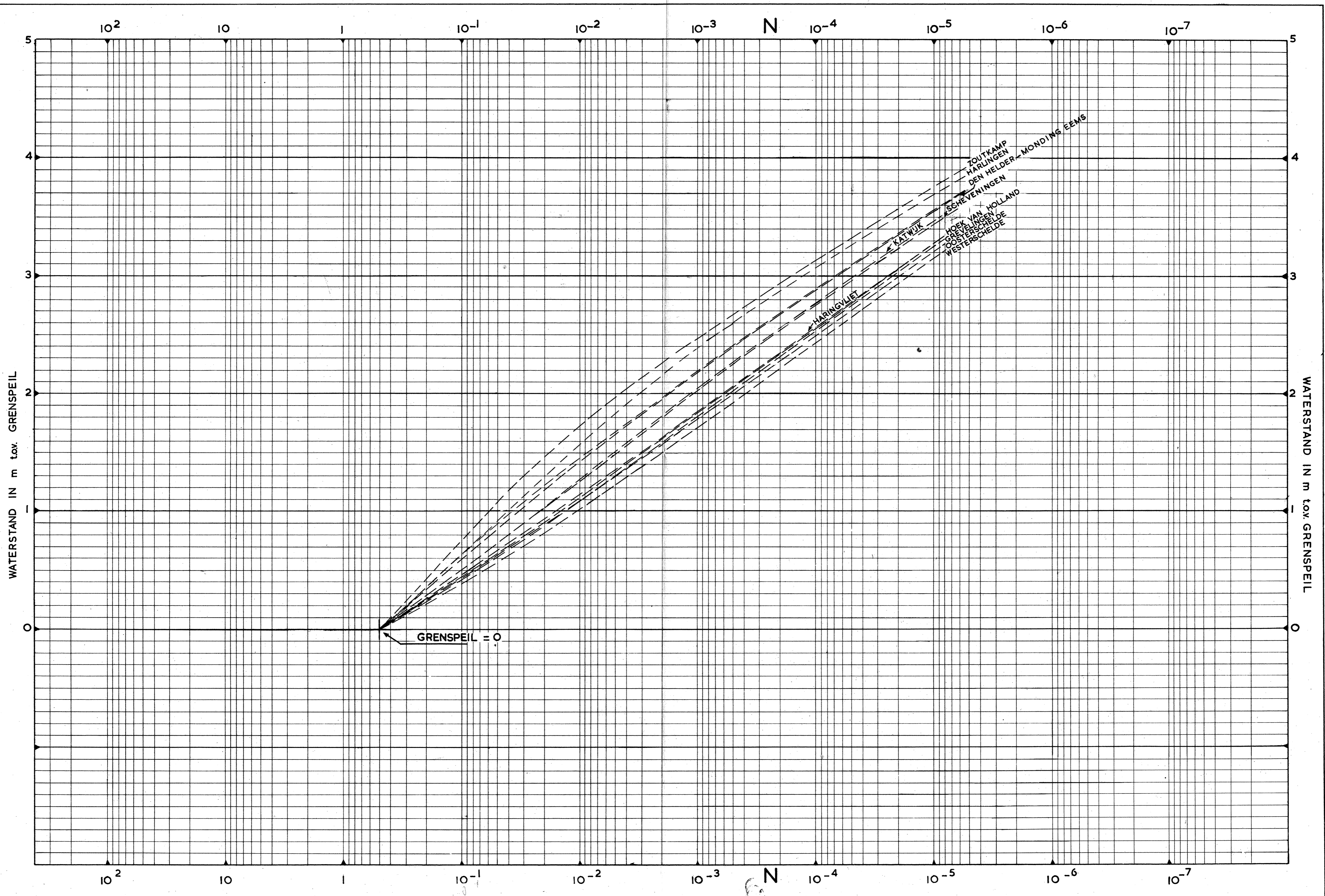
(overschr. fr. HW.voor de zeearmen in z-w Ned.)











(oversicht fr. H.W. t.o.v. grenspeil langs de kust)

(jan.'61 gew.)

