

SEIZOEN VARIATIE EN RUIMTELIJKE VERSPREIDING

VAN DE NUTRIENTEN IN DE

ZUIDELIJKE NOORDZEE (*)

door

J.P. MOMMAERTS (1)

en

I. ELSKENS (2)

(1) Beheerseenheid van het Mathematisch Model van de Noordzee en het Schelde-
estuarium. (Ministerie van Volksgezondheid en Leefmilieu)

(2) Laboratorium voor Analytische Scheikunde (Vrije Universiteit Brussel)

(*) Niet te citeren zonder voorafgaandelijke toestemming van de auteurs.

Seizoen variatie en ruimtelijke verspreiding van de nutriënten in de zuidelijke Noordzee.

In dit verslag wordt er een synthese gemaakt van de resultaten van de nutriënt analyses in de zuidelijke Noordzee, voor de jaren 1974 (ICWB programma) en 1977 (Geconcentreerde Acties voor Oceanologie - Beheerseenheid van het Mathematisch Model).

Het analytische werk werd uitgevoerd door het laboratorium voor Analytische Scheikunde, V.U.B. (Prof. I. Elskens).

1. Herinnering van de probleemstelling.

De dynamica van de nutriënten in onze kustzone, vroeger reeds gedeeltelijk bestudeerd, vereist nog een aantal aanvullende resultaten om tot een klaarder inzicht te komen :

- 1) onze informatie kwa de seizoen variaties van de inputs van de verschillende nutriënten aan de laterale grenzen van ons gekozen systeem (kust, Schelde-estuarium, open zee grenzen) en kwa de lokale biologische mechanismen, moet vervolledigd worden.
- 2) wat betreft de biologische mechanismen moeten de regeneratiefluxen (pelagisch - grotendeels aan fytoplanktonische excretie gebonden - en bentisch) en de konsumptiefluxen afzonderlijk kunnen geïdentificeerd en gekwantificeerd worden.
- 3) om de konsumptie mechanismen te kunnen verstaan en later te simuleren, moet men de regulatie wetten - specifiek voor elke nutriënt - bepalen : kinetische wetten (bijv. Michaëlis-Menten), reciproke inhibities (bijv. invloed van ammonium op nitraat opname vermogen), evenals de mate waarin ze synergetisch werken (vermenigvuldiging van de effecten of niet).

Tot nu toe waren de kruisvaarten te schaars en het bemonsteringsrooster te breed, om meer dan een zeer approximatief beeld van de situatie in ons kustgebied te kunnen weergeven. Zo, kon de relatieve afwijking (95 % betrouw.) van een zeker zonaal gemiddelde, gemakkelijk 300 % bereiken (bijv. 3 stalen dienden soms om een hele zone van 5000 km² te beschrijven).

Toch blijken de resultaten van 1974 van een bijzonder goede kwaliteit te getuigen, daar de frekwentie zeer hoog lag. We hebben ze met onze nieuwe gegevens vergeleken. Ook liet de 1974 reeks toe een onverwacht en heel belangrijk NH_4^+ maximum in september waar te nemen. Dit verschijnsel is toen echter niet besproken geweest.

2. Seizoen variatie patronen (tab. 1 tot 8 en fig. 1 tot 5)

Vier sektoren (fig. 6) werden afzonderlijk beschouwd voor de berekening van de gemiddelden (zie ook de § 3, en de tabel 9 voor de afwijkingscoëfficiënten).

De waargenomen evolutie verloopt parallel voor de nitraten en ammonium en in een mindere mate voor de fosfaten.

Een eerste hypothese is dat de waargenomen schommelingen in een grotere mate te wijten zijn aan de konsumptie-regeneratie balans dan aan de input fluctuaties aan de grenzen van ons systeem. Om dit te rechtvaardigen moet men echter ook een vergelijking maken met de rechtstreeks gemeten fluxen.

2.1. Stikstof (fig. 1 en 2)

Het maximum in september - reeds in 1974 waargenomen - komt weer duidelijk voor (dit keer voor alle vormen van anorganische stikstof).

Als men ook aan de kleinere schommelingen een zeker betrouwbaarheid wil toestaan (bijv. NH_4^+ , fig. 1) kan men een meer complex mechanisme dan het veronderstelde voorstellen. Inderdaad, zou de konsumptie-regeneratie cyclus door meerdere oscillaties kunnen gekenmerkt worden :

april :	1ste netto konsumptie fase (lentebloei)
mei :	1ste netto regeneratie fase
juni-juli :	2de netto konsumptie fase
augustus :	2de netto regeneratie fase
september :	3de netto konsumptie fase (herfstbloei)
oktober-maart :	3de netto regeneratie fase

De steeds toenemende amplitude van de oscillaties zou kunnen verklaard worden door een toenemende regeneratiesnelheid door de benthische microflora (men weet dat zulke processen sterk afhankelijk zijn van de temperatuur, cf. Billen, 1976).

Wat de N- limitatie waarschijnlijkheid betreft, observeert men dat, tussen de winter en de zomer regeneratie periodes, de concentraties meestal onder de $10 \mu\text{M/l}$ grens (1) blijven. Meestal zijn de waarden in open zee en aan de Westelijk gelegen kant kleiner dan $1 \mu\text{M/l}$. In de Scheldemonding schijnen daarentegen de NO_3^- concentraties nooit limiterend te zijn.

2.2. Phosphorus (fig. 3)

De algemene tendens is analoog aan die van anorganische stikstof : lente konsumptie en winter regeneratie in de open zee (zie bijv. het parallelisme tussen NO_3^- en PO_4^{3-} in 1974, fig. 2 en 3). Tegen de kust, doet er zich toch regeneratie voor vanaf juni, maar zonder een duidelijk zomer maximum.

In de tussen periode liggen de concentraties duidelijk onder de $10 \mu\text{M/l}$ grens en kan PO_4^{3-} potentieel ook limiterend zijn.

(1) Tot nu toe beschikt men nog niet over experimentele waarden van de kinetische parameters voor de opname snelheid van de verscheidene nutriënten in de Noordzee. Toch blijkt uit de literatuur gegevens (bijv. Parsons & Takahashi, 1974) dat de K_s waarden meestal tussen 0.5 en $5 \mu\text{M/l}$ liggen. Dus, indien er zich limitatie verschijnselen zouden voordoen, zijn ze waarschijnlijk het sterkst uitgesproken voor concentraties tussen 0 en $10 \mu\text{M/l}$.

2.3. Silicaten (fig. 4)

Er bestaan merkelijke verschillen :

- 1) tussen de open zee (1976) en ons kustgebied
- 2) tussen het gedrag van Si en de andere nutriënten

Tot einde mei zijn de concentraties relatief laag (alhoewel ze schijnbaar niet limiterend zijn). Vanaf juni tot en met september doet zich een belangrijke regeneratie voor. Dit verschijnsel kenmerkt het kustgebied maar niet de open zee. Vanaf september gebeurt er een tweede consumptie fase. Zulk een regeneratiepatroon stemt overeen met de relatieve schaarsheid van de diatomeeën in de zomer (gekenmerkt door de net/nannoplankton verhouding).

3. Ruimtelijke verspreiding (fig. 7 tot 29)

3.1. De hier voorgestelde iso-kurven moeten met een zekere voorzichtigheid beschouwd worden. Inderdaad, weet men dat :

- 1) het beeld pseudo-synoptisch is, daar meerdere dagen nodig zijn om een volledig rooster te bemonsteren.
- 2) er meerdere alternatieve oplossingen bestaan voor het tekenen van het idëale iso-kurven stelsel voor een zeker rooster.

3.2. Resultaten

NO_3^- : de gradienten zijn steeds groot. Het verspreidingspatroon is regelmatig en - in het algemeen - sterk gekarakteriseerd door de Scheldepluim (cf. iso-saliniteitskurven). In oktober (fig. 22) neemt die de vorm aan van een "gyre". Nochtans zijn de iso-kurven in maart en mei (fig. 10) parallel met de kust. In september (fig. 18) ontstaat er een merkwaardige concentratietong in de open zee. Deze is O-W georiënteerd.

- NH_4^+ : het verspreidingspatroon komt dikwijls overeen met dat van NO_3^- (maart, mei, september, december) alhoewel de gradienten veel minder uitgesproken zijn (hieruit volgt een grotere onzekerheid kwa de configuraties.)
- PO_4^{3-} : de verspreiding is dikwijls onregelmatig (vlekken met hogere of lagere concentratie, bijv. fig. 12 en 20). Het meetpunt 14 (in de nabijheid van Zeebrugge gelegen) vormt vaak het centrum van de iso-kurven (bijv. fig.12).
- SiO_2 : de verspreiding is dikwijls onregelmatig en in overeenstemming met die van PO_4^{3-} (fig. 21), alhoewel Zeebrugge niet als Si bron mag beschouwd worden.

3.3. Voorlopig besluit

Een meer gedetailleerde studie van ons kustwater systeem wijst erop in welke mate en op welke wijze de belangrijkste nutriënten heterogeen verspreid zijn. Inderdaad neemt men voor elk van de nutriënten een reeks - dikwijls weerkerende - patronen waar.

Men kan twee soorten korrelaties onderscheiden :

- 1) gekorreleerde verspreiding van de anorganische soorten stikstof, onder dewelke de nitraten in het bijzonder aan de Scheldepluim zijn geassocierd, en het voorkomen van zeer steile gradienten.

Toch is de herkomst van de hoge concentratietong in september waarschijnlijk niet aan de Scheldepluim te wijten, daar :

- a) zulke concentraties slechts alleen aan km 50 (Bath) en niet in de monding voorkomen
- b) de tong niet in de nabijheid van de monding gelegen is.

- 2) gekorreleerde verspreiding van fosfaten en silicaten, onregelmatig verspreid en niet bijzonder door de Schelde beïnvloed, maar schijnbaar wel door direkte inputs aan de kust (geval van PO_4^{3-}).

Deze gedrag patronen hebben waarschijnlijk een grote betekenis daar ze een indicatie kunnen zijn voor belangrijke verschillen kwa plaats, wijze en karakteristieke tijden van de verscheidene fyto-nutriënt interacties.

Nochtans kan dit verder interpretatie werk slechts een aanvang nemen van zodra al de andere nodige gegevens (bijv. de verspreiding van het fytoplankton) beschikbaar zijn.

Legenden en opmerkingen voor figs. 1 - 5 :

1974	:●—●	Zone 1 - Z ICWB programma
	○---○	Zone 2 ICWB programma
1977	:●—●	Sektor 1 (kust-West) zie ook fig. 6
	○---○	" 2 (open zee-West)
	x—x	" 3 (kust-Oost d.w.z. Scheldemonding)
	+---+	" 4 (open zee - Oost)

Opm. : punten tussen () : grote statistische onzekerheid voor het zonale gemiddelde

..... : 10 μ g at/1 niveau, onder dewelke kinetische beperkingen waarschijnlijk kunnen gebeuren.

----- in fig. 5 : N/P niveau onder dewelke stikstof uiteindelijk limiterend wordt (= 16 per atoom).

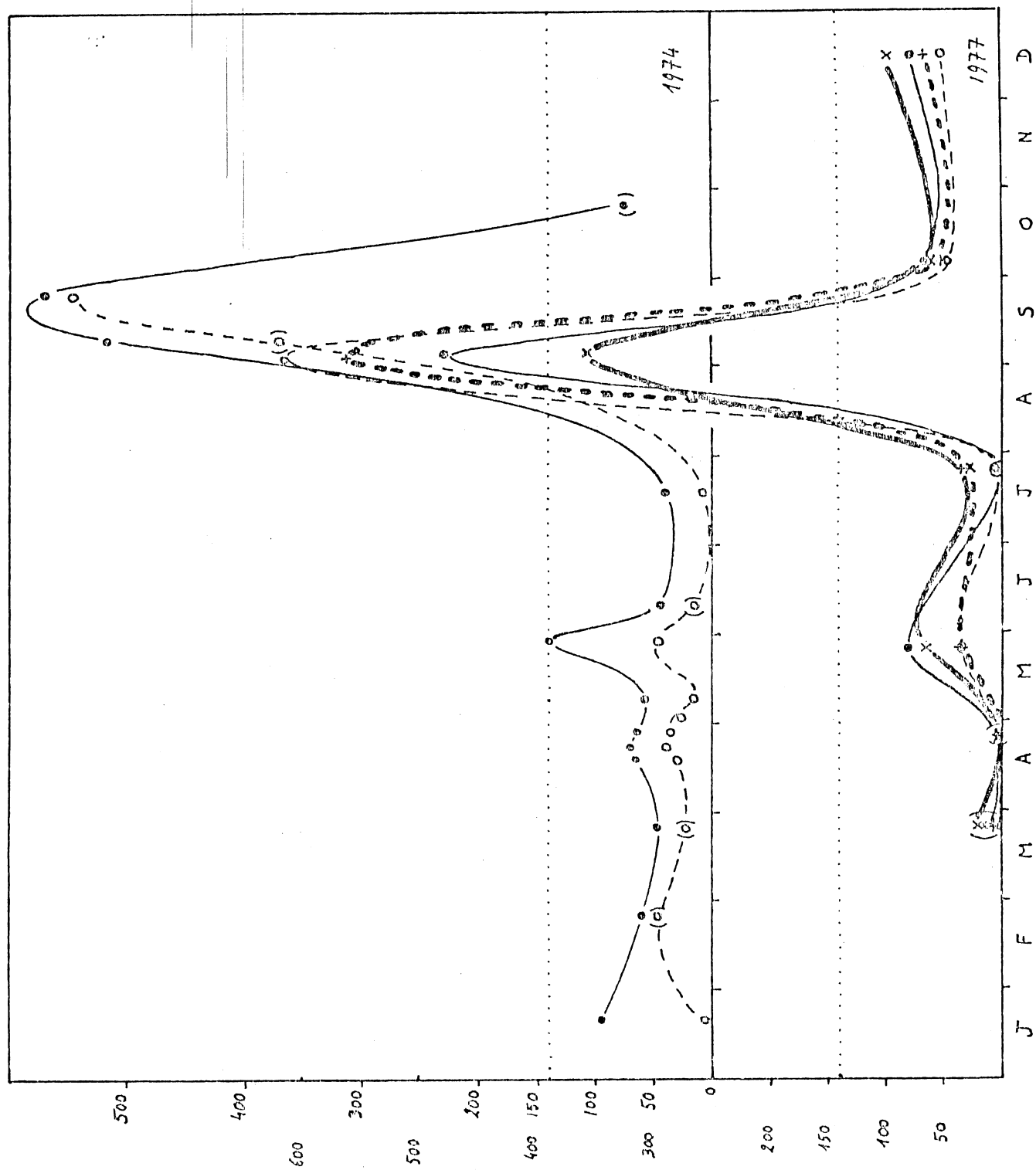


Fig. 1 : Seizoen variatie van ammonium ($\mu\text{g N/l}$)

