

NN31545.1345

Instituut voor Cultuurtechniek en Waterhuishouding
Wageningen**BIBLIOTHEEK
STARINGGEBOUW**

HYDROLOGISCH ONDERZOEK TEN BEHOEVE VAN DE

VERVANGING VAN HET GOESE SAS

III. HET CHLORIDEGEHALTE VAN HET
GROND- EN OPPERVLAKTEWATER

ir. J.J. Kouwe

Nota's van het Instituut zijn in principe interne communicatie-
middelen, dus geen officiële publikaties.

Hun inhoud varieert sterk en kan zowel betrekking hebben op een
eencoudige weergave van cijferreeksen, als op een concluderende
discussie van onderzoeksresultaten. In de meeste gevallen zullen
de conclusies echter van voorlopige aard zijn omdat het onderzoek
nog niet is afgesloten.

Bepaalde nota's komen niet voor verspreiding buiten het Instituut
in aanmerking

7 JULI 1982

ISN 159198-06

I N H O U D

	Blz.
1. INLEIDING	1
2. OPZET VAN HET ONDERZOEK	1
3. RESULTATEN	2
3.1. De specifieke elektrische weerstand van de grond	2
3.2. Het verloop met de tijd van het chloridegehalte van het grondwater en het polderwater	7
4. NABESCHOUWING	9
LITERATUUR	10

1. INLEIDING

In het kader van het hydrologisch onderzoek in verband met de voorgenomen vervanging van het Goese Sas, gelegen aan de monding van het Havenkanaal van Goes, werden ook waarnemingen verricht met betrekking tot het chloridegehalte van het grond- en oppervlaktewater. Er werd niet verwacht dat de wateronttrekking door de bronbemaling van de bouwput voor de bouw van de Nieuwe Sluis door zouthoudend grondwater enige directe invloed op de gewasproductie op de gronden, welke binnen de invloedssfeer van deze wateronttrekking zijn gelegen, zou uitoefenen. Evenwel werd het toch nuttig geacht enige informatie omtrent het chloridegehalte van het grond- en oppervlaktewater te verzamelen.

Door het ICW werd één maal bij de geplaatste peilbuizen een 'zout-sondering' verricht ter bepaling van de specifieke elektrische weerstand van de grond. Tevens werd uit iedere peilbuis een watermonster getrokken.

Door het Ingenieursbureau Witteveen en Bos te Deventer werden gedurende de periode december 1979-januari 1982 acht maal watermonsters genomen en op chloridegehalte onderzocht.

De opzet van deze nota is het vastleggen van de verzamelde gegevens en het toegankelijk maken daarvan door een eerste bewerking.

2. OPZET VAN HET ONDERZOEK

Ten behoeve van het waarnemen van grondwaterstanden werd door het Laboratorium voor Grondmechanica te Delft een bodemonderzoek verricht ten behoeve van de bouw van de sluis. Met het sondeerapparaat werden op een 18-tal plekken tot een diepte van 10-15 m sonderingen verricht

ter voorbereiding voor het plaatsen van grondwaterpeilfilters. Deze peilfilters werden vervolgens met het sondeerapparaat de grond ingeperst. Hierbij werd per plek één en als het sondeerresultaat de aanwezigheid van een kleilaag in het profiel waarschijnlijk maakte, werd een tweede filter onder deze laag bijgeplaatst. Aan deze peilbuizen werden op de volgende data watermonsters onttrokken: 22 en 23/5 en 8/6 1979, 13/12-1979, 17/4, 11/7, 24/10-1980, 12/2, 19/6, 28/10-1981 en 29/1-1982. Tevens werden op deze data watermonsters genomen van het open water. Alle watermonsters werden op chloridegehalte onderzocht. Fig. 1 geeft een overzicht van de waarnemingspunten.

In de periode 3-17 mei 1979 werd bij de grondwaterstandsbuizen en op enkele andere punten met een sondeerapparaat de specifieke elektrische weerstand gemeten op diepten met intervallen van 0,5 m, totdat de zandondergrond verder sonderen belette. In de meeste gevallen werden diepten van 7 à 8 m-mv bereikt. Gelijktijdig werden watermonsters uit de peilbuizen getrokken.

3. RESULTATEN

Het onderzoek naar het chloridegehalte van het grond- en oppervlaktewater viel in twee delen uiteen, namelijk:

1. het bepalen van de specifieke elektrische weerstand van de formatie tot een diepte van ca. 10 m;
2. het verloop met de tijd van het chloridegehalte van het grond- en het oppervlaktewater.

Achtereenvolgens zal op beide punten worden ingegaan.

3.1. De specifieke elektrische weerstand van de grond

De specifieke elektrische weerstand van de grond wordt bepaald door het zich in de poriën bevinden grondwater met de daarin opgeloste zouten en de elektrische eigenschappen van het korrelskelet van de grond. Zo heeft het korrelskelet van zuiver zand een hoge specifieke weerstand ($> 1000 \Omega\text{m}$) en klei een relatief lage ($10\text{-}30 \Omega\text{m}$). Wil men uit bodemweerstandsmetingen het chloridegehalte van het

grondwater afleiden dan zal men dus rekening moeten houden met de weerstand van het korrelskelet van de grond. De invloed daarvan op de weerstand wordt in rekening gebracht door de 'formatiefactor' via

$$r_g = F \times r_w$$

waarin: r_g = de specifieke elektrische weerstand van de grond plus het bodemwater en de daarin opgeloste zouten (Ωm)

r_w = de specifieke elektrische weerstand van het bodemwater met met de daarin opgeloste zouten (Ωm)

F = de formatiefactor

Bij de geplaatste peilbuizen en enkele tussenliggende plekken werden in de periode 3-17 mei 1979 met een elektrisch sondeerapparaat op diepten toenemend met een halve meter elektrische weerstandsmetingen verricht. De resultaten hiervan staan vermeld in tabel 1. De tabel vermeldt tevens ^{de}positie van de filters van de grondwaterstandsbuizen, terwijl de weerstand ter hoogte van deze filters werden onderstreept.

De grondwaterbuizen werden door middel van een sondeerapparaat door het Laboratorium voor Grondmechanica te Delft (LGM) geplaatst, nadat eerst een sonderingsdiagram bij elke plek was gemaakt. Op grond van dit diagram werden de diepten der filters bepaald.

De resultaten van zowel de zoutsondering van tabel 1 als van de indringingsweerstandsmeting door het LGM staan grafisch uitgebeeld in fig. 2A-H. In deze figuren werden tevens aangegeven de posities van de peilfilters, het chloridegehalte van het uit deze filters getrokken watermonster en tenslotte de grondwaterstand.

Uit deze gegevens werd tabel 2 samengesteld waarin wordt vermeld: de specifieke elektrische weerstand van de formatie op filterhoogte en van het watermonster en het daaruit bepaalde chloridegehalte, de sondeerwaarde ter hoogte van het peilfilter door aflezing uit het sondeerdiagram en tenslotte de uit de grondwater- en formatieweerstand berekende formatiefactor.

Als volgende stap werd getracht tussen de formatieweerstand en de sondeerwaarde een verband af te leiden. Daartoe werden beide waarden in een assenkruis tegen elkaar uitgezet in fig. 3. Het blijkt dat vijf punten grote afwijkingen vertonen van de rest. Door deze

Tabel 1. De elektrische weerstand (in Ω m) van de grond op diepten opklimend met een halve meter gemeten bij de grondwaterbuizen. De weerstand ter hoogte van het filter werd onderstreept

