

Invloed Grevelingendam
op hoge waterstanden in het Grevelingenbekken

In december 1964 kwam de Grevelingendam boven gemiddeld hoogwater, waarmee uit het oogpunt van hydrometrie de sluiting vrijwel voltooid was.

Als algemeen effect van de dam resulteerde in het Grevelingenbekken een vergroting van de getijamplitude door verhoging van het hoogwater en verlaging van het laagwater.

De verhoging van de hoogwaterstanden heeft voor sommige niet-hoogwatervrije gorzen een ongunstig effect gehad, hetgeen aanleiding heeft gegeven tot het indienen van verzoeken om schadevergoeding.

Voor de beoordeling van de redelijkheid van schadevergoeding zijn alleen de hogere hoogwaters van belang. In het volgende zal voornamelijk aandacht besteed worden aan de hoogwaterstanden welke optreden wanneer te Zierikzee het peil NAP + 200 cm wordt bereikt.

De vaststelling van het reëel effect van de Grevelingendam op de waterstanden wordt bemoeilijkt:

- a. door de korte tijd, welke sinds de sluiting verlopen is. Toevallige variaties in het verloop van de waterstanden kunnen daardoor bijdragen tot het vormen van een onjuiste indruk;
- b. het ontbreken van een geheel buiten discussie vallend referentiestation. Ten aanzien van b.v. Zierikzee, Hellevoetsluis, Hoek van Holland kan in het geding worden gebracht of zij niet mede beïnvloed zijn door gelijktijdig uitgevoerde werken of rivierafvoer. Vergelijking met b.v. Westkapelle en Scheveningen wordt bemoeilijkt door afstandseffecten als variaties in spring- en doodtij en verschillen in windinvloed.

Stochastische variaties

De figuren 1, 2, 3, 4, 5 geven de gemiddelde frequenties per jaar voor de hoogwaterstanden te Vlissingen, Zierikzee, Brouwershaven, Hellevoetsluis en Hoek van Holland berekend respectievelijk over:

- 1911 - '60
- 1961 - '63
- 1965 - '67

De frequentielijn voor 1965 - '67 ligt voor de niet door de afsluitingswerken beïnvloede stations Vlissingen, Zierikzee, Hellevoetsluis, Hoek van Holland duidelijk hoger dan het langjarig gemiddelde 1911 - '60 en ook hoger dan het gemiddelde over 1961 - '63.

Toevalligerwijs heeft dus na de sluiting van de Grevelingendam (eind 1964) een snelle opeenvolging van hoge zeestanden plaats gevonden.

Uitgaande van de frequentielijnen voor Vlissingen, Zierikzee, Hellevoetsluis en Hoek van Holland is een gemiddelde toevallige verhoging te bepalen over de jaren 1965 - '67, welke globaal geldt voor zuidwest Nederland.

Verhoging der frequentielijnen 1965 - '67 ten opzichte van 1911 - '60 in cm.

<u>B₁ frequentie</u> (per jaar)	<u>Vlissingen</u>	<u>Zierikzee</u>	<u>Hellevoetsluis</u>	<u>Hoek van Holland</u>	<u>gem.</u>
10 ²	15	8	12	15	12
10 ¹	20	16	17	20	18
10 ⁰	24	22	22	22	22
10 ⁻¹	24	22	22	22	22

Door de frequentielijn Brouwershaven te reduceren voor de toevallige gemiddelde verhoging wordt een globale benadering verkregen van het effect van de Grevelingendam op de hoogwaterstanden te Brouwershaven.

Een en ander is aangegeven in figuur 3.

Gevonden wordt:

Verhoging in cm van de hoogwaterstanden te Brouwershaven ten opzichte van 1911 - '60:

<u>bij</u> <u>frequentie</u> <u>(per jaar)</u>	<u>totale</u> <u>verhoging</u>	<u>reductie voor</u> <u>toevallige</u> <u>verhoging in 1965 - '67</u>	<u>globaal verhogend effect van</u> <u>de Grevelingendam</u>
10 ²	22	12	10
10 ¹	34	18	16
10 ⁰	40	22	18
10 ⁻¹	42	22	20

De toevallige variatie in de zeestanden in het tijdvak 1965 - '67 kan voor omwonenden van het Grevelingenbekken een overtrokken beeld van het effect van de dam hebben doen ontstaan.

Nadere bepaling van het effect van de dam

Voor het meetpunt Zierikzee werd zowel vóór als na de sluiting van de Grevelingendam een relatief sterke correlatie met de waterstanden in het Grevelingenbekken gevonden.

Bij nader onderzoek is uitgegaan van de waterstanden te Zierikzee boven het peil NAP + 200 cm. Gegroepeerd is naar de jaren:

a. 1961, 1962, 1963 (voorafgaand aan sluiting Grevelingendam)

b. 1965, 1966, 1967 (volgend op de sluiting)

1964 is als overgangsjaar buiten beschouwing gelaten.

Bij de hoogwaterstanden van Zierikzee zijn de overeenkomstige waterstanden van Brouwershaven, Ouddorp, Grevelingen gerangschikt. Voor zover Grevelingen nog niet ter beschikking stond werd voor de oude toestand Bruinisse er voor in de plaats gesteld.

Uit de verzamelde hoogwaterstanden zijn betrekkinglijnen ten opzichte van Zierikzee samengesteld. Voor het verkrijgen van een overzichtelijke figuur en het zo juist mogelijk bepalen van de lijnen, werden de standen van Zierikzee naar grootte gerangschikt en gemiddelden bepaald over trajecten van 10 cm. De bijbehorende standen van de stations in het Grevelingenbekken werden eveneens gemiddeld. De verkregen uitkomsten zijn samengevat in figuur 6. De bij de lijnen voor Brouwershaven vermelde getallen betreffen het aantal standen waarover gemiddeld is. In de figuur is de stijging van de hoogwaterstanden door de invloed van de Grevelingendam terug te vinden.

Volledigheidshalve is nog onderzocht of Zierikzee mogelijk invloed van de Grevelingendam heeft ondergaan. (fig. 7, betrekking Westkapelle - Zierikzee)

In figuur 7^a zijn alle hoogwaterstanden uitgezet. De ruime spreiding belemmert het overzicht. Wel ontstaat de indruk, dat de punten van beide perioden willekeurig gespreid liggen.

Voor het samenstellen van fig. 7 b werden, uitgaande van Zierikzee de hoogwaters in groepjes van 5 samengevat en daarover gemiddelden bepaald. Bevestiging vindt, dat de spreiding van de punten voor de toestand vóór en na de Grevelingendam willekeurig is en dat beïnvloeding van Zierikzee althans op deze wijze niet aantoonbaar is.

In figuur 6 is af te lezen:

Brouwershaven

h Zierikzee	overeenkomstige hoogten		verhoging door dam
	voor dam	na dam	
200	184	202	18
250	233	252	19
300	283	302	19
350	332	352	20

Ouddorp

h Zierikzee	overeenkomstige hoogten		verhoging door dam
	voor dam	na dam	
200	188	209	21
250	236	258	22
300	284	307	23
350	332	356	24

Grevelingen

h Zierikzee	overeenkomstige hoogten		verhoging door dam
	voor dam (Bruinisse)	na dam (Grevelingen)	
200	208	236	28
250	258	292	34
300	308	346	38
350	358	401	43

De verhogingen zijn samengevat in fig. 8.