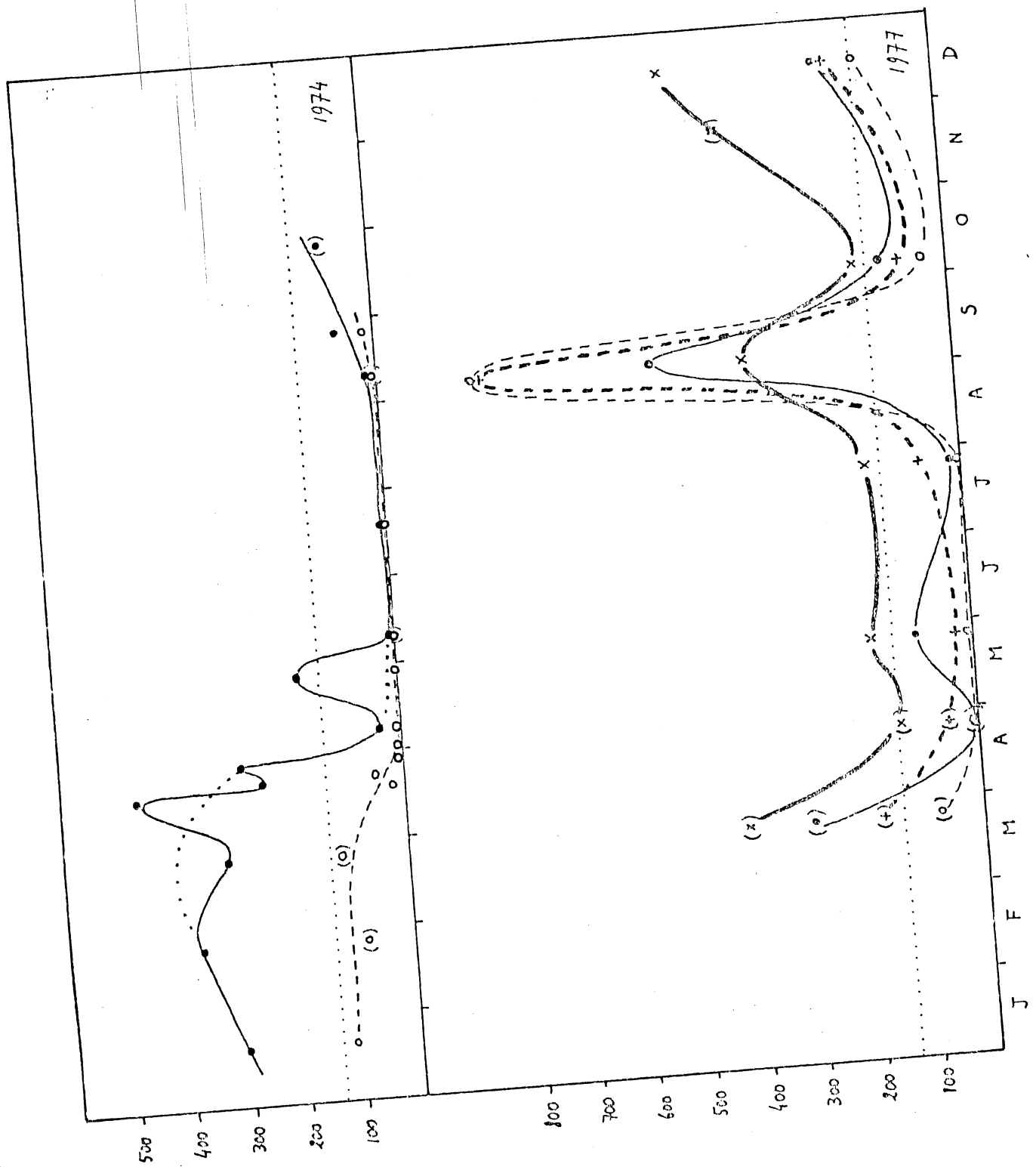


Fig. 2 : Seizoen variatie van nitraat + nitriet ($\mu\text{g N/l}$)

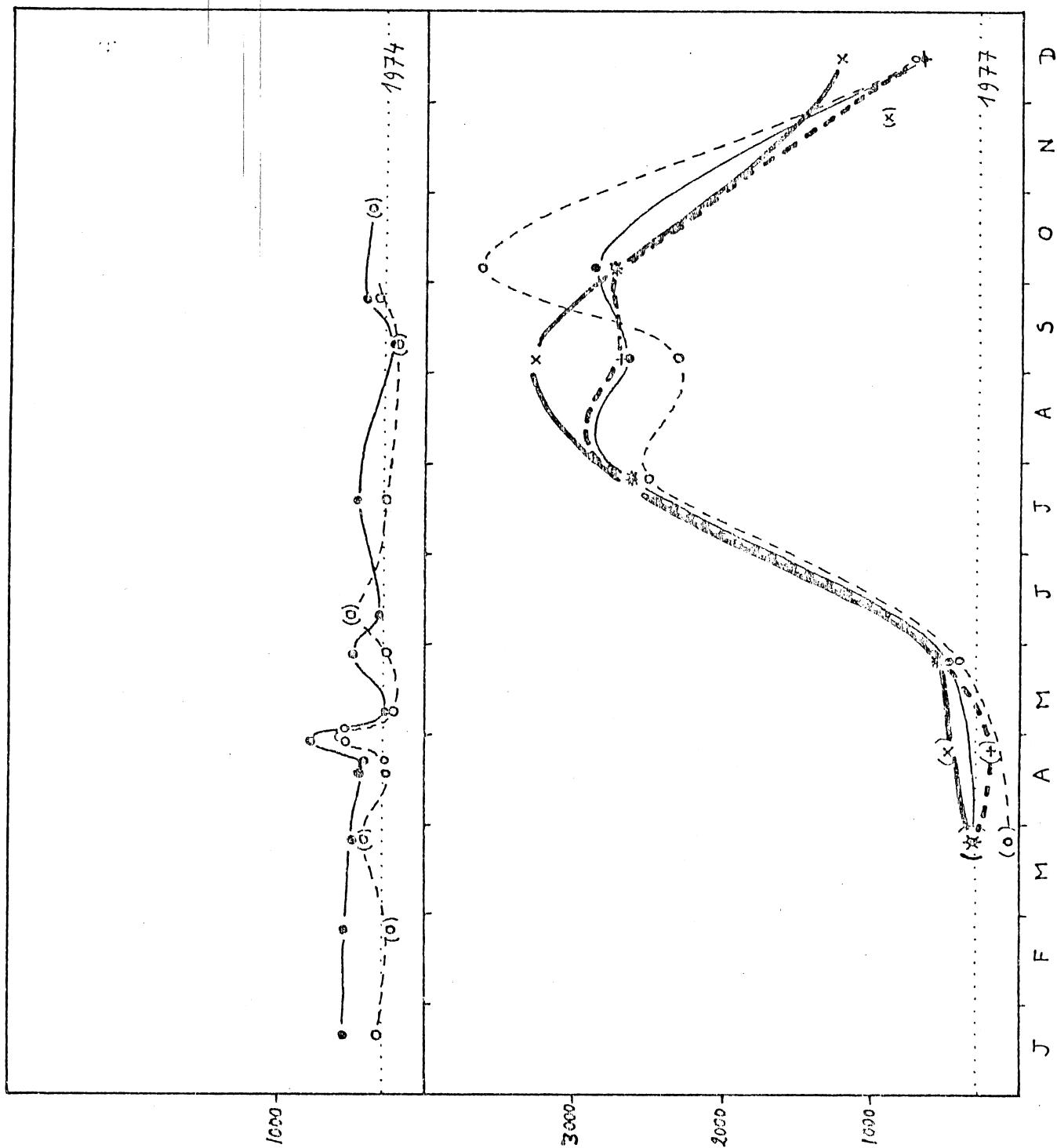


Fig. 4 : Seizoen variatie van silicaten ($\mu\text{g Si/l}$)

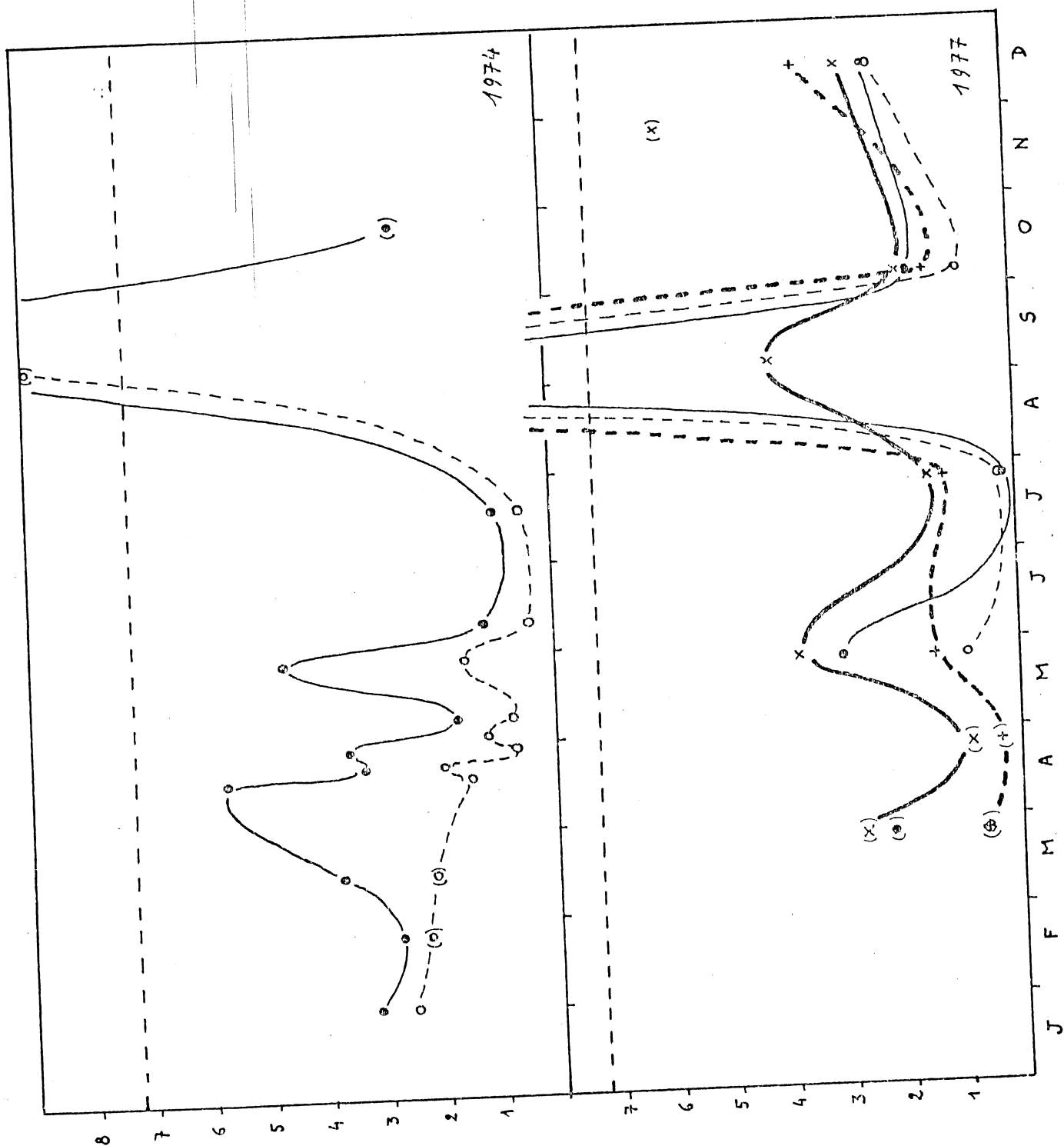
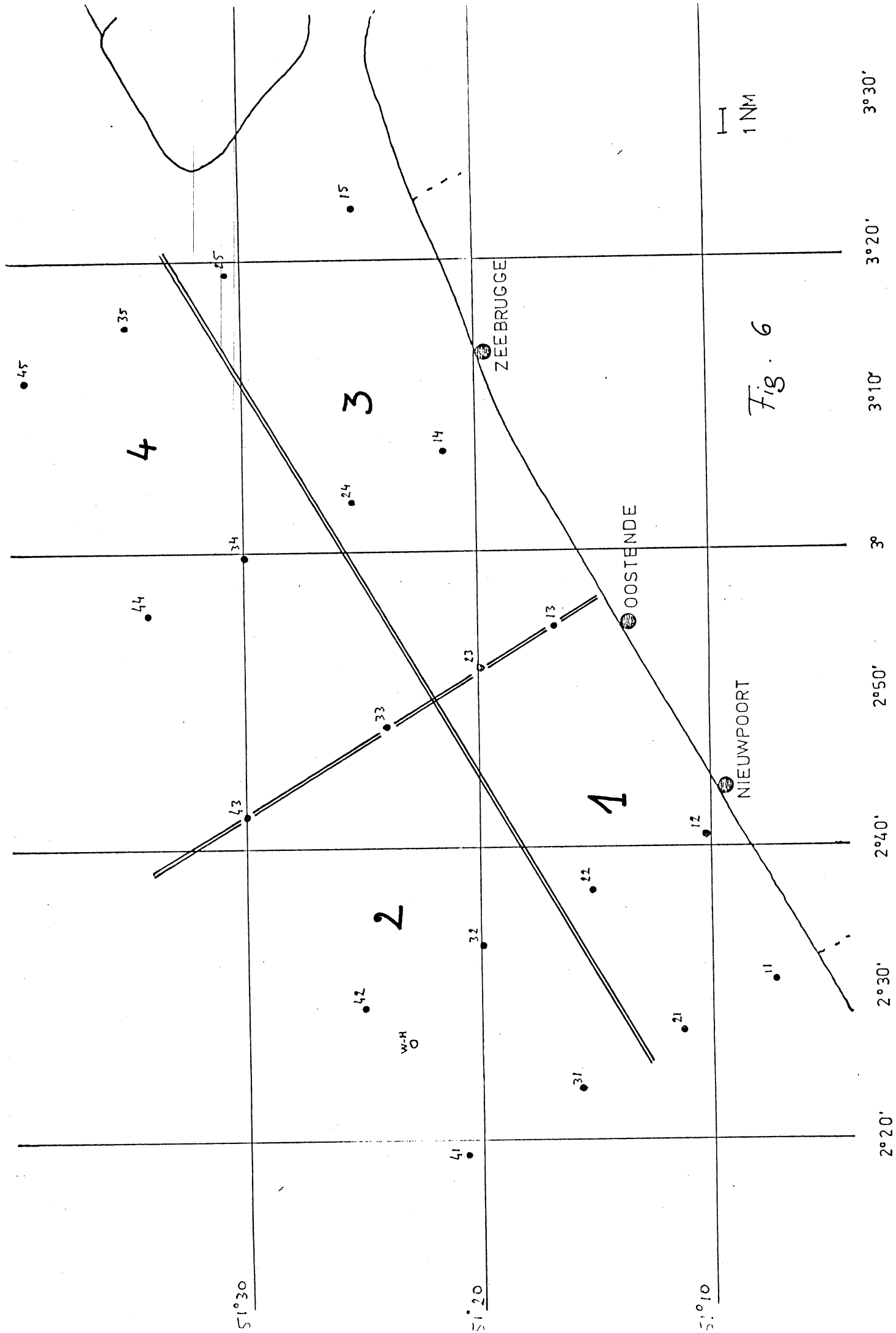
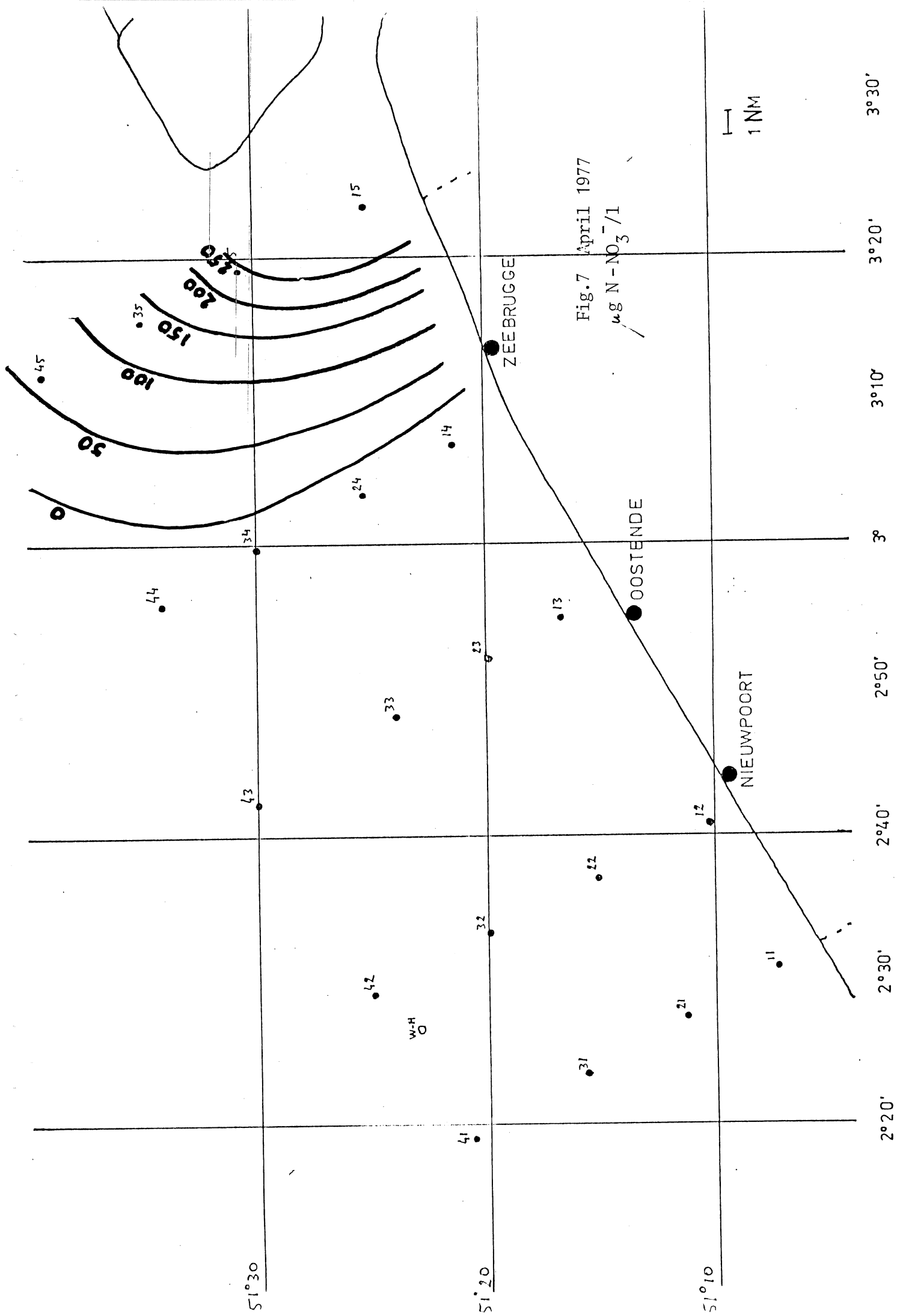