NR	101	102	103	104	105	106	107	108	109	109A	110	110A	111	112	113	114	114A	115	116	117	118	K122	K131	K139
Diepte m-NAP	1,10	1,00	1,40	1,40	1,40	1,30	1,40	1,60	1,60	1,50	1,40	1,40	1,50	1,70	1,40	1,00	1,00	0,20	0,20	1,60	1,30	0,60	0,80	0,80
F1	-2,00	-2,50	-1,75	-1,75	-	-	-1,25	-1,10	0,00	-	-1,25	-	-2,10	-2,60	-2,25	-3,40	-	-2,75	-6,25	-1,20	-4,70	-17,5	-13,0	-2,30
F2	-10,00	-6,25	-1,25	-	-	-	-3,25	-	-4,00	-	-4,80	-	-	-	-	-6,30	-	-	-	-5,20	-10,20	-27,5	-28,0	-16,5
t°C	8	9	10	8,5	9	9	9,5	9,5	13	13	14	13,5	14	15	15,5	15	15	14,5	14,5	9	9	8,5	9,5	9
+1			38	26	52	33	22	32	67	33	32	69	25	39	21					40	53			
0	30	31	20	8,6	27	20	30	32	36	27	21	33	23	17	15		21			31	27		32	28
-1	30	22	25	10	10	14	36	31	39	28	15	36	39	27	15	45	60			38	21	38	22	36
-2	29	20	22	13	10	11	36	46	33	33	15	39	33	24	24	48	75	15	14	36	14	16	13	29
-3	37	10	1,4	11	4,2	10	37	44	24	30	9,9	39	36	23	21	36	45	15	12	22	12	20	10	10
-4	40	6,3	1,1	9,4	1,8	7,5	36	39	24	15	6,6	33	42	24	15	63	30	14	8,7	11	10	21	8,4	3,8
-5	38	5,0	1,0	6,2	1,2	4,0	37	28	30	6,3	5,3	30	39	21	13	3,0	33	14	9,3	7,8	9,1	18	6,0	2,2
-6	35	4,0	0,9	4,0	1,0	2,1	34	35	27	4,5	4,5	38	33	21	4,8	3,0	28	15	4,5	10,0	9,4	16	4,0	1,5
-7	22	2,0	0,9	3,2	1,0	1,3	32	39	28	3,6	4,2	5,1	36	22	1,4	2,1	21	15	3,3	10,0	10	14	2,4	1,0
-8	7,2	1,2	0,9	2,4	0,9	1,1	37	32	28	3,0	3,9	2,7	30	20	1,2	2,0	14	15	2,9	10,0	12	15	1,6	1,0
-9	2,8	1,0	1,0	1,6	1,0	1,2	33	32	22	3,0	3,3	2,1	27	18	1,2	1,8	5,1	15	2,9	8,7	12	18	1,3	1,0
-10	1,6	1,0	1,0	1,4	0,9	1,0	36	30	24	3,0	2,7	2,1	28	17	1,1	1,5	2,4	14	3,0	7,0	12	15	1,0	1,0
-11	1,0	1,0	1,0	1,6	1,0	0,9	38	32	36	4,2	2,1	2,1	27	15		1,4	2,1	13	3,6	6,5	10	17	1,2	1,0
-12	1,0			1,8	1,0	1,0	38	31	39	5,7	1,5	2,4	27	15		1,2		12	6,3	5,8	12	15	1,1	1,0
-13	1,0			2,0		1,0	25	25	36	12,6		2,7		15		1,2		12	8,4	5,6	12	12	1,0	
-14				3,6			20	20	15,0	15,0		3,6		15		0,9		11	6,9		12	10	1,0	
-15				5,8			17	17	15,0	15,0		4,5						13	5,7		12	9,6		
-16				6,1			14	14										11	4,8		12	8,7		
-17				6,0			16	16										11	3,9		12	6,8		
-18																		3,0	3,0					

Tabel 2. De elektrische weerstand van de grond + grondwater (r_g) op filterniveau en van het watermonster (r_w) aan dit peilfilter onttrokken, de uit beide berekende formatiefactor F en het in het laboratorium bepaalde chloridegehalte. Tevens werd de sondeerwaarde in MNm^{-2} op filterhoogte vermeld

Peilbuis nr	Filter m-NAP	t °C	r_g m	r_w m	F r_g/r_w	$[Cl^-]_1$ mg l	Sondeerwaarde MNm^{-2}	Datum sondering	Watermonster
101	-2,00	8	40	3,7	10,81	62	2	4/5	22/5
102	-2,50	9	5,9	0,6	9,83	2 909	8	4/5	22/5
103	-1,75	10	1,1	0,2	5,50	14 738	6,5	7/5	22/5
104	-1,75	8,5	9,4	1,2	7,83	1 614	0,4	7/5	23/5
107	-1,25	9,5	37	5,4	6,85	84	6	9/5	23/5
107	-3,25	9,5	32	6,4	5,00	59	5,5	9/5	23/5
108	-1,10	9,5	46	6,9	6,67	72	9	9/5	23/5
109	0	13	36	7,8	4,62	56	4	14/5	23/5
109	-4,00	13	28	8,1	3,45	90	10	14/5	5/6
110	-1,25	14	9,9	1,2	8,25	1 694	5,5	15/5	5/6
110	-4,80	14	2,7	0,3	9,00	10 677	8,5	15/5	5/6
111	-2,10	14	42	6,5	6,46	39	6	17/5	5/6
112	-2,60	15	21	6,5	3,23	37	4,5	16/5	5/6
113	-2,25	15	13	6,6	1,97	48	8	16/5	5/6
114	-3,40	15	2,1	-	-	-	8	15/5	5/6
115	-2,75	14,5	15	4,2	3,57	120	5	17/5	5/6
116	-6,25	14,5	8,4	1,3	6,46	1 658	7	17/5	5/6
117	-1,20	9	22	8,8	2,50	77	1,5	11/5	5/6
117	-5,20	9	7	12,2	0,57	55	10	11/5	5/6
118	-4,70	9	12	3,9	3,08	50	4,5	11/5	5/6

rest van punten werd een rechte lijn gerekend. Voor de hand liggend is om uit te gaan van de veronderstelling dat deze lijn moet gaan door het punt (0,1). Immers wanneer de sondeerwaarde nul wordt, dus geen indringingsweerstand, dan is er geen grond meer doch alleen water en dan is de elektrische weerstand van de 'grond' gelijk aan die van het 'grondwater' en moet dus de formatiefactor gelijk 1 zijn.

Een andere benadering is dat men een lijn berekend op grond van de overweging dat beide grootheden, sondeerwaarde en formatiefactor belast zijn met fouten. Dit is gezien de herkomst van de gegevens een redelijk uitgangspunt. De op grond van deze veronderstelling berekende lijn gaat echter door het punt (1,0). Dat wil zeggen bij een sondeerwaarde van 1 MNm^{-2} is de formatiefactor nul, hetgeen geen waarschijnlijke uitkomst is.

De bewerking van fig. 3 gaat uit van de veronderstelling dat de gebruikte gegevens alle van min of meer slibhoudend zand afkomstig zijn. Hieromtrent bestaat echter geen absolute zekerheid.

De regressieformules voor beide lijnen luiden:

$$\begin{array}{ll} \text{lijn door } (0,1) & : F = 0,8554 \times S + 1 \quad s_{y(x)} = 1,148 \\ \text{lijn (x en y beide onzeker): } & F = 1,2018 \times S - 1,2088 \quad s_{y(x)} = 1,582 \quad r = 0,786 \end{array}$$

Nagegaan werd hoe in een tweetal raaien loodrecht op de zeedijk (fig. 1) het verloop van de specifieke elektrische weerstand is.

Fig. 4 geeft het resultaat.

Het blijkt dat de poldersloot^{die} op ca. 250 m parallel aan de dijk loopt het binnen kwellende zeewater intensief opvangt. De lijnen van gelijke weerstand buigen ter plaatse van de sloot steil omhoog. Het beeld is slechts kwalitatief te interpreteren, daar de onbekendheid met de eerder besproken formatiefactoren voor de verschillende bodemlagen een evaluatie in termen van chloridegehalten van het grondwater niet toelaten. Wordt echter uit tabel 2 de gemiddelde formatiefactor $F = 6$ gehanteerd dan kan heel globaal via het verband weerstand-chlorideconcentratie van fig. 5 een indruk worden gekregen van het chloridegehalteverloop in de ondergrond.

Deze figuur is verkregen door van de watermonsters van tabel 2, aangevuld met enige andere in dit rapport vermelde gegevens, op dubbellogaritmisch papier het chloridegehalte uit te zetten tegen de elektrische weerstand.

Het blijkt dat voor chlorideconcentraties van groter dan 1000 mg l^{-1} het chloor-ion bepalend is voor de weerstand van de oplossing. Beneden deze waarde gaan andere opgeloste stoffen steeds meer deze weerstand bepalen waardoor de punten steeds verder van de rechte lijn gaan afwijken en een grotere spreiding vertonen.

3.2. Het verloop met de tijd van het chloridegehalte van het grondwater en het polderwater

Ten einde geïnformeerd te zijn omtrent het verloop van het chloridegehalte van het grondwater en het polderwater werden tijdens de periode mei 1979-januari 1982 watermonsters aan de peilbuizen onttrokken. Tevens werden op een aantal plaatsen monsters genomen uit de poldersloten. Uitgezonderd de eerste bemonstering van omstreeks 1-6-1979 welke volgde op de eerder besproken zoutsondering, werden deze bemonsteringen en de chloridebepalingen daaraan verricht door het Ingenieursbureau Witteveen en Bos te Deventer.

De chlorideconcentraties staan vermeld in tabel 3. Deze gegevens werden grafisch weergegeven in de fig. 6A tot en met H. Uit deze figuren valt te zien dat in de zomer het zoute grondwater omhoog komt zodat zout in het grondprofiel wordt geborgen, dat in de winterperiode door infiltrerend regenwater weer wordt uitgespoeld en afgevoerd. Dit verschijnsel is niet op alle punten even duidelijk aanwezig. Ook zijn er tegengestelde tendensen: daling van het zoutgehalte in de zomer en stijging in het najaar en in de winter.

Het door het infiltrerende regenwater verdrongen zoute water wordt door de sloten afgevoerd. Deze zouden in de winter dus een veel hogere concentratie aan zouten moeten aanwijzen, ware het niet dat het zoute drainagewater weer verdund wordt door regenwater dat oppervlakkig afstromend in de sloten komt of dat door de buizendrainage wordt afgevoerd en daarbij niet met zout grondwater in de diepere ondergrond in aanraking komt. Afvoeronderzoek gecombineerd met chlorideconcentratie-metingen van het afgevoerde water zou kunnen uitwijzen of de totale in de winterperiode afgevoerde hoeveelheid zout groter is dan in de zomerperiode.