De gorzen nabij Melissant

Betreffende de gorzen nabij Melissant staan slechts weinig exacte gegevens ter beschikking.

Opgegeven wordt:

a als laagste punt van de kaden:

gorzen van Sieling: NAP + 235 cm

gorzen van Leijdens: NAP + 260 cm

gorzen van Struijck: NAP + 275 cm

b als gecontroleerde data van inundatie van de gorzen van Sieling:

peil te Ouddorp

11 juli 1968	250
24 sept. 1968	259
4 nov. 1968	236

Op 4 november 1968 vindt inundatie der gorzen van Sieling plaats bij een peil te Ouddorp slechts 1 cm hoger dan het laagste peil der kaden. De helling van het peil in het Grevelingenbekken was slechts 6 cm groter dan volgens de uit de betrekkinglijnen afgelezen waarden.

	<u>Ouddorp</u>	<u>Grevelingen</u>	<u>Δ</u>
Volgens betrekkinglijnen	236	264	<u>28 cm</u> (uit fig. 6)
4 november 1968	236	270	<u>34 cm</u> (opgetreden)

Ter plaatse van de gorzen, globaal halverwege tussen Ouddorp en Grevelingen was de waterstand op 4 november 1968 slechts 2 à 3 cm hoger dan bij de gemiddelde toestand na de sluiting van de Grevelingendam.

Uit figuur 9 blijkt bovendien, dat op 4 november 1968 geen sprake was van een abnormale slingering in de waterstanden.

Gesteld kan worden, dat inundatie van gorzen van Sieling optreedt bij een peil te Ouddorp van NAP + 235 cm, wat overeenstent met het laagste peil der kaden. Ter plaatse is dan bij hoogwater een overstorthoogte van 15 à 20 cm.

Van de overige gorzen, ontbreekt elke opgave betreffende opgetreden inundaties. Verantwoord lijkt als maatgevend te stellen het bereiken van een waterstand te Ouddorp gelijk aan het laagste peil der kaden.

Omdat tengevolge van de afsluiting het verschil tussen Ouddorp en Grevelingen iets toegenomen is, kunnen voor de oude toestand maatgevend voor inundatie gesteld worden:

	<u>peil te Ouddorp</u>
gorzen van Sieling	240
gorzen van Leijdens	265
gorzen van Struijck	280

De keuze van de maatgevende peilen is dusdanig, dat met zekerheid aangenomen kan worden, dat het bereiken ervan inundatie van enige betekenis veroorzaakt.

De toename van het aantal inundaties der gorzen

a Gorzen van Struijck.

Verzameld zijn alle waterstanden te Ouddorp in het 4-jarig tijdvak 1965 - '68 boven het peil NAP + 275 cm.

Uitgaande van de overeenkomstige waterstanden te Zierikzee en de verhogingslijn voor Ouddorp van figuur 8 is het mogelijk de waterstanden te Ouddorp te reduceren tot het peil, dat onder gelijkwaardige omstandigheden vóór de afsluiting bereikt zou zijn.

De gevonden uitkomsten zijn samengevat in tabel 1.

Aannemelijk is, dat de gorzen van Struijck in de 4 jaar volgend op de afsluiting 10 keer meer of minder geïnundeerd zijn. 7 van de inundaties komen op rekening van de dam, in 3 gevallen zou inundatie ook bij de oude waterstaatkundige toestand zijn opgetreden.

Voor de 4 jaren voorafgaande aan de afsluiting worden eveneens 3 peilen voor Ouddorp boven NAP + 280 cm gevonden. In samenhang met de voorgaande frequentiebeschouwingen, wijst dat er op, dat de herleide waterstanden 1965 - '68 zeker niet aan de hoge kant zijn gelegen.

b Gorzen van Leijdens.

Tabel 2 geeft een samenvatting van de peilen 'boven NAP + 260 cm te Ouddorp in de 4 jaren 1965 - '68 en de herleiding tot de hoogten geldend voor de oude waterstaatkundige toestand.

Aan te nemen is, dat 18 keer in 1965 - '68 inundatie is opgetreden, 13 hiervan kunnen op rekening van de dam gesteld worden, 5 zouden ook bij de oude waterstaatkundige toestand zijn voorgekomen. Dit aantal 5 is zeker niet te hoog gesteld, want in de 4-jarige periode 1960 - '63 wordt het peil NAP + 265 cm te Ouddorp 6 keer overschreden.

c Gorzen van Sieling.

Tabel 3 geeft de samenvatting van in de periode 1965 - '68 te Ouddorp opgetreden waterstanden van NAP + 235 cm en hoger, benevens de herleiding tot de peilen geldend voor de oude toestand. Aan te nemen is, dat de gorzen van Sieling in 1965 - '68 32 keer geïnundeerd zijn, 17 hiervan worden veroorzaakt door de dam, in 15 gevallen zou inundatie ook bij de oude waterstaatkundige toestand zijn opgetreden.

In het tijdperk 1960 - '63 worden te Ouddorp slechts 10 peilen van NAP + 240 en hoger aangetroffen. Dat in 1965 - '68 na reductie 15 overschrijdingen worden teruggevonden kan op rekening gesteld worden van de reeds besproken, toevallige variatie in de zeestanden.

Verdeling van de inundaties over het jaar

Alleen voor de gorzen van Sieling worden over 1968 enkele data van inundatie opgegeven. Onderstaande tabel geeft nog eens afzonderlijk een chronologisch overzicht van alle in 1968 te Ouddorp opgetreden hoogwaterstanden boven NAP + 235 cm.

	peil te Ouddorp
4-1-'68	281
6-3-'68	285
17-3-'68	264
11-7-'68	250) opgegeven
24-9-'68	259) inundaties
4-11-'68	236)
21-12-'68	251
23-12-'68	280

De opgave der inundaties moet verre van volledig zijn. Vermoedelijk is geen nadere aandacht besteed aan de maanden, waarin ook bij de oude waterstaatkundige toestand normaliter overstromingen te verwachten waren.