Fig. 5 : Seizoen variatie van de N/P verhouding (per gewicht) in water





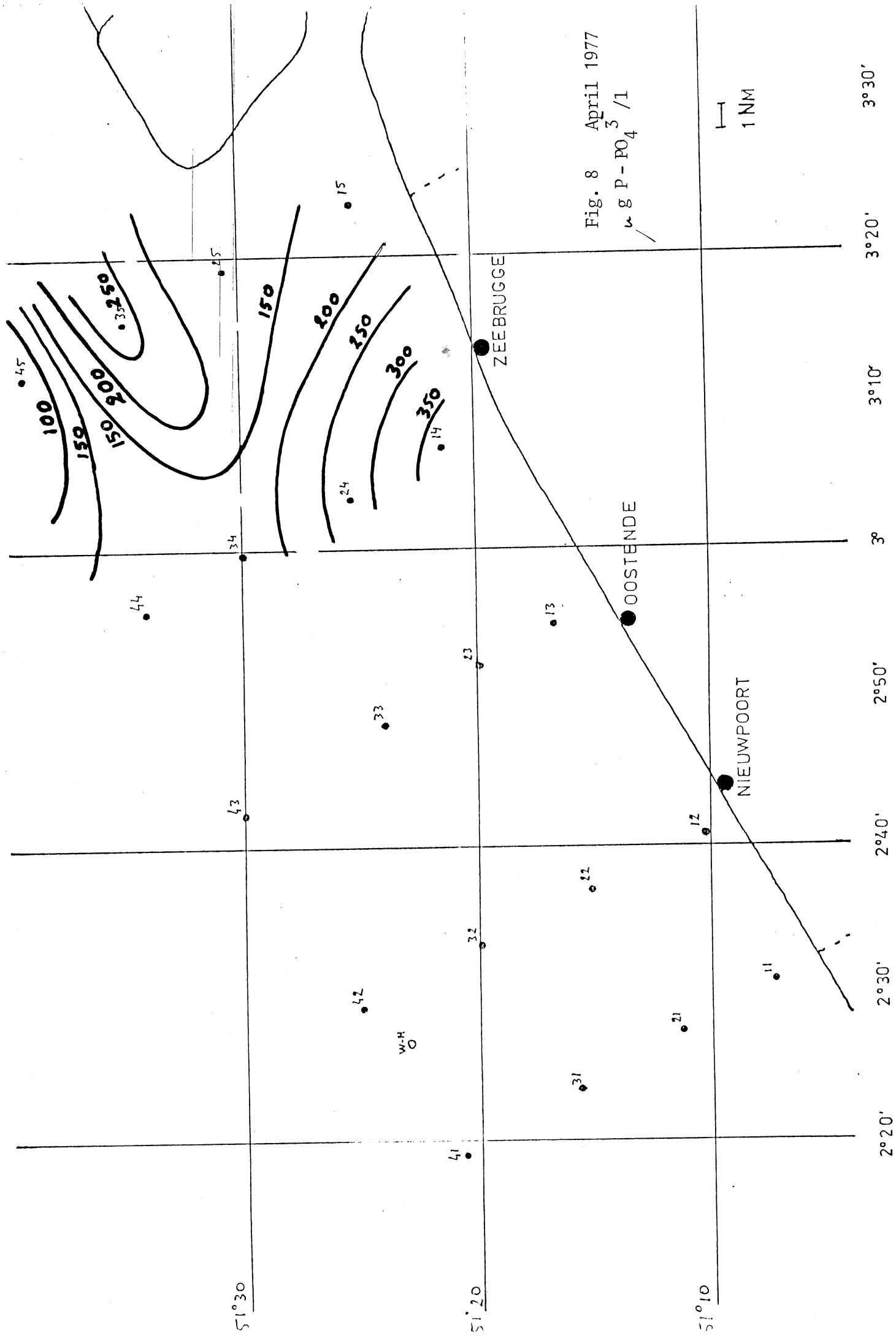
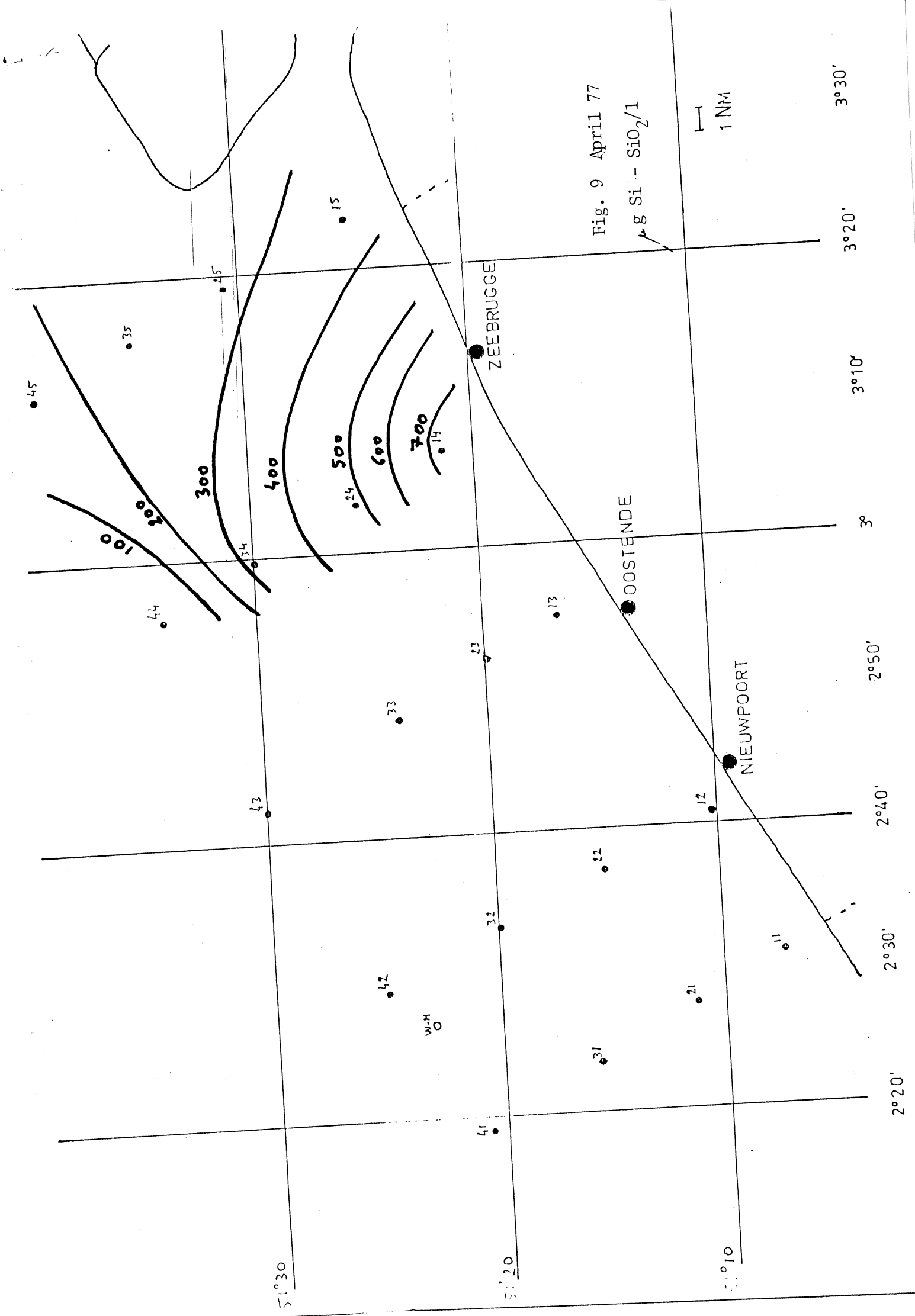