Tabel 3. De chlorideconcentraties van watermonsters (mg/l) onttrokken aan de peil-filters tijdens de onderzoeksperiode. (Bemonstering en analyses 1/6-1979 door ICW, de overige door het Ingenieursbureau Witteveen en Bos te Deventer)

Nr	Datum bemonstering								
	1979		1980			1981			1982
	1/6	13/12	16/4	11/7	24/10	12/2	19/6	28/10	28/1
A: Grondwater									
101	62	66	75	700	5 350	120	118	94	164
102.1	5 480	4 450	3 300	3 750	6 300	3 940	-	-	-
.2	2 909	13 500	18 000	18 500	5 250	22 000	17 425	17 440	17 425
103.1	7 342	15 750	16 500	6 125	14 400	17 400	16 185	15 850	12 605
.2	14 738	17 250	17 750	16 000	4 300	17 150	16 500	16 100	16 140
104.1	210	-	-	-	-	-	-	-	-
.2	1 614	5 000	-	-	6 750	3 870	3 485	-	-
107.1	59	85	175	300	185	130	107	83	91
.2	84	45	44	60	180	88	75	-	-
108.	72	-	-	255	90	-	-	-	-
109.1	90	-	60	51	255	75	-	203	53
.2	56	225	275	255	95	299	251	260	249
110.1	10 677	1 425	-	875	-	-	-	-	-
.2	1 694	7 000	-	1 390	2 650	6 825	6 035	6 295	5 655
111	39	30	49	50	65	107	113	102	76
112	37	24	350	34	335	39	24	32	24
113	48	50	180	2 600	3 150	66	116	60	855
114.1	2 119	-	7 100	-	13 600	-	-	-	5 650
.2	-	15 000	15 250	3 875	7 200	13 950	13 090	13 540	11 450
115	120	1 500	1 350	1 400	-	1 555	1 300	1 410	1 324
116	1 658	1 950	1 690	1 750	445	1 915	1 900	2 100	1 740
117.1	55	250	30	10 500	280	27	-	-	-
.2	77	-	1 500	725	1 095	1 835	1 255	1 610	1 360
118.1	50	225	228	250	540	261	234	253	238
.2	133	200	170	210	245	179	125	164	132
119	-	4 250	1 825	11 250	3 765	1 810	1 155	1 865	1 725
K133.1	16 973	16 500	18 100	16 500	16 200	17 150	16 005	15 890	-
.2	13 585	14 000	15 500	9 000	16 150	15 950	14 500	14 160	-
.3	10 411	10 500	8 400	12 000	17 000	11 450	11 615	10 590	-
.4	-	4 500	6 250	-	1 100	4 450	4 010	3 890	-
K139.1	17 469	17 250	18 750	17 500	18 200	18 650	17 250	17 250	17 300
.2	15 926	17 250	18 100	17 550	18 550	17 900	17 095	17 140	17 200
.3	16 583	17 450	18 100	17 500	18 350	18 250	17 225	17 240	17 160
.4	-	8 750	4 950	-	11 500	5 075	5 730	7 190	7 790
K145.1	-	17 000	16 500	8 750	18 000	16 800	16 390	16 575	19 950
.2	-	16 750	18 050	17 250	17 750	17 450	16 695	16 750	16 450
.3	-	3 900	2 265	-	13 000	1 100	12 138	463	813
.4	-	16 000	16 750	16 600	16 200	16 500	16 440	16 250	14 160

Tabel 3 vervolg

Nr	Datum bemonstering								
	1979		1980			1981			1982
	1/6	13/12	16/4	11/7	24/10	12/2	19/6	28/10	28/1
PS.1	-	-	-	9 400	12 950	11 700	13 950	8 690	10 695
.2	-	-	13 250	8 500	10 950	11 150	13 605	4 580	8 000
.3	5 108	-	-	-	-	-	-	-	-
.4	2 749	-	-	-	-	-	-	-	-
.5	-	-	5 000	-	-	-	-	3 660	332
103.a	12 911	-	-	-	-	-	-	-	-
110.a	3 707	-	13 600	10 000	13 700	12 400	15 250	7 175	8 850
111.a	419	-	-	-	-	-	-	-	-
114.6	2 980	-	-	-	-	-	-	-	-
115.a	-	-	1 100	-	-	-	-	-	-
116.a	1 428	-	-	-	1 750	-	5 025	1 945	287
.b	1 711	1 250	1 425	390	-	-	-	-	-
Kanaal									
A	15 500	-	-	15 750	15 450	21 550	15 575	15 250	13 890
B	14 862	-	15 450	14 500	15 850	15 500	15 500	14 600	13 850
C	14 986	-	-	-	-	-	-	-	-

4. NABESCHOUWING

De in tabel 2 vermelde formatiefactoren lijken aan hoge kant. Uit andere onderzoeken worden voor slibhoudende wadzanden, waar het hier omgaat, waarden gevonden die liggen tussen 3 en 4 (WIJNSMA en TE BEEST, 1979) en (KOUWE, 1968). Beide aangehaalde onderzoeken hebben echter betrekking op Noord-Holland en Groningen. Dit neemt niet weg dat een gemiddelde formatiefactor van ca. 6 met dit onderzoek gevonden wel hoog lijkt. Gedacht is aan een afwijking in de meetapparatuur. Deze is achteraf nogmaals gecontroleerd, waarbij geen foute afstelling kan worden geconstateerd, zodat de gemeten specifieke weerstanden van tabel 1 als juist moeten worden aanvaard. Ook bij de chlorideconcentratiebepalingen konden geen fouten worden gevonden, zodat ook deze als juist moeten worden beschouwd. Voorts de mogelijkheid dat de aan de peilfilters onttrokken watermonsters niet afkomstig zijn van de plaats waar de specifieke elektrische weerstand werd gemeten. Ook

hier lijken geen grote afwijkingen mogelijk aangezien elke halve meter een meting werd verricht en in het sonderingsprofiel geen scherpe overgangen werden geconstateerd.

Als laatste foutenbron kan nog worden vermeld dat de sonderingen niet gelijktijdig met de bemonstering van de peilfilters werden uitgevoerd. In hoeverre de situatie in de zoutverdeling in de grond zich kan hebben gewijzigd in de periode tussen sondering (3-17 mei) en de waterbemonstering (22/23 mei en 8 juni) is niet bekend. De maand mei kenmerkt zich wel door het toenemen van de verdamping en daling van de grondwaterstand, zodat het mogelijk blijft dat zich niet onbelangrijke verschuivingen van het zoutfront hebben voorgedaan, waardoor voor vooral de vroege metingen (101, 102 op 4/5) te hoge formatiefactoren werden gevonden.

LITERATUUR

- KOUWE, J.J. (1968). De chloridebelasting van N.O. Hunsingo. Nota ICW 449.
- STOL, Ph.Th. (1960). Het elektrisch geleidingsvermogen als maat voor het chloridegehalte in enkele polders in het deltagebied. Geol. en Mijnb. nr 11, jrg. 39.
- WIT, K.E. en M. WIJNSMA (1970). Bepaling van de specifieke weerstand in situ. ICW nota 559.
- WIJNSMA, M. (1972). Geo-elektrische metingen in Midden-West-Nederland. ICW nota 706.