In onderstaande tabellen zijn de uitkomsten uit de tabellen 1, 2 en 3 naar de kalendermaanden gerangschikt.

a Gorzen van gebr. Struijck,
verdeling der inundaties over het jaar

<u>Maand</u>	<u>1965-'68</u>		<u>1960-'63</u>
	<u>alle inundaties</u>	<u>inundatie ook bij oude toestand</u>	<u>oude toestand</u>
jan.	1		
febr.	1	1	1
mrt.	1		1
apr.			
mei			
juni			
juli			
aug.			
sept.			
okt.	2		
nov.	3	1	1
dec.	2	1	
	<u>10</u>	<u>3</u>	<u>3</u>

b Gorzen van hr. Leijdens,
verdeling der inundaties over het jaar

<u>Maand</u>	<u>1965-'68</u>		<u>1960-'63</u>
	<u>alle inundaties</u>	<u>inundaties ook bij oude toestand</u>	<u>oude toestand</u>
jan.	2		
febr.	1	1	2
mrt.	4		1
apr.			
mei			
juni			
juli			
aug.			
sept.	1		1
okt.	2	1	
nov.	3	2	1
dec.	5	1	1
	<u>18</u>	<u>5</u>	<u>6</u>

c Gorzen van hr. Sieling

verdeling der inundaties over het jaar

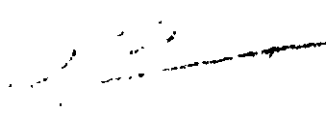
Maand	<u>1965-'68</u>		<u>1960-'63</u>
	<u>alle inundaties</u>	<u>inundatie ook bij oude toestand</u>	<u>oude toestand</u>
jan.	3	2	
febr.	3	1	3
mrt.	5	3	1
apr.	1		
mei			
juni			
juli	2		
aug.			
sept.	2		1
okt.	2	2	2
nov.	5	3	1
dec.	9	4	2
	<u>32</u>	<u>15</u>	<u>10</u>

Ten aanzien van de inundaties in 1965-'68 valt op te merken:

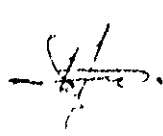
- a voor de gorzen van de gebr. Struijcken hr. Leijdens blijven de overstromingen, ondanks toename in aantal, beperkt tot de maanden, waarin zij ook bij de oude toestand te verwachten waren.
- b de gorzen van hr. Sieling zijn 3 keer (18-4-'65; 30-7-'65; 11-7-'68) overstroomd op een tijdstip, dat de kans daarop bij de oude toestand gering was.

's-Gravenhage, 5 augustus '69

De hoofdopzichter van de Rijkswaterstaat,


N. Boelrijk.

Gezien het hoofd van de afdeling hydrometrie,



Bijlage 1

Ouddorp: waterstanden te Ouddorp hoger dan NAP + 275 cm in het 4-jarig tijdvak 1965 - 1968.

Het peil NAP + 275 te Ouddorp aangenomen als maatgevend voor inundatie van de gorzen van de gebroeders Struyck bij de nieuwe toestand; voor de oude toestand NAP + 280 cm.

<u>opgetreden</u>		peilen gereduceerd tot toestand zonder dam	<u>inundatie</u>	
datum	stand		veroorzaakt door dam	ook bij oude toestand
1	2	3	5	6
1.	24-11-65	286	263	24-11-65
2.	30-11-65	299	276	30-11-65
3.	10-12-65	337	<u>313</u>	10-12-65
4.	28-3-66	278	255	28-3-66
5.	16-11-66	<u>346</u>	<u>322</u>	16-11-66
6.	28-2-67	321	<u>298</u>	28-2-67
7.	5-10-67	298	275	5-10-67
8.	18-10-67	275	252	18-10-67
9.	4-1-68	281	258	4-1-68
10.	23-12-68	<u>280</u>	257	<u>23-12-68</u>
	10			7
				3

Ter vergelijking met kolom 6, het nog binnen de memorie liggend, aan de dam voorafgaande 4-jarig tijdvak 1960 - 1963.

Ouddorp 1960 - 1963.

waterstanden boven het peil NAP + 280.

	<u>opgetreden</u>	
	<u>datum</u>	<u>stand</u>
1.	21-3-61	292
2.	17-2-62	289
3.	15-11-62	281

Ouddorp: waterstanden te Ouddorp hoger dan NAP + 260 in het 4-jarig tijdvak 1965 - 1968. Het peil + 260 te Ouddorp aangenomen als maatgevend voor inundatie van de gorzen van hr.Leijdens bij de nieuwe toestand, voor de oude toestand NAP + 265.

<u>opgetreden</u>		peilen gereduceerd tot toestand zonder dam	<u>inundatie</u>	
datum	stand		veroorzaakt door dam	ook bij oude toestand
1	2	3	5	6
1.	18-1-65	243	18-1-65	
2.	24-11-65	263	24-11-65	
3.	30-11-65	<u>276</u>		30-11-65
4.	10-12-65	<u>313</u>		10-12-65
5.	25-3-66	238	25-3-66	
6.	28-3-66	255	28-3-66	
7.	16-9-66	239	16-9-66	
8.	16-11-66	<u>322</u>		16-11-66
9.	1-12-66	<u>247</u>	1-12-66	
10.	9-12-66	238	9-12-66	
11.	28-2-67	<u>298</u>		28-2-67
12.	5-10-67	<u>275</u>		5-10-67
13.	18-10-67	252	18-10-67	
14.	5-12-67	248	5-12-67	
15.	4-1-68	258	4-1-68	
16.	6-3-68	242	6-3-68	
17.	17-3-68	241	17-3-68	
18.	23-12-68	<u>257</u>	<u>23-12-68</u>	
	18	18	13	5

Ter vergelijking met kolom 6 aan de dam voorafgaande 4-jarig tijdvak 1960-1963:

Ouddorp 1960-1963
waterstanden boven het peil NAP + 265

opgetreden

<u>datum</u>	<u>stand</u>
21-9-60	268
21-3-61	292
12-2-62	271
17-2-62	289
15-11-62	281
16-12-62	278

Ouddorp: waterstanden te Ouddorp hoger dan NAP + 235
in het 4-jarig tijdvak 1965-1968.
Het peil + 235 te Ouddorp aangenomen als
maatgevend voor inundatie van de gorzen van
hr. Sieling bij de nieuwe toestand, voor
de oude toestand NAP + 240 cm.

<u>opgetreden</u>		peilen gereduceerd tot toestand zonder dam	<u>inundatie</u>	
datum	stand		veroorzaakt door dam	ook bij oude toestand
1	2	3	5	
1.	18-1-65	266	<u>243</u>	18-1-65
2.	14-2-65	250	227	14-2-65
3.	18-4-65	240	218	18-4-65
4.	30-7-65	249	226	30-7-65
5.	24-11-65	286	<u>263</u>	24-11-65
6.	27-11-65	256	233	27-11-65
7.	30-11-65	299	<u>276</u>	30-11-65
8.	10-12-65	337	<u>313</u>	10-12-65
9.	25-3-66	261	238	25-3-66
10.	28-3-66	278	<u>255</u>	28-3-66
11.	16-9-66	262	230	16-9-66
12.	16-11-66	346	<u>322</u>	16-11-66
13.	1-12-66	270	<u>247</u>	1-12-66
14.	9-12-66	261	238	9-12-66
15.	11-12-66	252	227	11-12-66
16.	13-12-66	242	219	13-12-66
17.	18-12-66	246	223	18-12-66
18.	1-1-67	248	226	1-1-67
19.	23-2-67	238	215	23-2-67
20.	28-2-67	321	<u>298</u>	28-2-67
21.	26-3-67	242	220	26-3-67
22.	5-10-67	298	<u>275</u>	5-10-67
23.	18-10-67	275	<u>252</u>	18-10-67
24.	5-12-67	271	<u>248</u>	5-12-67
25.	4-1-68	281	<u>258</u>	4-1-68
26.	6-3-68	265	<u>242</u>	6-3-68
27.	17-3-68	264	<u>241</u>	17-3-68
28.	11-7-68	250	227	11-7-68
29.	24-9-68	259	236	24-9-68
30.	4-11-68	236	214	4-11-68
31.	21-12-68	251	228	21-12-68
32.	23-12-68	<u>280</u>	<u>257</u>	<u>23-12-68</u>
	32		17	15
		32		

bijlage 4

Ter vergelijking met kolom 6 aan de dam voorafgaande
4-jarig tijdvak 1960-1963.