Fig. 8 April 1977
 $\mu\text{g P-PO}_4^3/\text{l}$



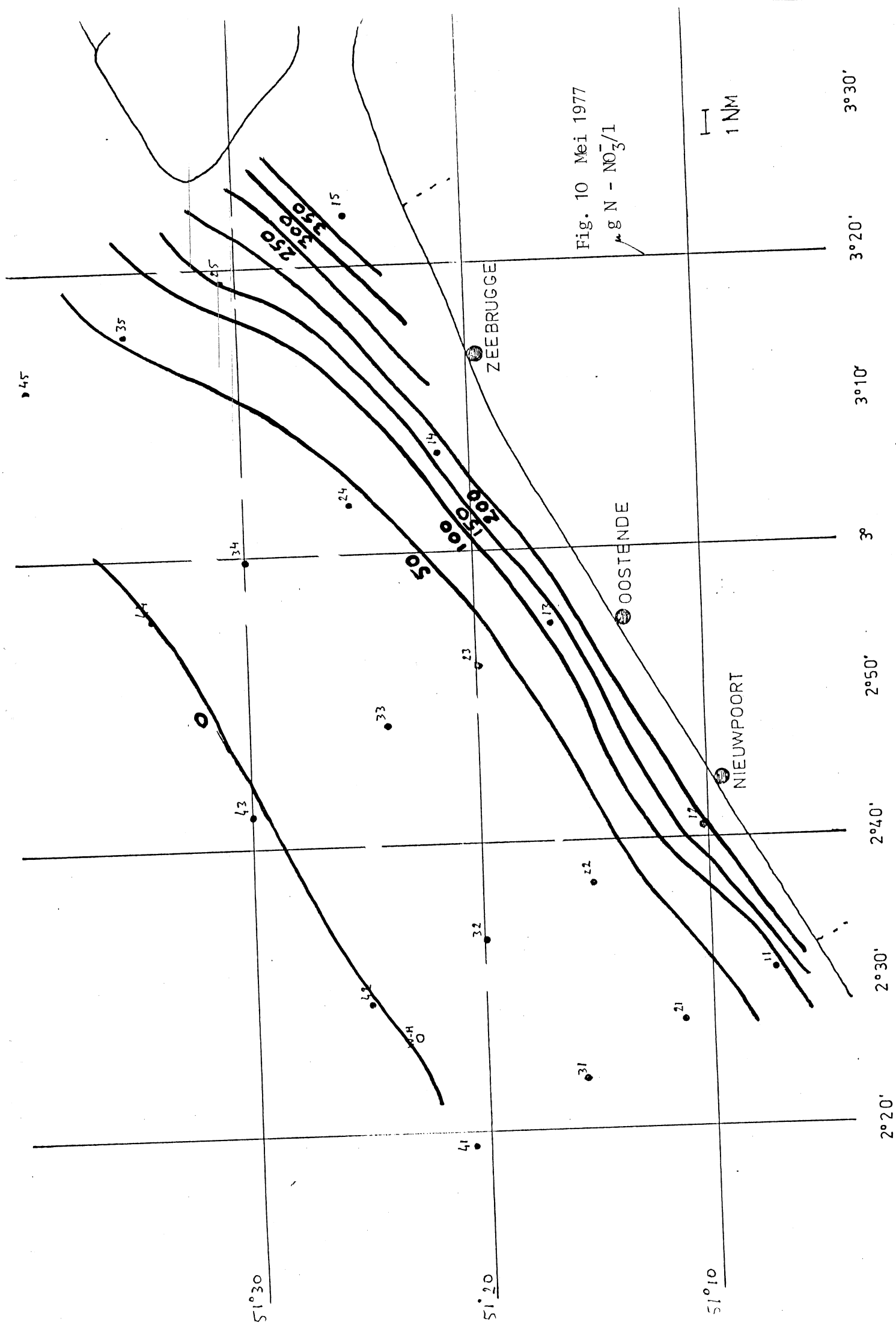


Fig. 10 Mei 1977
g N - NO₃/1

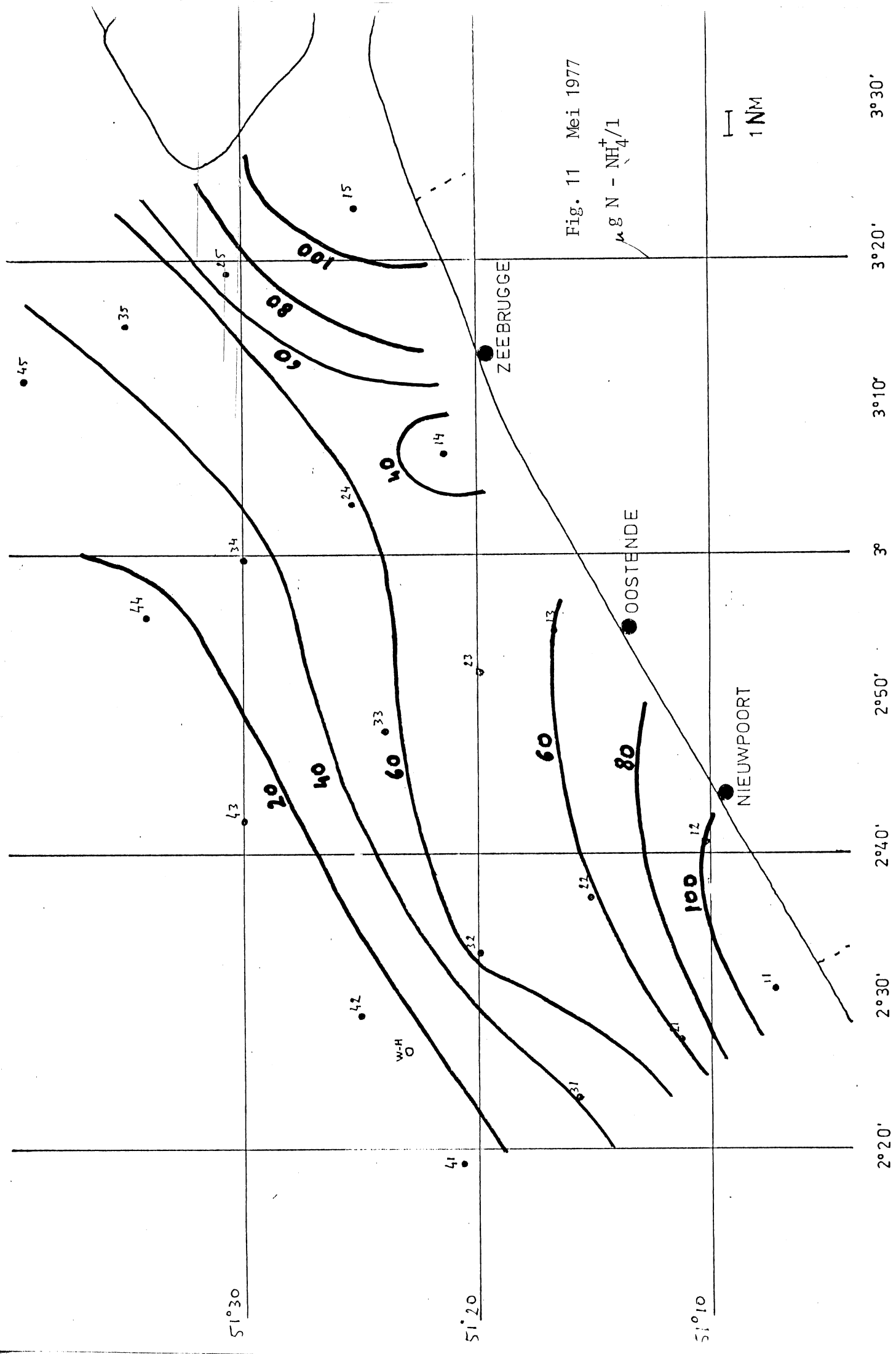


Fig. 11 Mei 1977

$\mu\text{g N} - \text{NH}_4^+/\text{l}$

1 NM

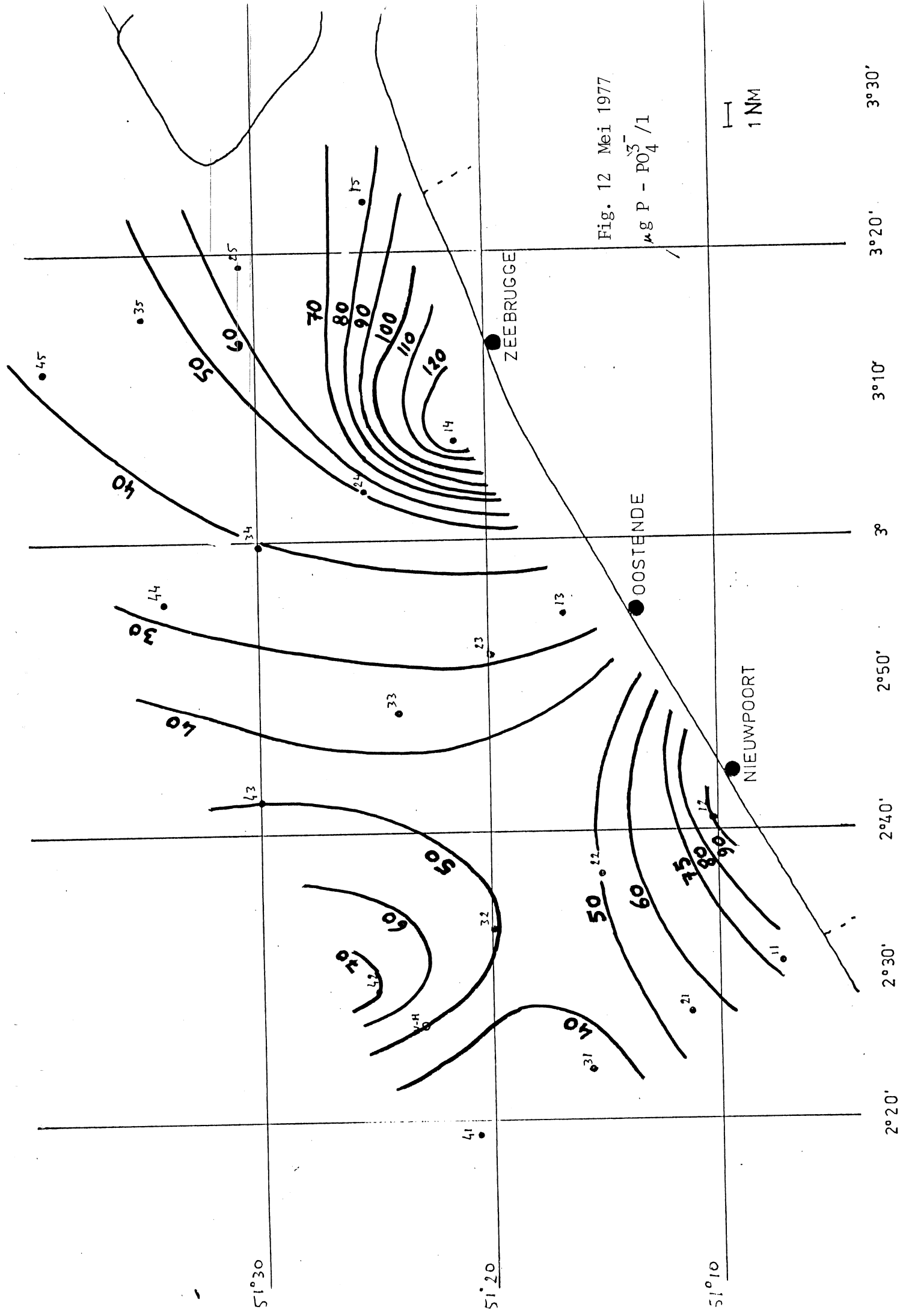


Fig. 12 Mei 1977

$\mu\text{g P} - \text{PO}_4^{3-} / \text{l}$

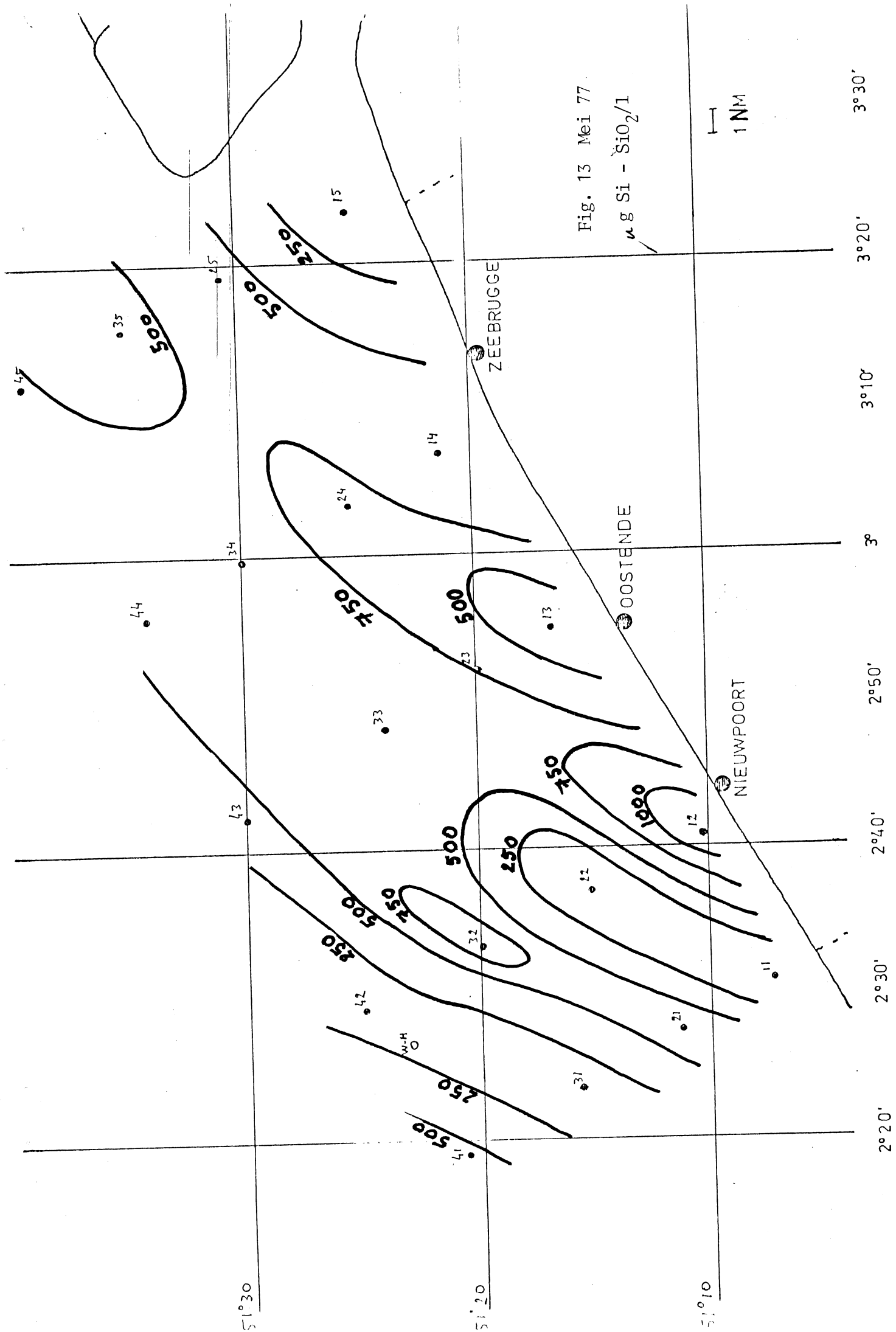
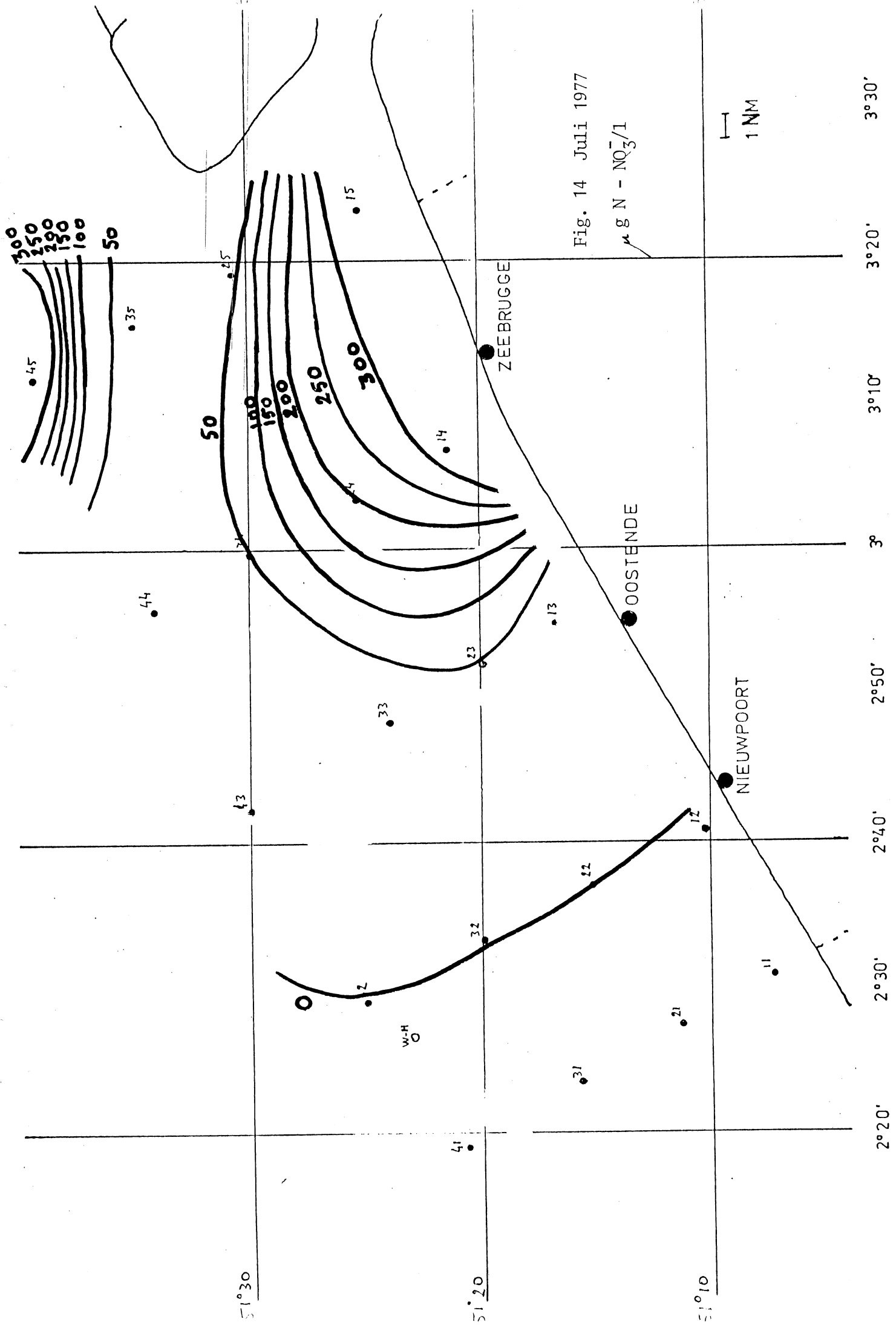


Fig. 13 Mei 77

$\mu\text{g Si} - \text{SiO}_2/\text{l}$

1 NM



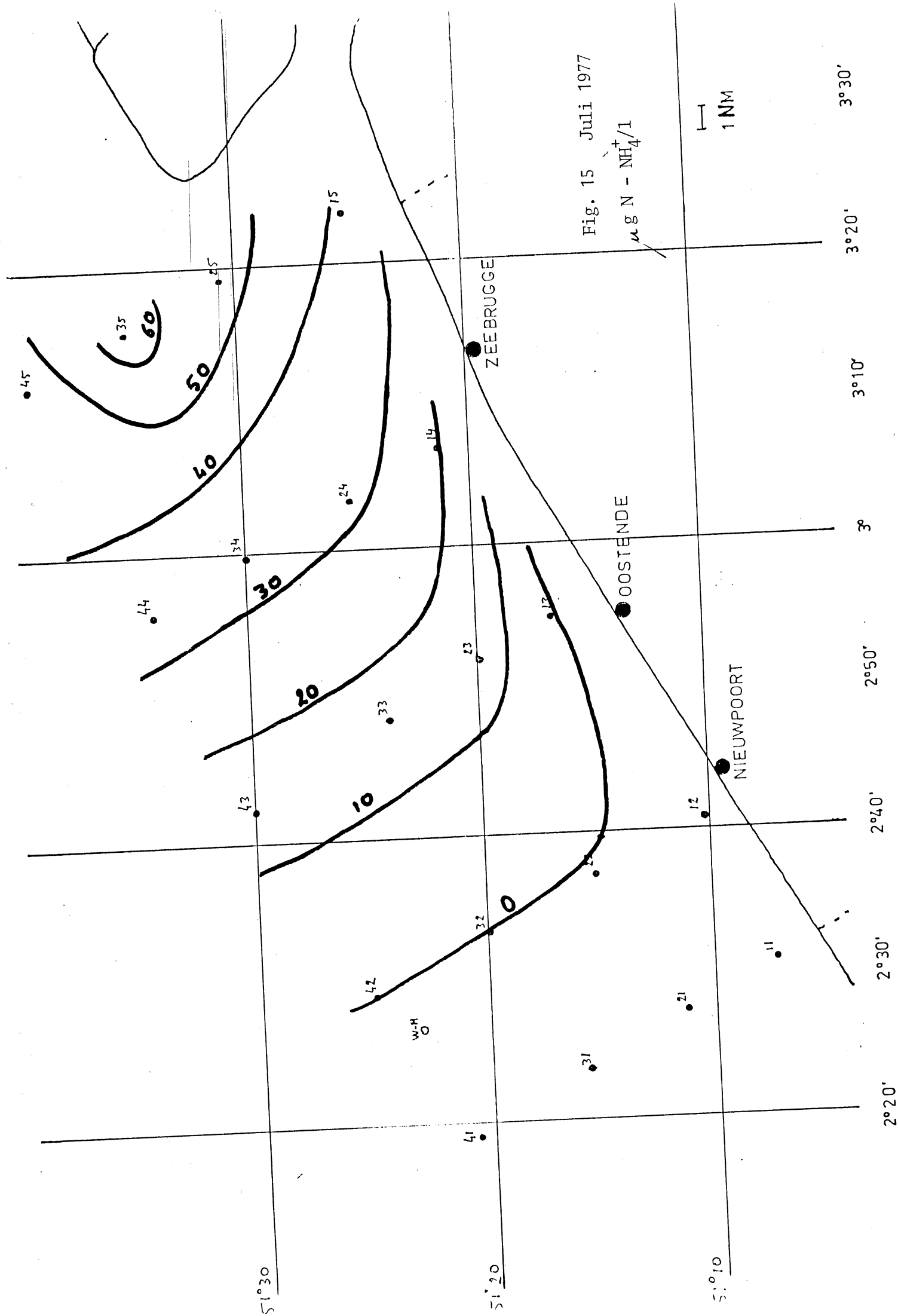
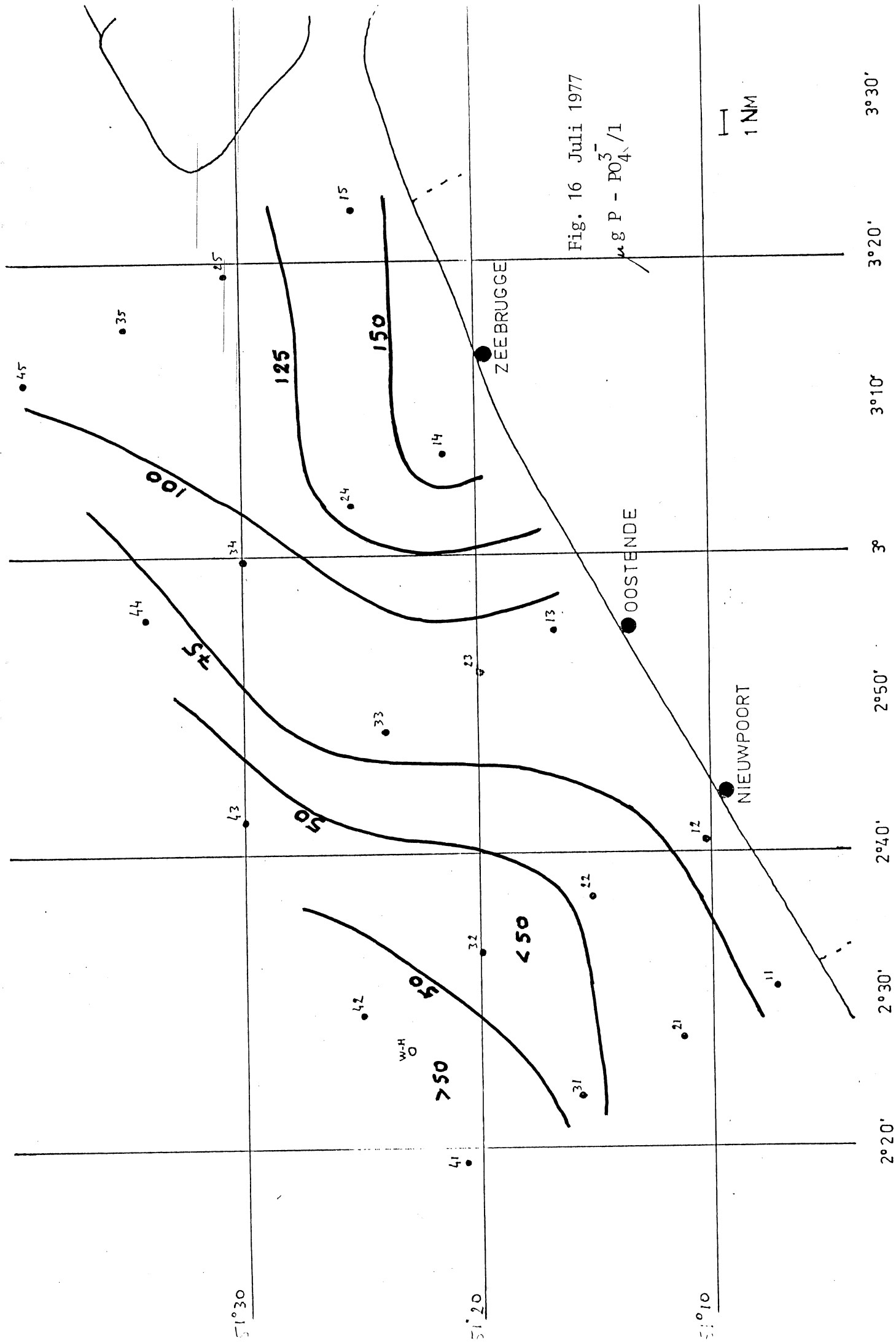


