

12 JUN 1960

KONINKLIJK NEDERLANDS
METEOROLOGISCH INSTITUUT

Verslagen V-67
(RIII-246-1960)

Het chloride-gehalte van regenwater

door

551.577.13

Dr. J.P.M. Woudenberg

Kon. Ned. Meteor. Inst.
De Bilt

INHOUD:

1. Inleiding
 - 1.1 Vroegere metingen. Opzet van het onderzoek.
 - 1.2 Bronnen van de zouten.
 - 1.3 Zouten in de atmosfeer.
2. Metingen van het chloride-gehalte.
 - 2.1 Stations en analyses.
 - 2.2 Resultaten van de analyses.
 - 2.3 Verband tussen het Cl^- -gehalte enerzijds en de hoeveelheid neerslag bij verschillende windrichtingen anderzijds.
 - 2.4 Verband tussen het Cl^- -gehalte enerzijds en de windsnelheid bij verschillende windrichtingen anderzijds.
 - 2.5 Verband tussen de hoeveelheid chloride in het regenwater en de windsnelheid bij verschillende windrichtingen.
3. De hoeveelheid Cl^- , die de grond bereikt.
 - 3.1 Eigen metingen.
 - 3.2 De hoeveelheid neergeslagen Cl^- als functie van de afstand tot de kust.
 - 3.3 Vergelijking met de metingen van anderen.
 - 3.4 Wat kan gemiddeld per jaar aan chloriden worden verwacht?
 - 3.5 Invloed industrie.

1. Inleiding.

1.1 Vroegere metingen. Opzet van het onderhavige onderzoek.

Hoewel reeds ongeveer 2 eeuwen geleden werd ontdekt, dat zich in de neerslag nitraten bevinden, werd aanvankelijk nog maar weinig aandacht aan de chemische samenstelling van de neerslag geschonken. Eerst omstreeks 1850, toen Justus von Liebig op de betekenis wees van de in de neerslag aanwezige zouten voor de voeding van de plant, begon de belangstelling toe te nemen. Aangezien alleen aan nitraten bemestingswaarde werd toegekend, bleef de toegenomen belangstelling vrijwel uitsluitend tot deze bestanddelen in de neerslag beperkt. Omstreeks 1870 begon het onderzoek zich uit te breiden tot andere stoffen in de neerslag. In de laatste jaren van de vorige eeuw en het begin van deze eeuw zijn vooral in Engeland uitvoerige metingen verricht van het Cl^- -gehalte van de neerslag (10, 11, 13, 16). Incidenteel werden ook in andere landen, waaronder ons land, deze metingen verricht (7, 8, 17). Na de eerste wereldoorlog begon men alerwegen met meer systematisch onderzoek van het zoutgehalte van de neerslag. In ons land is het Leeftang (12) geweest, die daartoe in de jaren 1932-1937 een bijdrage heeft geleverd. In het algemeen verzamelde men monsters over lange tijdvakken. Bij Leeftang varieerden deze van $1\frac{1}{2}$ tot 5 maanden. Leeftang heeft uit zijn gegevens en uit die van anderen voor verschillende afstanden tot de kust een gemiddeld chloride-gehalte berekend. De door hem daarop gebaseerde curve is in figuur 1 weergegeven.

Overigens bleek uit de genoemde onderzoekingen, dat het gehalte aan zouten in de neerslag van plaats tot plaats belangrijk kan variëren. Door Eriksson (3) is een lijst samengesteld, waarin behalve de Europese ook de resultaten van de metingen in andere werelddelen zijn opgenomen. Aan het algemene onderzoek inzake de verontreiniging van de atmosfeer gaat gedurende de jaren na de tweede wereldoorlog een toenemende belangstelling gepaard voor de chemische samenstelling van de atmosfeer. In Scandinavië b.v. werd een zeer dicht netwerk van stations ingericht, waar monsters van neerslag en lucht worden genomen, die op hun chemische samenstelling worden onderzocht. Dit netwerk is thans uitgebreid tot een aantal landen buiten de Scandinavische, o.a. ook tot Nederland, waar sinds 1956 te Den Helder en De Bilt monsters worden getrokken (21).

In andere delen van de wereld, o.a. de Verenigde Staten (9) en Australië (1) worden eveneens op grote schaal analyses van het regenwater uitgevoerd.

De aanleiding tot onderzoek in ons land werd gegeven door vragen uit de praktijk inzake de hoeveelheid chloor, welke met de neerslag de grond bereikt en aldus bijdraagt tot een verzilting van de grond of de oorzaak is van een minder snelle ontzilting van nieuwe buitendijks aangelegde polders.

De resultaten van het reeds vermelde onderzoek van Leeftang in het duingebied van de Gemeentewaterleidingen van Amsterdam geven ons reeds indicaties van de hoeveelheid chloriden, die gemiddeld per jaar in het kustgebied worden afgezet. Deze gegevens betreffen evenwel de totale hoeveelheid aan zout, die zowel met de neerslag als rechtstreeks uit de atmosfeer werden afgezet. De door Leeftang gebruikte opvangtrechters werden n.l. in droge perioden niet afgedekt, zodat in deze tijdvakken niet onaanzienlijke hoeveelheden zout rechtstreeks uit de atmosfeer kunnen zijn neergeslagen. Het is evenwel gebleken, dat deze laatste vorm van afzetting van zouten sterk van de aard van de obstakels afhangt, zodat hiervoor een geheel afzonderlijk onderzoek is vereist.

Vanwege het feit, dat bij het onderzoek van Leeftang de neerslag over langere perioden werd verzameld is het niet mogelijk uit het verkregen cijfermateriaal een verband te zoeken tussen de hoeveelheid chloride in de monsters neerslag en de weersomstandigheden, i.c. de windrichting en windsnelheid en hoeveelheid neerslag. Wil men een dergelijk verband trachten op te sporen, dan zal de neerslag over veel kortere tijdvakken, b.v. een dag, moeten worden verzameld. In dat geval kunnen de natte dagen onderscheiden worden en hebben de metingen voornamelijk betrekking op het gehalte aan zouten in het regenwater.

Indien een significante correlatie tussen het gehalte aan chloriden en de windsnelheid bij verschillende windrichtingen zou worden gevonden, zou het mogelijk zijn uit de frequentieverdelingen van deze grootheden in regenperioden een schatting te maken van de hoeveelheid chloriden, welke met de neerslag op het aardoppervlak wordt afgezet. Teneinde na te gaan, in hoeverre deze mogelijkheid bestaat met behulp van dagelijks verzamelde monsters, werd op 1 mei 1954 een onderzoek begonnen in de kop van Noordholland langs een lijn van Bergen aan Zee naar Enkhuizen.

1.2. Bronnen van de zouten.

Bij een onderzoek als hier bedoeld dient men zich evenwel af te vragen, welke in dit gebied de bronnen zijn van de zouten in de atmosfeer en daarmee in de neerslag. In het algemeen kunnen de zee en de bodem als bronnen beschouwd worden. Wat ons land betreft kan de grond als Cl^- -leverancier wel buiten beschouwing blijven. Onze bodem is immers meestal begroeid en voorts is het in de winter te vochtig om belangrijke verstuivingen van de bodem bij harde wind mogelijk te doen zijn, terwijl de grondverstuivingen welke hier en daar in het voorjaar optreden als geheel toch van geringe betekenis zijn in dit verband.

De toenemende industrialisatie zal niet nalaten steeds meer invloed uit te oefenen op het gehalte aan zouten en andere stoffen in de atmosfeer en daarmee van de neerslag. Ook het chloor blijkt hierin zijn aandeel te hebben, ofschoon het aandeel in het totale Cl^- -gehalte van de atmosfeer vrij gering blijkt te zijn (2). Alleen vlak bij de industriële centra zal waarschijnlijk een groter aandeel worden geconstateerd. Tenslotte kunnen ook bij grote vulcanische erupties belangrijke hoeveelheden zouten tot op grote hoogte in de atmosfeer worden gebracht, waaruit zij geleidelijk uitvallen en uitregenen.

Voor ons land, en in het algemeen voor Noord West-Europa, kan evenwel de zee als enige leverancier van zouten worden beschouwd.

1.3. Zouten in de atmosfeer.

Onderzoek in de laatste jaren heeft aangetoond, dat de grote zoutdeeltjes voornamelijk in de atmosfeer worden gebracht door uitspatten van de golven in open zee en op de kust (20). Hieruit volgt, dat hoe ruwer de zee, des te meer zoutdeeltjes in de atmosfeer terecht komen (4, 5, 16, 21). Moore (16) vond, dat het aantal zoutdeeltjes met massa $> 10^{-11}$ gr. per volume-eenheid lineair afhankelijk is van de windsnelheid, doch voor het totale spectrum van deeltjes-grootten werd geen verband gevonden. Bij metingen in de omgeving van de Hawai-eilanden bleken bij een windkracht van 1 Beaufort slechts enkele deeltjes van meer dan 10^{-9} gr. op de hoogte van de wolkenbasis voor te komen, terwijl dit aantal bij een windkracht van 12 Beaufort 10^5 m^{-3} bedroeg. Voor deeltjes $> 10^{-11}$ gr. waren

deze aantallen resp. $1,5 \cdot 10^4$ en 10^6 m^{-3} . Uiteraard kunnen deze metingen niet dan steekproefsgewijs verricht worden, zolang over het gehalte aan zouten in het algemeen in de hogere niveaus slechts zeer globale informatie ter beschikking staan. Gegevens uit de gematigde streken zijn voor zover mij bekend in het geheel niet voorhanden. De verblijftijd van de grote deeltjes in de atmosfeer blijkt evenwel betrekkelijk kort te zijn.

De kleine zoutdeeltjes blijken zowel door verdamping van het zeewater al door barstende luchtbelletjes in de atmosfeer gebracht te worden, zoals door Woodcock c.s. (10) en Mason (14) is aangetoond. Vooral in het laatstgenoemde proces blijkt een zeer effectieve bron voor kleine zoutdeeltjes in de atmosfeer te zijn. Vooral de kleine deeltjes worden tot grote hoogte verspreid en met de bovenwinden over de continenten gevoerd. Dit heeft tot gevolg, dat de neerslag steeds een zekere basisconcentratie aan zouten bevat.

Junge en Gustafson (9) vonden in de Verenigde Staten over een groot gebied een vrijwel constant gehalte aan Cl^- in de neerslag. Zij veronderstellen, dat dit een gevolg is van een uniforme horizontale en verticale menging van de lucht.

Overigens wijzen zij er op, dat het afgevoerde beek- en rivierwater een veel hogere concentratie aan Cl^- te zien geeft dan de neerslag; zij veronderstellen dat de hoeveelheid zout, welke door obstakels uit de atmosfeer wordt uitgezeefd, belangrijk moet zijn. Aan dit punt is evenwel tot nu toe weinig aandacht besteed.

Turner (20) heeft aangetoond, dat de hoeveelheid zout, die per volume-eenheid in de regendruppels bij de grond aanwezig is, geenszins uniform is. Niet alleen blijkt zij sterk afhankelijk van de grootte van de druppels, doch tevens van de condities (vnl. de relatieve vochtigheid) tussen wolk en aarde, en in de wolk zelve. Met sterke verticale bewegingen kan het zoutgehalte van een druppel door het invangen van zoutdeeltjes belangrijk toenemen. Dit maakt het interpreteren van de verkregen gegevens wel uitermate moeilijk. Er kan dan ook worden verondersteld, dat het door Moore (16) boven zee gevonden lineaire verband tussen windsnelheid en zoutgehalte van het aerosol slechts onder bepaalde condities van stabiliteit en relatieve vochtigheid van de atmosfeer geldig is. Overigens geeft dit laatste grond aan de veronderstelling, dat ook nabij de kust de in de neerslag aanwezige hoeveelheid Cl^- een lineair verband met de windsnelheid te zien zou kunnen geven.

2. De metingen van het chloride-gehalte.

2.1 Stations en analyses.

Gedurende het tijdvak van 1 juni 1954 tot 1 mei 1956 werd op een aantal stations langs de lijn van Bergen aan Zee naar Enkhuizen de neerslag opgevangen in een trechter van polyvinyl met een oppervlak van 400 cm², gelijk aan dat van de gebruikelijke regensmeters van het K.N.M.I. De opgevangen neerslag werd verzameld in een glazen fles, waarvan de inhoud met 18 mm neerslag overeenstemde. (zie figuur 2). Na iedere regendag werd de fles door een andere vervangen. Voorts was voorgeschreven, dat na een dag zonder neerslag, de trechter met gedestilleerd water moest worden schoongemaakt, teneinde zoveel mogelijk te voorkomen, dat op andere wijze zouten in het opgevangen regenwater terecht zouden komen.

De stations waren de volgende:

1 Bergen (Buitenhuis)	0,68 km uit de kust
2 Bergen (Pompstation B)	1,71 "
4 Bergen (Pompstation A)	2,60 "
5 Bergen (Hoofdpompstation)	3,58 "
6 Oudkarspel	5,5 "
7 Spanbroek	21,8 "
8 Wognum	27,0 "
9 Zwaag	30,2 "
10 Hoogkarspel	37,0 "
11 Grootebroek	40,5 "

De ligging van de stations in Bergen is in figuur 3 weergegeven. Helaas is de medewerking niet op alle stations van dien aard geweest, dat gedurende het gehele tijdvak monsters werden verkregen. Ook gingen enkele monsters regenwater verloren tijdens de verzending bij het invallen van de strenge vorst eind januari 1956.

De stations zijn zover van industriegebieden (Hoogovens-Velsen enz.) af gelegen, dat een invloed daarvan verwaarloosbaar klein moet worden geacht.

Voorts was nog een station buiten genoemde lijn gevestigd te Castricum (nr. 3), op 1,75 km uit de kust gelegen, teneinde na te gaan, in hoeverre op deze afstand nog verschillen in de opgevangen hoeveelheden bestaan. De monsterneming op dit station vond eveneens op de voorgeschreven wijze plaats.

De monsters regenwater, werden eens per maand naar De Bilt gezonden, alwaar ze op het laboratorium van de Afdeling Oceanografie en Mari-tieme Meteorologie op het gehalte aan chloorionen werden geanaly-seerd. Dit geschiedde door titratie met zilvernitraat en kaliumchro-maat als indicator.

Tevens werd de hoeveelheid water in de flessen gemeten.

Aangezien het veelal kleine hoeveelheden water betrof, was de titra-tie niet eenvoudig. Betrouwbare analyse (nauwkeurigheid 5%) bleek in de meeste gevallen alleen mogelijk, indien de hoeveelheid neerslag minstens 0,8 mm bedroeg. In enkele gevallen bleek titratie beneden deze grens mogelijk (bij hoge zoutconcentratie), in enkele andere ge-vallen was titratie bij grotere hoeveelheden water niet uitvoerbaar vanwege de zeer geringe hoeveelheid chloorionen.

2.2. Resultaten van de analyses.

In Tabel I zijn de resultaten van de analyses van de dagelijkse mon-sters regenwater opgenomen. De nummers boven de kolommen verwijzen naar de stations, vermeld op blz. 7.

In deze tabel is tevens aangegeven uit welke richting de wind tijdens de neerslag overwegend woei. De windrichting is afgeleid uit de waar-nemingen op de omliggende synoptische en klimatologische stations en ondergebracht in de volgende 3 groepen:

1. wind tussen W en N
2. " " S en WSW
3. " " NNE en SSE

Uit tabel I blijkt allereerst, dat de gehalten aan Cl^- in het regen-water voor de verschillende stations op een zelfde dag belangrijk uiteen kunnen lopen.

Tevens krijgt men de indruk, dat de gehalten aan Cl^- in de nabijheid van de kust in het algemeen hoger zijn dan meer landinwaarts. Bij wind uit oostelijke richtingen is enige malen het Cl^- -gehalte van de oostelijk gelegen stations het grootst. Over het gemiddelde verloop van het Cl^- -gehalte met de afstand uit de kust zal in 3.2. worden teruggekomen. Voor de stations Bergen HPS (5) en Hoogkarspel (10) is bepaald, hoeveel malen in het tijdvak juni 1954-april 1956 Cl^- -ge-halten in klassen van 5 mg/liter voorkwamen.

TABEL I

Chloride-gehalten van de dagelijkse monsters regenwater (in mg/liter) ^Σ

datum	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	wind- groep
1954 2-6	-	-	-	-	-	-	4	-	6	-	-	1
3-6	-	-	12	-	-			-		14	-	1
6-6	3	4	9	4	3	18	4	-	9	5	-	3
7-6	2	9	7	-	12		5	-			-	2
8-6						12		-	3		-	2
9-6	2	3	4	3	3	4	2	-		7	-	1
10-6		14	12		6	15		-			18	1
12-6			60					-	5			1
13-6	2	3	6	3	18	16	6	-	3	7	7	3
14-6	3	4	4	3	4	7	3	-		5	5	3
15-6	13							-			15	1
17-6		46		34	21	52		-			36	2
20-6		28	15	18	27	6	21	-	17	13	8	1
21-6										4	8	2
22-6						37						2
26-6	17	13	19	23	14	18		12		13	10	2
27-6							5		10		18	2
28-6	20	13		10	12		-	14		15	18	2
29-6	12	15	14	11	11	17	-	24		17	16	1
3-7									20			2
4-7	14		16	10	20	18	-			9		2
5-7							-	21		10	12	2
6-7	9	2	12	7	7	11	-	0	5	6	6	2
7-7	8	3	11	4		7	-	9	9	8	6	1
12-7						35	-	60	20	51	22	1
13-7	22	44	38	17	37	30	-	16		15	17	1
14-7			26				-		12			2
15-7		17	10	25	7	15	-	9	14	16	13	2
16-7							-		6			1
17-7	20	11	14	19	13	14	-	8	5	7	8	2
18-7	18	11		18	11	12	-			5	8	2
19-7	18	11	14	9	9	13	-	7			18	1
20-7	25						-					1
21-7	4	3	13	4	4	7	-	8			8	1
24-7		5	8	5	5	10	-	5			4	2
25-7					18	19	-	7				2

TABEL I (vervolg)

datum	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	wind- groep
1954 26-7	14	9	12			9	-		5		6	2
27-7	11	7	12	9	6		-	-	7	8	7	2
28-7	56	20			35	46	-	-	12	34		2
29-7	44		83	41	25	34	-	-	22	15	30	2
30-7	23	9	15		9	36	-	-	7	10	9	2
6-8	14	8	14	4	9	6	-	-	19			2
7-8	15	10	13	14	9	4	-	-	2			2
8-8	17	11	19	21	14	8	-	-	3	8	10	2
9-8							-	-		10	11	2
10-8	2	2	6	0	5	5	-	-	4	5	5	3
11-8	93	40	42	28	33	29	-	-	10	9	19	2
12-8	49	19	11	33			-	-	10		19	2
13-8	21	8		5	18	13	-	-	13	20	9	2
15-8						9	-	-	36			1
16-8	4	8	4	3	11	17	-	-			8	1
17-8	3	1		1	4	1	-	-	3	3		2
18-8	4		3	0	4	1	-	-	1	3	3	2
19-8			11			5	-	-	2		10	2
20-8	8	4	8	5	8	10	-	-		9	5	1
21-8			8		20	7	-	-		5	5	2
22-8							-	-		11	9	3
23-8	16		6				-	-	7			1
24-8	10	9	14	7	9	8	-	-		4		2
25-8	9	6	9	5	5		-	-	-	7		3
5-9	4	3	9	3	10		-	-	-			1
6-9	5	14	11	15	6		-	-	-	8		3
7-9							-	-	-		16	2
8-9	14	8	11	5	10		-	-	-		10	2
9-9							-	-	-		11	2
10-9	23	7	6	9	10		-	-	7	-	11	2
11-9	30	19	32	37	21		-	-	5	-	7	2
12-9	37	23	35	24	22		-	-		-	6	13
13-9	22 (269)	24	11	12			-	-	7	-	7	13
14-9						14	-	13	11			2
15-9	10		32		7	14	-					2
16-9			33		22	23	-	9		8	11	2

TABEL I (vervolg)

	datum	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	wind- groep
1954	17-9			42			59	-		15	11		2
	18-9	35	14		15	25		-	15	22	13		2
	20-9	38	12	57	21	20	22	-	9	-	9	33	2
	21-9	52	34	42	30	30	35	-	12	-	17	32	2
	22-9	63	29	28	27	34	36	-	13	-	15	19	1
	23-9	35	22	28	27	25	16	-		-	25	19	1
	24-9							-	2	-			2
	25-9	21	11	17	17	11	19	-	3	-	8		2
	26-9	42	37	31	34	33	18	-		-	15	11	2
	27-9	32	6	8	5	4	6	-	6	-	4	5	2
	28-9	5	4	11	4	3	6	-	3	-	3	-	3
	29-9	19	13	28	11		36	-	32	-	4	-	1
	30-9	96	74	36	63	53		-		-	57	-	1
	1-10	20	12	9	10	8		-		24	5	-	2
	2-10							-		24		-	2
	3-10							-		84		-	3
	4-10							-	29	16		-	2
	5-10	15	11	16	10	9	19	-	13		13	-	2
	6-10	11	0	10	10	6	23	-	9		5	-	2
	7-10	184	179	160	151	-	272	-	90		92	-	1
	9-10					-		-				12	1
	11-10	8	6	18	8	-	13	-	11	13	11	9	2
	12-10		5		3	-	8	-					1
	14-10					-		-			11	7	2
	15-10					-		-		18			2
	17-10		14		20	-	20	-	7		6		2
	18-10							-	6	15			2
	19-10			4			12	-			6	6	2
	20-10			52		15		-	10		4	11	2
	21-10			10		28	34	-	9		21		2
	22-10			5		6		-	25		2	7	2
	23-10	20	13	12	11	0	12	-	1		2	4	2
	24-10		3		5		12	-					2
	25-10	22	9	14	10	8	23	-	2	31		10	2
	26-10	21	27	12	23	21	22	-	3		12	12	1
	27-10	10	7	1	15			-			3		3