Ouddorp 1960-1963

waterstanden boven het peil NAP + 240.

Opgetreden

	<u>datum</u>	<u>stand</u>
1.	21-9-60	268
2.	21-3-61	292
3.	17-10-61	240
4.	5-2-62	241
5.	12-2-62	271
6.	17-2-62	289
7.	29-10-62	247
8.	15-11-62	281
9.	10-12-62	235
10.	16-12-62	278

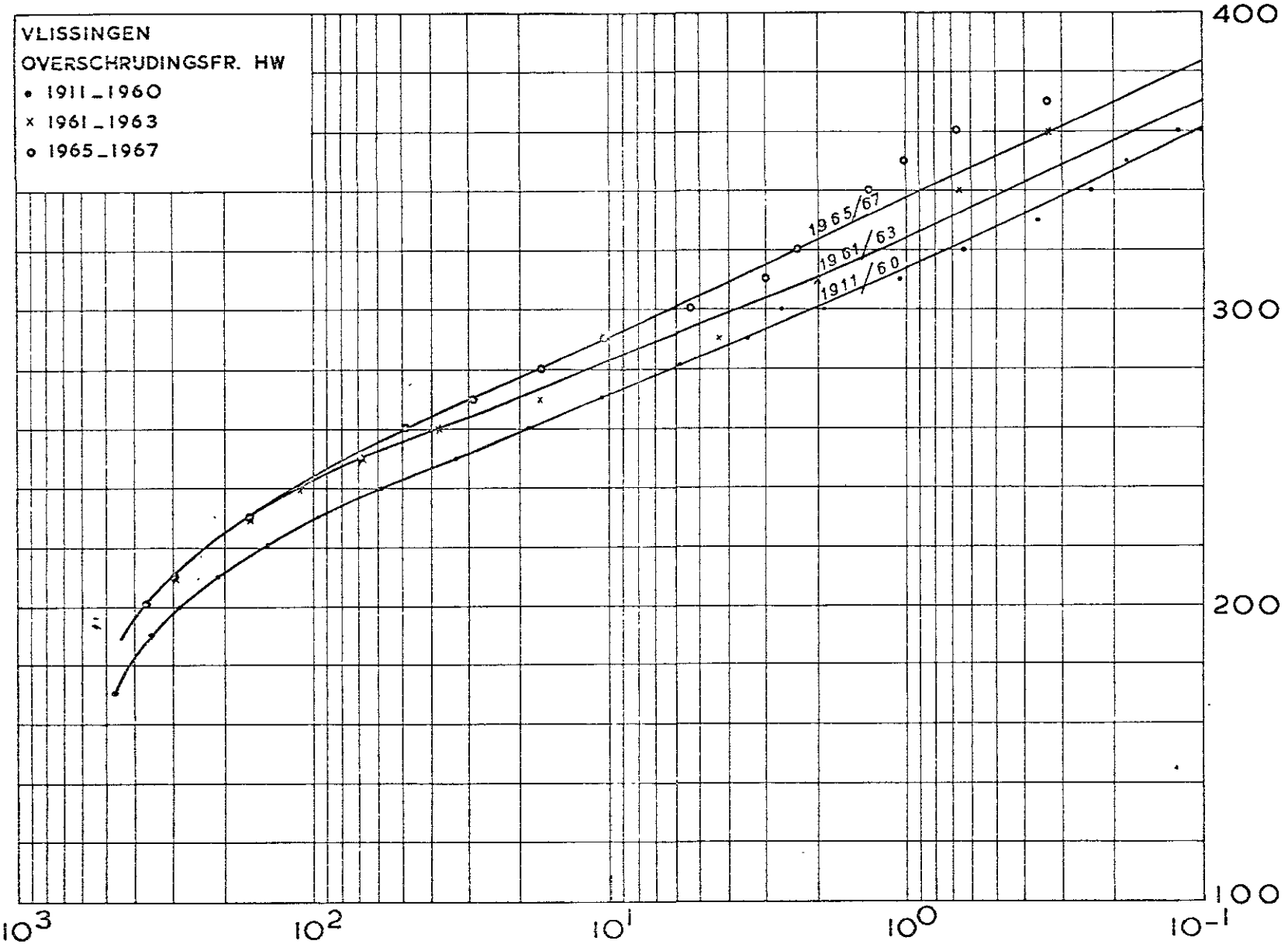


FIG. 1