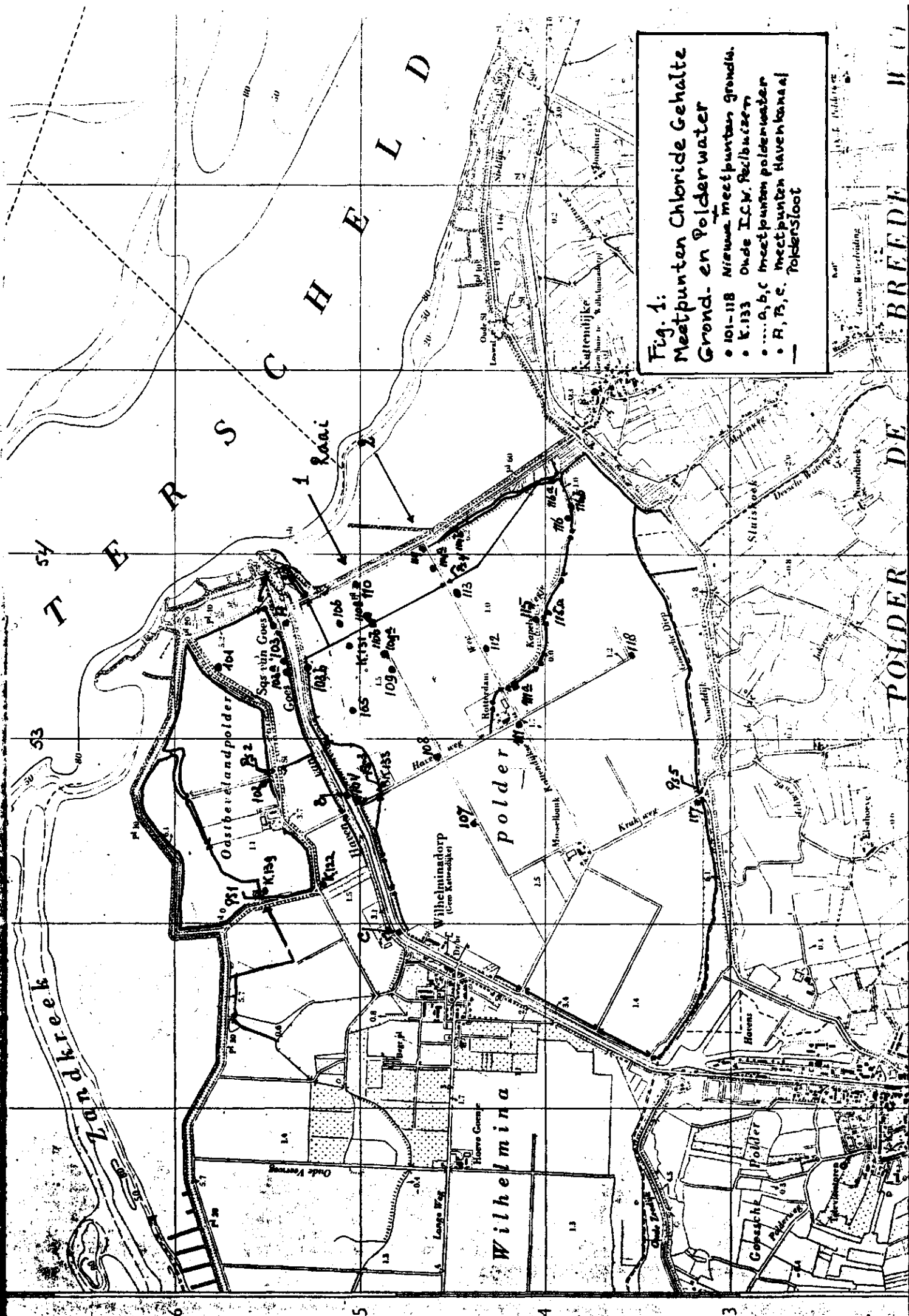


Fig. 1:
Meetpunten Chloride Gehalte
Grond- en Polderwater

- 101-118 **Nieuwe meetpunten Gronds.**
- K.133 **Oude I.C.M. Peilbuizen**
- ... a, b, c **meetpunten polderwater**
- R, B, c. **meetpunten Havenkanaal**
- **Polderstoot**

T E R S C H E L L I N G
 DE
 P O L D E R
 B R E E D E

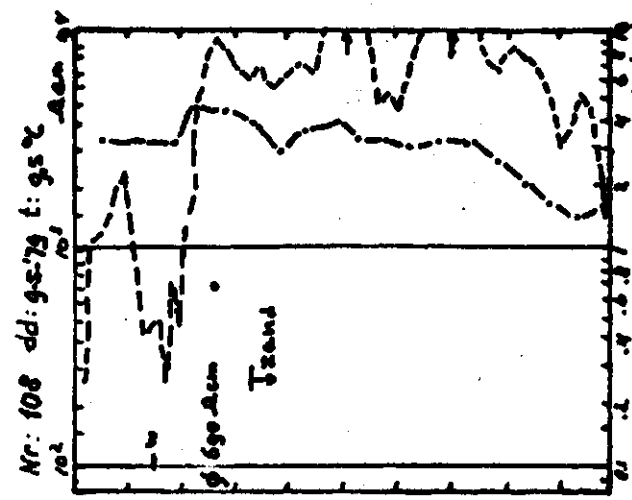
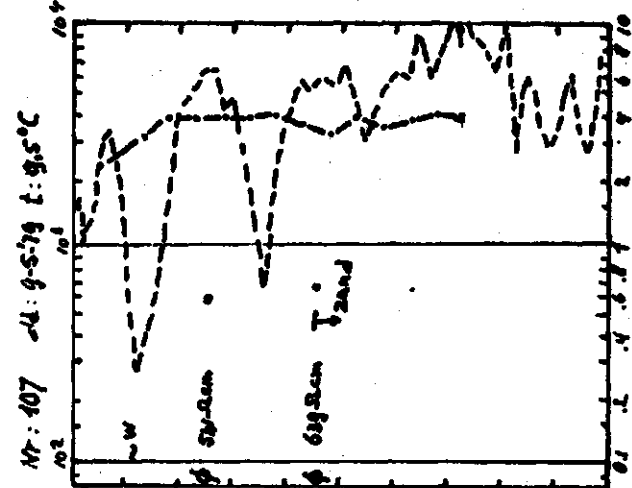
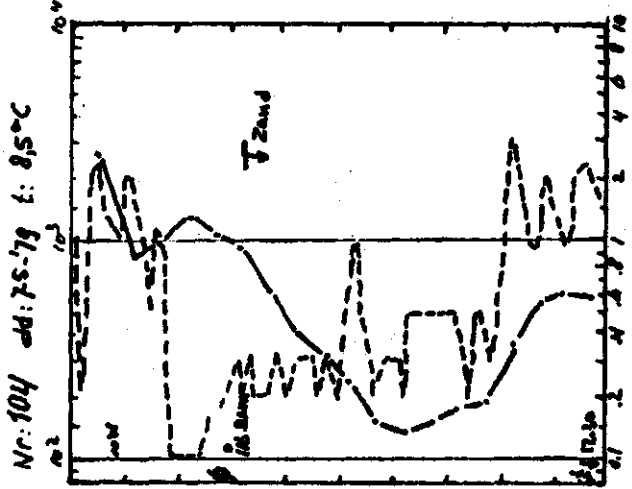
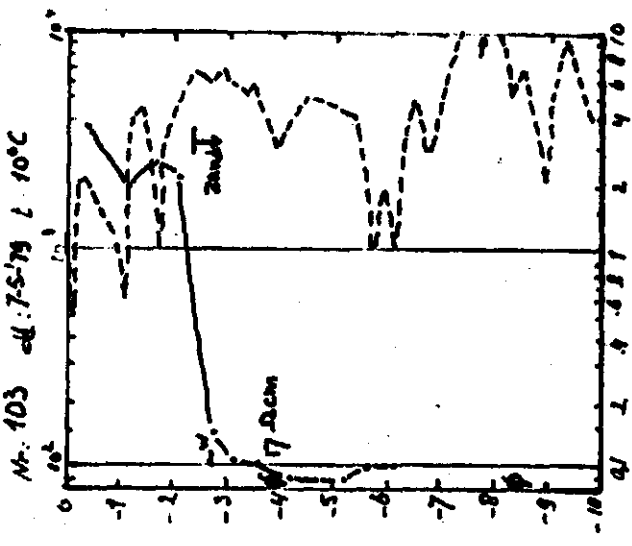
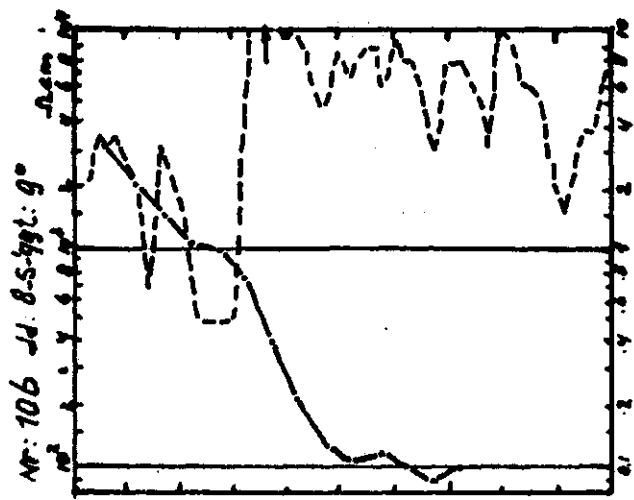
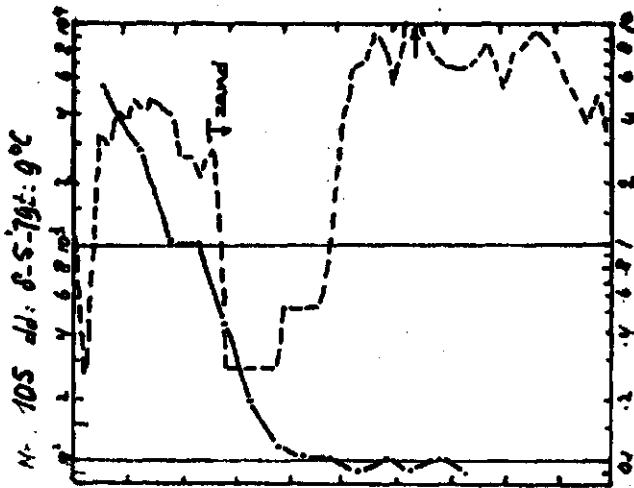
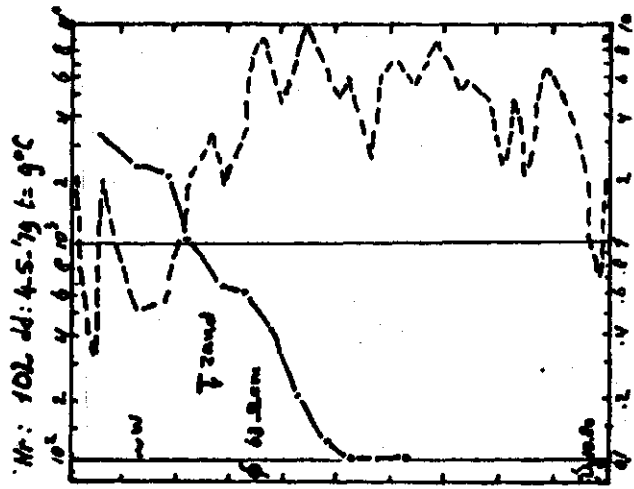
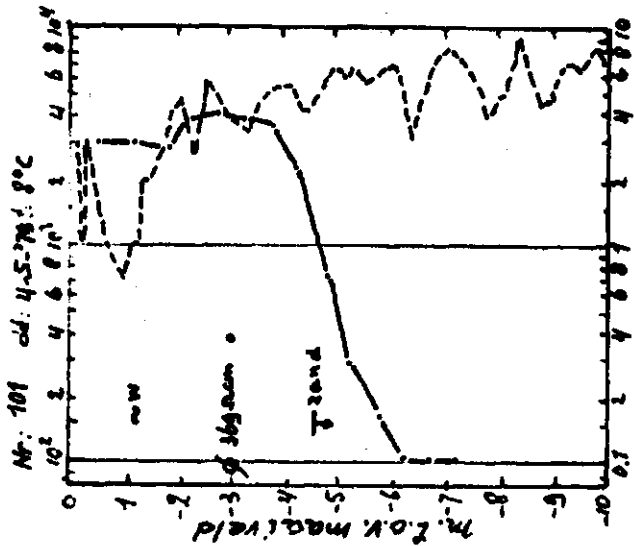