TABEL I (vervolg)

	datum	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	wind- groep
1954	28-10	2	3	5	2		1	-	-		2	3	
	29-10							-	-			9	2
	30-10	9	2	6	3			-	-				2
	31-10							-	-		8		2
	1-11							-	-		27	47	2
	2-11		4		3	20	35	-	-				2
	3-11	14		16		14	16	-	-		8		1
	4-11	30	17	18		18	16	-	-				1
	7-11	6	0		0	2	7	-	-	3	1	11	3
	8-11		0		0	0	7	-	-		3	1	3
	9-11	13	5		5	13	4	-	-		2	14	2
	10-11	93				55	17	-	-	15	39		1
	11-11					7		-	-		2	3	2
	12-11					23	18	-	-		8		2
	13-11							-			8	9	2
	14-11							-			15	21	2
	15-11							-	19	15	26	25	1
	16-11							-	31			44	1
	17-11						17	-	5		2	3	1
	20-11						16	-					3
	22-11						16	-					3
	24-11							-	4		1	3	3
	25-11							-	2		2		3
	26-11							-	44	24	3	3	2
	27-11	4	1	13	1	2	15	-	2	-			2
	28-11	38	10	14	11	9	-	-		-	10	18	3
	29-11						-	-	9	-			2
	30-11	5	0	3	0	0	-	-	1	-	13	3	2
	1-12	10	5	8	3	4	-	-	3	-			2
	2-12	18	10	13	11	0	-	-	5	-			2
	3-12	16	8	36	8	27	-	-	15	-		20	2
	4-12	113	77		145	25	-	-		-			2
	5-12	103	175	158	134	8	-	-		-			2
	6-12	125	63	48	47	46	-	-	66	-	93	-	1
	7-12		21	19	26	31	-	-	12	-	13	-	1
	8-12					82	-	-	2	-		-	2

TABEL I (vervolg)

	datum	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	wind- groep
1954	9-12			5			-	-		-	6	-	3
	13-12			17			-	-	7	-		-	2
	14-12			16			-	-	5	-	6	-	3
	18-12		29		24		-	-	21	-		-	2
	19-12						-	-		-	25	-	2
	20-12	35	14		20		-	-	12	-	6	-	2
	21-12		46	55	24		-	-	15	-		-	2
	22-12	665	362	293	302	404	-	-	193	-	229	-	1
	23-12	119		150	143	68	-	-	119	-	6	-	1
	24-12	329		408	312	263	-	-	300	-		-	1
	25-12	103		43	90	33	-	-		-		-	1
	26-12	31		16		15	-	-		-	10	-	1
	27-12						-	-	17	-		-	2
	31-12			54			-	-	17	-		-	3
1955	2-1						-	-		-		7	3
	3-1						-	-		-		6	3
	7-1						-	-		-		8	3
	11-1			17	34	18	-	-	6	-	6		2
	12-1					12	-	-		-		-	1
	13-1						-	-		-	30	-	1
	14-1			48			-	-		-		-	3
	16-1			21			-	-		-	18	-	2
	17-1			8			-	-		-		-	3
	18-1			39			-	-		-		-	2
	19-1			41			21	-		-		-	1
	22-1			7		2		-		-		-	3
	25-1						21	-		-		-	2
	31-1			14			21	-	5	-	11	-	2
	3-2	3	3	8	3	4	22	-	-	-	3	-	2
	4-2			21		13	21	-	-	-	6	-	3
	5-2	3	2	3	3	2		-	-	-	3	-	3
	6-2	17	15	16	14		22	-	-	-		-	1
	7-2	15	14	18	18			-	-	-		-	1
	8-2	7	3	3	3	4		-	-	-	19	-	3
	10-2		48	45	32	49	16	-	-	-	25	-	1
	11-2	68	65	15	23	15	16	-	-	-		-	1

TABEL I (vervolgd)

	datum	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	wind- groep
1955	12-2			12	9		20	-	-	-			1
	13-2	13	13	6	11	11		-	-	-		14	2
	15-2	15		8		11		-	-	-	5		3
	16-2	16	11		8			-	-	-	0		2
	17-2	76	52	28	50		9	-	-	-		18	1
	18-2	41	26		18	23	8	-	-	-			1
	19-2				13			-	-	-			2
	6-3	40	33	29	29	20		-	-	-	21	32	3
	7-3	13					22	-	18	-		53	3
	8-3			2			28	-	3	-	3		3
	9-3	3		7		5		-	-	-			3
	17-3			13		9		-	9	-		5	1
	18-3			24		32		-	18	-		8	1
	19-3			9		8		-	4	-			1
	20-3					2		-	-	-		5	1
	23-3						17	-	5	-			3
	24-3		51	8	19	9	18	-	4	-	5	14	2
	25-3	32		29		7	18	-	1	-	4		2
	26-3	3	6	8	0	8		-	2	-	4		3
	27-3	21	8	17	13	10		-	6	-	6		2
	30-3	18	9	10	0	12		-	10	-	33		1
	4-4	5	5		4	5	9	-	-	-	4	2	2
	5-4	4	3	6	2	2	2	-	-	-	2	2	2
	8-4			8				-	-	-			2
	9-4	20	9		7	11	6	-	-	-		4	2
	11-4	6		3	7	8	4	-	-	-			2
	12-4						5	-	-	-			1
	15-4						18	-	-	-			1
	24-4	37	5	23	27	40		-	-	-		20	2
	28-4	44						-	-	-		10	2
	30-4		4					-	-	-			1
	1-5							-	-	-		8	1
	2-5			6			8	-	-	-	4	1	2
	3-5	43		24	45	24	23	-	3	-	16	2	2

TABEL I (vervolg)

	datum	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	wind- groep
1955	4-5	19		12		8		-	15	-	24	10	2
	5-5	37	17		25	23	28	-		-			
	7-5		16	35	21	21	24	-	5	-	9	19	2
	10-5	7	6	8	5	8	8	-	6	-	12		2
	11-5		17		27			-		-	8	8	1
	14-5	15	9	18	10	11	14	-	7	-	10	10	2
	15-5	15	16		9	8	14	-		-	8	6	2
	16-5	9		28		30		-	6	-			2
	17-5	41	13	6	12	10	14	-	3	-	4	5	2
	18-5	3	13	55	8	24	56	-	10	-	20	64	2
	19-5	312	169	191	190	133	201	-	79	-	105	261	2
	20-5	29		29	22		14	-		-	17		1
	21-5		15		29	34	27	-	3	-	15	4	1
	22-5		20			10	11	-		-			1
	23-5							-	7	-			1
	24-5			24		26	14	-	5	-	6	10	2
	28-5			10				-		-			3
	29-5				26			-		-			3
	30-5				30			-		-			3
	31-5				31			-		-			3
	8-6		29		28	35		-		-	61		3
	9-6	12		10		16		-	19	-	20		1
	13-6	10	7	11	19	10		-	11	-			3
	15-6		21	20				-		-		17	2
	16-6	25						-		-			2
	20-6	19		13				-	15	-			3
	21-6	21	16	31	21	16		-	7	-			2
	22-6			14	21	18		-	25	-			1
	29-6			10				-		-			2
	30-6	12	12	22	22	15		-	10	-			2
	2-7		4		8	12	10	-	8	-			2
	4-7	19	20	6	6	7	6	-	2	-			2
	5-7	17	19	14		10	9	-	6	-	6		2
	8-7			40				-		-			3
	14-7			28				-	1	-			1
	18-7	12	12		18	19	13	-	24	-			3

TABEL I (vervolg)

datum	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	wind- groep
1955 19-7		4	25	5	4		-		-		-	3
3-8	13	10		11	27		-	21	-		-	3
4-8					16		-		-		-	1
7-8			6			34	-		-	37	-	1
8-8	48	34	35	31	28	51	-	21	-		-	1
9-8	44	27	26		32		-	26	-		-	1
10-8		9	7	10	8		-		-	12	-	3
11-8	32			20	14	43	-		-		-	3
13-8							-		-	16	-	3
14-8							-	30	-	8	-	2
15-8	13		3			19	-		-		-	2
19-8							-	28	-		-	2
26-8	60					22	-	82	-		-	3
28-8		5	22	2	1	6	-		-		-	1
29-8			9				-		-		-	1
1-9				27			-		-		-	2
6-9	7		11	3	4	20	-	24	-	4	-	2
9-9				9			-	9	-		-	2
10-9		8		9			-	20	-		-	2
11-9			2		8		-		-		-	1
12-9	10	4	11	8	5	6	-		-	20	-	2
13-9	4	4	4	5		5	-	8	-	7	-	1
14-9	8	6	4	6	6	5	-	8	-	4	-	3
15-9	8			7	5	6	-	9	-	5	-	1
16-9	15				8	23	-	11	-	20	-	1
17-9	14				21	7	-	6	-	6	-	2
23-9							-	24	-	13	-	3
26-9		35		45	3	32	-		-		-	2
28-9			16	15	15	21	-	21	-	12	-	1
29-9	9	6		5	6		-		-		-	1
4-10	26	14	22	8	17		-		-		-	3
5-10	8	7	6	9	5	15	-		-	13	-	2
6-10	12	3	7	5	7	39	-	13	-	6	-	2
7-10	83	51	49	43		46	-	24	-	25	-	1
8-10	33	28	25	25			-	19	-	34	-	1
16-10	51	33	48	31		19	-		-		-	1

TABEL I (vervolg)

	datum	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	wind- groep
1955	17-10	48	36	37	33	29	44	-	25	-	22	-	1
	18-10	46	37	26	31			-	15	-	21	-	1
	19-10				41			-		-	9	-	1
	20-10	11		3	2			-	8	-	7	-	3
	21-10	7	8	6	4		10	-		-	3	-	3
	22-10	14	8	8	5	8	13	-		-	6	-	3
	23-10	1	2	3	3	2	4	-		-	2	-	3
	24-10	0	2	8	3	5		-		-		-	2
	25-10			14		13	26	-	9	-		-	1
	27-10	22	11	8	8	9		-	9	-	6	-	1
	28-10	18	15		15	12		-		-	9	-	1
	29-10	32	33	16	30	24		-	9	-	13	-	1
	30-10	18	12	10		8		-		-	6	-	1
	31-10	11	11	18	12	11		-	8	-		-	1
	1-11	19	14					-		-		-	1
	8-11	9				10		-	11	-		-	2
	9-11	1	3	3	3	2		-	2	-		-	3
	10-11	2	1	1	1	1	2	-	4	-	12	-	2
	15-11					26	48	-		-		-	3
	16-11	8	17	24	18	14		-		-		-	1
	17-11						22	-		-	30	-	1
	18-11		5	7	3	11		-		-		-	1
	19-11							-		-	38	-	1
	21-11	48				27	46	-	30	-	32	-	1
	23-11		26		22	21	62	-	17	-	19	-	1
	24-11	78			56	59		-	47	-	53	-	1
	25-11	75			59	65	101	-	52	-	60	-	1
	26-11	66	25	41		28	39	-		-		-	1
	2-12	65						-		-	52	-	3
	3-12	34	40		51		23	-		-		-	2
	4-12	7	6	16	10	8		-	7	-	7	-	2
	7-12			57				-		-	35	-	2
	8-12						121	-		-		-	2
	9-12			44				-		-		-	2
	10-12	13	16	7	8	14	13	-	6	-	7	-	2

TABEL I (vervolg)

datum		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	wind- groep
1955	11-12	74	35	21	30	34	73	-	33	-	8	-	1
	14-12	9		4		3	10	-	6	-	4	-	3
	15-12	2	1	2	2	0	6	-	2	-	2	-	3
	16-12	21	17	9	16	10	6	-	10	-	11	-	2
	18-12	17		9		4	8	-		-	4	-	3
	19-12	28		9		21	21	-		-	13	-	1
	20-12	13						-		-		-	2
	21-12	10		9		9		-		-	15	-	3
	22-12	18	20		17	16		-		-		-	1
	23-12			17				-		-		-	3
	25-12		24				26	-		-	33	-	2
	26-12	28	26	21	16			-	13	-	5	-	2
	27-12	21		11	23	14	26	-	4	-		-	2
	28-12	14	9	12	9	8	13	-	6	-		-	2
	31-12		220		131			-		-	189	-	1
1956	1-1	61	23	70	23	30		-		-		-	1
	2-1							-		-	5	-	2
	8-1			6				-	9	-	16	-	2
	9-1	7	7		3	4		-	17	-		-	2
	10-1	5		9				-		-		-	2
	11-1			3				-		-		-	3
	12-1					9		-	6	-	4	-	2
	15-1	29	19	29		18	43	-		-	17	-	3
	16-1	69	36				41	-	25	-	23	-	1
	19-1	171		7		82	88	-	34	-	31	-	2
	20-1	127		63		60	63	-	37	-	38	-	2
	21-1		100	71	77			-	31	-	22	-	2
	22-1		73	85	86		128	-		-		-	2
	23-1	59	33	7	21	16	115	-		-	11	-	2
	24-1							-	13	-	4	-	2
	25-1	97	47	37		28	37	-	9	-		-	2
	27-1						8	-	2	-		-	3
	30-1							-		-	6	-	3
	5-2			12				-		-		-	3
	6-2			5				-		-		-	3
	29-2			8				-		-	15	-	2

TABEL I (slot)

datum		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	wind- groep
1956	1-3	39		52				-		-	10	-	2
	2-3	88	21	52	49	50	-	-	41	-		-	2
	4-3	13	6	6	5	3	-	-		-	6	-	2
	5-3	20	20	8	15	10	-	-	30	-	4	-	1
	7-3	15	12	7	12	10	-	-	34	-		-	2
	14-3						-	-		-	10	-	3
	15-3	10	7	5	5	4	-	-		-		-	3
	20-3	3	4	4	3	4		-	32	-	8	-	3
	21-3	1	1	4	0		5	-		-		-	3
	4-4			17				-		-		-	2
	5-4	13	14	3	14	9	1	-		-		-	3
	6-4	3	3	2	3	4		-		-		-	3
	7-4	12	6		4			-		-		-	1
	8-4		7		6			-		-		-	2
	11-4	10	4	8	3	7		-		-		-	1
	13-4	3	2	3	2	1	12	-		-		-	3
	14-4	3	2	4	3	3	5	-		-		-	3
	15-4	4	4	3	3	4	7	-		-		-	3
	19-4	10				9		-		-		-	1
	20-4		8	10	10			-		-		-	3
	25-4	11	8		6	10		-		-		-	2

Legenda.

* Een streepje betekent geen waarnemingen.

Waar niets is ingevuld was hoeveelheid onmeetbaar klein.

Het resultaat is in figuur 4 opgenomen. Op beide stations blijken de Cl^- -gehalten van 5 tot 10 mg/l het meest te zijn voorgekomen. Het aantal monsters met een gehalte van 10 tot 35 mg/l was te Bergen HPS steeds groter dan te Hoogkarspel. Gehalten van 0 tot 10 mg/l kwam te Hoogkarspel het meest voor, boven 35 mg/l zijn de verschillen tussen de stations gering. De grootste gemeten waarden van het Cl^- -gehalte zijn in tabel II vermeld.

TABEL II

Grootste waarden van het chloride-gehalte van de neerslag.

Datum	Station	Cl^- -gehalte mg/l	wind groep	
7 oktober 1954	Bergen Bh (1)	184	1	
	Bergen A (4)	151	1	
	Bergen B (2)	179	1	
	Oudkarspel (6)	272	1	
6 december 1954	Bergen Bh (1)	125	1	
	Hoogkarspel (10)	93	1	
22 december 1954	Bergen Bh (1)	665	1	
	Bergen B (2)	362	1	
	Bergen A (4)	302	1	
	Bergen HPS (5)	404	1	
	Castricum (3)	293	1	
	Wognum (8)	193	1	
	Hoogkarspel (10)	229	1	
	19 mei 1955	Bergen Bh (1)	312	2
		Bergen A (4)	190	2
		Bergen B (2)	169	2
Bergen HPS (5)		133	2	
Castricum (3)		191	2	
Oudkarspel (6)		201	2	
Hoogkarspel (10)		105	2	
Grotebroek (11)		261	2	
19 januari 1956	Bergen Bh (1)	171	2	
	Bergen HPS (5)	82	2	
	Oudkarspel (6)	88	2	

De grootste waarden werden geregistreerd op 22 december 1954, toen dus met de zware storm zeer grote hoeveelheden zout landinwaarts zijn gevoerd.

In de volgende paragrafen zal nader worden ingegaan op de invloed

van de hoeveelheid neerslag en van de windrichting- en snelheid op de gevonden Cl^- -gehalten.

2.3. Verband tussen het chloride-gehalte enerzijds en de hoeveelheid neerslag bij verschillende windrichtingen anderzijds.

Voor een tweetal stations, waar de opvangtrechter in de onmiddellijke nabijheid van een regenmeter was opgesteld, t.w. Bergen HPS en Hoogkarspel, is nagegaan of er een verband bestaat tussen het gevonden Cl^- -gehalte van de dagmonsters en de hoeveelheid neerslag op de betrokken dagen. Zonder de windrichting daarbij in beschouwing te nemen, werd geen verband gevonden. Voorts is dit ook nagegaan voor de 3 windrichtinggroepen, genoemd in 2.2. Bovendien is het materiaal gesplitst in 2 perioden n.l. van 1 juni 1954 tot 1 mei 1955 en van 1 juni 1955 tot 30 april 1956, teneinde te kunnen nagaan of het algemene karakter van het weer nog invloed op het chloride-gehalte van de neerslag vermag te hebben.

Tijdens de eerstgenoemde periode was er over het algemeen veel meer depressie-activiteit dan in de tweede periode, vooral in de zomermaanden. In de figuren 5 a t/m f zijn voor de drie windgroepen en de beide tijdvakken afzonderlijk de gegevens van het Cl^- -gehalte en de neerslag van Bergen HPS (5) tegen elkaar uitgezet. In de figuren 6 a t/m f is zulks geschied voor Hoogkarspel.

Bij vergelijking der gegevens voor Bergen HPS en Hoogkarspel valt het op, dat voor de windgroep W-N de hoogste Cl^- -concentraties worden gevonden bij neerslaghoeveelheden in Bergen tussen 0,5 en 5 mm en in Hoogkarspel tussen 0,5 en 3 mm. Uitzonderingen hierop vormen twee gevallen te Bergen HPS en één geval te Hoogkarspel, waarbij een Cl^- -gehalte van resp. 263 mg/l bij 8,2 mm neerslag, van 67 mg/l bij 7,7 mm neerslag en van 92 mg/l bij 13,1 mm neerslag werden gevonden. Dit duidt er reeds op, dat het verband tussen de Cl^- -concentratie en de hoeveelheid neerslag niet eenvoudig is. Het zijn overigens juist deze uitzonderingen, die een belangrijke bijdrage leveren tot de totale hoeveelheid chloriden, welke per jaar het aardoppervlak bereiken.

Bij de windgroep S-WSW blijkt de concentratie van Cl^- in het regenwater bij grotere hoeveelheden in het algemeen wat groter te zijn dan bij de windgroep W-N. Bij kleinere hoeveelheden neerslag is de spreiding in beide gevallen zo groot, dat geen onderlinge vergelijking mogelijk is. De verschillen tussen de beide wind-

groepen blijken statistisch niet significant te zijn. Overigens worden bij de windgroep S-WSW de weinige hoge concentraties op beide stations tussen 0,5 en 3 mm gevonden. Van de windgroep NNE-SSE is alleen dit op te merken, dat de gemiddelde concentratie van Cl^- lager is dan bij de beide andere windgroepen. In die gevallen, dat de Cl^- -concentratie wat hoger was, zal de wind wellicht een meer noordelijke component gehad hebben, d.w.z. over zee gewaaid hebben. Deze betreffen alleen dagen in het tijdvak juni 1955-april 1956. Op 8 juni een geval van zwakke oostelijke wind met een krachtige westelijke bovenwind bij een depressie ten ZW van Engeland, op 15 november een krachtige noordwestelijke stroming boven de Noordzee met een NNE-wind boven land en op 2 december een SSE-wind bij een algemene zuid-stroming in welk laatste geval derhalve geen verklaring voor de hoge Cl^- -gehalten te geven is; het betreft evenwel geringe hoeveelheden neerslag.

2.4. Verband tussen het Cl^- -gehalte enerzijds en de windsnelheid bij verschillende windrichtingen anderzijds.

Voorts is voor elk der windgroepen afzonderlijk nagegaan, welke de invloed is van de windsnelheid op het Cl^- -gehalte van het regenwater.