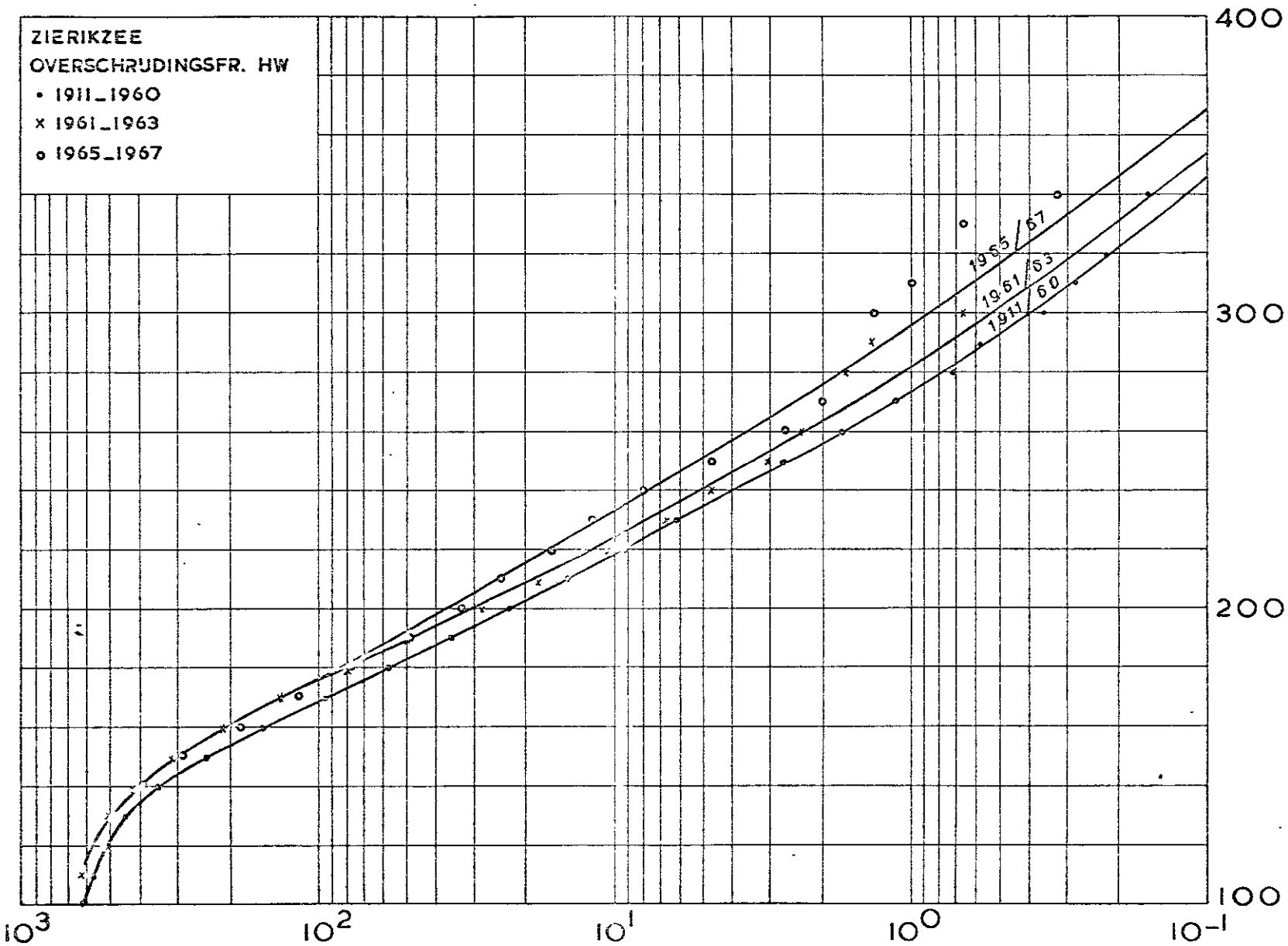


FIG. 2

AI-69210

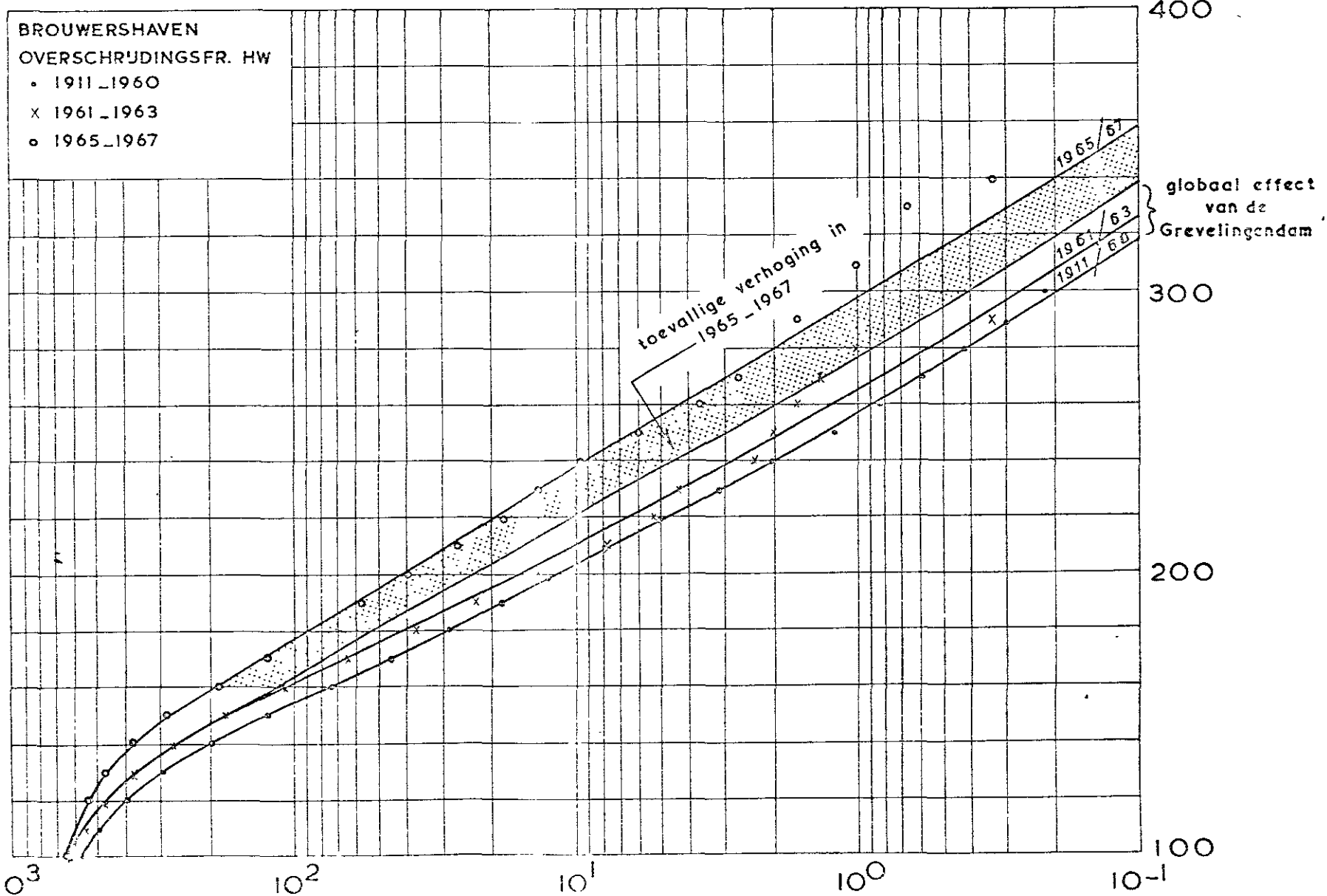


FIG. 3

AI-69.219

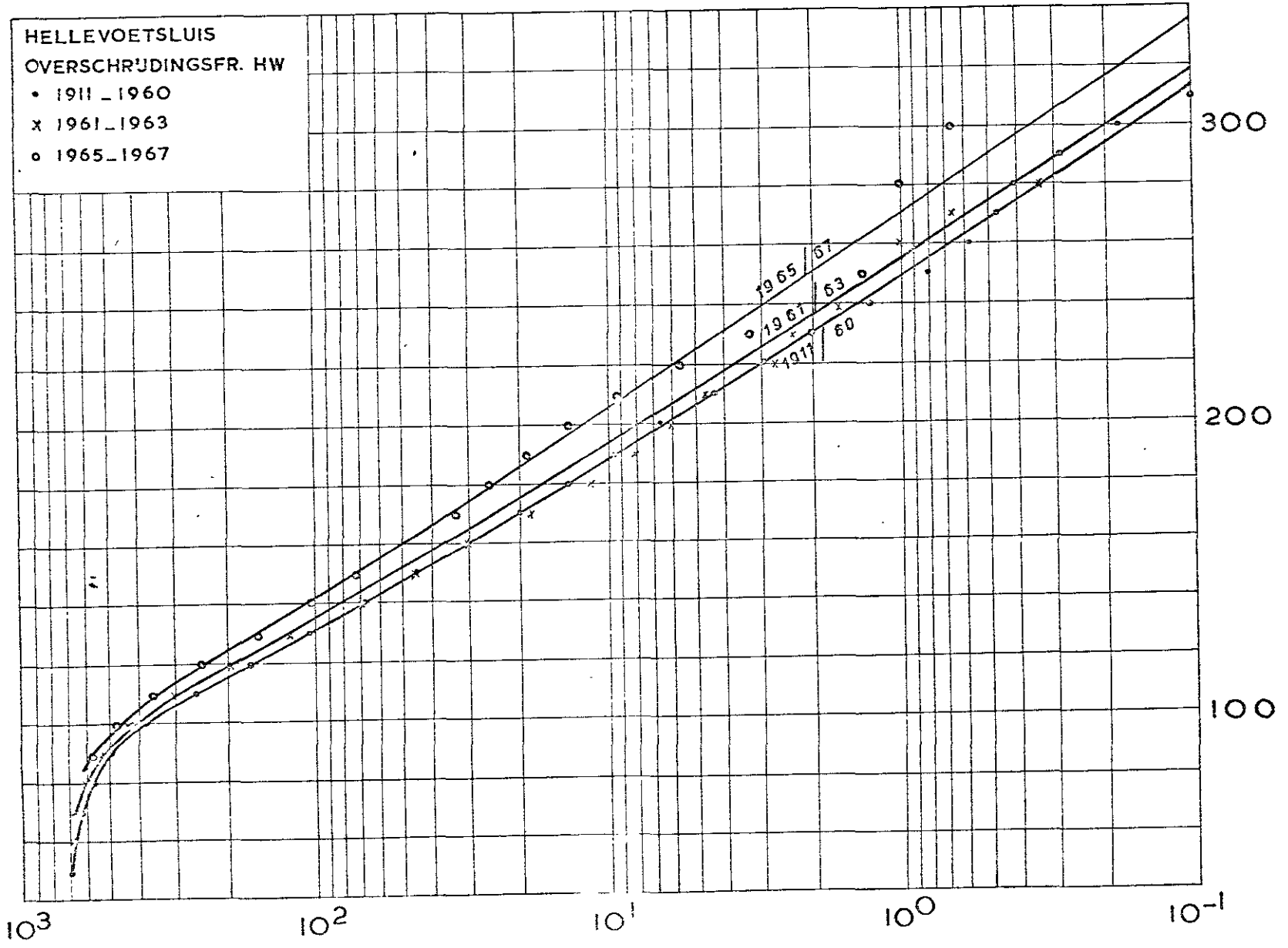


FIG. 4