Fig. 15 Juli 1977

$\mu\text{g N} - \text{NH}_4^+ / \text{l}$



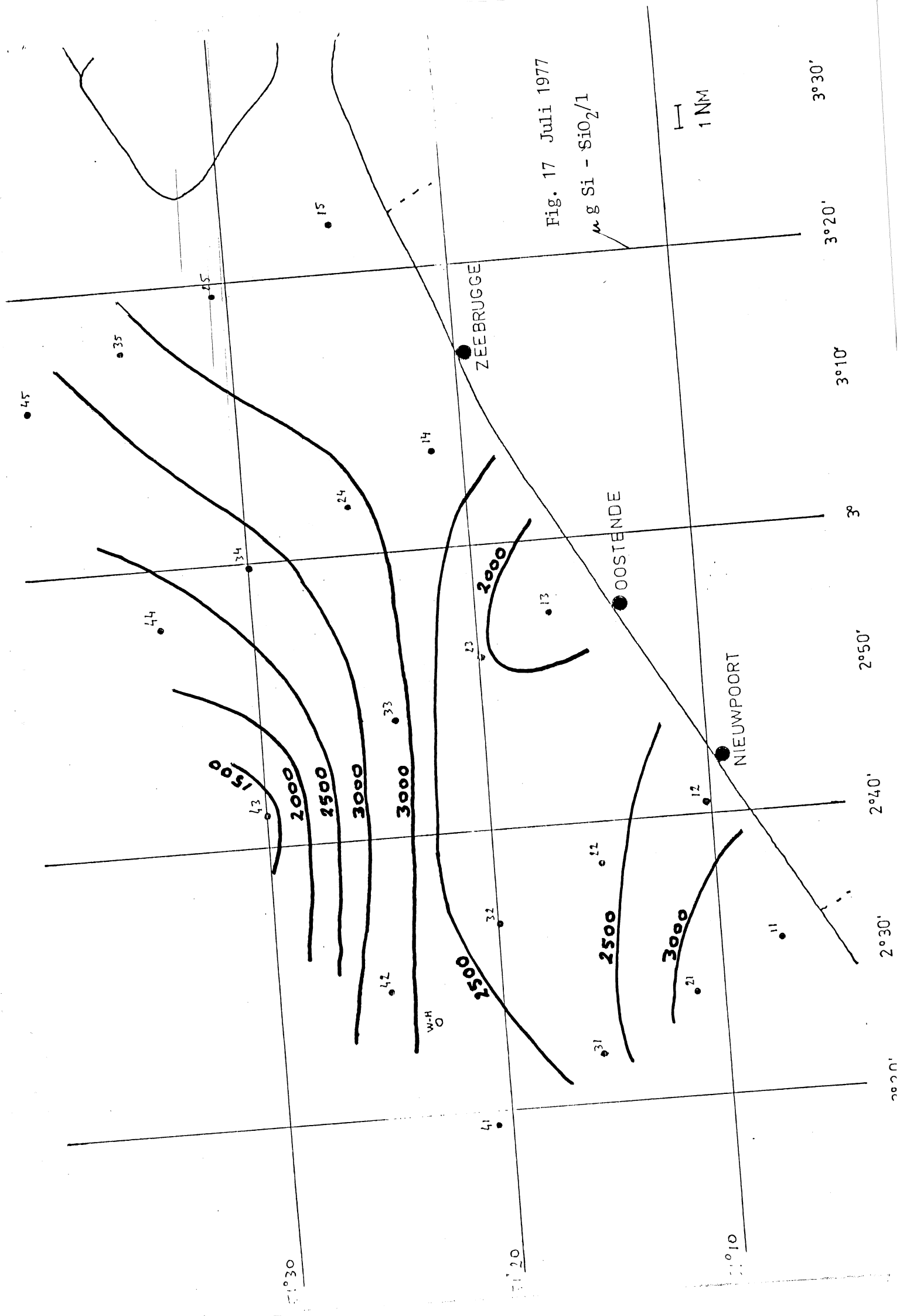
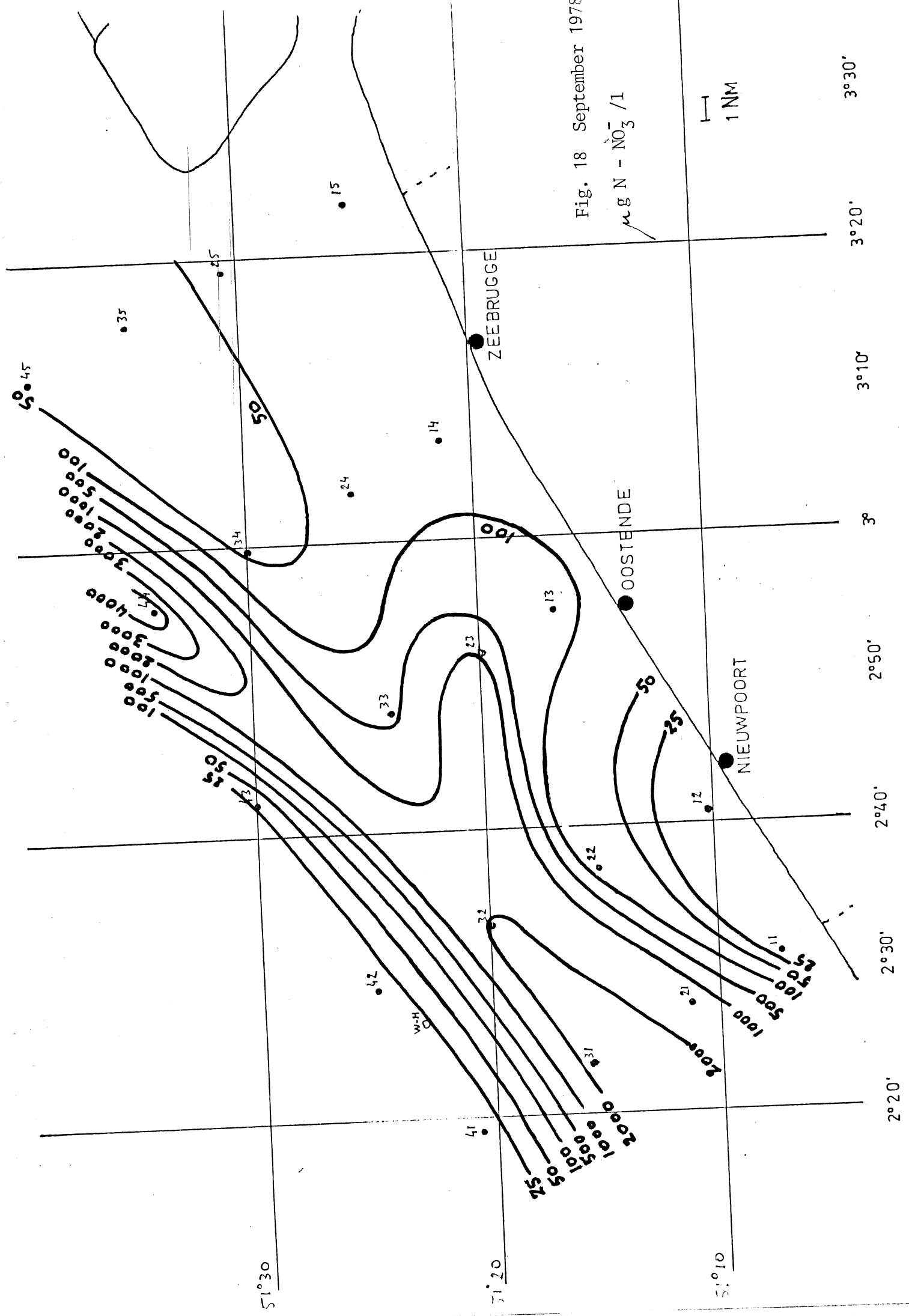
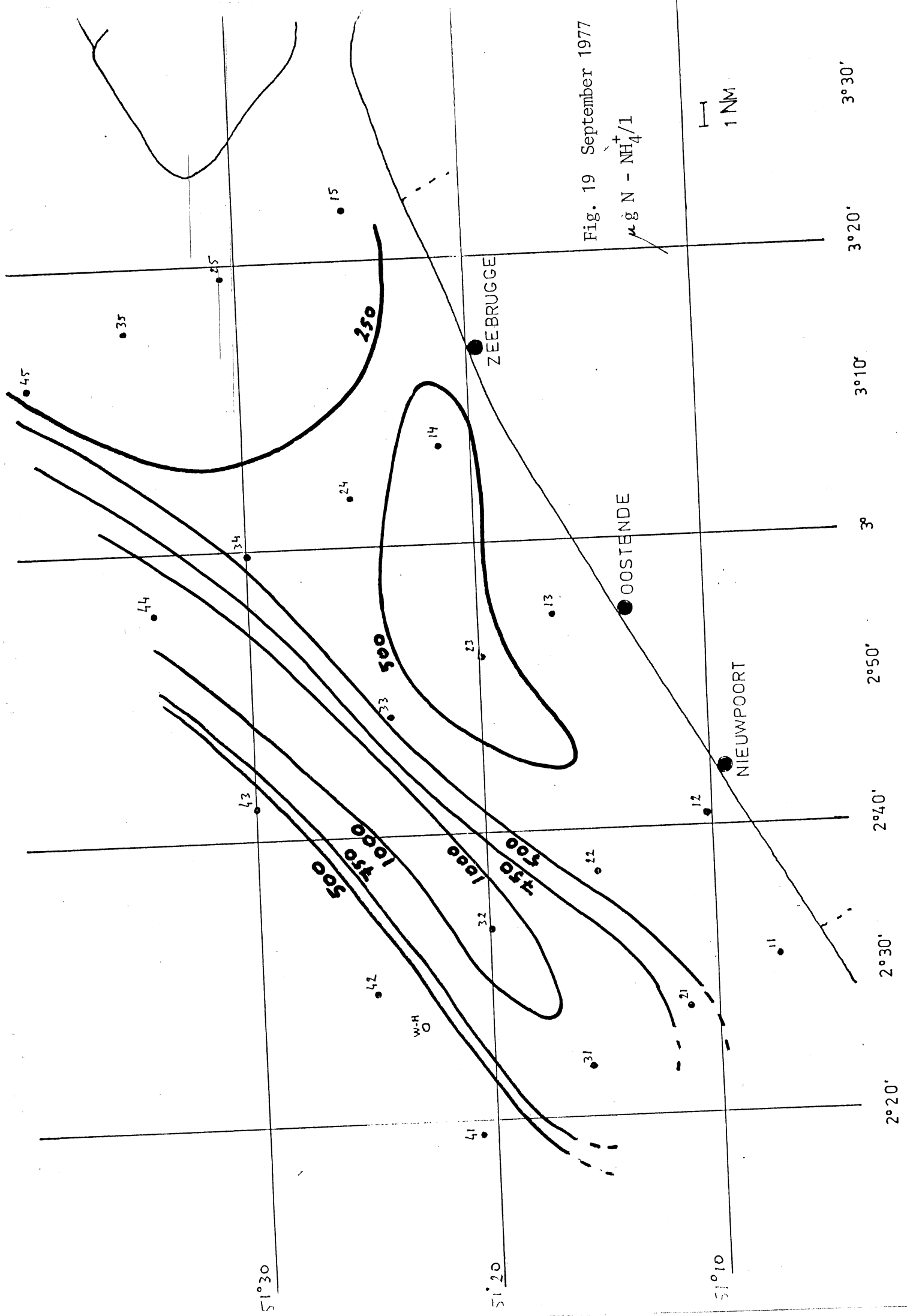