Fig: 2. Het verloop met de diepte onder maatveld van de elektrische weerstand (Ω.cm) en van de sondeerwaarde (MN/m²) van de grond. Tevens werd aangegeven de positie van een peilfilter en de elektrische weerstand van een daaraan entrokken watermonster.

0: Filterstelling
 ~: grondwaterstand
 ~: sondeerwaarde in MN/m² (z.o.v.)
 o: elektrische weerstand (Ω.cm) watermonster
 ---: Chloride concentratie
 ---: Sondeerwaarde

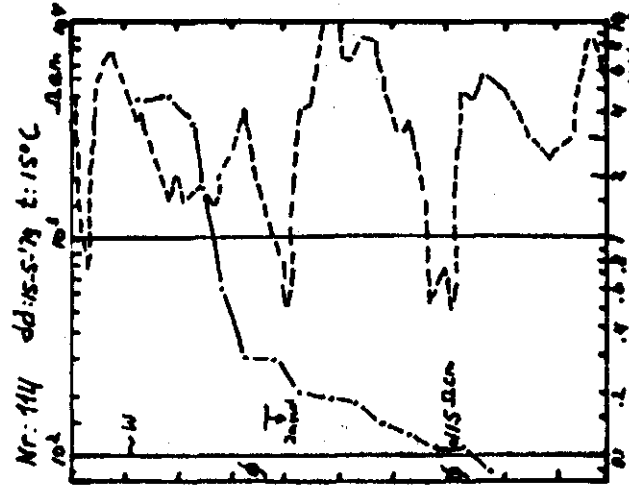
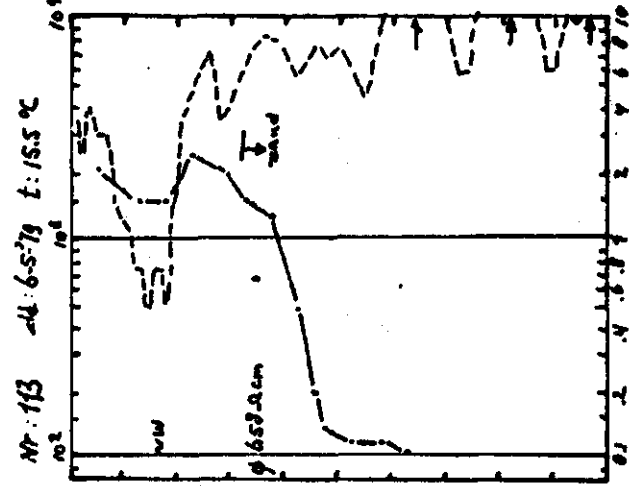
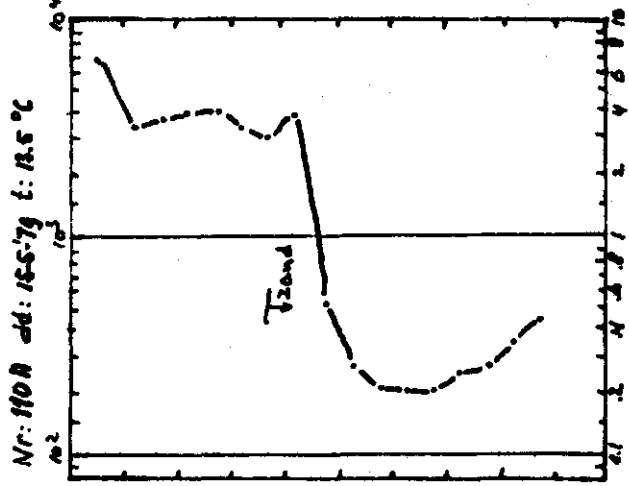
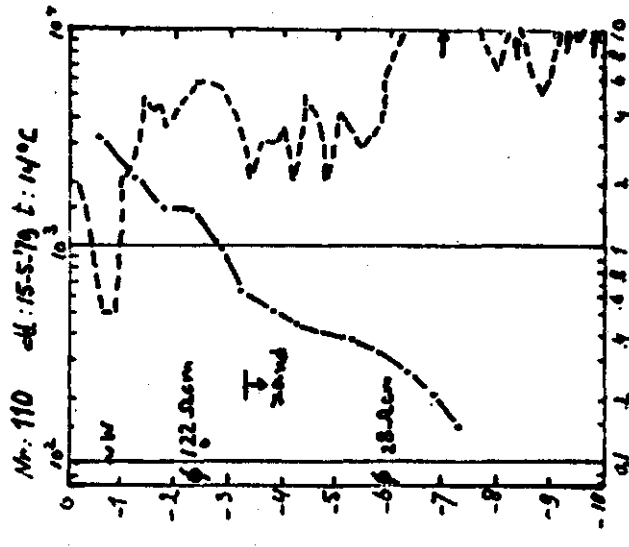
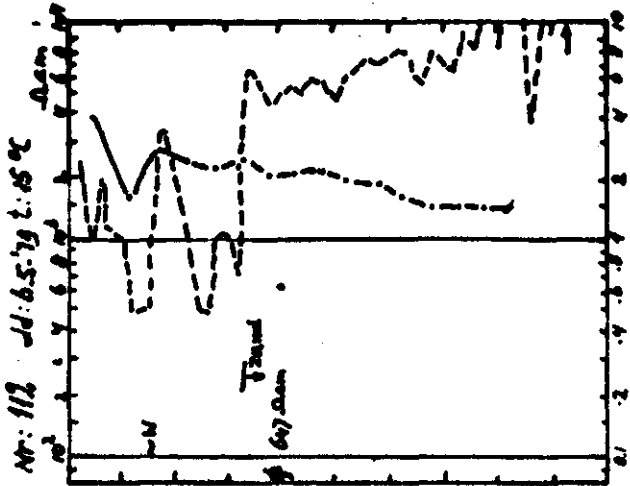
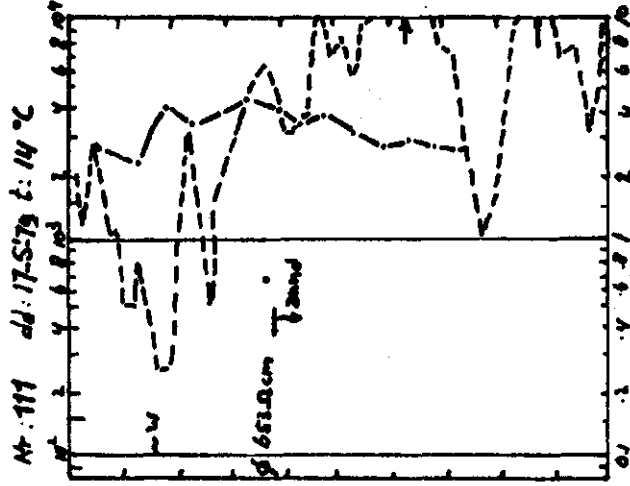
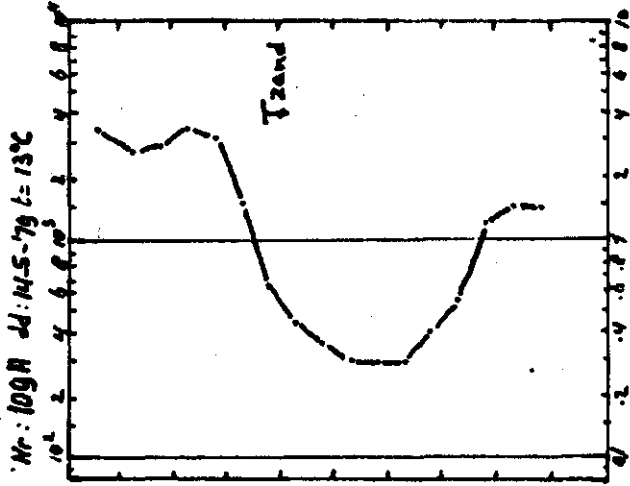
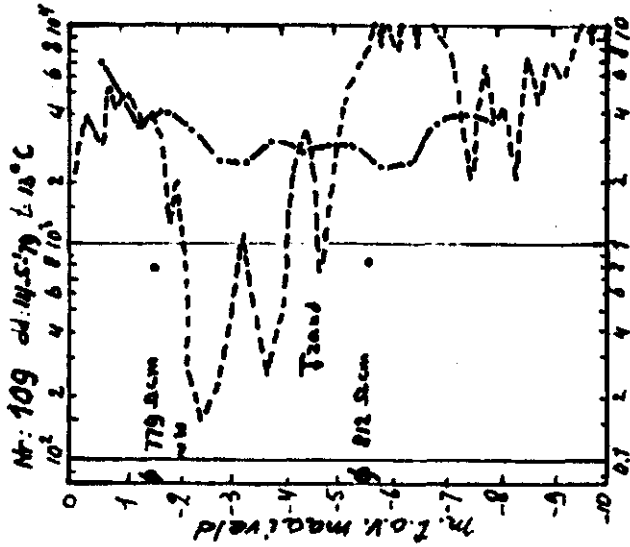