Zoals reeds werd betoogd is het zoutgehalte van de atmosfeer afhankelijk van de mate waarin het zeewater wordt verstoven.

Voor een onderzoek naar de invloed van de windsnelheid op het in het regenwater aanwezige chloride zou dus de windsnelheid boven zee bekend moeten zijn. Aangezien metingen daarvan behalve van de lichtschepen die evenwel nog betrekkelijk dicht bij de kust gelegen zijn, ontbreken, zijn bij dit onderzoek de windgegevens van het station Den Helder gebruikt, die o.i. het best de omstandigheden boven zee karakteriseren.

In de figuren 7 a t/m c en 8 a t/m c is het Cl^- -gehalte van de monsters regenwater uitgezet tegen de windsnelheid van Den Helder voor resp. de stations Bergen Bh (1) (in afwijking van het voorgaande zijn hier de gegevens van Bergen Bh, i.v.p. Bergen H.E.S. gebruikt) en Hoogkarspel (10) voor de gehele periode juni 1954-april 1956. Hoewel er een tendens valt waar te nemen van een toeneming van het Cl^- -gehalte met de windsnelheid, is de spreiding van deze waarden wel zeer groot.

Voor wat de winden tussen W en N betreft, blijken Cl^- -gehalten van meer dan 40 mg/l in Bergen reeds bij een windsnelheid van van 8m/sec en in Hoogkarspel eerst bij een windsnelheid boven 12m/sec voor te komen. Opgemerkt kan worden dat bij wind uit oostelijke richtingen (windgroep 3) reeds bij betrekkelijk lage windsnelheid op beide stations een Cl^- gehalte van meer dan 40 mg/l werd geconstateerd. Ook zij verwezen naar de hoge concentratie bij een zuidelijke stroming (zie 2.3.).

Voor Hoogkarspel is nog op te merken dat bij winden tussen S en WSW geen verband met windsnelheid valt af te leiden.

Voorts is uit de figuren 7 en 8 af te lezen, dat vooral bij windgroep W-N de spreiding in het Cl^- gehalte te Hoogkarspel wat minder groot is dan in Bergen Bh.

Laten wij de lage Cl^- gehalten bij grotere windsnelheden buiten beschouwing - dit zijn meest gevallen, waarbij de wind boven zee niet krachtig was -, dan kan de relatie tussen het chloride-gehalte C en de windsnelheid u voor Hoogkarspel beschreven worden door de vergelijking:

$$C = C_0 e^{0.055 u}$$

waarin C_0 de basisconcentratie voorstelt. Op grond van onze metingen kunnen wij deze basisconcentratie op 10 mg/l stellen. Elders werd een basisconcentratie van dezelfde orde van grootte gevonden (9). In figuur 8^a is deze betrekking grafisch voorgesteld.

2.5. Verband tussen de totale hoeveelheid chloride in het regenwater en de windsnelheid bij de verschillende windrichtinggroepen.

In het voorgaande is bij de beoordeling van het gehalte aan chloriden bij verschillende windrichtingen geen rekening gehouden met de hoeveelheid neerslag. Uit oriënterende metingen is wel gebleken, dat het zoutgehalte met het voortduren van de regen in het algemeen afneemt.

Brengen wij nu de hoeveelheid neerslag in rekening, bepalen wij dus het product van Cl^- gehalte en hoeveelheid neerslag, dan blijkt evenwel de spreiding van de aldus verkregen waarden als functie van de windsnelheid wederom betrekkelijk groot te zijn. Figuur 9 demonstreert dit voor de windgroep W-N te Bergen HPS.

De situaties boven de Noordzee kunnen zodanig uiteenlopen, dat

een verdere analyse van de gegevens naar de synoptische omstandigheden weinig kans op een succes zal hebben.

Onze conclusie is derhalve, dat uit de frequentie van windrichting, windsnelheid en de daarbij behorende hoeveelheden neerslag geen betrouwbare schatting is te maken van de hoeveelheid Cl^- , welke met de neerslag wordt afgezet. Teneinde daarover voldoende geïnformeerd te zijn, zullen steeds afzonderlijke metingen noodzakelijk zijn. Zoals reeds werd medegedeeld, geschieden deze thans op enige plaatsen in ons land in het kader van een West-Europees net.

3. De hoeveelheid chloride, die de grond bereikt.

3.1. Eigen metingen.

Voor die stations, waar behalve een opvangtrechter ook een regenmeter was opgesteld, was het eenvoudig uit de hoeveelheid neerslag en het Cl^- -gehalte de totale hoeveelheid chloride te berekenen welke per dag met de neerslag de grond bereikte. De in 2.5 beschreven gegevens waren in feite reeds totale hoeveelheden. Dit betrof derhalve de stations Bergen HPS en Hoogkarspel. Teneinde ook op de andere stations een indruk te verkrijgen van deze hoeveelheden, is tevens de hoeveelheid water, die elke monsterfles bevatte, bepaald. Dit is evenwel eerst na 1 september 1954 geschied. Dag voor dag zijn aldus voor het tijdvak 1 september 1954 tot 30 april 1956 de hoeveelheden chloride berekend, die op de verschillende stations op de grond zijn afgezet. De verkregen gegevens zijn gesommeerd per decade, waarvan de resultaten in tabel III zijn neergelegd.

TABEL III

Totale hoeveelheid chloride per decade in kg per ha in het tijdvak september 1954 t/m april 1956.¹⁾

jaar	mnd	decade	Bergen Buiten- huis	Bergen B	Castri- cum	Bergen A	Bergen HPS	Oud- karspel	Wog- num	Zwaag	Hoog- karspel	Groote- broek
1954	sep	I	0,98	0,60	0,60 [Ⓜ]	0,62	1,07	0,60 [Ⓜ]	0,16	—	0,93	2,84
		II	6,08	5,98	3,00 [Ⓜ]	2,99	6,27	8,64	2,63	3,74	2,52	3,68
		III	16,60	8,53	8,94	7,53	7,05	6,45	4,32	—	5,76	5,86
	okt	I	22,74	19,98	19,34	17,52	19,00 [Ⓜ]	29,15	10,82	12,70	11,26	—
		II	0,60	1,40	1,45	1,52	—	4,39	1,32	2,48	1,77	2,80
		III	6,70	3,78	4,78	3,09	2,98	4,37	1,10	3,17	1,61	2,89
	nov	I	5,33	1,06	0,89	0,49	2,71	4,40	0,10	1,31	1,66	2,52
		II	0,00	0,00	0,00	0,00	0,88	2,79	1,67	1,00	1,69	3,44
		III	3,52	2,50 [Ⓜ]	1,64	1,02	0,90	2,46	2,35	2,41	1,74	2,20
dec	I	13,59	9,96	15,40	8,84	4,71	—	6,39	—	8,98	0,73	
	II	0,38	0,45	2,40	0,42	0,00	—	1,11	—	0,81	—	
	III	64,60	67,58	68,28	64,06	53,25	—	43,61	—	15,08	—	
1955	jan	I	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	—	0,00	0,87
		II	0,00	0,00	9,65	0,40	2,02	1,18	0,58	—	1,96	—
		III	0,00	0,00	0,62	0,00	0,03	1,29	0,14	—	0,37	—
	feb	I	1,30	1,43	1,94	1,37	1,58	5,60	—	—	1,62	0,23
		II	5,23	4,00	2,43	2,96	1,32	1,28	—	—	0,52	2,61
		III	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	—	—	0,00	0,00
	mrt	I	0,98	0,82	1,51	0,71	0,78	1,49	0,76	—	0,64	2,76
		II	0,00	0,00	1,95	0,00	1,50	0,00	1,26	—	0,00	0,96
		III	0,56	3,26	2,50	1,63	1,45	1,73	0,81	—	1,32	3,56
apr	I	1,72	1,25	1,03	0,94	1,13	1,54	—	—	0,44	0,48	
	II	0,16	0,00	0,20	0,17	0,23	0,66	—	—	0,00	—	
	III	1,34	0,75	0,76	0,99	0,62	0,20	—	—	0,30	—	
mei	I	3,28	2,13	5,86	3,38	3,02	5,41	1,34	—	1,78	2,30	
	II	25,96	13,09	14,71	12,42	15,60	27,51	7,71	—	7,66	29,00	
	III	0,00	0,70	0,82	1,10	1,16	0,84	0,33	—	0,74	0,32	

TABEL III (vervolg)

jaar	md	decade	Bergen Buiten- huis	Bergen B	Castri- cum	Bergen A	Bergen HPS	Oud- karspel	Wog- num	Hoog- karspel	Groote- broek
1955	jun	I	0,12	1,74	0,30	1,96	2,61	—	0,38	2,23	2,20
		II	2,58	1,12	3,00	1,90	1,00	—	2,00	2,50	1,51
		III	1,32	1,28	2,16	1,70	1,59	—	0,96	1,20	—
	jul	I	1,60	1,48	1,48	0,98	1,27	1,48	1,05	0,55	—
		II	1,30	1,36	2,62	1,82	1,72	1,30	1,52	0,20	—
		III	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	—
	aug	I	5,42	4,80	4,08	3,43	5,33	2,72	3,51	1,22	—
		II	0,90	0,00	0,30	0,80	0,42	1,24	1,16	0,64	—
		III	1,20	0,50	1,68	0,08	0,03	1,04	1,64	0,00	—
sep	I	0,70	0,48	1,10	1,20	0,40	2,00	2,87	0,40	—	
	II	2,97	1,04	1,41	2,17	2,79	2,89	2,60	2,71	—	
	III	1,59	1,18	1,60	1,70	1,42	2,65	1,45	2,50	—	
okt	I	12,26	8,06	7,61	7,02	2,05	8,83	4,52	4,35	—	
	II	10,33	7,27	6,68	7,12	1,74	3,84	2,71	3,44	—	
	III	7,09	5,23	5,72	4,71	4,53	4,37	1,51	3,54	—	
nov	I	0,56	0,68	0,70	0,49	0,42	0,28	1,00	0,48	—	
	II	1,46	0,78	0,93	0,98	1,02	1,72	0,50	1,56	—	
	III	5,16	4,97	3,73	4,36	4,21	7,99	4,50	4,59	—	
dec	I	2,40	3,10	4,44	2,22	1,64	—	2,89	1,47	—	
	II	6,16	1,83	2,87	1,40	2,24	—	1,26	2,34	—	
	III	3,62	5,99	3,84	3,31	3,20	—	1,05	3,15	—	
1956	jan	I	1,61	1,52	2,75	1,41	0,68	1,70	0,56	1,94	—
		II	8,55	1,12	2,23	0,20	3,56	10,58	3,00	4,25	—
		III	7,59	11,18	16,86	7,30	1,88	15,03	3,24	8,04	—
feb	I	—	—	0,29	—	—	—	—	—	—	
	II	—	—	0,64	—	—	—	—	—	—	
	III	—	—	0,08	—	—	—	—	—	—	

TABEL III (slot)

jaar mnd decade	Bergen Buiten- huis	Bergen B	Castri- cum	Bergen A	Bergen HPS	Oud- karspe.	Weg- num	Hoog- karspel	
1956 mrt	I	7,10	2,51	5,12	5,50	2,60	—	4,80	1,82
	II	0,46	0,43	0,28	0,26	0,16	—	0,64	0,56
	III	0,01	0,02	0,08	0,00	0,00	0,05	0,00	0,00
apr	I	0,42	0,71	0,93	0,82	0,16	0,10	0,45	—
	II	1,35	0,96	1,46	1,00	1,01	1,09	1,20	—
	III	0,22	0,16	0,00	0,12	0,10	0,00	0,00	—

1)

Legenda:

* geschat

- geen waarnemingen

Uit tabel III blijkt duidelijk, dat de plaatselijke variaties in de hoeveelheden Cl^- zeer groot zijn en dat de totale hoeveelheid per jaar voornamelijk bepaald wordt door enkele flinke buien bij noordwestelijke winden, zoals b.v. in de eerste decade van oktober 1954, de derde decade van december 1954 en de tweede decade van mei 1955. Tevens blijkt, dat de afnemng van het chloride-gehalte van west naar oost niet constant is.

De op de stations Bergen HPS, Castricum en Hoogkarspel neergeslagen hoeveelheden Cl^- resp. voor de tijdvakken juni 1954-mei 1955 en juni 1955-maart 1956 zijn in tabel IV samengevat.

Tabel IV

Jaarlijkse hoeveelheid chloride in kg/ha.

Afstand tot de kust (km)	Station	1954/55	1955/56
1,75	Castricum	176,4	59,6
3,58	Bergen HPS	127,6	49,2
37,0	Hoogkarspel	77,0	40,3

De in tabel IV genoemde hoeveelheden Cl^- hebben betrekking op de in tabel V vermelde hoeveelheden getitreerde neerslag. Hierin is tevens de in de tijdvakken juni 1954-mei 1955 en juni 1955-april 1956 op de 3 stations gevallen neerslag vermeld.

Tabel V

Getitreerde en totale hoeveelheid neerslag (in mm)

Afstand tot de kust (km)	Station	1954/55		1955/56	
		getitreerd	totaal	getitreerd	totaal
1.75	Castricum	722	861	480	698
3.58	Bergen HPS	780	918	510	664
37.0	Hoogkarspel	670	856	344	479

Uit deze gegevens valt op te maken dat de totale hoeveelheid Cl^- die de grond bereikt heeft in ieder geval groter is geweest dan de in tabel IV vermelde. Stellen wij het gemiddelde gehalte van het niet-getitreerde regenwater eveneens op 10mg/l. (zie 2.4) dan komen wij voor de 3 stations tot de in tabel VI vermelde hoeveelheden Cl^- in kg per ha.

Tabel VI

Hoeveelheid Cl^- in kg/ha/jaar (gecorrigeerd)			
Afstand tot de kust in km	Station	1954/55	1955/56
1,75	Castricum	190	81
3,58	Bergen HPS	141	64
37,0	Hoogkarspel	96	54

Globaal genomen is dus in het tijdvak juni 1954-mei 1955 ruim twee maal zoveel Cl^- met de neerslag naar het aardoppervlak gebracht dan in het tijdvak juni 1955-april 1956.

3.2. Hoeveelheid neergeslagen chloride als functie van de afstand tot de kust.

Op grond van de metingen in het tijdvak 1 september 1954-30 april 1956 is getracht een curve te construeren, die de hoeveelheid chloride (in kg/ha) als functie van de afstand tot de kust weergeeft (van de periode 1 juni 1954-31 augustus 1954 zijn de hoeveelheden getitreerd regenwater niet bekend). De ontbrekende gegevens van de stations Bergen HPS (5) Oudkarspel (6) en Wognum (8) werden geschat. In tabel VII zijn de hoeveelheden Cl^- in kg per ha per jaar voor de verschillende stations opgenomen.

Tabel VII

Hoeveelheid Cl^- in kg/ha/ jaar op grond van de metingen in het tijdvak 1 september 1954-30 april 1956.

Afstand tot de kust in km	Station	hoeveelheid in kg/ha	
		totaal	per jaar
0,68	Bergen Bh	277,7	166,6
1,71	Bergen B	220,7	132,5
2,60	Castricum	257,1	154,2
2,60	Bergen A	200,1	120,1
3,58	Bergen HPS	180,0	108,0
5,5	Oudkarspel	263,9	158,3
27,0	Wognum	146,5	87,9
37,0	Hoogkarspel	126,8	76,1

De gegevens uit tabel VII zijn in figuur 10 grafisch uitgezet. Hieruit blijkt duidelijk, dat Castricum en Oudkarspel een uitzonderings-

positie innemen. In Oudkarspel, dat 5,5 km uit de kust is gelegen is gelegen, is bijna evenveel chloride afgezet als in Bergen Bh op slechts 0.68 km uit de kust. Van het station Oudkarspel is alleen dit te zeggen, dat het zeer open gelegen was, doch dit kan niet als een verklaring voor de grote hoeveelheid chloride worden gegeven. Uit tabel III was reeds gebleken, dat in Oudkarspel enige malen zeer hoge Cl^- -concentraties in het regenwater werden gevonden. Dit blijkt ook in de gemiddelde gehalten, hetgeen gedemonstreerd wordt door figuur 11, waarin deze waarden op de betrokken stations tegen de afstand tot de kust zijn uitgezet. Uit figuur 11 zou men ook de conclusie kunnen trekken, dat op de stations in Bergen in het algemeen relatief minder Cl^- wordt afgezet. Te Wognum blijkt n.l. gemiddeld het regenwater een ongeveer gelijke concentratie aan Cl^- te hebben als in Bergen HPS. Overigens valt ook bij een vergelijking met de curve van Leeftang (figuur 1) de waarde te Oudkarspel te hoog uit. Zonder de stations Bergen B, Bergen A en Bergen HPS zou de curve een veel minder steil verloop hebben gehad.

3.3. Vergelijking met de metingen van anderen.

Zoals reeds in 1.1 vermeld, zijn door Leeftang Cl^- -concentraties over tijdvakken van gemiddeld 3 maanden bepaald, o.a. voor het station Oosterproefveld in het duingebied van de Gemeentewaterleidingen van Amsterdam, dat op 3000 meter van de kust was gelegen. Vanwege de Afdeling Gezondheidstechniek TNO zijn in 1955 en 1956 eveneens metingen van het zoutgehalte van de neerslag, waaronder ook dat van chloride, uitgevoerd te Bergen-binnen, ongeveer 3000 meter uit de kust gelegen. Ook in dit geval werd het regenwater over langere tijdvakken verzameld. De aldus verkregen gegevens zijn door ons vergeleken met die van Bergen HPS (3850m uit de kust). Teneinde een vergelijking mogelijk te maken zijn alle gegevens verleid tot tijdvakken van ongeveer één jaar. De uitkomsten zijn in tabel VIII samengevat.

Tabel VIII

Hoeveelheid chloride per ha in tijdvakken van ongeveer 1 jaar voor ca 3 km uit de kust.

Station	Tijdvak	Hoeveelheid Cl ⁻ in kg/ha
Oosterproefveld	21/3 '33-16/3 '34	48
	17/3 '34-25/4 '35	62
	26/4 '35-31/5 '36	71
	1/6 '36-27/4 '37	82
Bergen HPS	1/6 '54-31/5 '55	141
	1/6 '55-30/4 '56	64
Bergen binnen	12/5 '55-4/5 '56	72

Hierbij dient te worden aangetekend dat in de metingen op het Oosterproefveld en te Bergen-binnen ook begrepen zijn de niet met de neerslag neergeslagen zouten, terwijl bij onze metingen na een droge dag de trechter steeds gereinigd werd.

Direct vergelijkbaar zijn de metingen te Bergen HPS en Bergen-binnen in het tijdvak \pm juni 1955- \pm april 1956. Rekening houdend met het niet geheel gelijk zijn van de tijdvakken (van 12/5-31/5 1955 en van 1/5-4/5 1956 viel op 16 mei bij SE-wind en op 17 mei bij SW wind een belangrijke hoeveelheid regen, te Bergen HPS resp. 9,5 en 14,5 mm) en met een onnauwkeurigheid in de titraties van 5% is de overeenstemming goed te noemen. Door het gering aantal gegevens van Bergen-binnen is het verschil statistisch niet te toetsen.

Uit tabel VIII blijkt voorts, dat de variaties van jaar tot jaar in de met de neerslag afgezette hoeveelheden chloride nogal groot zijn. De periode juni 1954-mei 1955 springt wel erg naar voren met zijn vele stormen uit noordwestelijke richting in het najaar en de winter.

Van begin 1956 af worden te De Bilt monsters regenwater verzameld volgens een internationaal programma die eens per maand op een gehalte aan zouten, ook aan chloriden, worden onderzocht. Uit de gepubliceerde gegevens (23) kan worden afgeleid, dat te De Bilt, 50 km uit de kust gelegen, in de tijdvakken mei 1956-april 1957 en mei 1957-april 1958 resp. 17,5 en 30 kg/ha aan chloriden met de neerslag werd afgezet. Ook hieruit blijkt dat van jaar tot jaar grote variaties in het chloride-gehalte kunnen voorkomen.

Een directe vergelijking met de door ons verkregen gegevens is

niet mogelijk, omdat nimmer op zo grote afstand van de kust monsters werden verzameld.

3.4. Wat kan gemiddeld per jaar aan chloriden worden verwacht?

We zullen nu trachten na te gaan of het mogelijk is om op grond van de door ons en anderen verkregen gegevens een indruk te verkrijgen van de gemiddelde hoeveelheid chloride, die per jaar in de verschillende delen van het land wordt afgezet.

Uit curve B van figuur 10 zou men kunnen afleiden, dat in een strook op ongeveer 3 km van de kust ca 105 kg/ha, op 10 km ca 100 kg/ha en op 50 km ca 75 kg/ha wordt afgezet.

Uit tabel VIII was gebleken, dat de periode, op grond waarvan curve B is geconstrueerd, wel uitzonderlijk is geweest, zodat wij ons niet op deze gegevens mogen baseren. Indien Leeflang's curve uit figuur 1 wordt toegepast komen wij voor 3, 10 en 50 km uit de kust op resp. 53, 42 en 28 kg/ha, indien wij aannemen, dat gemiddeld per jaar 720 mm neerslag op alle plaatsen is gevallen. Uit tabel VIII leiden wij een gemiddelde hoeveelheid van 78 kg/ha af voor de strook van 3-4 km uit de kust. Dit zou er op kunnen wijzen dat genoemde aanname niet geheel juist is. Wij komen derhalve tot de conclusie dat het aantal gegevens te gering is, om een gemiddelde hoeveelheid te bepalen.