Fig. 17 Juli 1977
 $\mu\text{g Si} - \text{SiO}_2/\text{l}$

Fig. 18 September 1978

$\mu\text{g N} - \text{NO}_3^- / \text{l}$





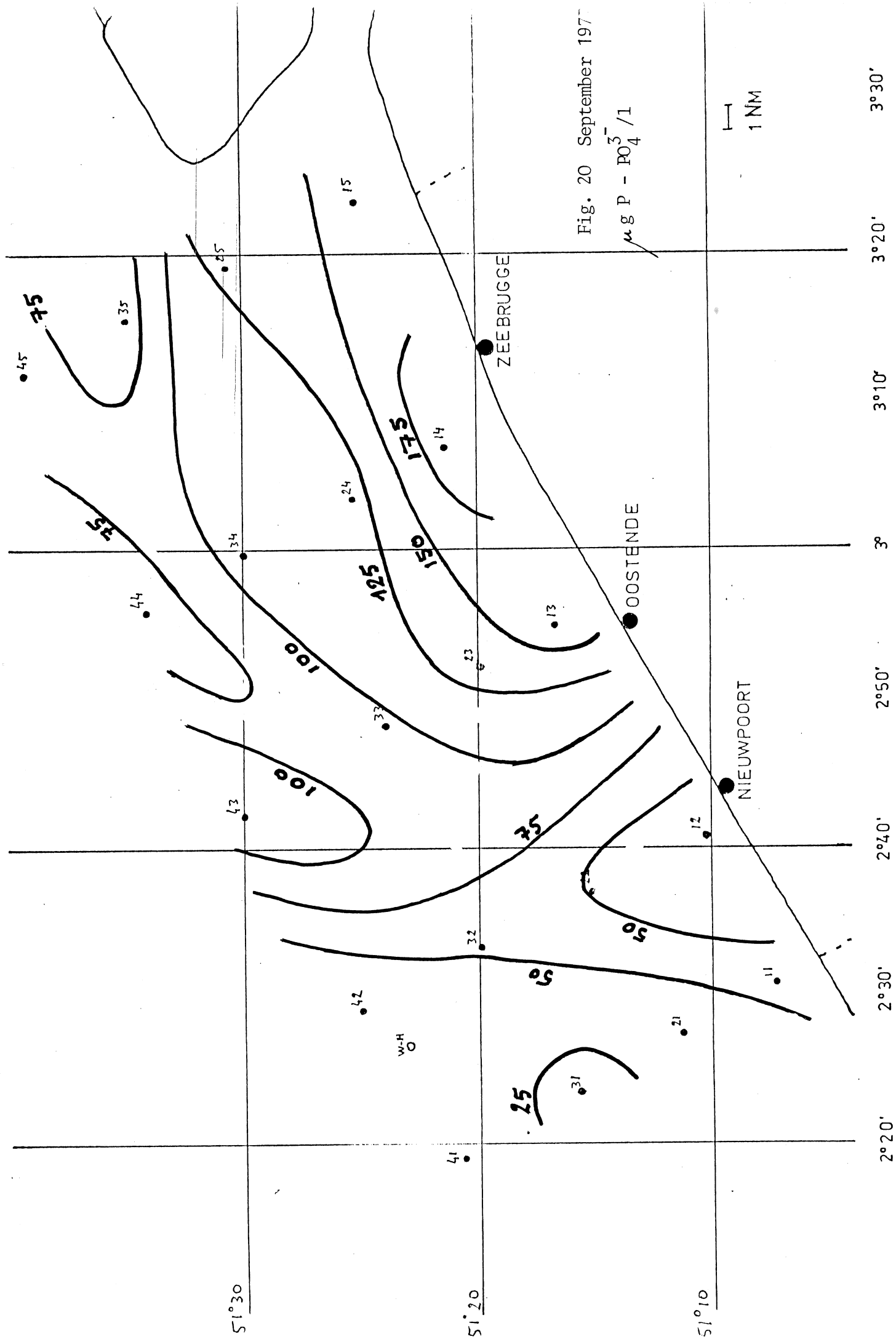
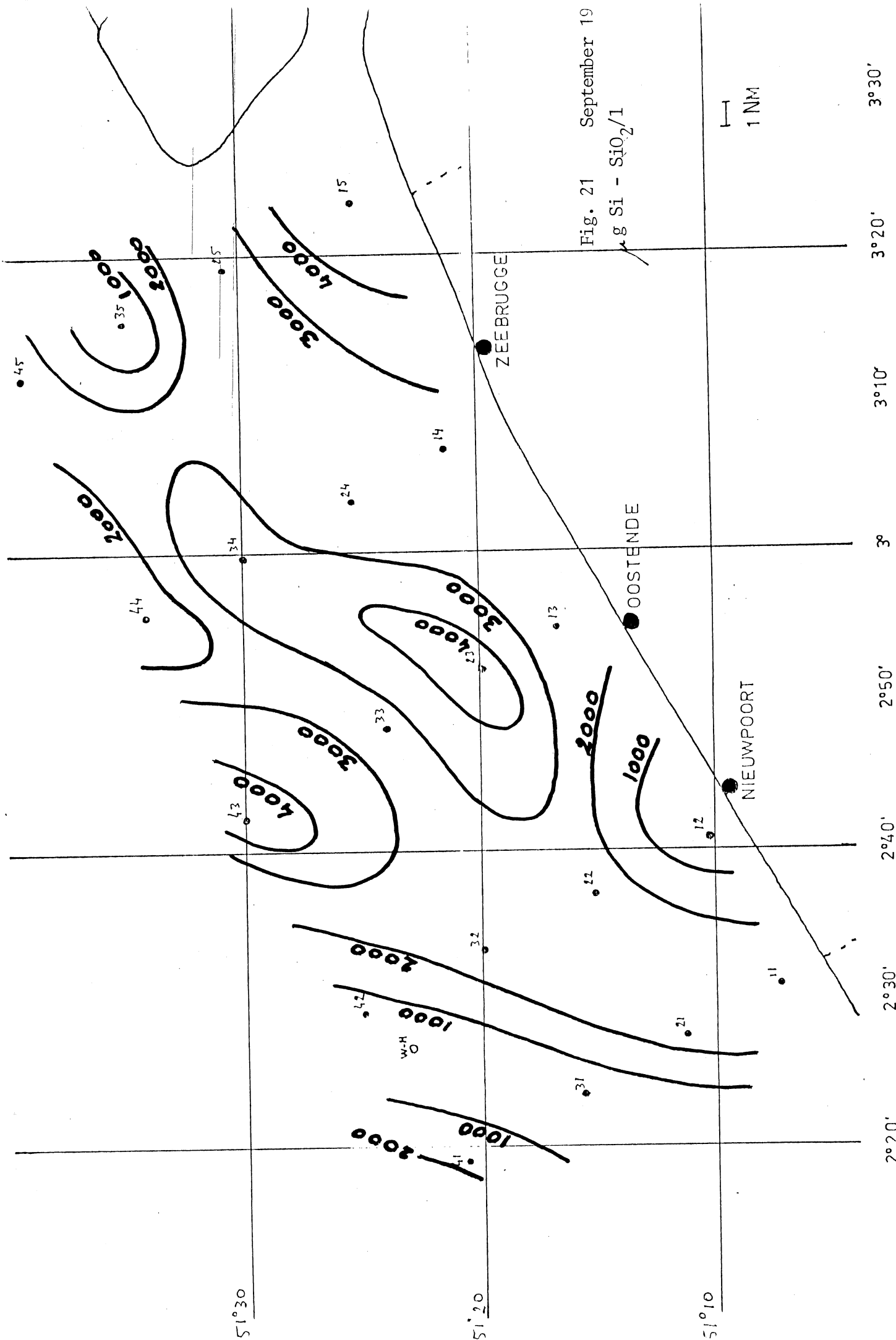
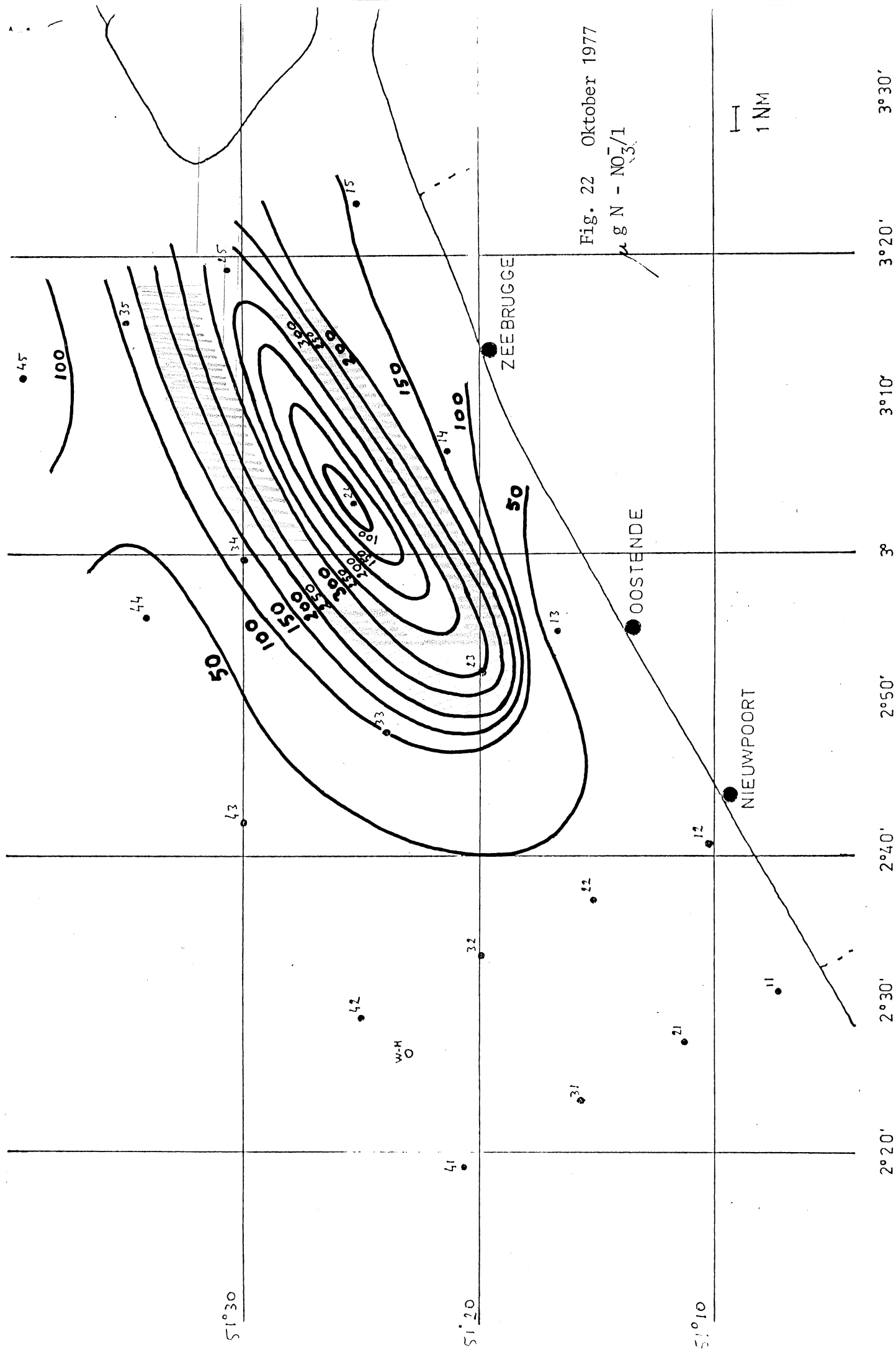


Fig. 20 September 1977

$\mu\text{g P} - \text{PO}_4^{3-} / \text{l}$





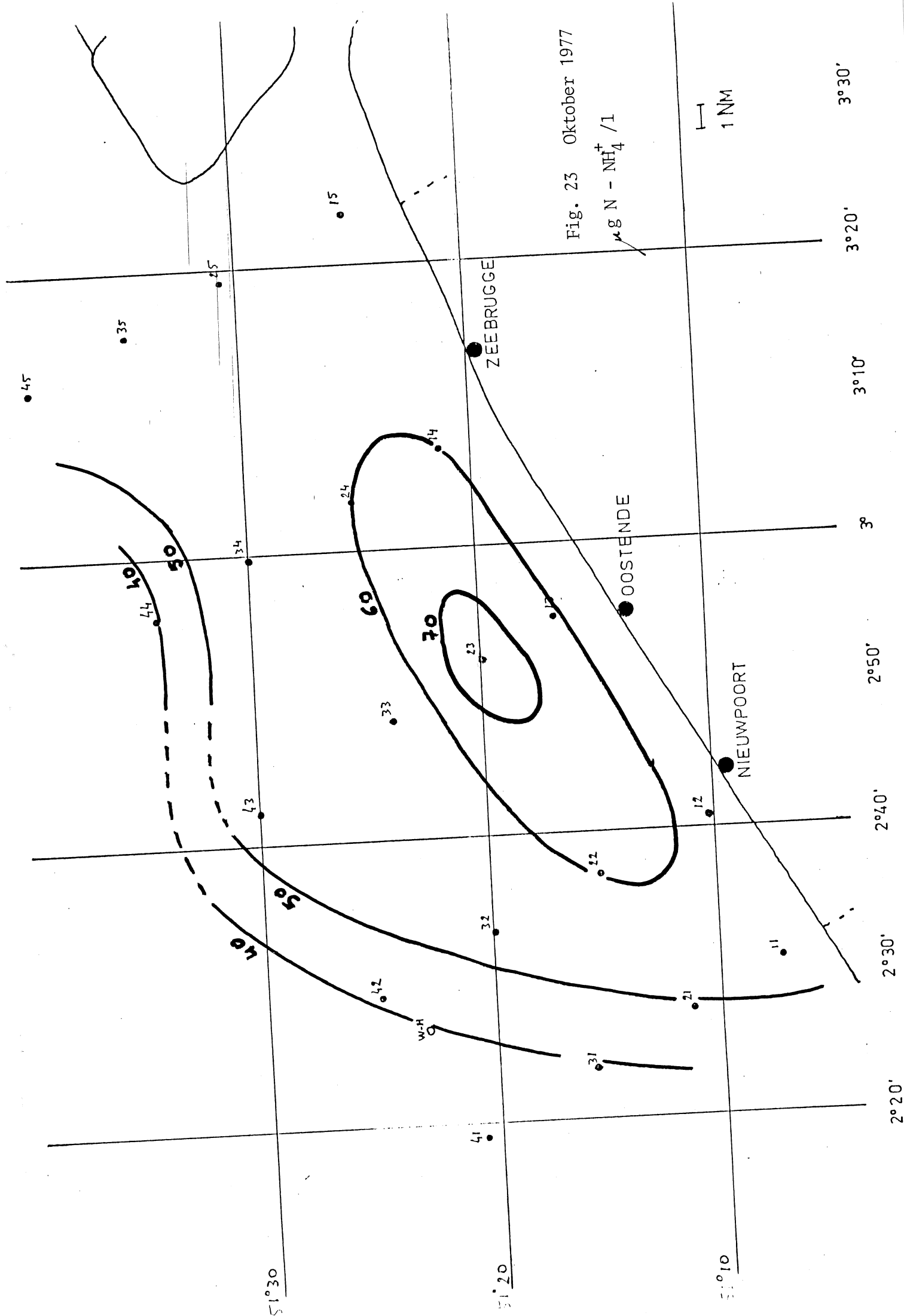
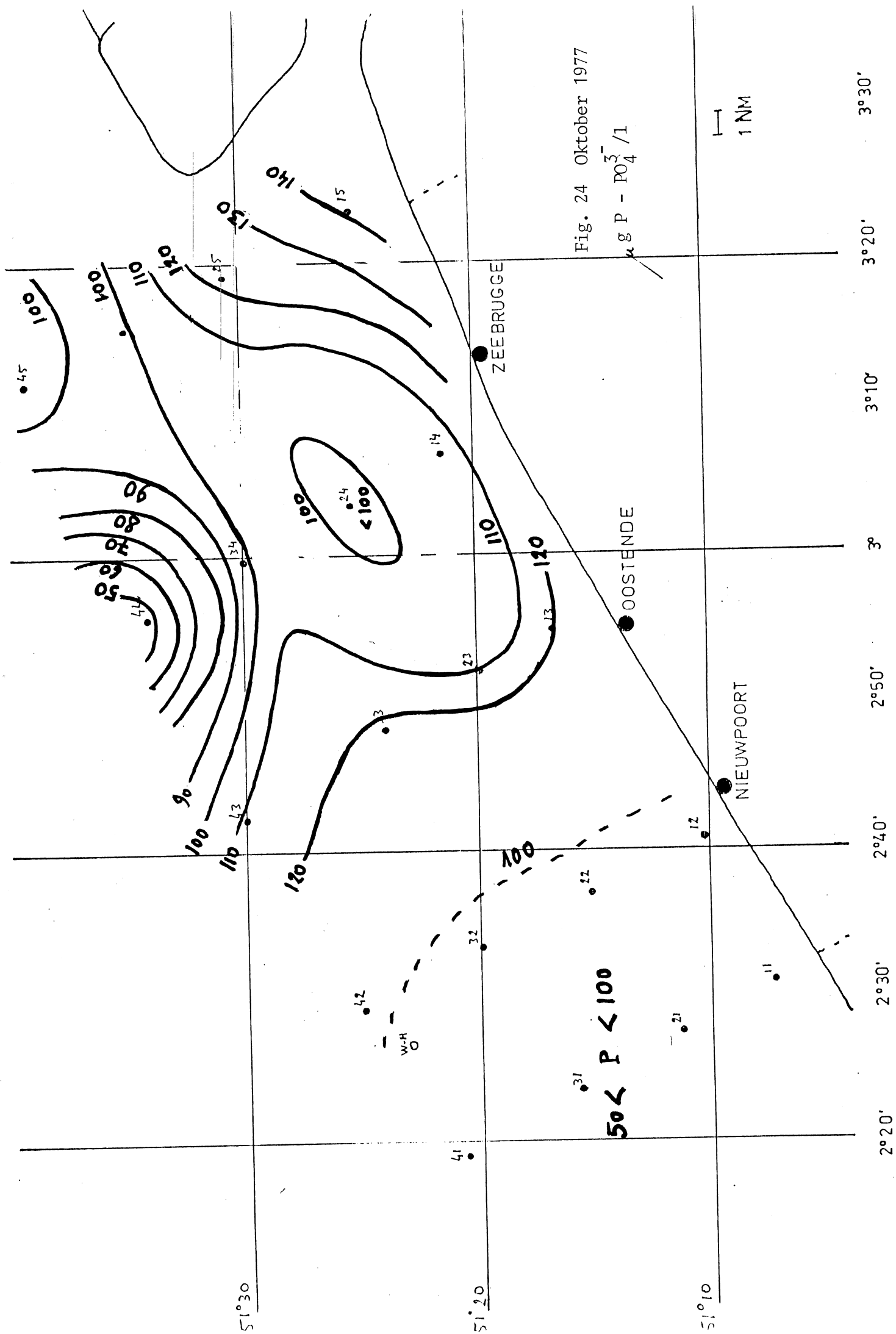
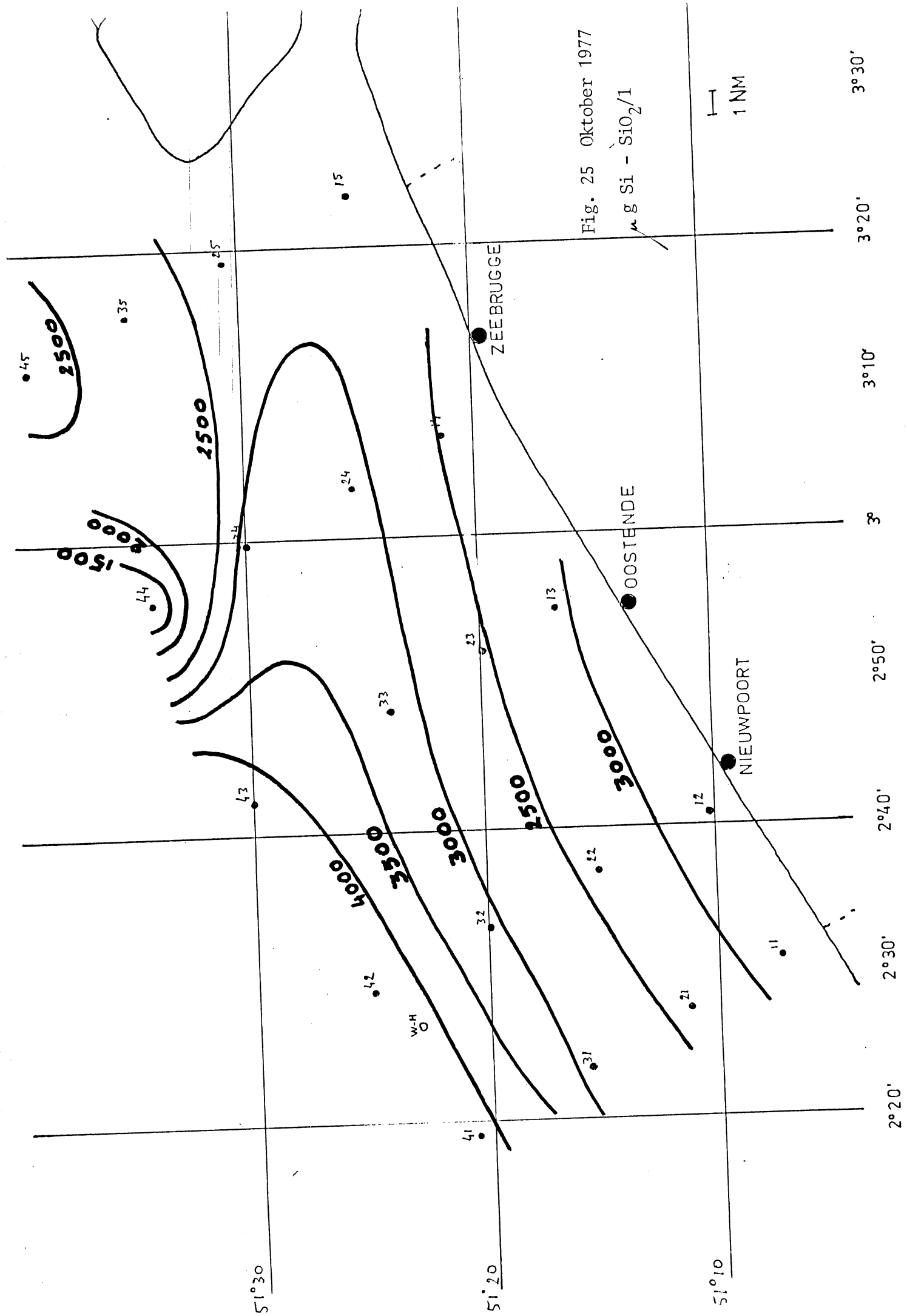