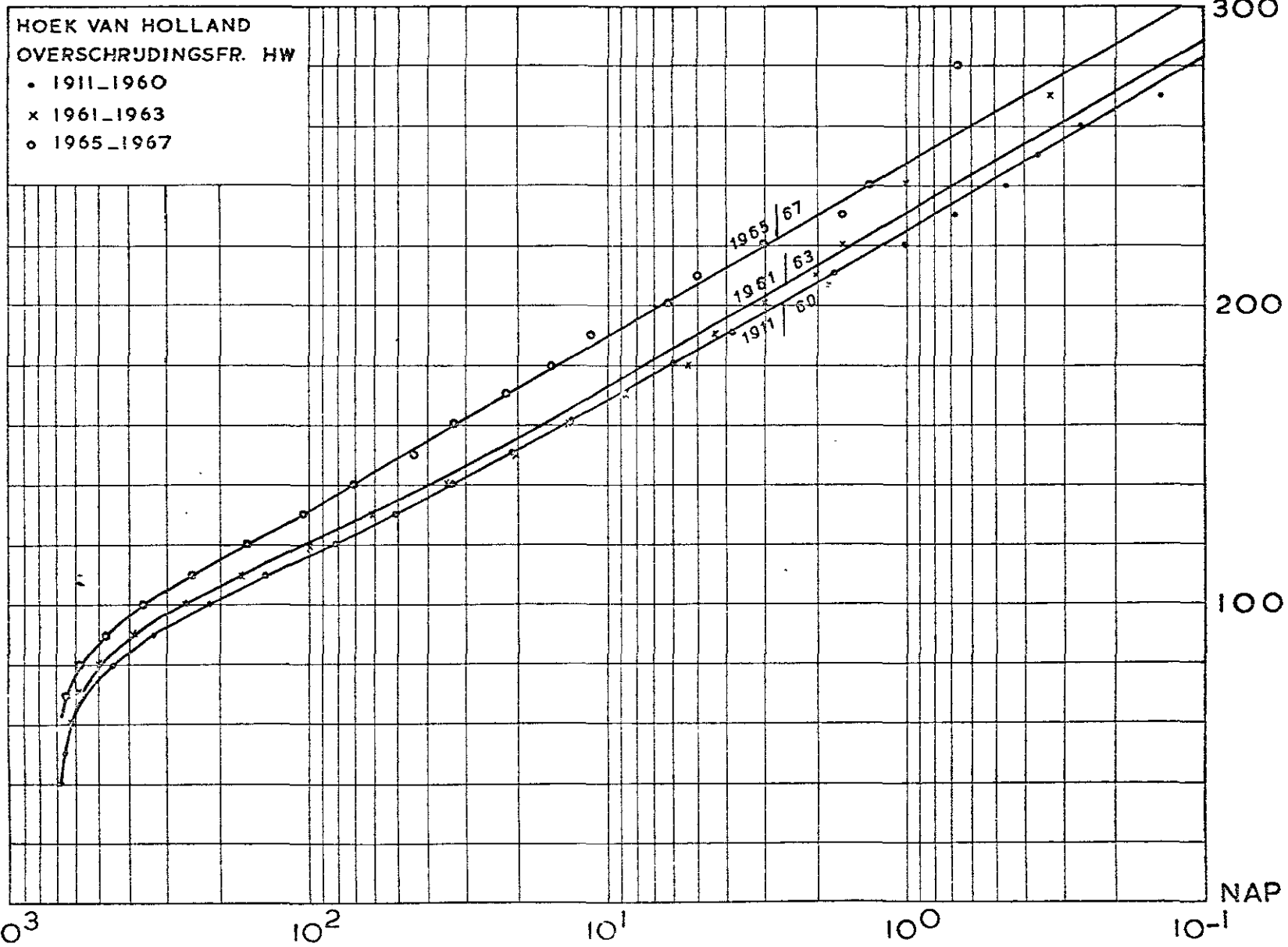


FIG. 5

BETREKKING WESTKAPELLE_ZIERIKZEE

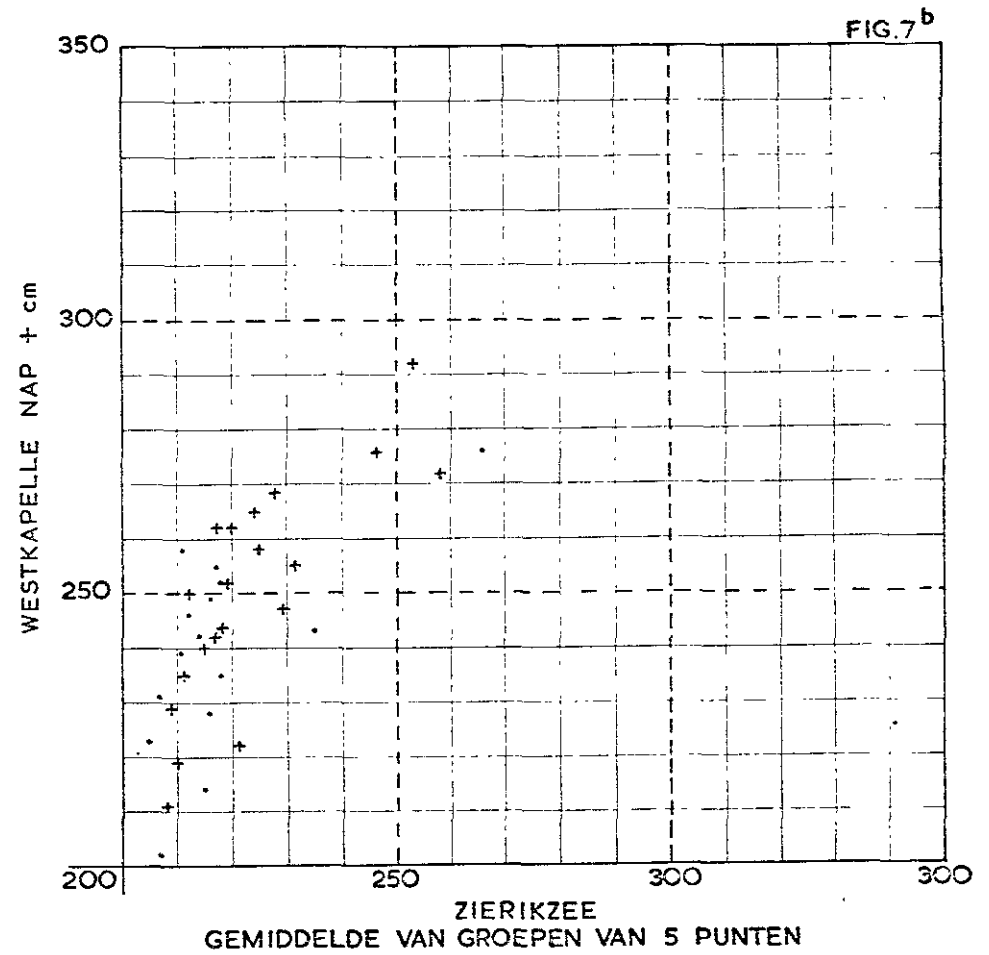
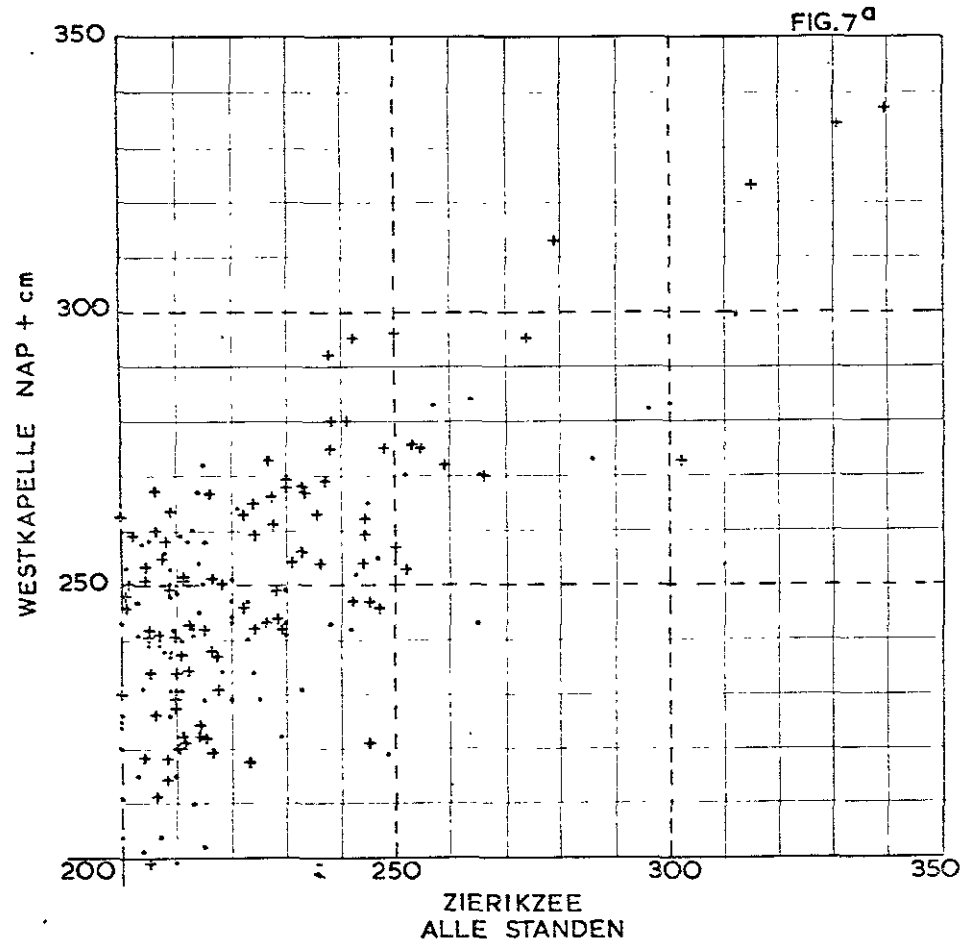