Fig. 2.8: Het verloop met de diepte onder maasveld van de elektrische weerstand ($\Omega \cdot \text{cm}$) en van de sondeerwaarde (MNm^{-2}) van de grond. Tevens werd aangegeven de positie van een peilfilter en de elektrische weerstand van een daaraan entrokken watermonster.

g: filterstelling
 ~: grondweerstand
 o: chloorverschil (A-cm) watermonster
 ---: Chloride concentratie
 ---: Sondeerwaarde

Boven: Weerstand in $\Omega \cdot \text{cm}$
 Onder: Sondeerwaarde in MNm^{-2} (kg cm^{-2})

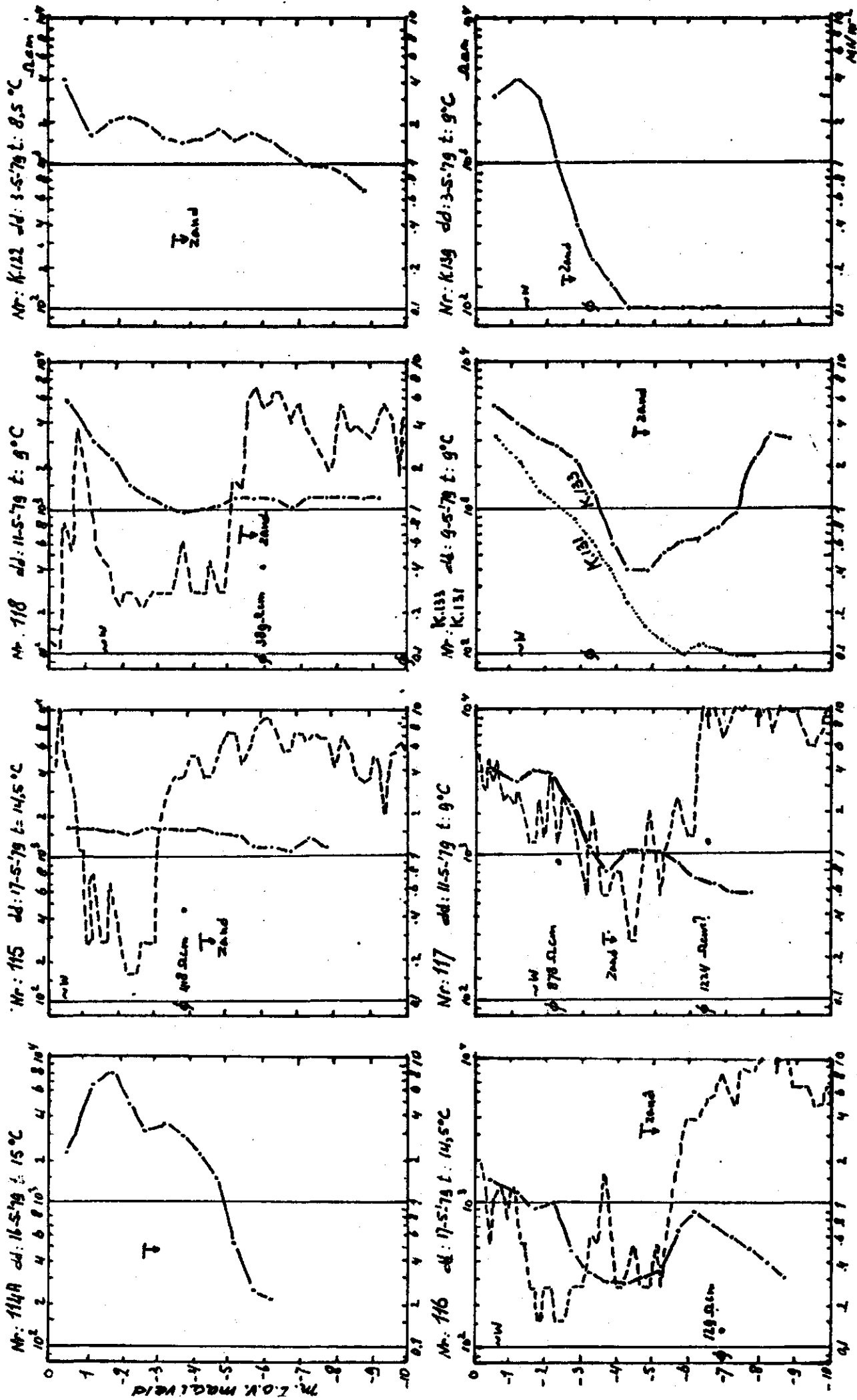


Fig. 2.C: Het verloop met de diepte onder maaiveld van de elektrische weerstand (Ωcm) en van de sondeerwaarde (MNm⁻²) van de grond. Tevens werd aangegeven de positie van een pei filter en de elektrische weerstand van een daarvoor entrokken watermonster.

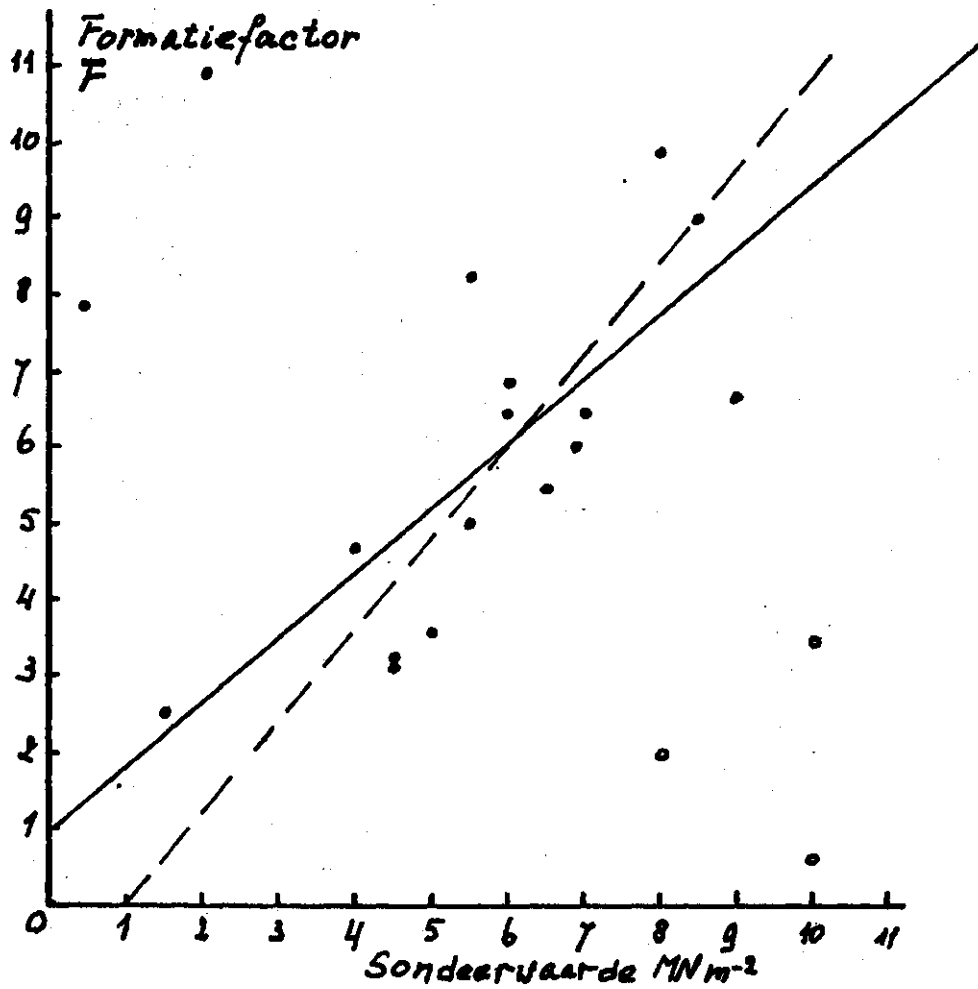


Fig. 3: Het verband tussen de sondeerwaarde en de formatiefactor. Bij het trekken van de lijn werden de met „0“ gemerkte gegevens niet betrokken.
 ——— Lijn moet gaan door het punt (0,1).
 - - - - Lijn voor zowel S als Fonzeker.