Door Eriksson (3) zijn alle gegevens verkregen uit de tot nu toe verrichte onderzoeken in andere landen verzameld. Daaruit blijkt, dat de hoeveelheden Cl^- in verder van de kusten af gelegen gebieden tussen 5 en 75 kg/ha per jaar liggen. Onze gegevens passen hier dus wel in. Eriksson leidt uit de betreffende gegevens af, dat gemiddeld in het binnenland 20 kg/ha per jaar met de neerslag het aardoppervlak bereikt.

Alleen op extreem gelegen plaatsen kan veel meer Cl^- worden afgezet. Zo vermeldt b.v. Oddie (17) voor Lerwick (Shetlands) in januari 1958 een bedrag van 105 kg/ha. Zulke hoge waarden worden alleen gemeten op aan allezijden door de zee omgeven stations, zoals Lerwick. Waarschijnlijk zal in dit geval het rechtstreeks opgevangen verstoven zeewater een belangrijke bijdrage in de totale hoeveelheid leveren.

Concluderend kan worden gezegd, dat de hoeveelheid Cl^- , welke jaarlijks wordt afgezet, nog onvoldoende bekend is. Ook het ver-

loop van de hoeveelheid met de afstand tot de kust ligt nog onvoldoende vast. Het blijkt voorts niet mogelijk een duidelijke betrekking te vinden tussen de gehalten in de dagelijkse monsters en de windrichting en windkracht, zodat met metingen over langere tijdvakken kan worden volstaan.

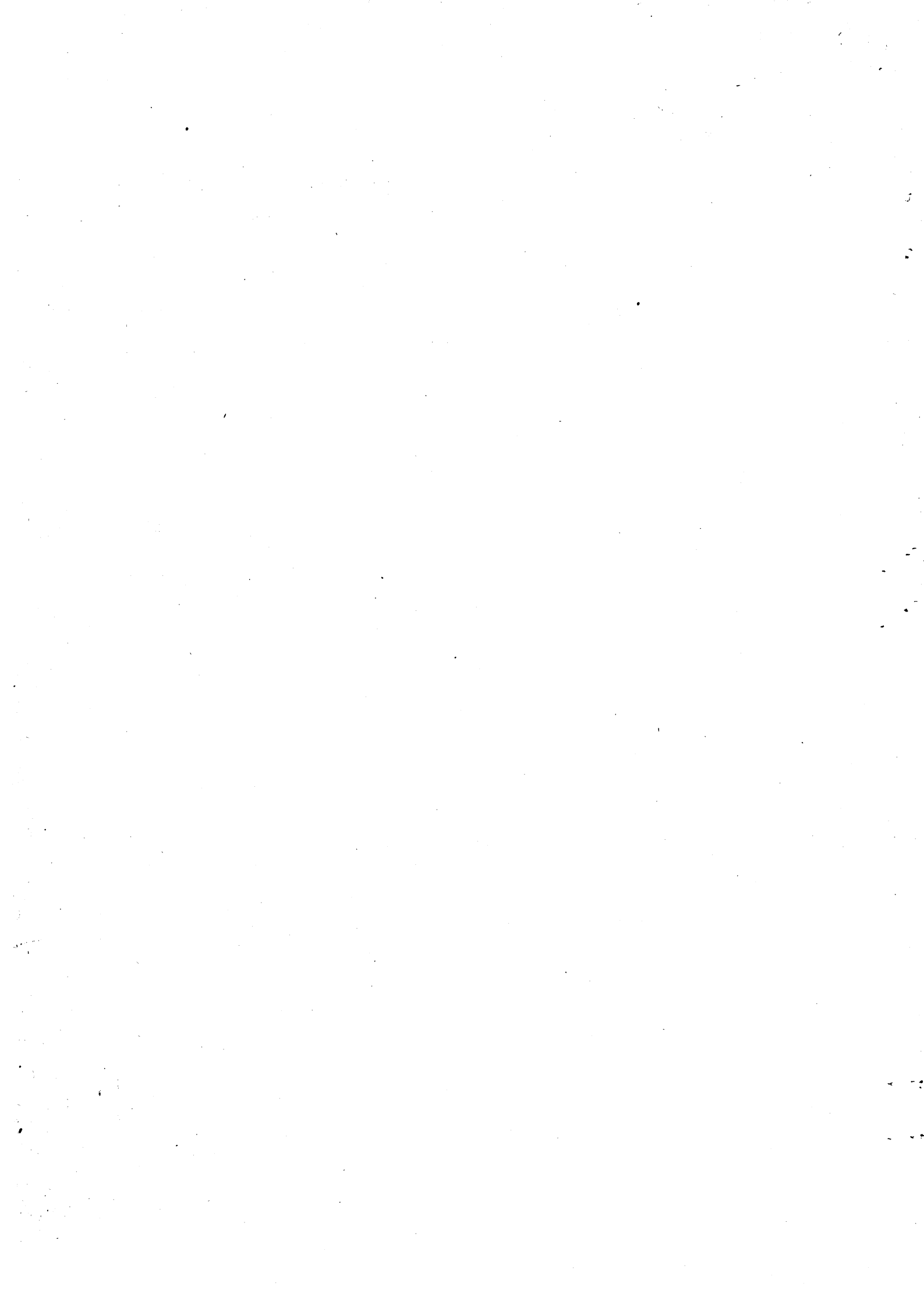
3.5. Invloed industrie.

Tenslotte nog een enkele opmerking over de invloed van industrieën op het Cl^- -gehalte van de neerslag. Het station Castricum was speciaal opgericht met het doel na te gaan in hoeverre de Hoogovens met neven industrieën te IJmuiden een dergelijke invloed hebben.

In 3.4 was reeds opgemerkt, dat de totale hoeveelheid Cl^- te Castricum groter was dan op het ongeveer evenver van de kust gelegen station Bergen B.

Een statistische analyse van de dagelijkse gegevens van het Cl^- -gehalte op de beide stations m.b.v. de Tekentoets toont evenwel aan dat de verschillen niet significant zijn, zodat over de invloed van de industrie op het Cl^- -gehalte geen uitspraak kan worden gedaan.

De Bilt, oktober 1959

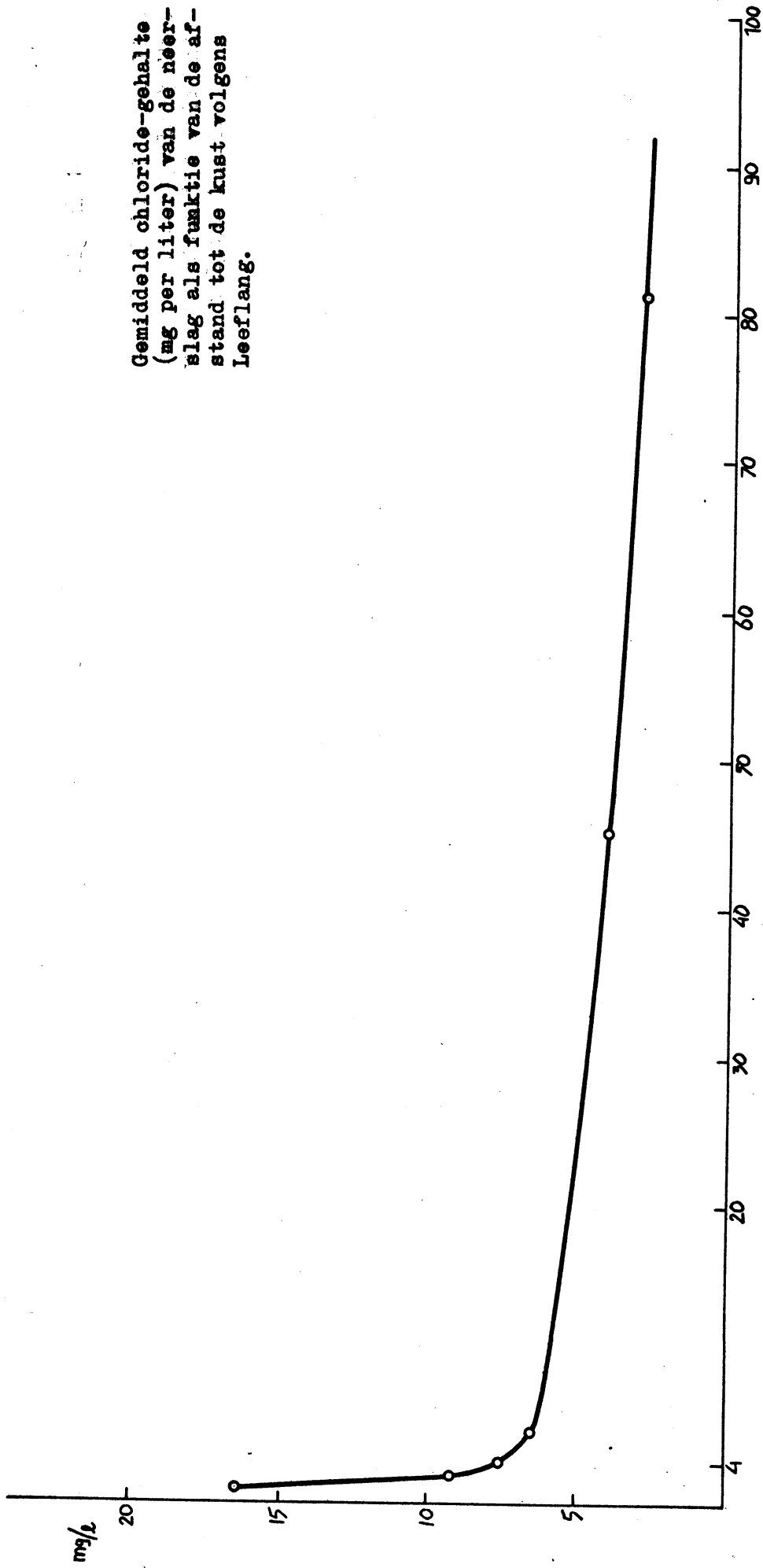


Literatuur

- 1 Anderson, V.G. Some effects of atmospheric evaporation and transpiration on the composition of natural waters in Australia.
J. Proc. Austr. Chem. Inst, 12 (1945), 41-68, 83-98
- 2 Crowther, Ch. Ruston, H.G. The nature, distribution and effects upon vegetation of atmospheric impurities in and near an industrial town.
J. Agr. Sci. 4 (1911), 25-55
- 3 Eriksson, Composition of Atmospheric Precipitation. II
Tellus 4 (1952), 280-303
- 4 Farcy, L. Eclatement des lames minces et noyaux de condensation.
J. Soc. Meteor., 3 (1951), 86-98
- 5 Fournier, D.E.M. Sur les embrures marins.
Bull Inst. Ocean.
Monac. 48 (1951), no 995
- 6 Gorham, E. On the acidity and salinity of rain.
Geochim. et cosmochim. Acta 7 (1955), 231-239.
- 7 Israël, H. Uber den Chlorgehalt des Regenwassers.
Bioklim. Beibl. 1 (1934), 53-57.
- 8 Jorissen, W.P. Het chloorgehalte van regenwater.
Chem. Weekbl. 3 (1906), 647
- 9 Junge, C.E. en Gustafson, P.E. On the distribution of sea salt over the United States and its removal by precipitation.
Tellus 2 (1957), 164-173.
- 10 Kientszler, C.F., Arons A.B., Blanchard D.C., and Woodcock A.H.,
Photographic investigation of the projection of droplets by bubbles bursting at water surface.
Tellus 6 (1954), 1-7
- 11 Kinch, E. The amount of chlorine in rain water collected at Cirencester.
Trans. chem. soc. London 51 (1887), 92-94
- 12 Kinch E. Amount of chlorine in rainwater collected at Cirencester.
Trans. chem. soc. London, 77 (1900), 127
- 13 Leefflang, K.H.W. De chemische samenstelling van de neerslag in Nederland.
Chem. Weekbl. 35 (1938), 658-664

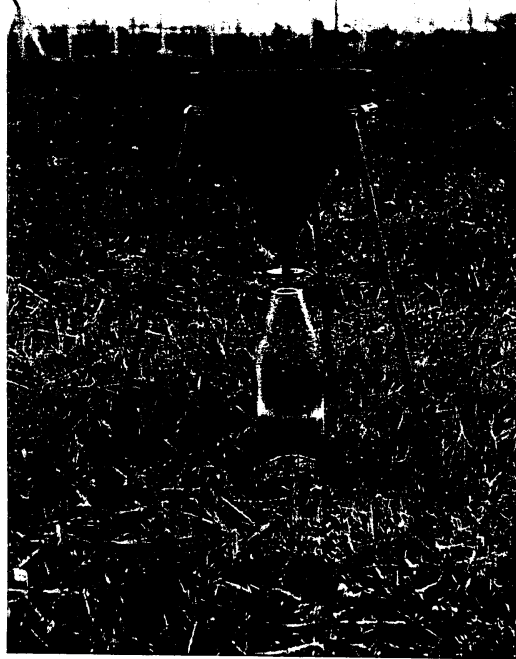
- 14 Mason, B.S. Bursting of air bubbles at the surface of seawater.
Nature 174 (1954), 470-471
- 15 Miller, N.H.J. The amount of nitrogen as ammonia and as nitric acid and chlorine in the rainwater collected at Rothamsted.
J. Agr. Sci. 1 (1902), 280-303
- 16 Moore, D.S. Measurements of condensation nuclei over the North-Atlantic.
Quart. J. R.M.S. 78 (1952), 596-602
- 17 Oddie, B.C.V. The composition of precipitation at Lerwick (Shetland).
Quart. J.R.M.S. 85 (1959), 163-165
- 18 Russel, E.J. and Richards, E.H. The amounts and composition of rain and snow falling at Rothamsted.
J. Agr. Sci 2 (1919), 309-337
- 19 Sleen, W.G.N. van der, Bijdrage tot de kennis der chemische samenstelling van het duinwater in verband met de geo-mineralogische gesteldheid van de bodem.
Haarlem, 1912.
- 20 Turner, J.S. The solinity of rainfall as a function of drop size.
Quart. J.R.M.S. 81 (1955), 418-429
- 21 Woodcock, A.H. Salt nuclei in marine air as a function of altitude and windforce.
J. Meteor. 10 (1953), 362-371
- 22 Woodcock, A.H., Kientszler, C.F. Arons, A.B. and Blanchard, D.C. Giant condensation nuclei from bursting bubbles.
Nature 172 (1953), 1144-1146
- 23 Verschijnen regelmatig in Tellus.

Gemiddeld chloride-gehalte
(mg per liter) van de neer-
slag als functie van de af-
stand tot de kust volgens
Leefflang.



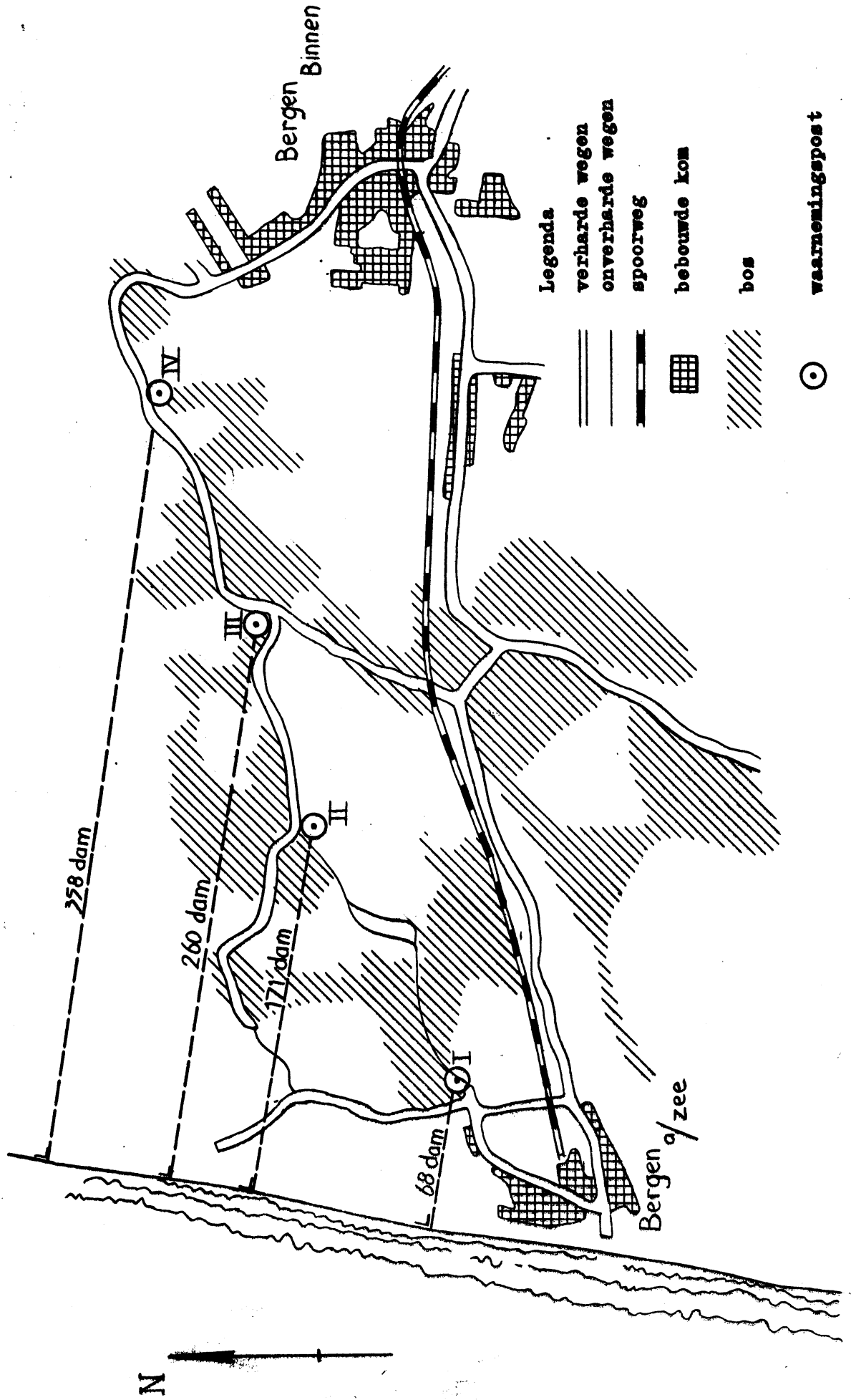
Figuur 1

afstand tot de kust in km.



Figuur 2
Opstelling van de opvangtrechter.

Situatieschets waarnemingsposten terrein P.W.M. Bergen. (N.H.)