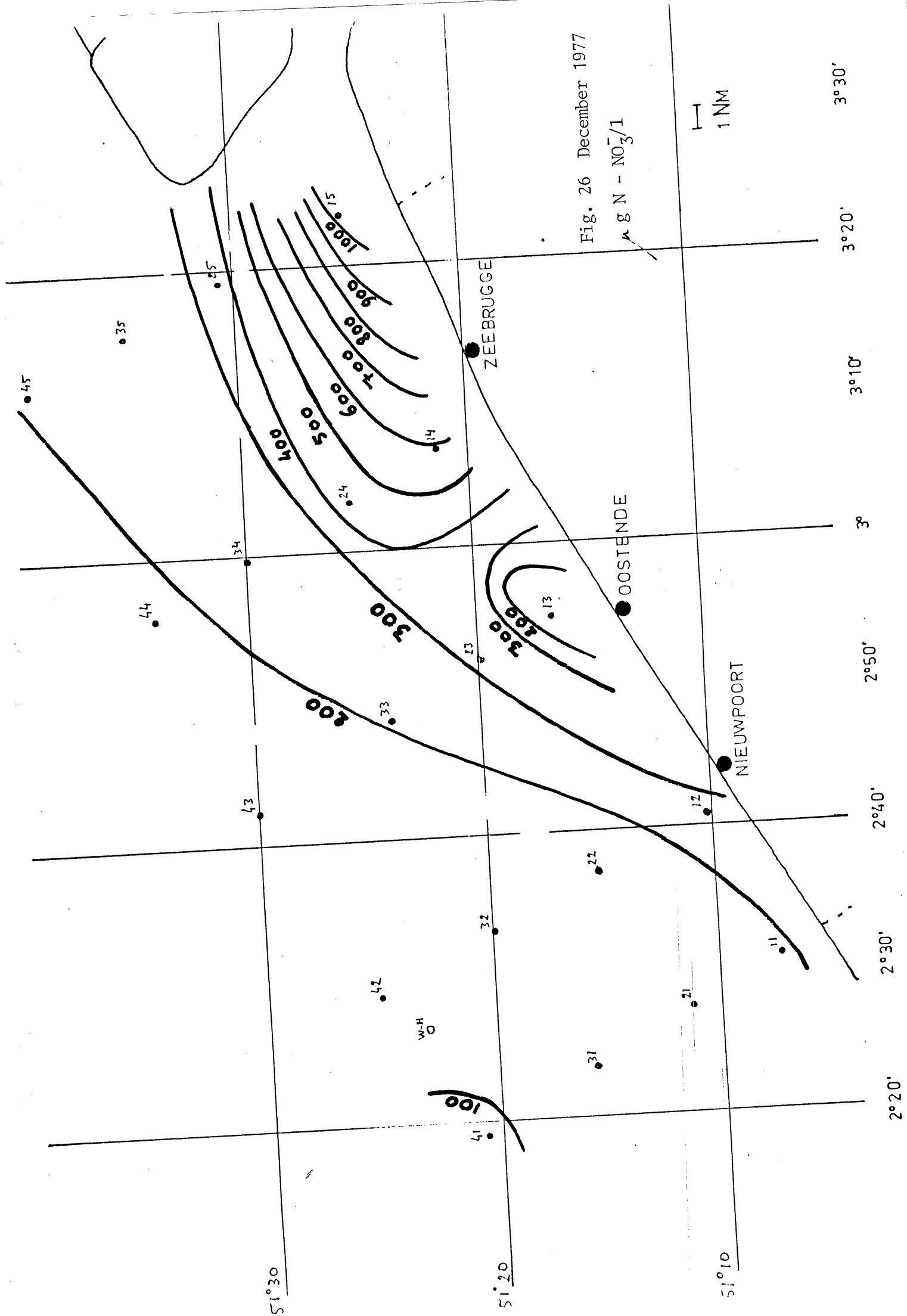
Fig. 23 Oktober 1977

$\mu\text{g N} - \text{NH}_4^+ / \text{l}$

1 NM







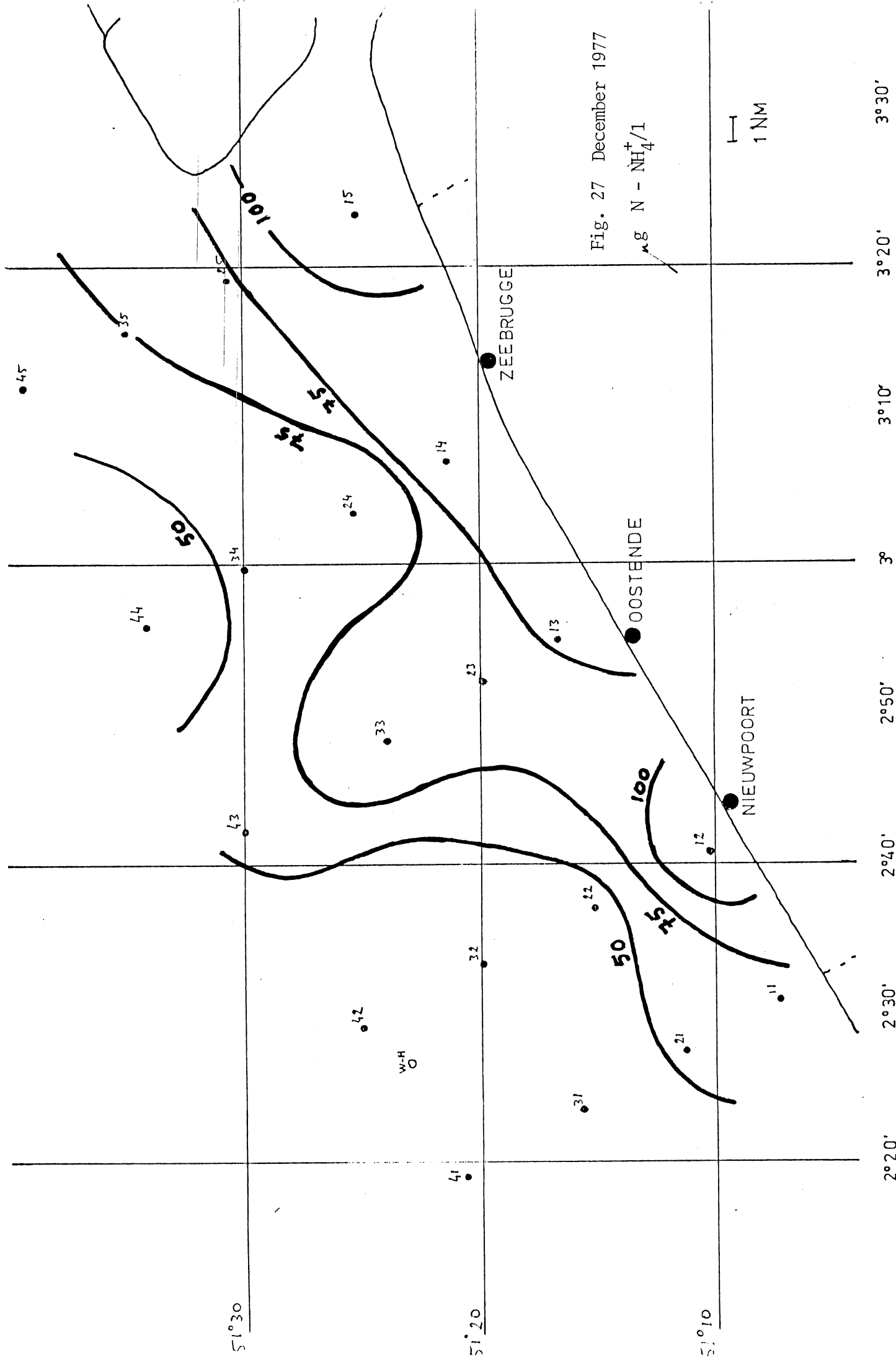
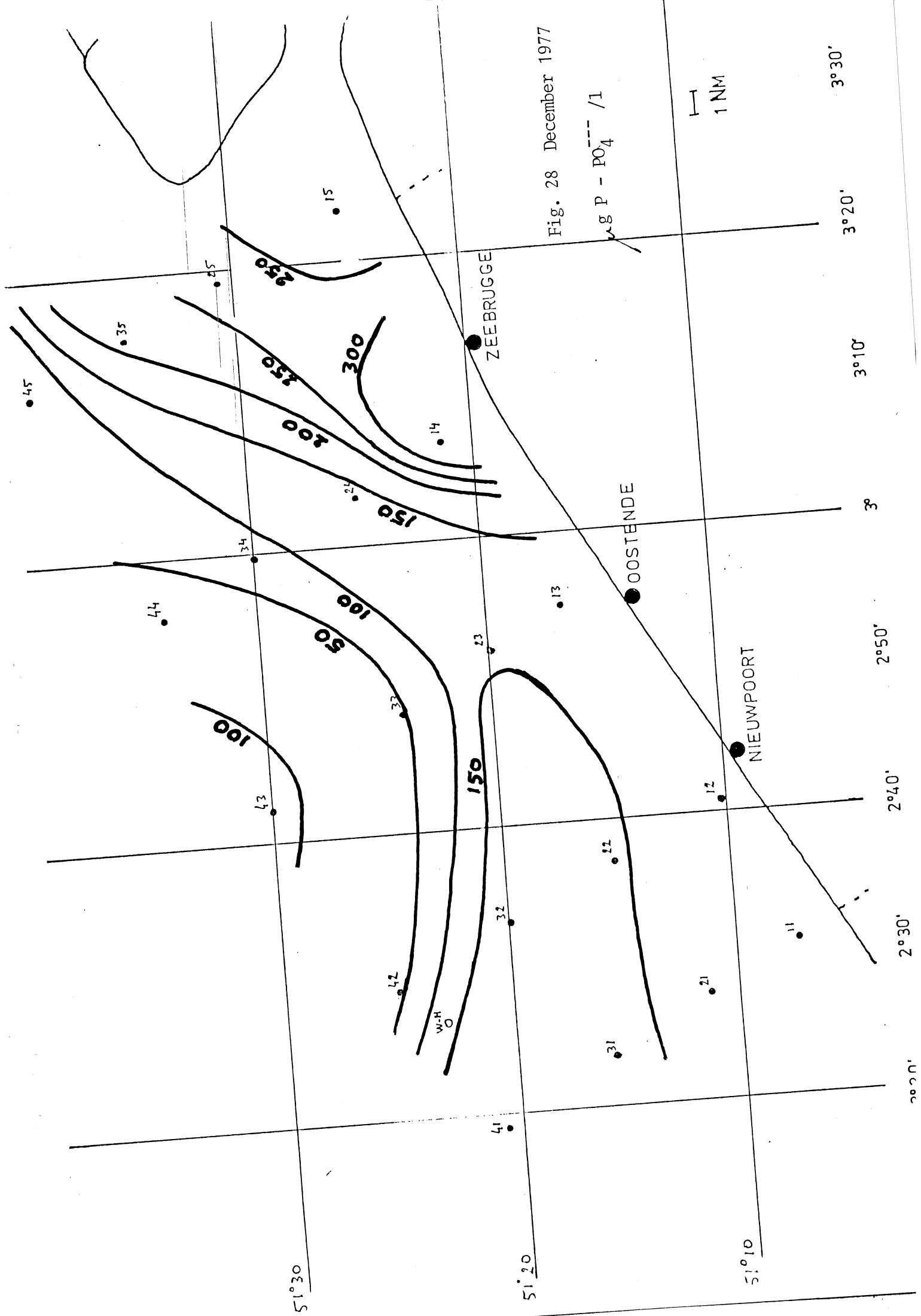