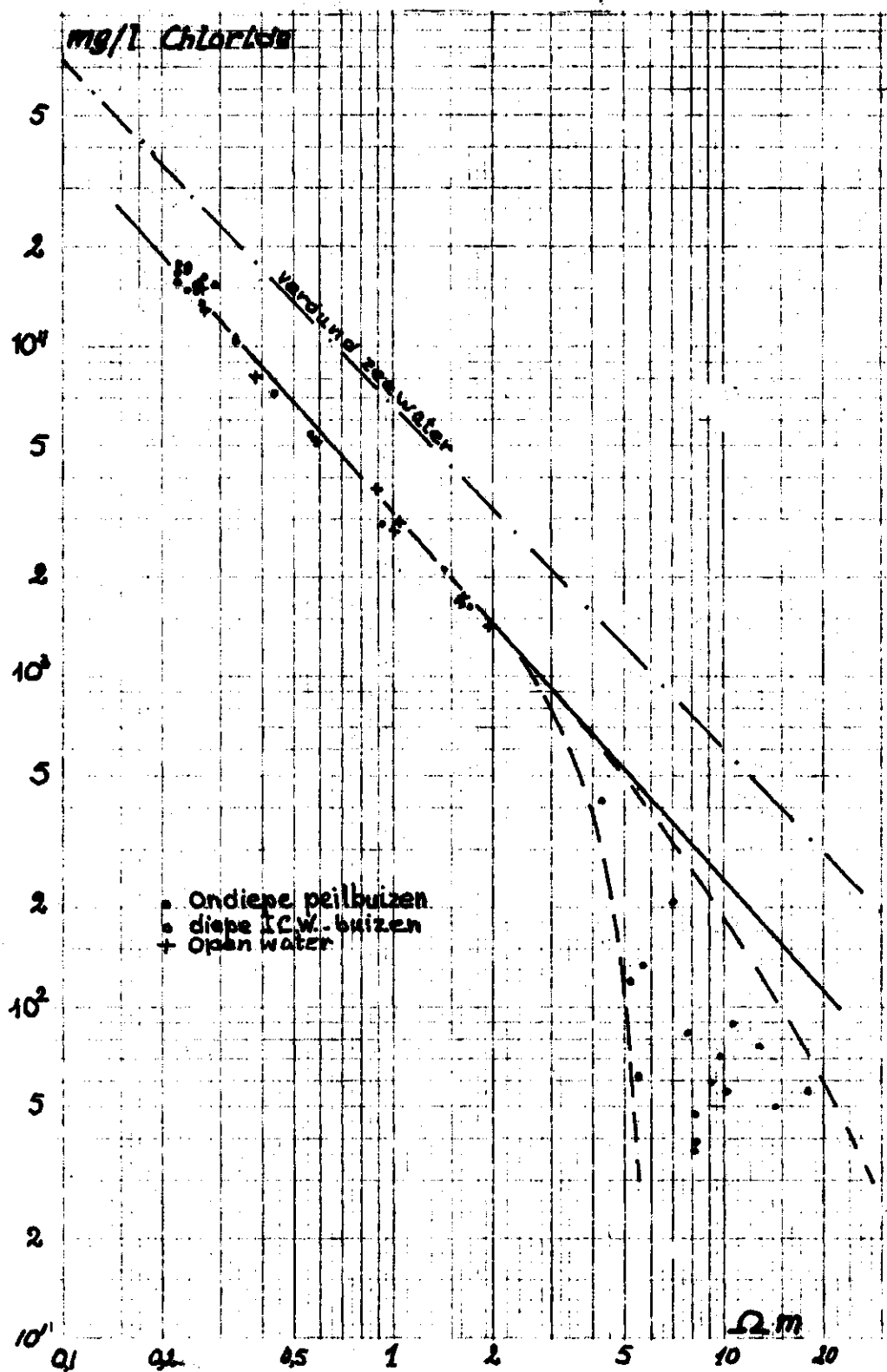


Fig. 5: Het verband tussen de elektrische weerstand (Ωm) en het chloride gehalten (mg/l) van het grond- en open water bij 25°C.

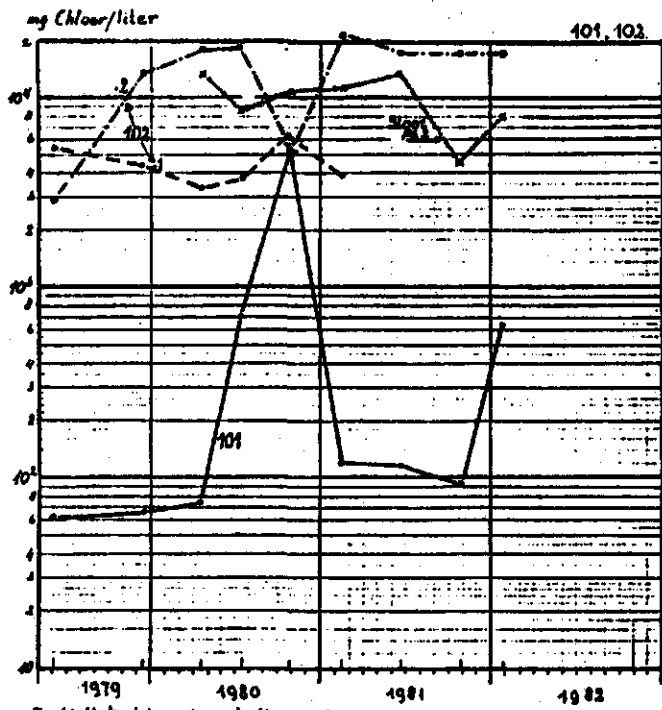


Fig. 64: Het chloride gehalte van het grond- en polderwater in de Wilhelmina Polder nabij het Goese Sas.

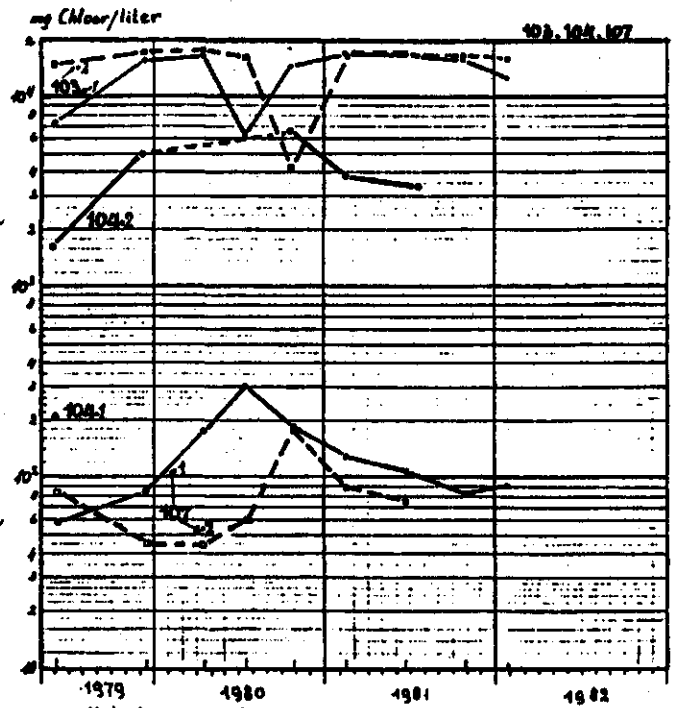


Fig. 65: Het chloride gehalte van het grond- en polderwater in de Wilhelmina Polder nabij het Goese Sas.

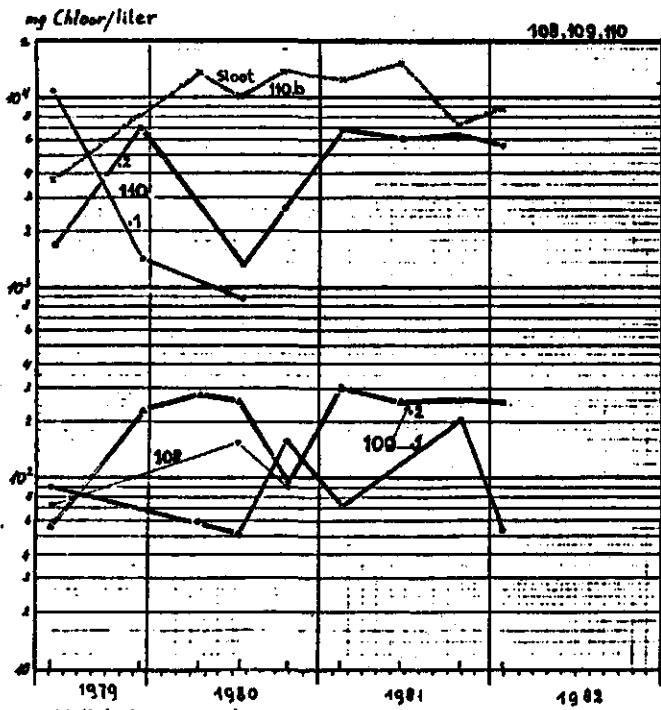


Fig. 66: Het chloride gehalte van het grond- en polderwater in de Wilhelmina Polder nabij het Goese Sas.