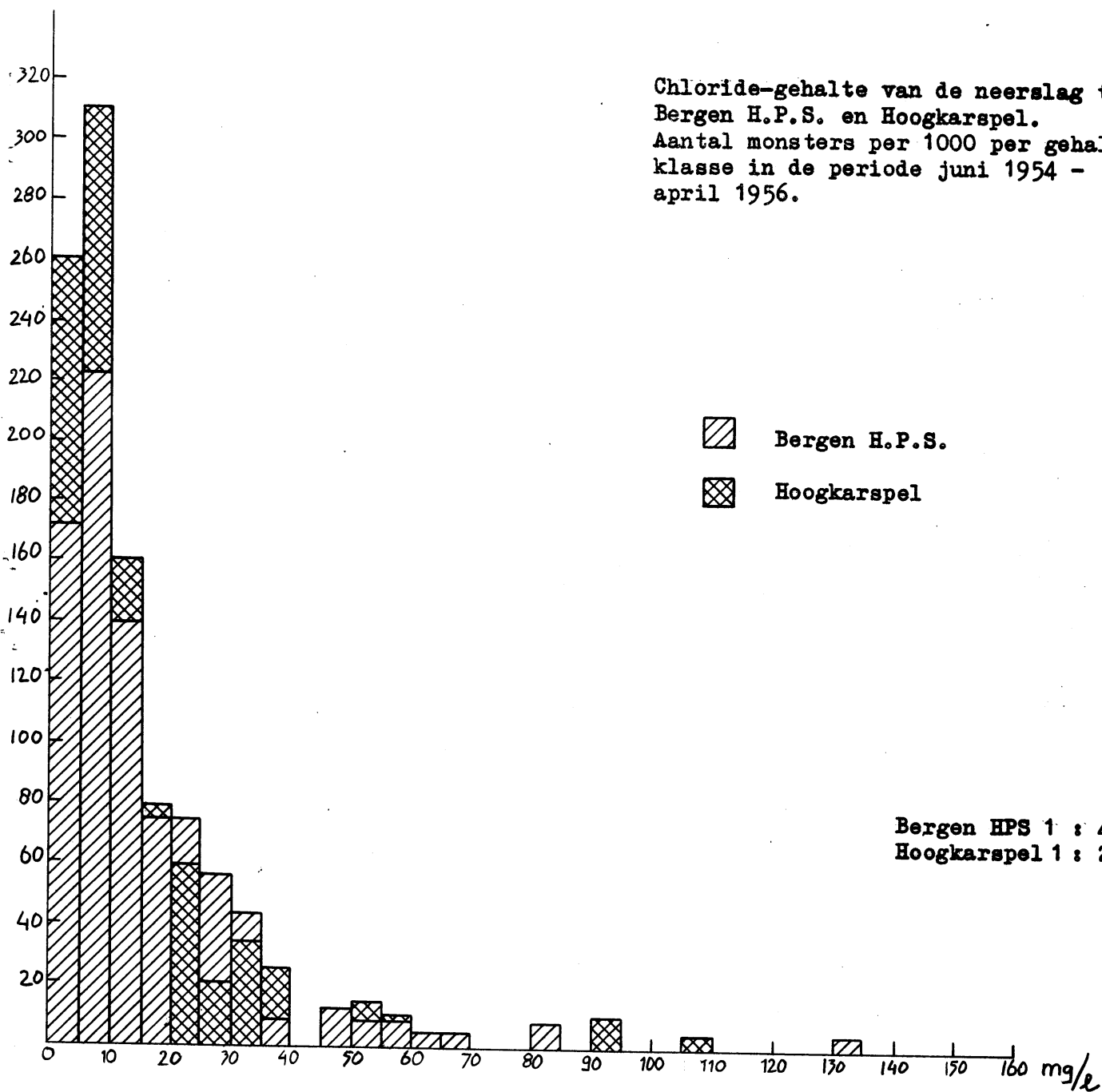


Legenda
 verharde wegen
 onverharde wegen
 spoorweg
 bebouwde kom
 bos
 waarnemingspost

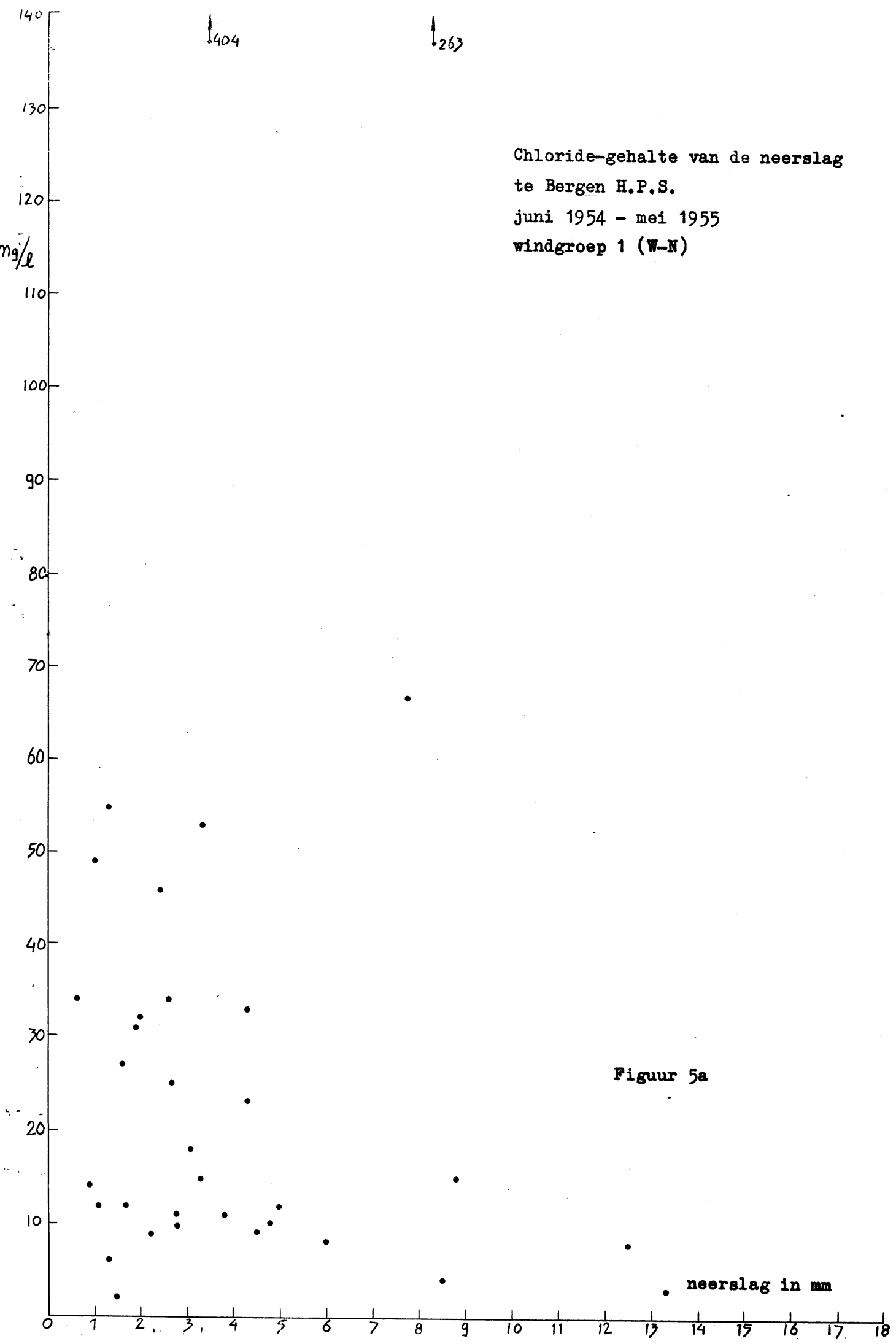
Figuur 3

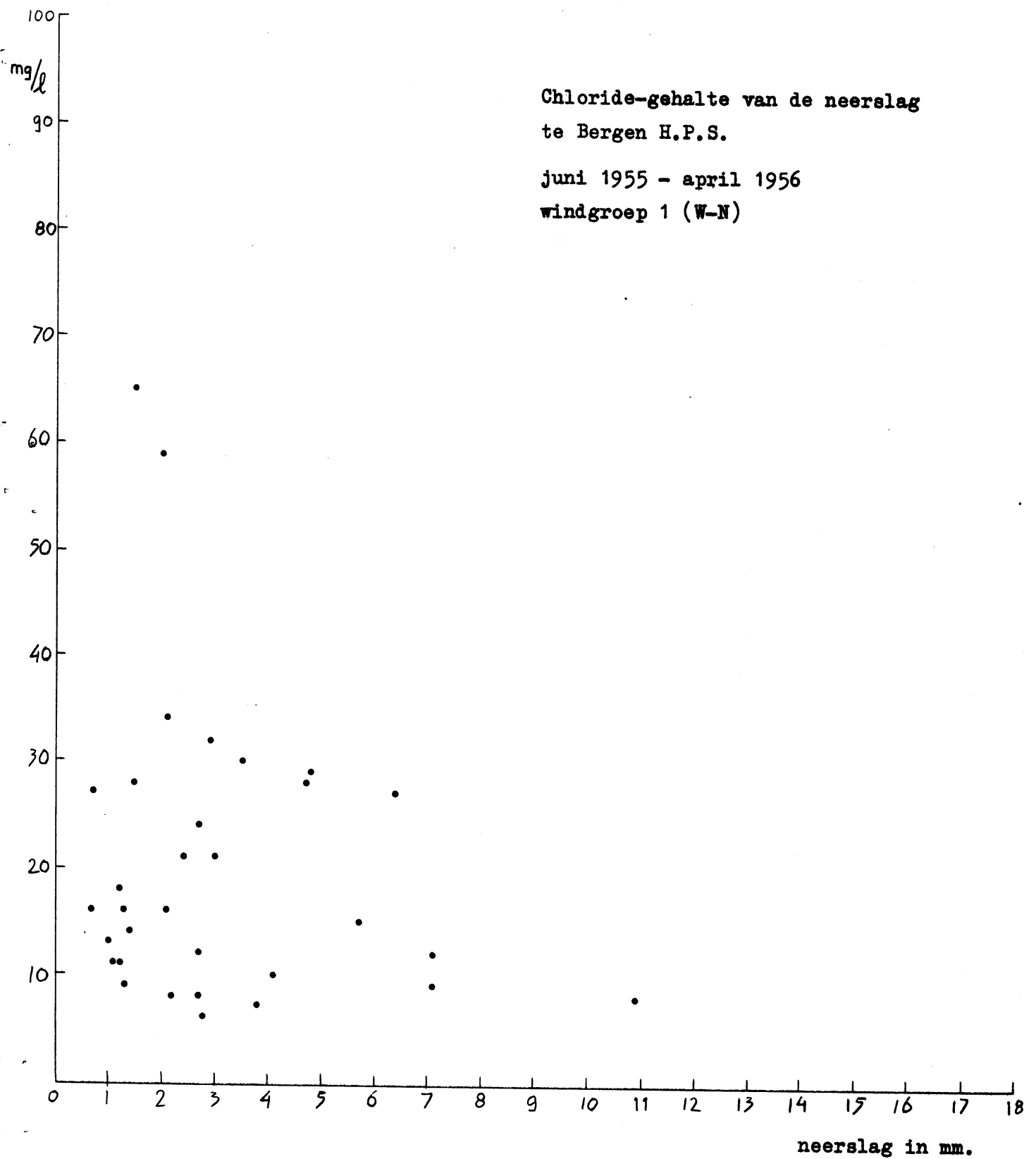
schaal 1 : 25.000

Chloride-gehalte van de neerslag te
 Bergen H.P.S. en Hoogkarspel.
 Aantal monsters per 1000 per gehalte-
 klasse in de periode juni 1954 -
 april 1956.

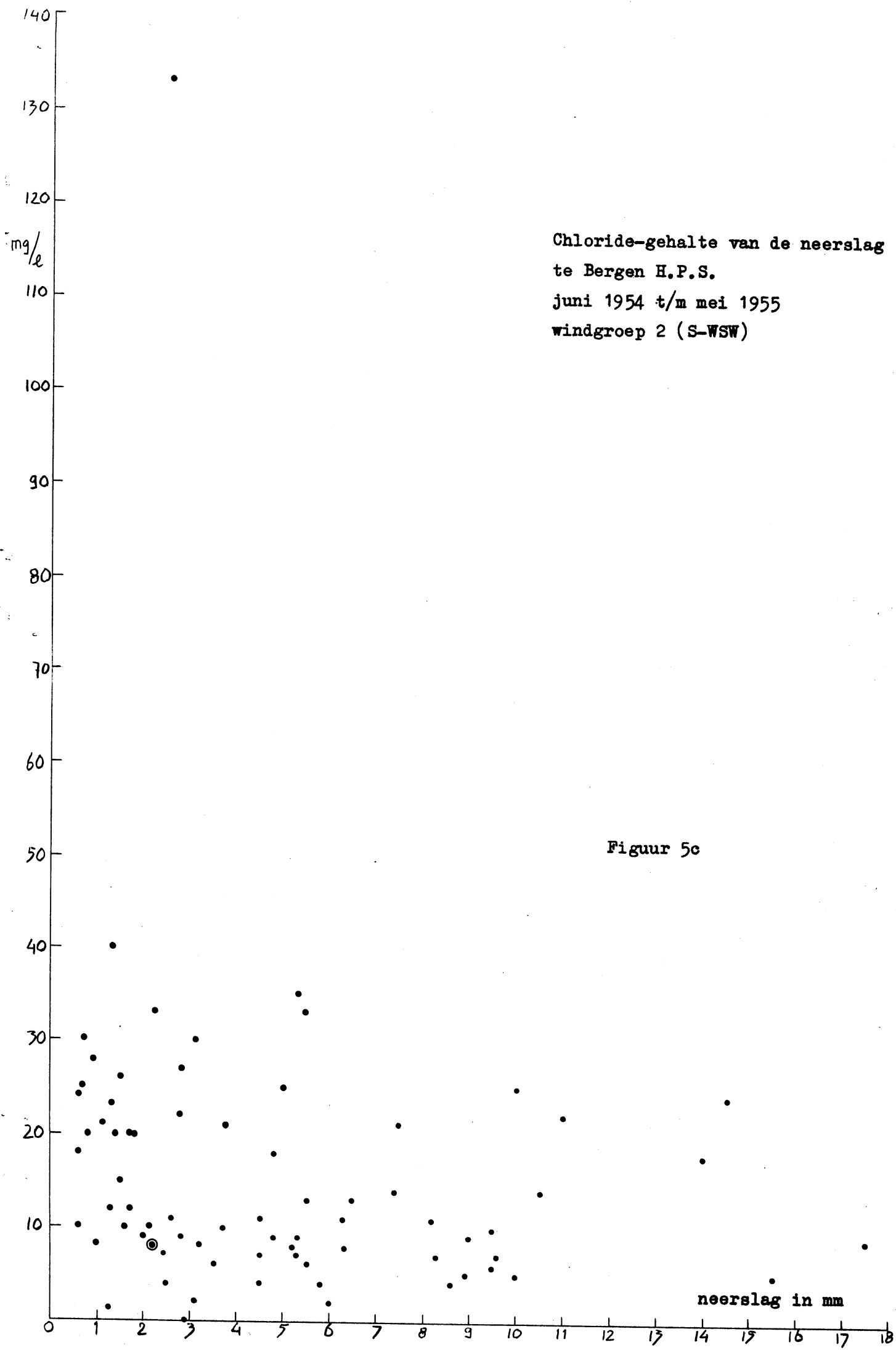


Figuur 4





Figuur 5b



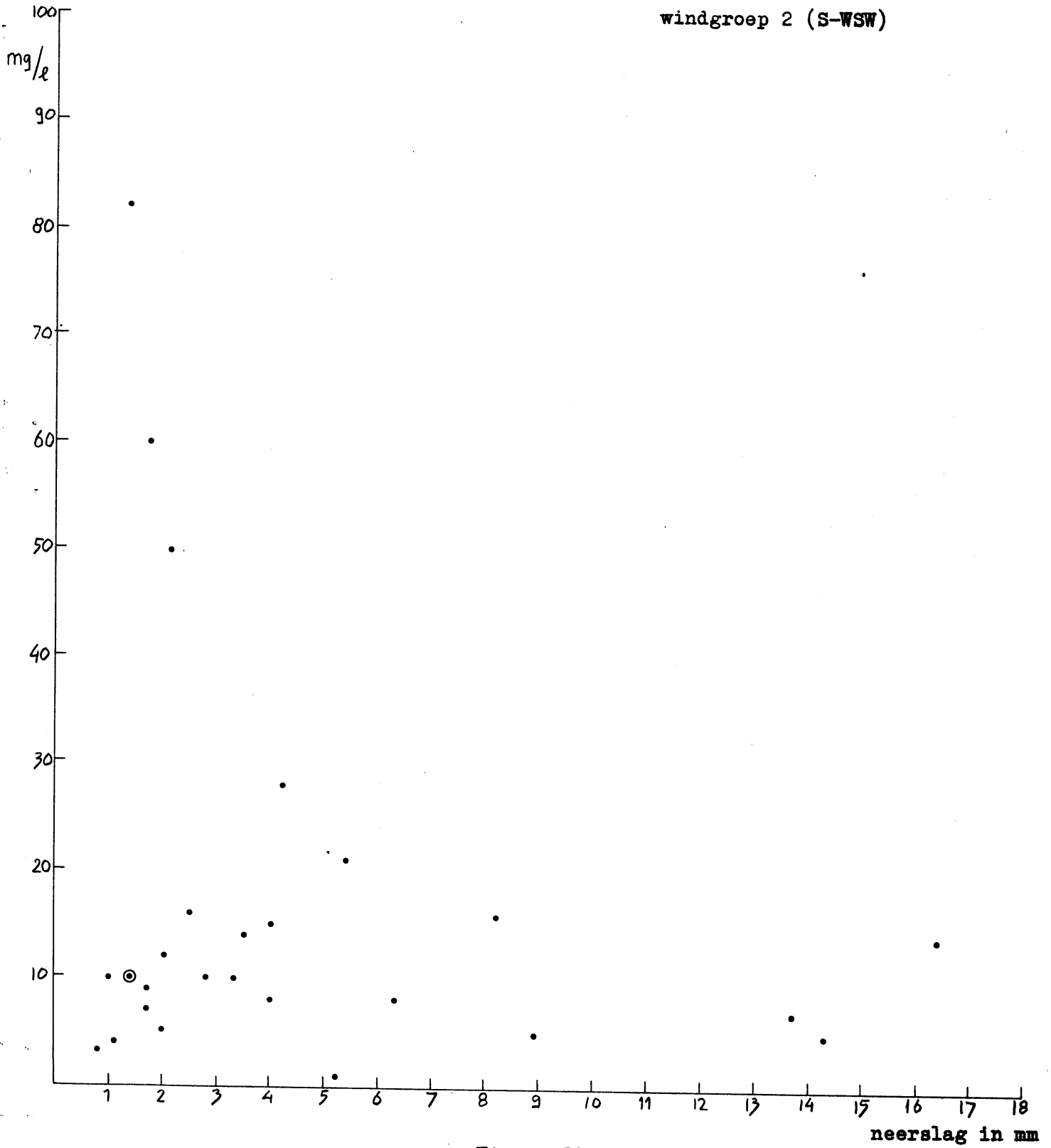
Figuur 5c

neerslag in mm

Chloridegehalte van de neerslag
te Bergen H.P.S.

juni 1955 t/m april 1956

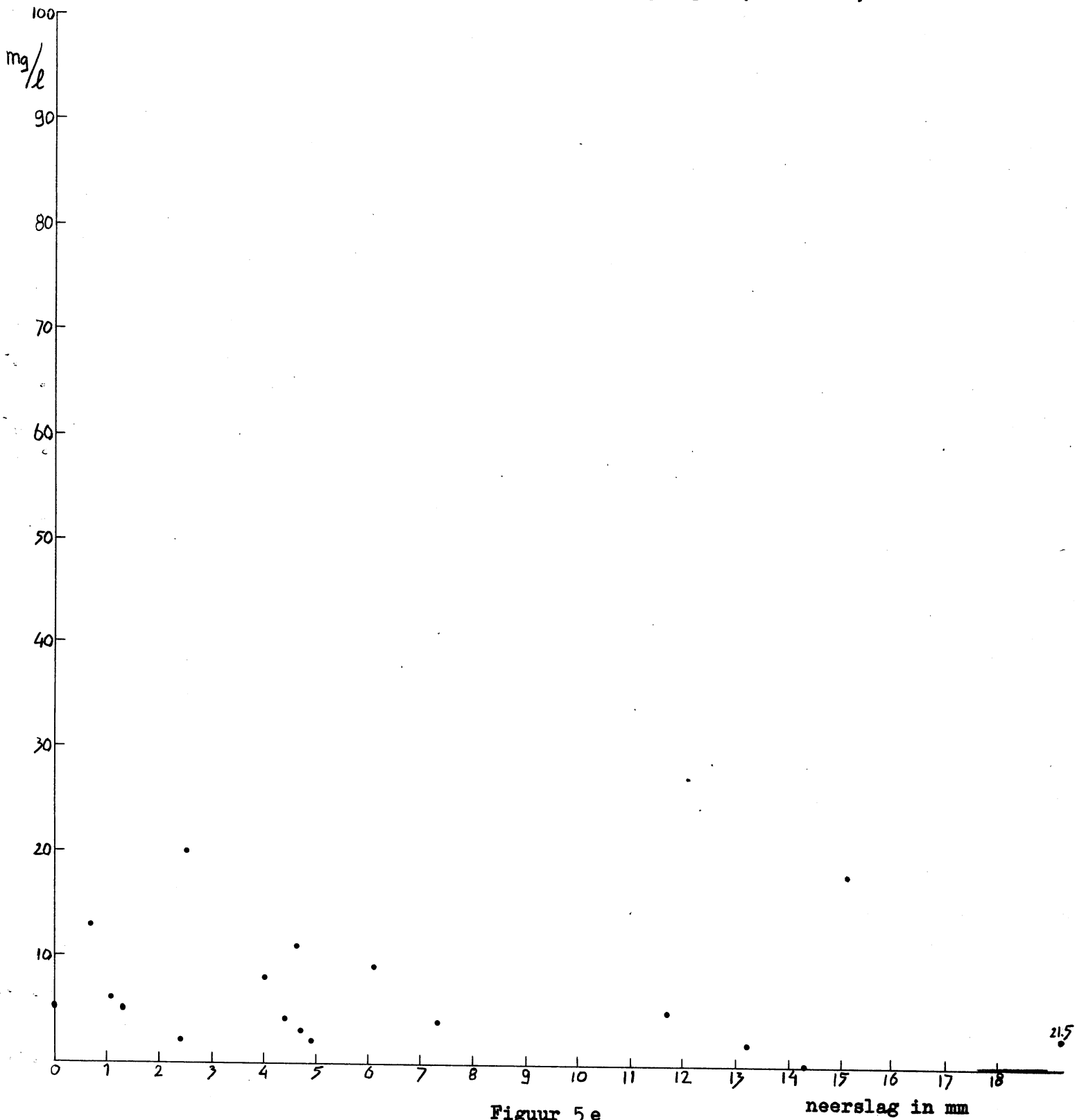
windgroep 2 (S-WSW)



(312)

Figuur 5d

Chloride-gehalte van de neerslag
te Bergen H.P.S.
juni 1954 t/m mei 1955
windgroep 3 (NNE - SSE)