FIG.7

VERHOGING DOOR GREVELINGENDAM

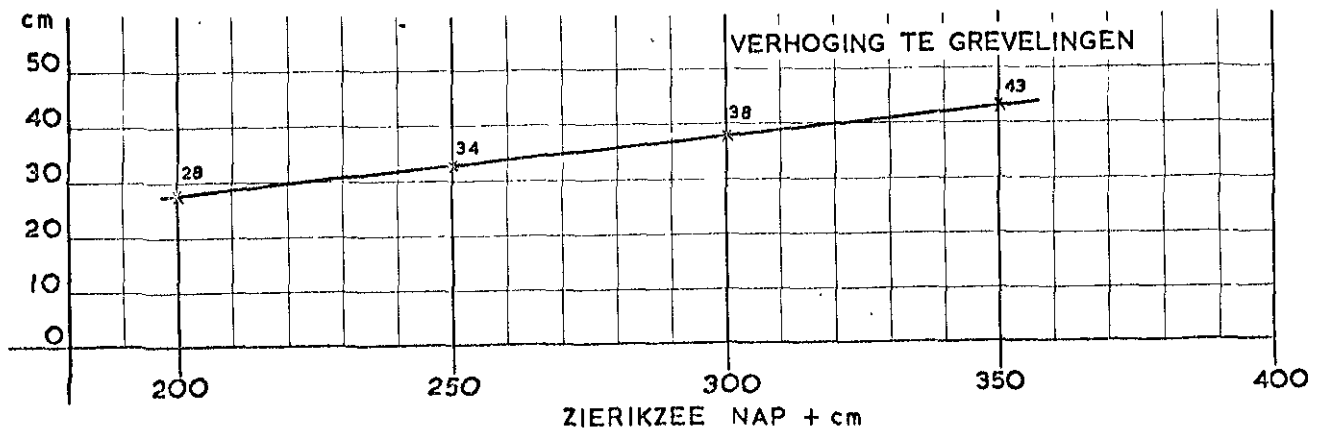
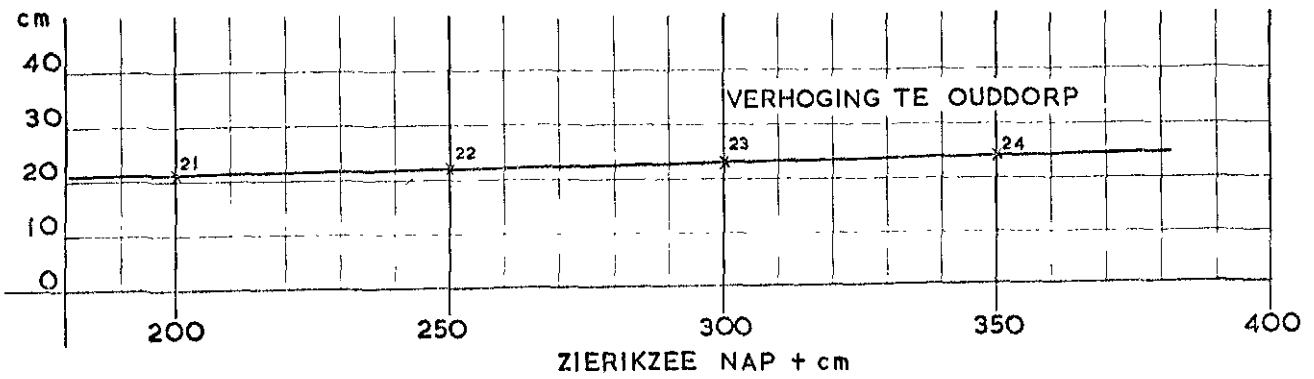
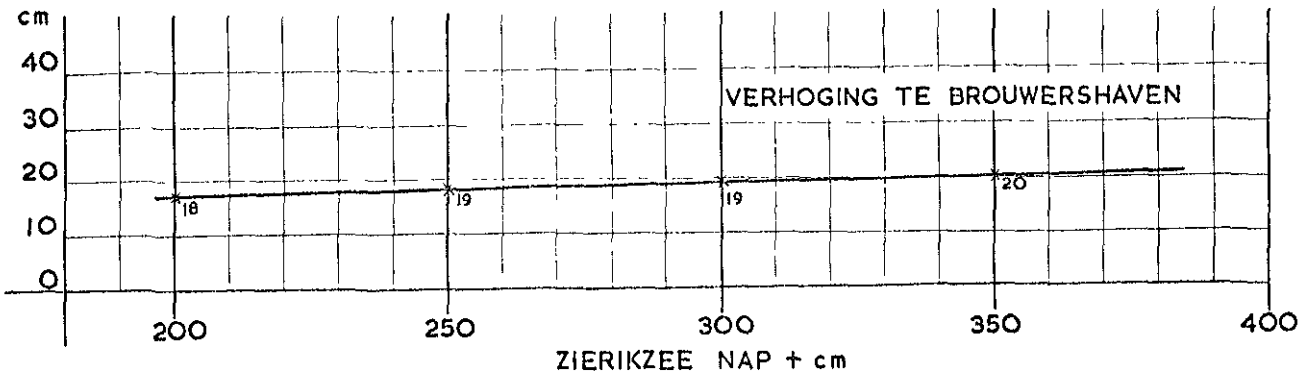
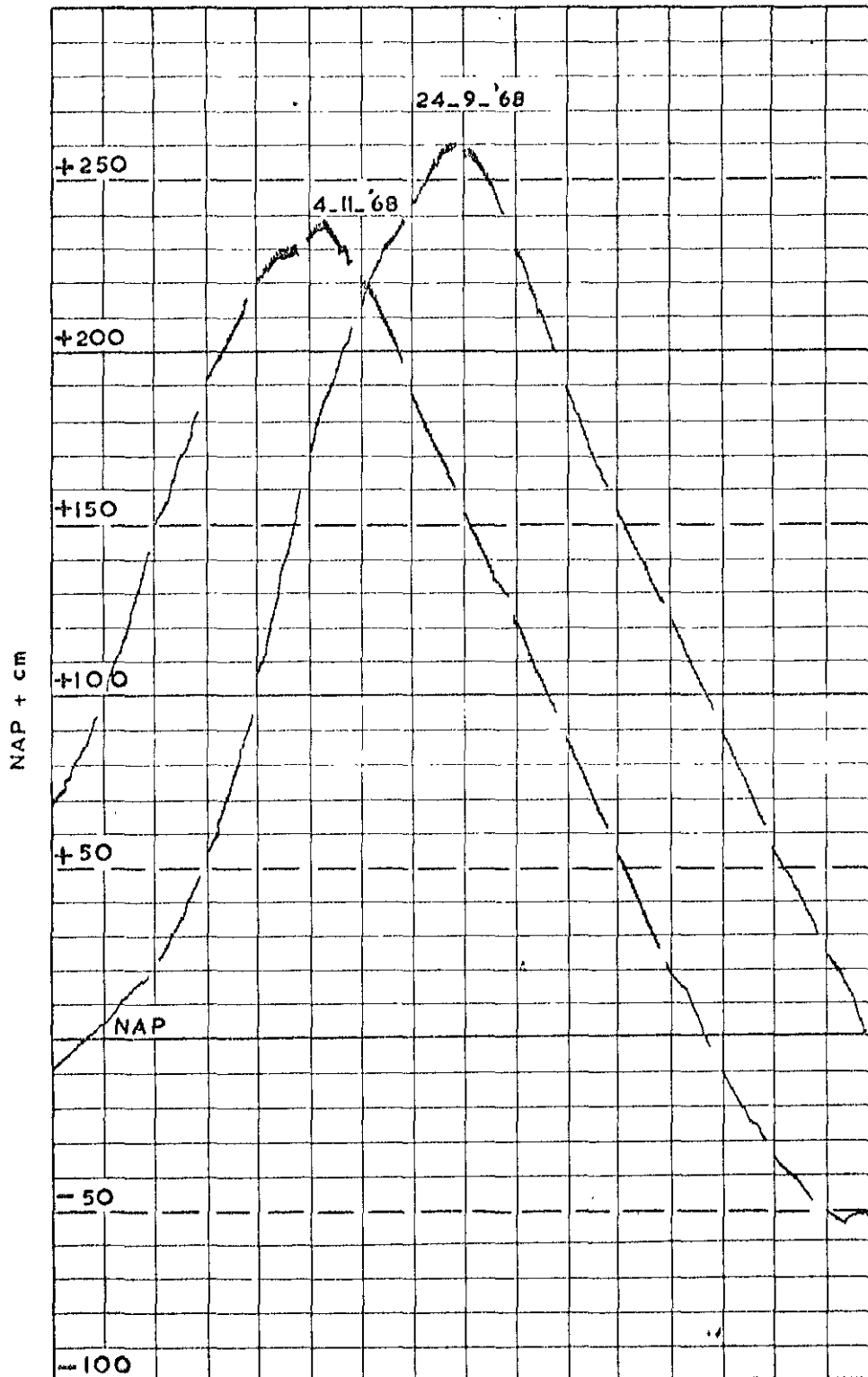


FIG.8

OUDDORP



4 november geeft geen sterke bulgolven
Het peil Ouddorp 235 bij de toestand met gesloten dam
kan maatgevend gesteld worden voor inundatie der gorzen
van Stelling

FIG.9