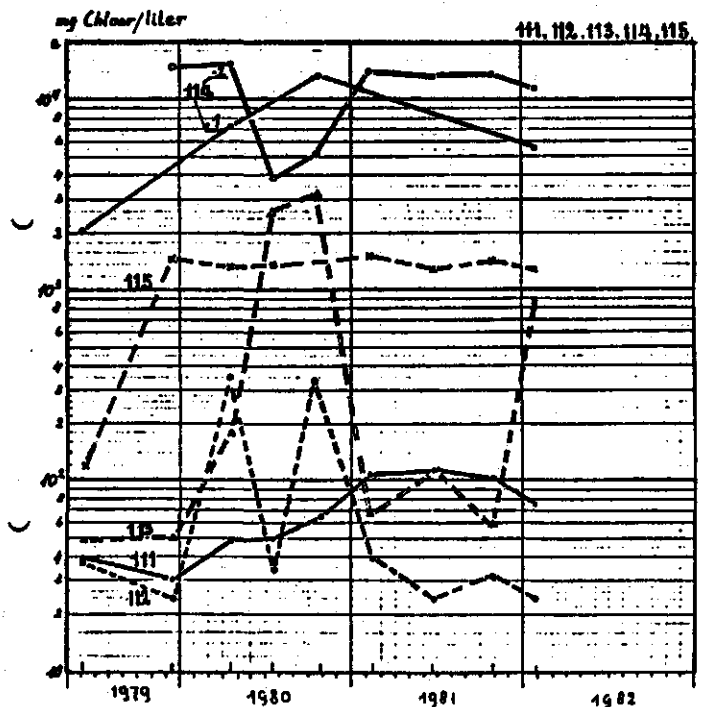


Fig. 67: Het chloride gehalte van het grond- en polderwater in de Wilhelmina Polder nabij het Goese Sas.

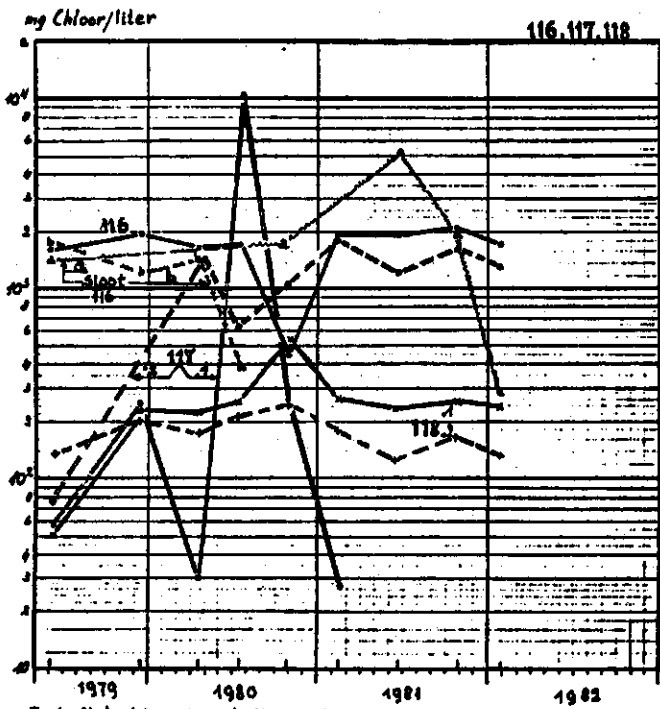


Fig. 65: Het chloride gehalte van het grond- en polderwater in de Wilhelmina Polder nabij het Goese Sas.

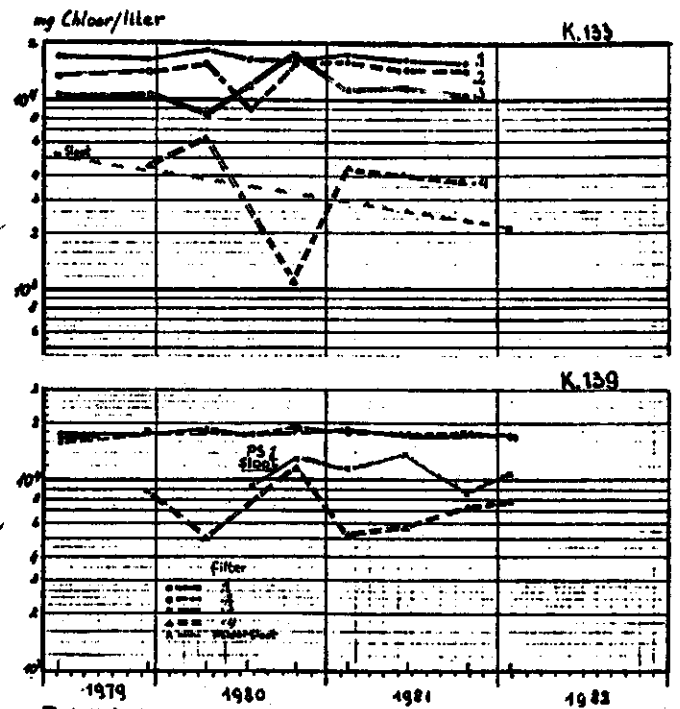


Fig. 67: Het chloride gehalte van het grond- en polderwater in de Wilhelmina Polder nabij het Goese Sas.

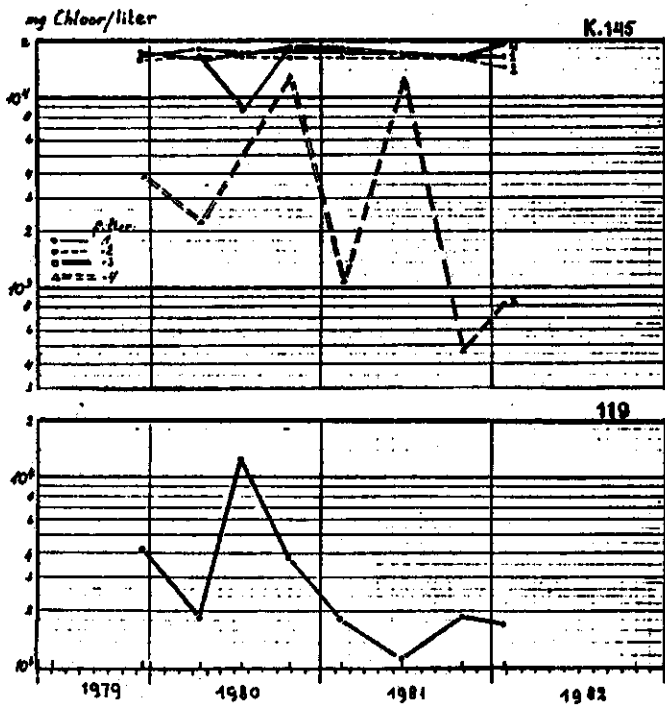


Fig. 66: Het chloride gehalte van het grond- en polderwater in de Wilhelmina Polder nabij het Goese Sas.

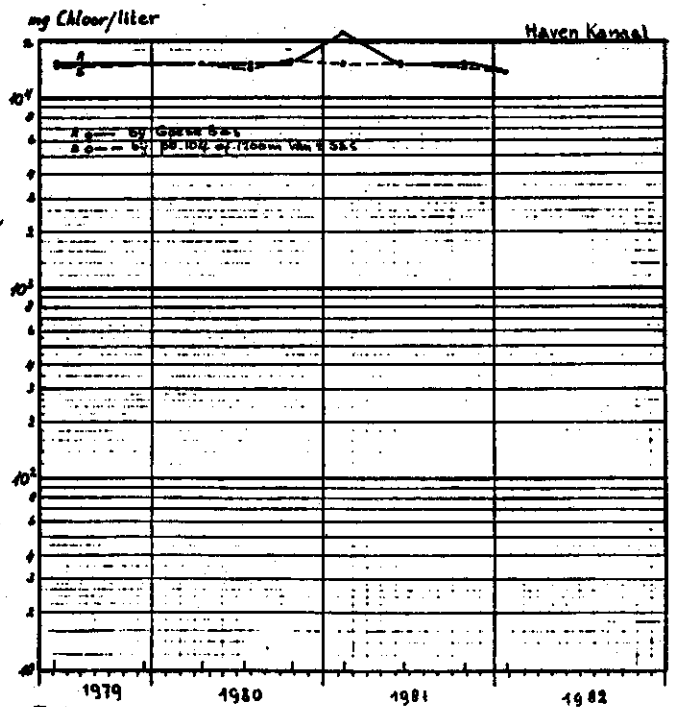


Fig. 68: Het chloride gehalte van het grond- en polderwater in de Wilhelmina Polder nabij het Goese Sas.