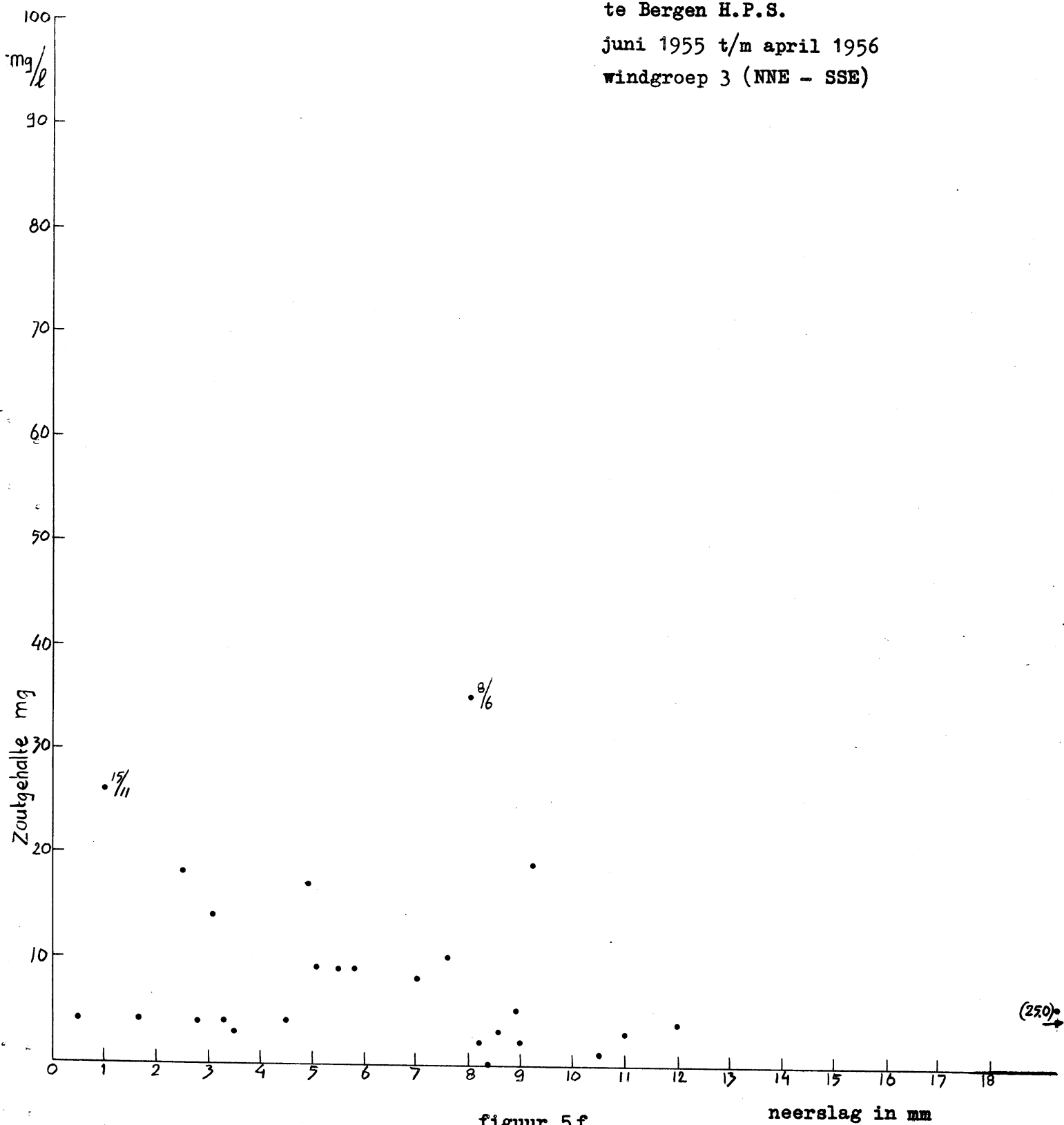
Figuur 5 e

neerslag in mm

Chloride-gehalte van de neerslag
te Bergen H.P.S.

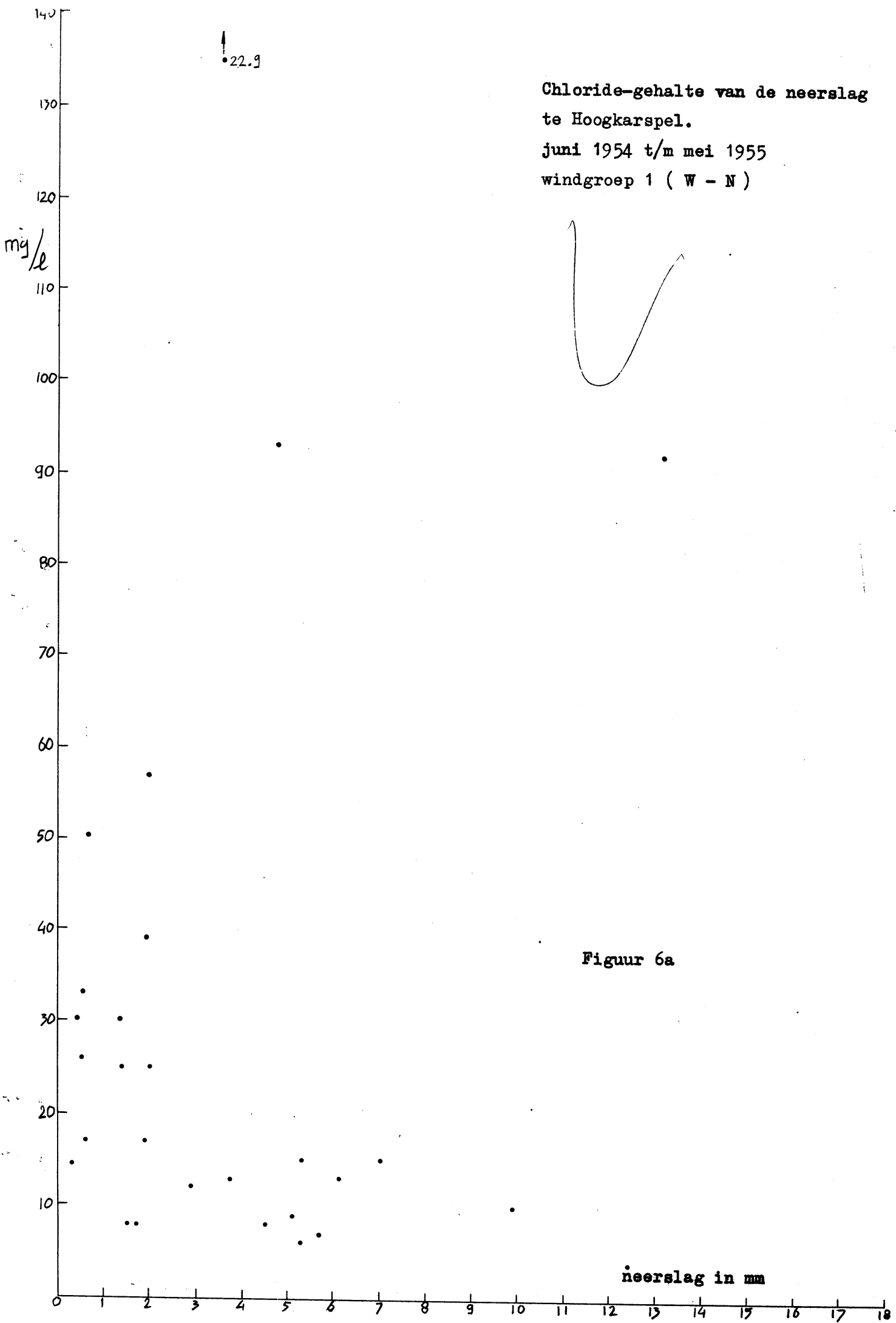
juni 1955 t/m april 1956

windgroep 3 (NNE - SSE)



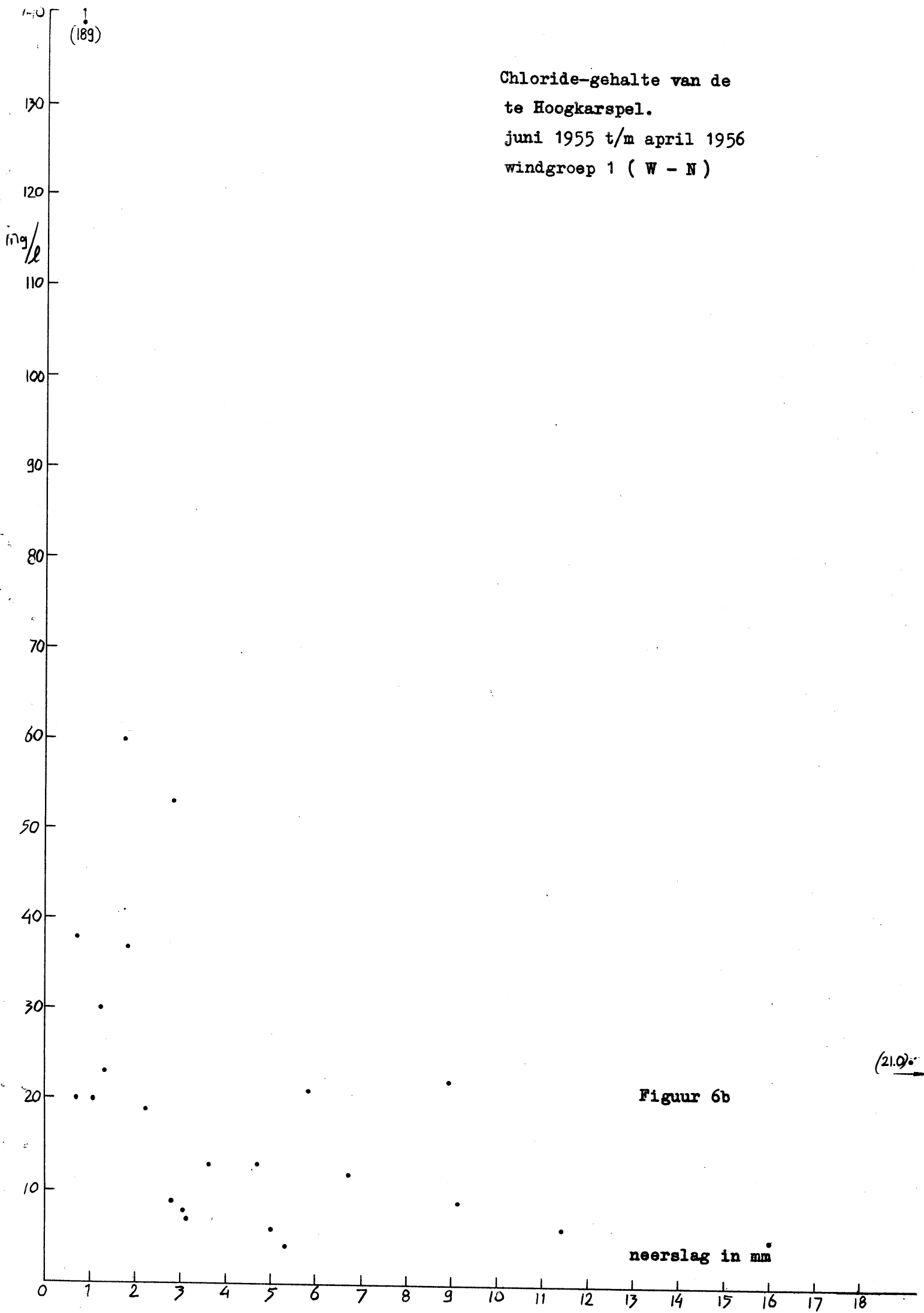
figuur 5f

neerslag in mm



Figuur 6a

Chloride-gehalte van de
te Hoogkarspel.
juni 1955 t/m april 1956
windgroep 1 (W - N)

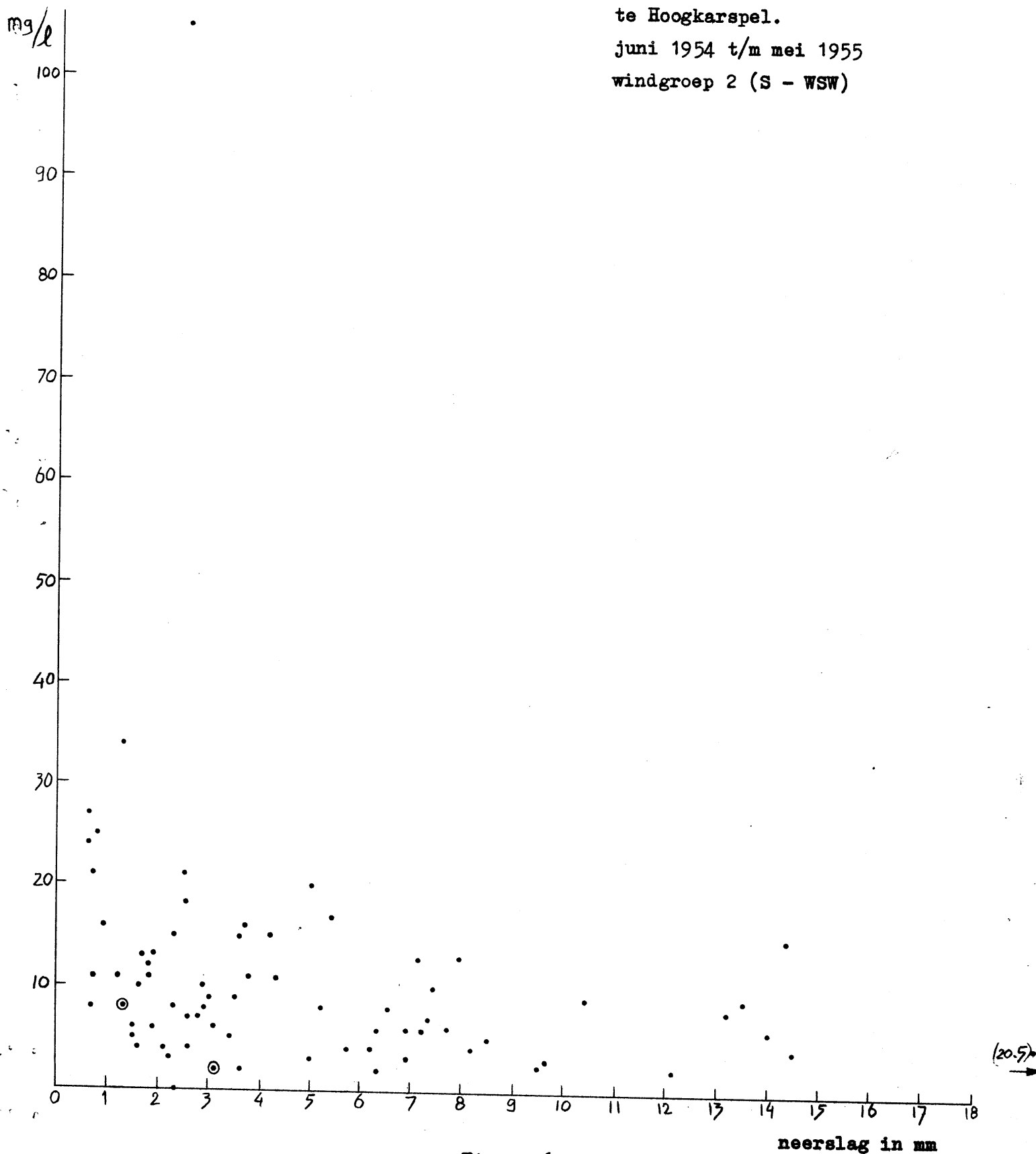


Figuur 6b

(21.0)

neerslag in mm

Chloride-gehalte van de neerslag
te Hoogkarspel.
juni 1954 t/m mei 1955
windgroep 2 (S - WSW)

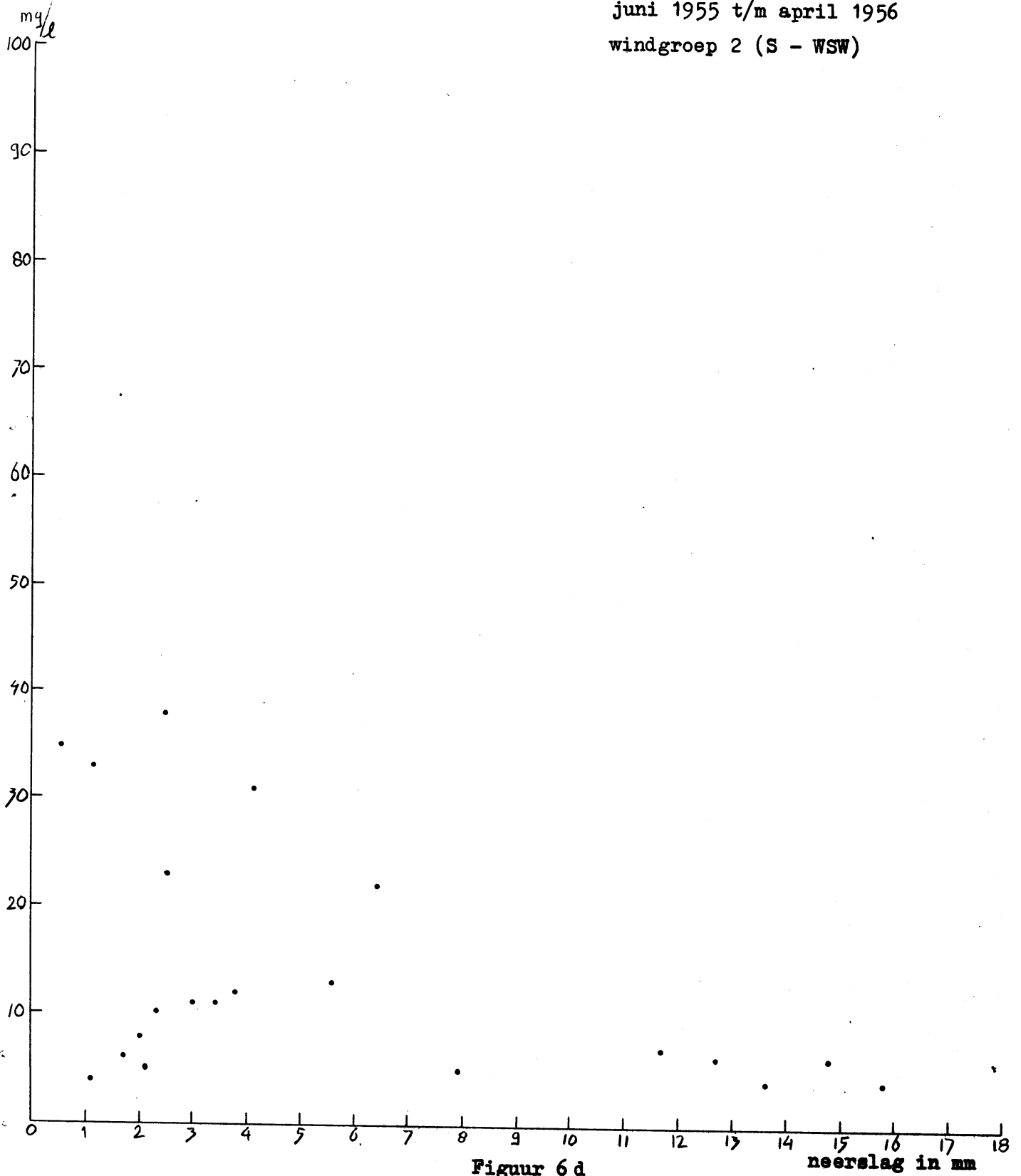


Figuur 6 c

Chloride-gehalte van de neerslag
te Hoogkarspel.

juni 1955 t/m april 1956

windgroep 2 (S - WSW)

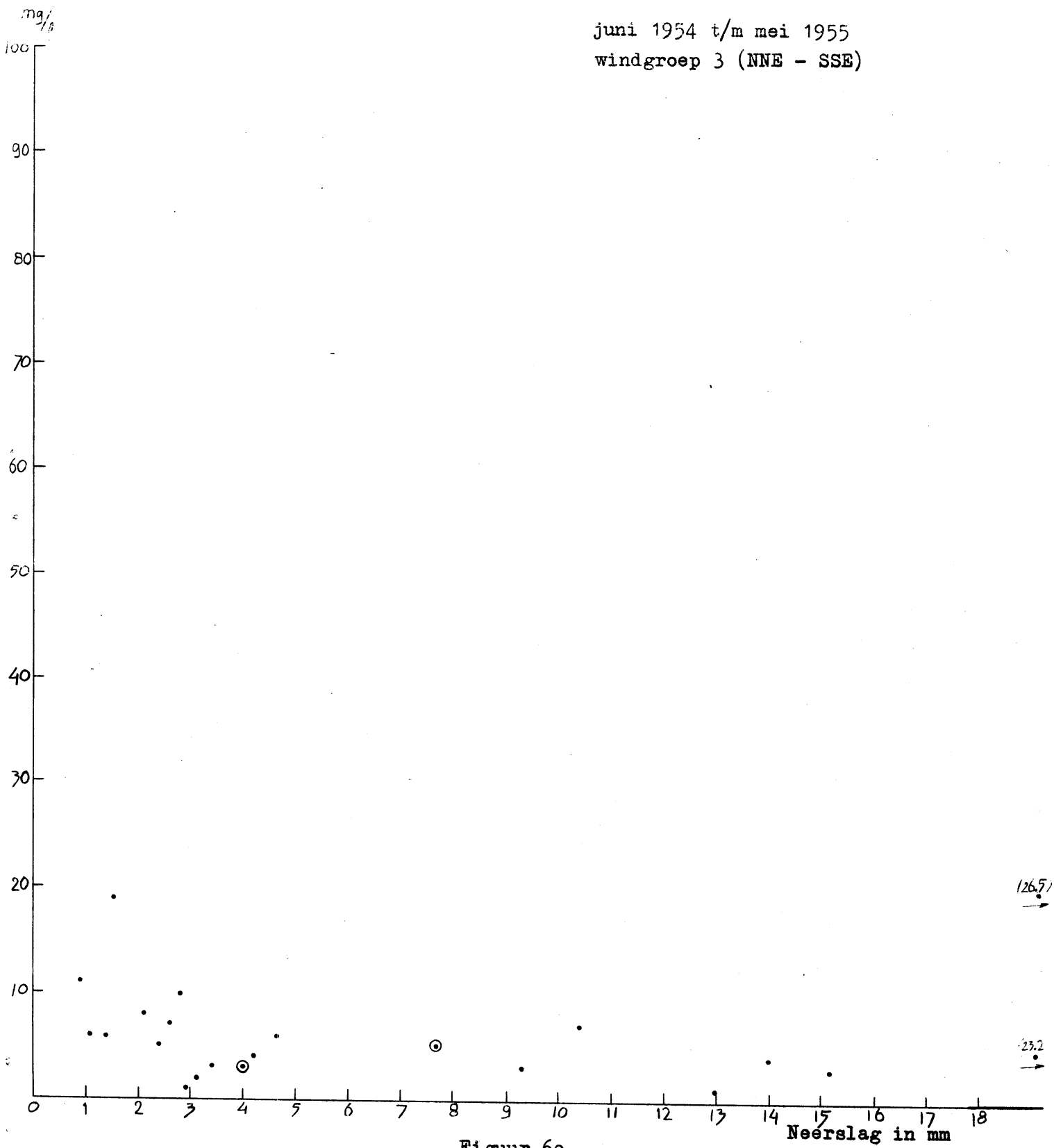


Figuur 6 d

neerslag in mm

Chloride-gehalte van de neerslag
te Hoogkarspel.

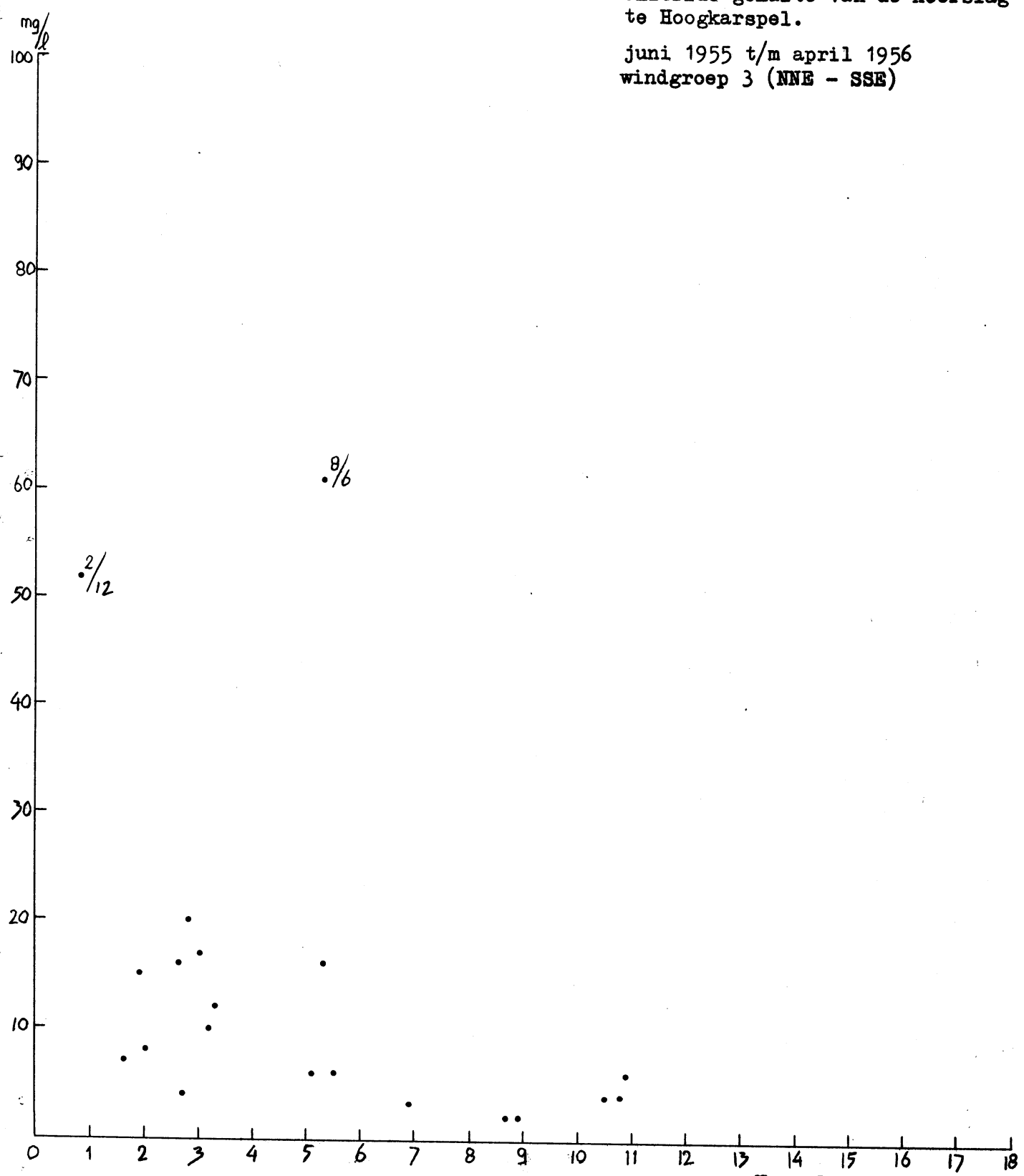
juni 1954 t/m mei 1955
windgroep 3 (NNE - SSE)



Figuur 6e

Chloride-gehalte van de neerslag te
te Hoogkarspel.

juni 1955 t/m april 1956
windgroep 3 (NNE - SSE)



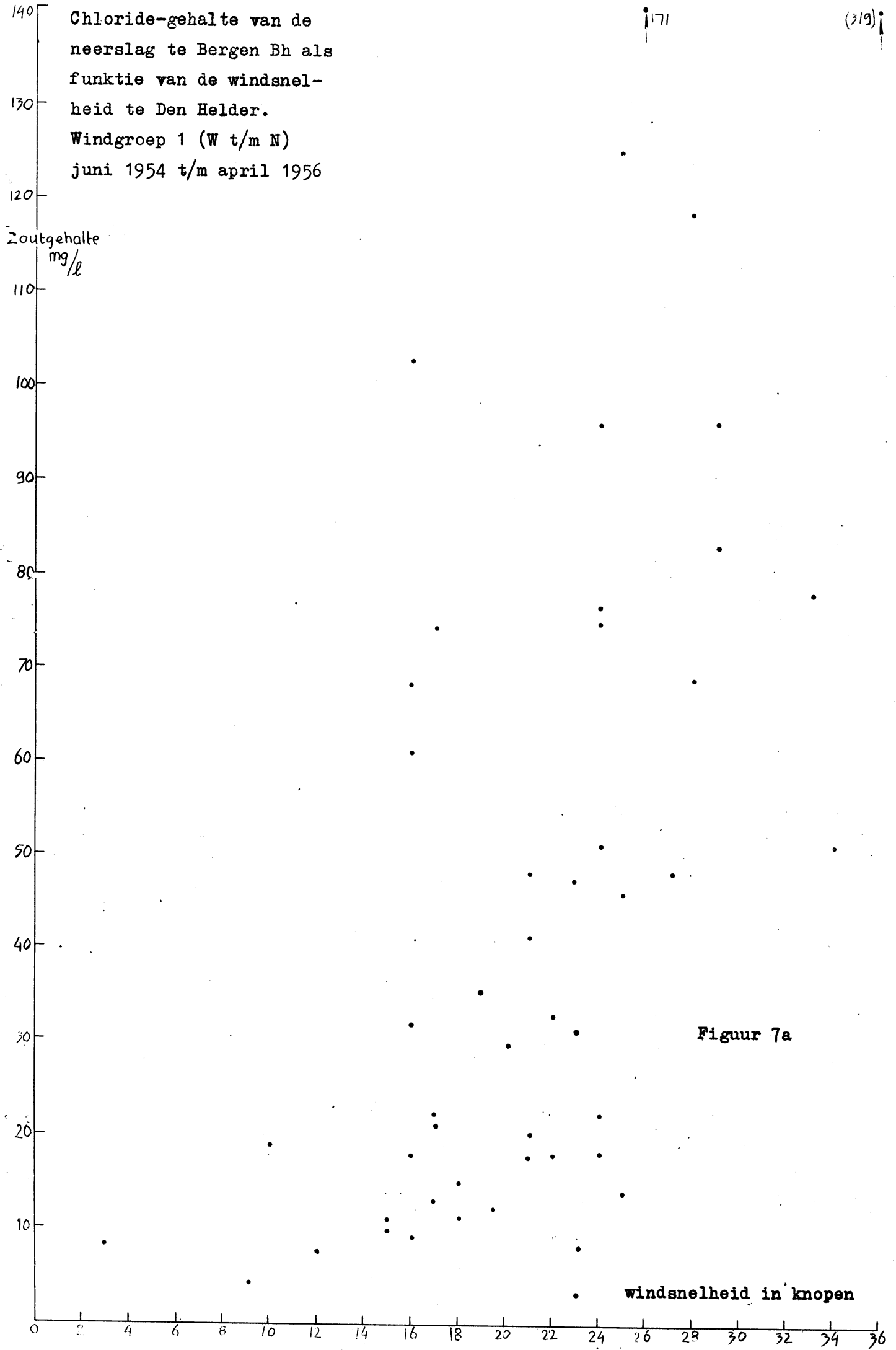
Figuur 6f

Neerslag in mm

Chloride-gehalte van de
neerslag te Bergen Bh als
functie van de windsnel-
heid te Den Helder.
Windgroep 1 (W t/m N)
juni 1954 t/m april 1956

(319) | (665) |
42 →

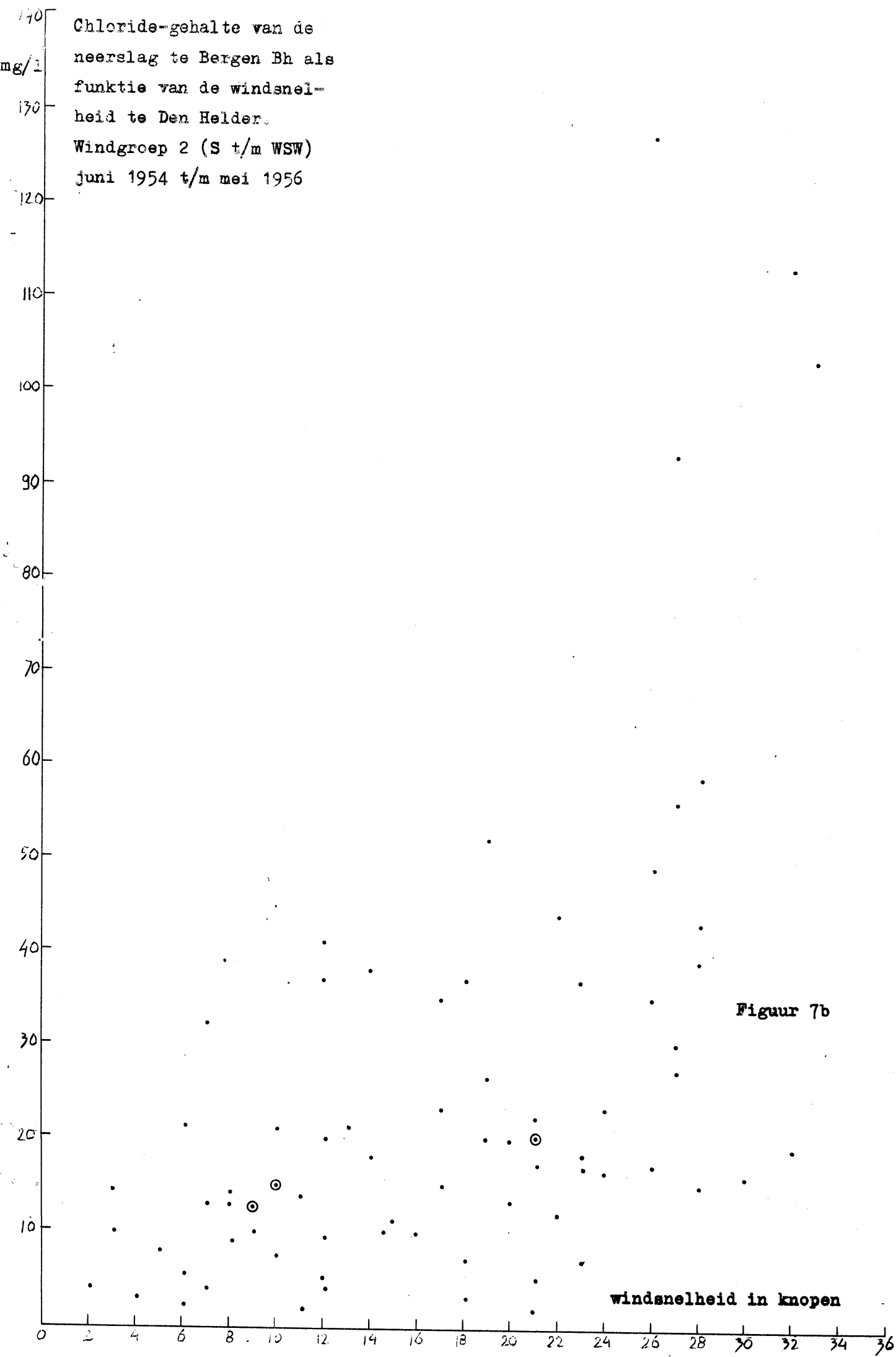
Zoutgehalte
mg/l



Figuur 7a

windsnelheid in knopen

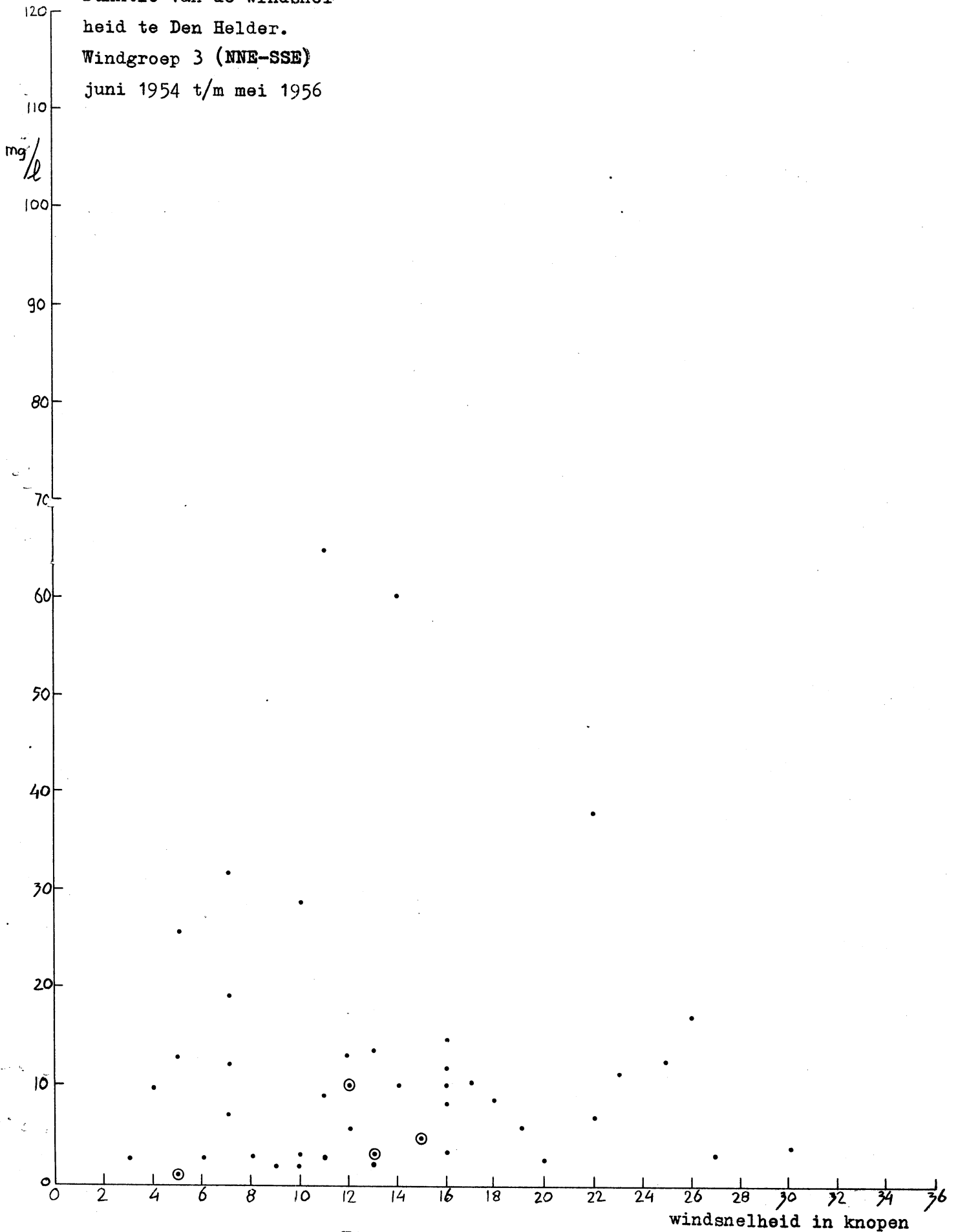
Chloride-gehalte van de
neerslag te Bergen Bh als
functie van de windsnel-
heid te Den Helder.
Windgroep 2 (S t/m WSW)
juni 1954 t/m mei 1956



Figuur 7b

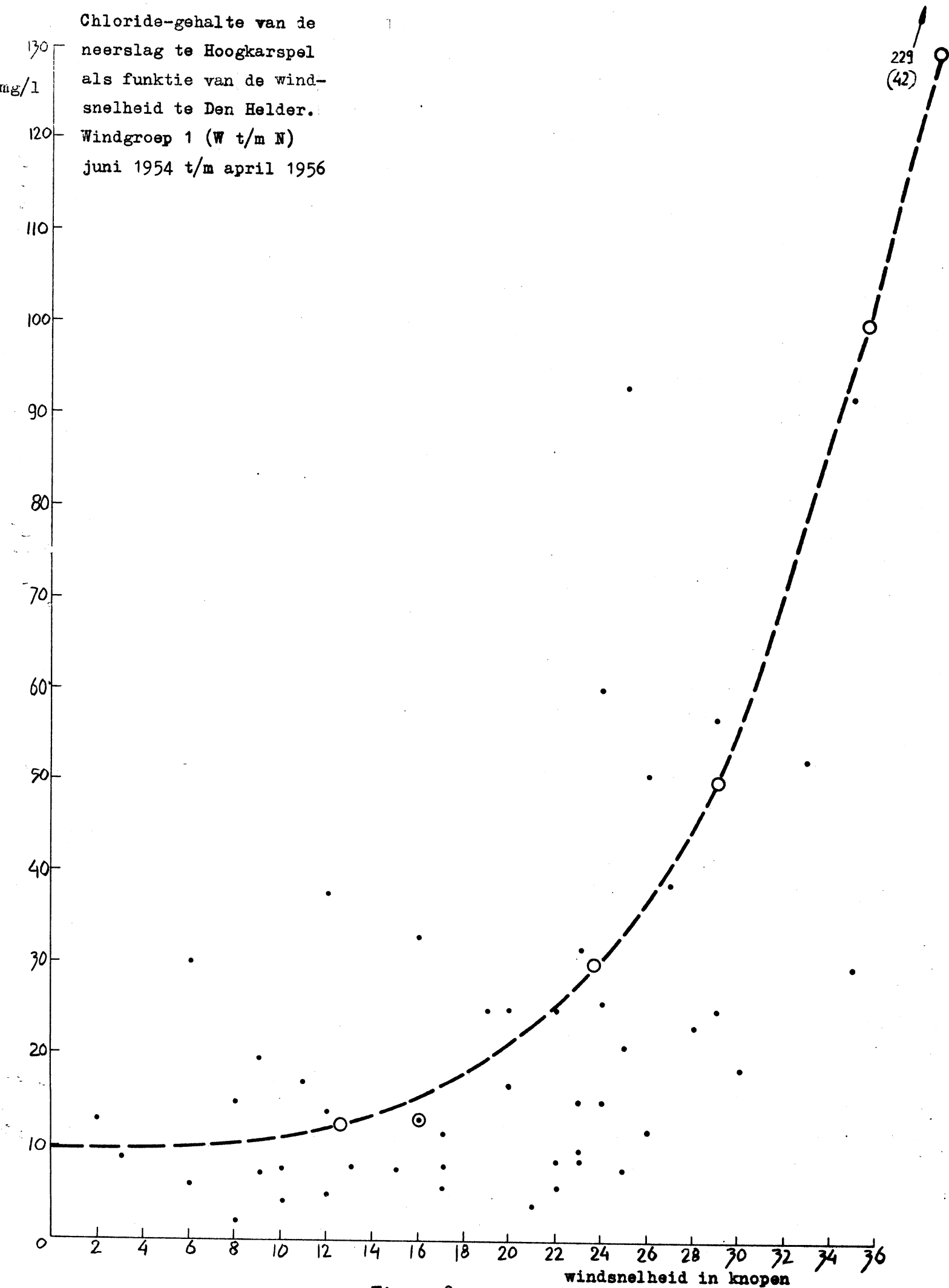
windsnelheid in knopen

Chloride-gehalte van de
neerslag te Bergen Bh als
functie van de windsnel-
heid te Den Helder.
Windgroep 3 (NNE-SSE)
juni 1954 t/m mei 1956



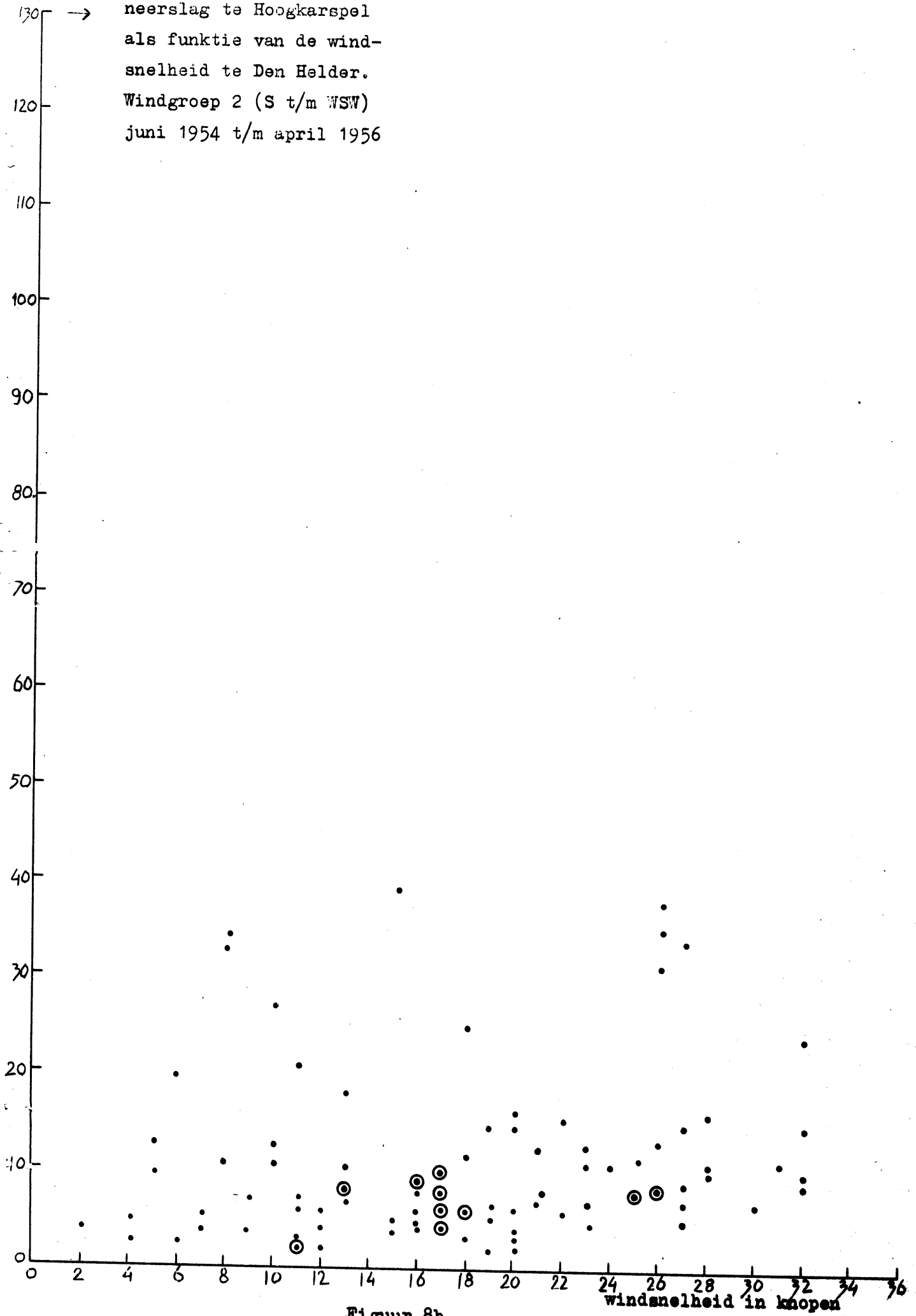
Figuur 7c

Chloride-gehalte van de
neerslag te Hoogkarspel
als funktie van de wind-
snelheid te Den Helder.
Windgroep 1 (W t/m N)
juni 1954 t/m april 1956



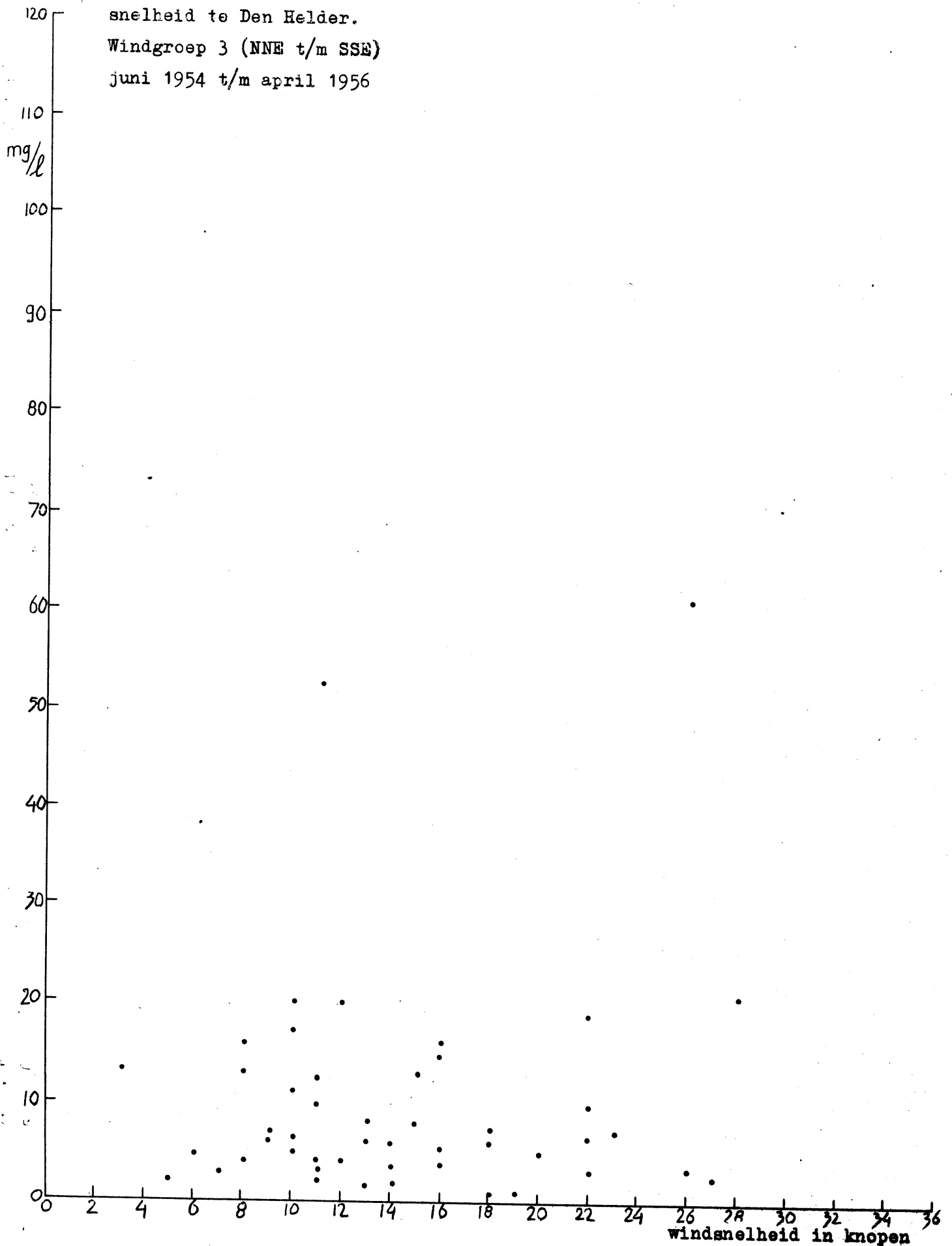
Figuur 8a

Chloride-gehalte van de
neerslag te Hoogkarspel
als functie van de wind-
snelheid te Den Helder.
Windgroep 2 (S t/m WSW)
juni 1954 t/m april 1956



Figuur 8b

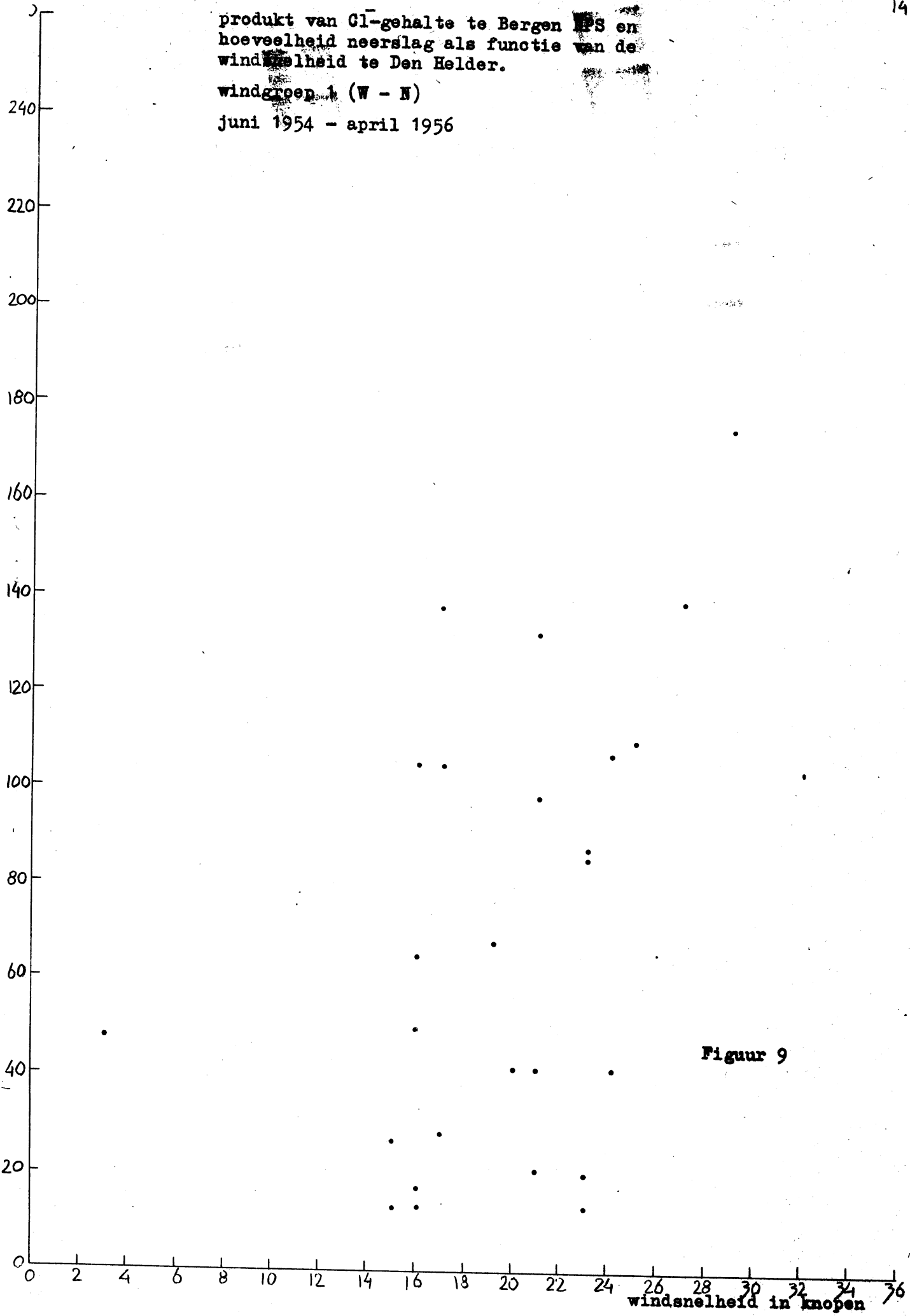
Chloride-gehalte van de
neerslag te Hoogkarspel
als funktie van de wind-
snelheid te Den Helder.
Windgroep 3 (NNE t/m SSE)
juni 1954 t/m april 1956



Figuur 8c

produkt van Cl^- -gehalte te Bergen en
hoeveelheid neerslag als functie van de
windrichting te Den Helder.

windgroep 1 (W - N)
juni 1954 - april 1956

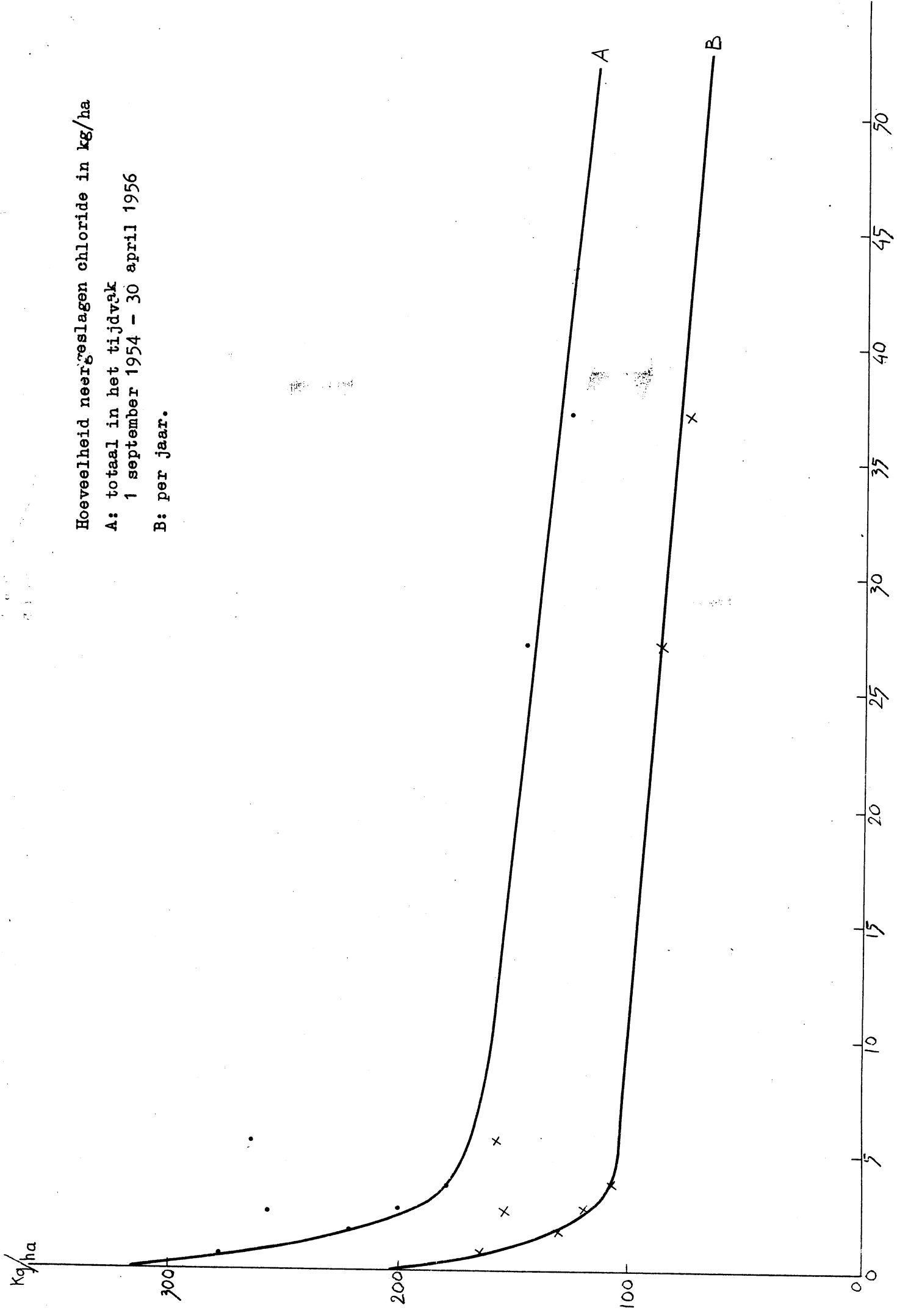


Figuur 9

Hoeveelheid neergeslagen chloride in kg/ha

A: totaal in het tijdvak
1 september 1954 - 30 april 1956

B: per jaar.

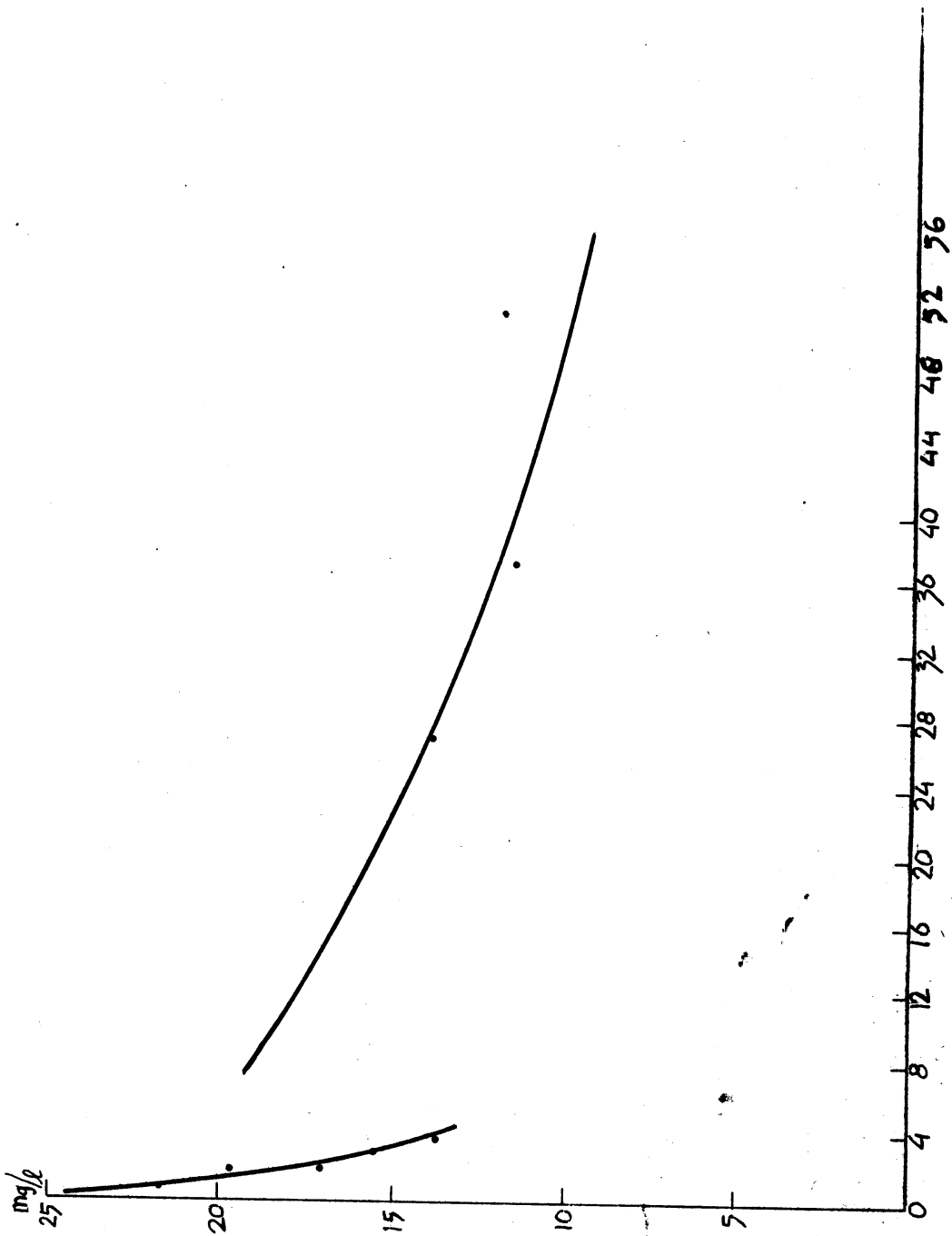


Figuur 10

afstand tot de kust in km.

Gemiddeld Cl^- -gehalte van de neerslag
in het tijdvak 1 september 1954 -

30 april 1956



afstand tot de kust in km.

Figuur 11