Fig. 27 December 1977

g N - NH_4^+ /1

1 NM



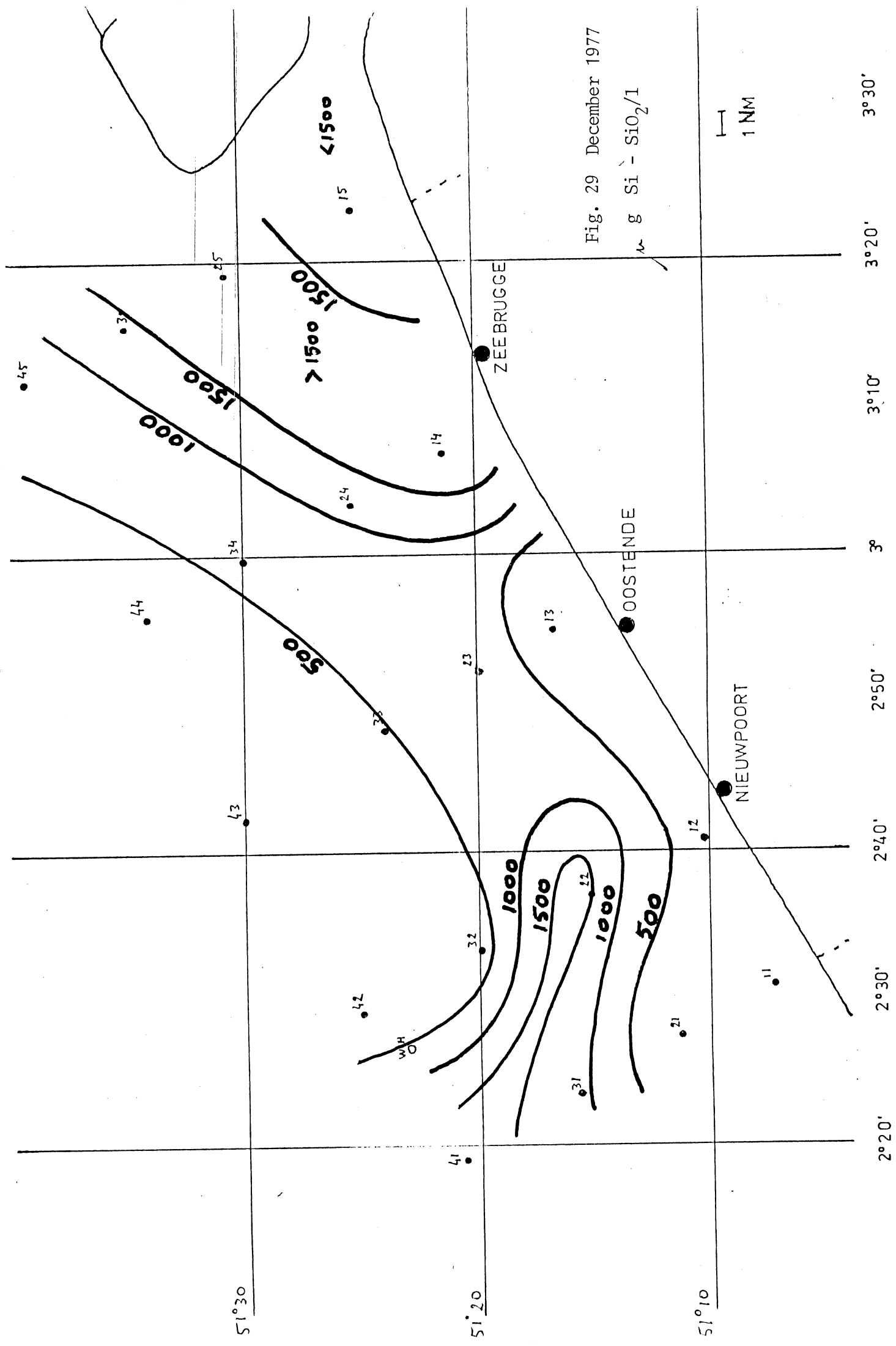


Fig. 29 December 1977

g Si - $\text{SiO}_2/1$

Tabel 1

30-31 maart 1977

Punt	$(\text{NO}_3^- + \text{NO}_2^-)$ ($\mu\text{g N/l}$)	NH_4^+ ($\mu\text{g N/l}$)	$\Sigma \text{ N}$ ($\mu\text{g N/l}$)	PO_4^{---} ($\mu\text{g P/l}$)	SiO_2 ($\mu\text{g Si/l}$)	N/P (gewicht)	N/Si
45	89.10	4	93.10	198.6	196	0.47	0.48
44	-	-	-	-	-	-	-
43	-	-	-	-	-	-	-
42	-	-	-	-	-	-	-
41	15.33	4	19.33	128.4	51	0.15	0.38
35	272.90	8	280.90	364.0	397	0.77	0.71
34	-	-	-	-	-	-	-
33	-	-	-	-	-	-	-
32	-	-	-	-	-	-	-
31	139.90	1	140.90	120.1	79	1.17	1.78
25	349.40	19	413.40	151.8	280	2.7	1.48
24	-	-	-	-	-	-	-
23	-	-	-	-	-	-	-
22	-	-	-	-	-	-	-
21	233.80	5	238.80	120.1	182	1.99	1.31
15	439.30	24	463.30	174.8	373	2.65	1.24
14	-	-	-	-	-	-	-
13	-	-	-	-	-	-	-
12	-	-	-	-	-	-	-
11	379.40	16	395.40	159.4	476	2.48	0.83

Tabel 2 26/28 april 1977

Punt	$(\text{NO}_3^- + \text{NO}_2^-)$ ($\mu\text{g N/l}$)	NH_4^+ ($\mu\text{g N/l}$)	$\Sigma \text{ N}$ ($\mu\text{g N/l}$)	PO_4^{---} ($\mu\text{g P/l}$)	SiO_2 ($\mu\text{g Si/l}$)	N/P N/Si (gewicht)	
45	59.70	n.d.	59.70	86.8	154	0.69	0.39
44	n.d.	3	3	183.2	42	0.02	0.07
43	-	-	-	-	-	-	-
42	-	-	-	-	-	-	-
41	-	-	-	-	-	-	-
35	133.00	6	139.00	265.3	252	0.52	0.55
34	6.15	7	13.15	186.7	308	0.07	0.04
33	-	-	-	-	-	-	-
32	-	-	-	-	-	-	-
31	-	-	-	-	-	-	-
25	244.30	n.d.	244.30	172.5	219	1.42	1.11
24	n.d.	n.d.	n.d.	291.4	485	(0)	(0)
23	-	-	-	-	-	-	-
22	-	-	-	-	-	-	-
21	-	-	-	-	-	-	-
15	287.10	n.d.	287.10	143.9	336	2.00	0.85
14	n.d.	n.d.	n.d.	362.4	718	(0)	(0)
13	-	-	-	-	-	-	-
12	-	-	-	-	-	-	-
11	-	-	-	-	-	-	-

165.4

Tabel 3

23-27 mei 1977

Punt	$(\text{NO}_3^- + \text{NO}_2^-)$ ($\mu\text{g N/l}$)	NH_4^+ ($\mu\text{g N/l}$)	$\Sigma \text{ N}$ ($\mu\text{g N/l}$)	PO_4^{---} ($\mu\text{g P/l}$)	SiO_2 ($\mu\text{g Si/l}$)	N/P (gewicht)	N/Si (gewicht)
45	33.00	35	68.00	42.3	508	1.61	0.13
44	n.d.	18	18.00	34.3	578	0.52	0.03
43	-	-	-	-	-	-	-
42	n.d.	14	14.00	68.8	172	0.20	0.08
41	1.28	11	12.28	32.7	569	0.38	0.02
35	67.20	47	114.20	46.9	466	2.43	0.24
34	13.69	33	46.69	39.6	611	1.18	0.08
33	-	-	-	-	-	-	-
32	20.21	78	98.21	53.6	774	1.83	0.13
31	7.14	39	46.14	38.9	93	1.19	0.49
25	154.80	71	225.80	66.5	676	3.40	0.33
24	40.20	54	94.20	50.0	783	1.88	0.12
23	-	-	-	-	-	-	-
22	26.24	62	88.24	50.4	93	1.75	0.95
21	33.80	59	92.80	55.6	619	1.67	0.15
15	381.90	112	493.90	76.9	121	6.42	4.08
14	192.30	35	227.30	128.4	722	1.77	0.31
13	121.60	61	182.60	32.9	410	5.55	0.45
12	201.40	99	300.40	91.1	1034	3.30	0.29
11	94.40	123	217.40	75.7	112	2.87	1.94

Tabel 4

27/28 juli 1977

Punt	$(\text{NO}_3^- + \text{NO}_2^-)$ ($\mu\text{g N/l}$)	NH_4^+ ($\mu\text{g N/l}$)	$\Sigma \text{ N}$ ($\mu\text{g N/l}$)	PO_4^{---} ($\mu\text{g P/l}$)	SiO_2 ($\mu\text{g Si/l}$)	N/P (gewicht)	N/Si
45	317.39	46.68	364.07	105.45	2917	3.45	0.12
44	15.10	38.29	53.39	60.17	2204	0.89	0.02
43	8.59	15.44	30.88	41.10	1416	0.75	0.02
42	0	0	0	63.01	3075	0	0
41	7.6	0	7.6	58.29	2842	0.13	0.003
35	29.26	64.36	93.62	107.47	3182	0.87	0.03
34	57.43	32.58	90.01	91.01	2931	0.99	0.03
33	15.75	15.44	31.19	84.15	3089	0.37	0.01
32	0	0	0	38.81	2125	0	0
31	0	0	0	49.41	2414	0	0
25	77.62	53.47	131.09	115.09	2684	1.14	0.05
24	205.31	33.11	238.42	129.03	3234	1.85	0.07
23	54.99	17.22	72.21	95.96	2032	0.75	0.03
22	0	0	0	53.13	2381	0	0
21	0	0	0	65.85	3052	0	0
15	312.65	38.83	351.48	133.22	2894	2.64	0.12
14	339.32	19.90	359.22	173.35	2819	2.07	0.13
13	22.59	0	22.59	95.96	1980	0.24	0.01
12	0	0	0	77.35	2712	0	0
11	0	0	0	77.35	3453	0	0

Tabel 5 5-8 september 1977.

Punt	$(\text{NO}_3^- + \text{NO}_2^-)$ ($\mu\text{g N/l}$)	NH_4^+ ($\mu\text{g N/l}$)	$\Sigma \text{ N}$ ($\mu\text{g N/l}$)	PO_4^{---} ($\mu\text{g P/l}$)	SiO_2 ($\mu\text{g Si/l}$)	N/P (gewicht)	N/Si
45	45.87	224.45	270.32	91.43	2553	2.96	0.11
44	4369.49	1661.38	6030.87	52.76	1300	114.31	4.64
43	22.75	374.14	396.89	107.45	4948	3.69	0.43
42	24.22	361.76	385.98	39.68	922	9.73	0.42
41	19.98	290.40	310.38	41.54	1947	7.47	0.16
35	36.92	160.69	197.61	65.60	717	3.01	0.28
34	46.03	500.60	546.63	117.64	3886	4.65	0.14
33	485.88	426.24	912.12	94.90	2749	9.61	0.33
32	2111.48	1312.55	3424.03	50.88	2646	67.30	1.29
31	2371.98	909.69	3281.67	20.93	531	156.79	6.18
25	57.92	160.69	218.61	131.07	2469	1.67	0.09
24	71.76	298.48	370.24	115.59	2171	3.20	0.17
23	1017.18	594.35	1611.53	142.63	4650	11.30	0.35
22	107.79	478.11	585.90	49.47	2367	11.84	0.25
21	1777.71	710.73	2488.44	47.13	2353	52.80	1.06
15	93.92	218.52	312.44	154.35	4855	2.02	0.06
14	88.69	571.20	659.89	180.52	2670	3.66	0.25
13	276.94	282.34	559.28	164.06	2879	3.41	0.19
12	14.77	421.00	435.77	34.14	545	12.76	0.80
11	16.24	370.01	386.25	53.71	2977	7.19	0.13

Tabel 6

3-7 oktober 1977

Punt	$(\text{NO}_3^- + \text{NO}_2^-)$ ($\mu\text{g N/l}$)	NH_4^+ ($\mu\text{g N/l}$)	$\Sigma \text{ N}$ ($\mu\text{g N/l}$)	PO_4^{---} ($\mu\text{g P/l}$)	SiO_2 ($\mu\text{g Si/l}$)	N/P (gewicht)	N/Si
45	128.74	52.77	181.51	106.44	2796	1.71	0.06
44	25.19	38.06	63.25	43.40	1034	1.46	0.06
43	39.52	52.25	91.77	111.00	4291	0.83	0.02
42	-	-	-	-	-	-	-
41	11.19	34.60	45.79	86.49	4333	0.53	0.01
35	103.67	51.73	155.40	97.90	2185	1.59	0.07
34	119.99	53.63	173.62	95.40	3070	1.82	0.06
33	101.07	55.36	156.43	127.43	3103	1.23	0.05
32	-	-	-	-	-	-	-
31	16.24	38.93	55.17	62.25	2819	0.89	0.020
25	274.15	54.50	328.65	122.78	2740	2.68	0.12
24	82.02	59.69	141.71	94.90	3075	1.49	0.05
23	305.09	76.12	381.21	109.48	2474	3.48	0.15
22	-	-	-	-	-	-	-
21	-	-	-	-	-	-	-
15	146.34	54.50	200.84	141.57	2819	1.42	0.07
14	142.81	61.42	204.23	105.43	2535	1.94	0.08
13	21.61	62.28	83.89	119.69	2842	0.70	0.03
12	-	-	-	-	-	-	-
11	16.73	57.09	73.82	70.89	3299	1.04	0.02

Tabel 7 23 november 1977.

Punt	$(\text{NO}_3^- + \text{NO}_2^-)$ ($\mu\text{g N/l}$)	NH_4^+ ($\mu\text{g N/l}$)	$\Sigma \text{ N}$ ($\mu\text{g N/l}$)	PO_4^{---} ($\mu\text{g P/l}$)	SiO_2 ($\mu\text{g Si/l}$)	N/P (gewicht)	N/Si
45							
44							
43							
42							
41							
35							
34							
33							
32							
31							
25							
24							
23							
22							
21							
15	-	-	-	-	-	-	-
14	449.03	286.37	735.40	137.87	988	5.33	0.74
13	332.36	472.78	805.14	115.92	792	6.95	1.02
12	-	-	-	-	-	-	-
11	-	-	-	-	-	-	-

Tabel 8

12 - 16 december 1977.

131.35

Punt	($\text{NO}_3^- + \text{NO}_2^-$) ($\mu\text{g N/l}$)	NH_4^+ ($\mu\text{g N/l}$)	$\Sigma \text{ N}$ ($\mu\text{g N/l}$)	PO_4^{---} ($\mu\text{g P/l}$)	SiO_2 ($\mu\text{g Si/l}$)	N/P (gewicht)	N/Si
45	231.56	65.74	297.30	71.51	638	4.16	0.47
44	175.57	43.25	218.82	46.05	377	4.75	0.58
43	131.08	51.90	182.98	119.17	298	1.54	0.61
42	134.62	31.14	165.76	47.05	349	3.52	0.47
41	99.40	25.95	125.35	170.72	1747	0.73	0.07
35	227.01	76.12	303.13	209.16	1491	1.45	0.20
34	-	-	-	-	-	-	-
33	208.87	93.43	302.30	50.58	498	5.98	0.61
32	144.37	47.58	191.95	159.25	317	1.21	0.61
31	107.29	40.66	147.95	160.39	1067	0.92	0.14
25	310.83	74.39	385.22	265.69	1831	1.45	0.21
24	461.72	68.34	530.06	146.80	1197	3.61	0.44
23	318.30	88.24	406.54	143.44	773	2.83	0.53
22	152.36	46.71	199.07	156.97	1565	1.27	0.13
21	171.10	59.69	230.79	104.61	391	2.21	0.59
15	1037.83	170.42	1208.25	233.15	1160	5.18	1.04
14	585.49	89.10	674.59	348.63	1882	1.93	0.36
13	157.71	76.12	233.83	118.09	419	1.98	0.56
12	282.04	117.20	399.24	107.82	470	3.70	0.85
11	189.03	67.47	256.50	107.29	363	2.39	0.71

	$\text{NO}_3^- + \text{NO}_2^-$				NH_4^+				PO_4^{---}				Si			
Sektoren	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
maart	0.34	1.13	0.08	0.72	0.80	0.80	0.17	0.50	0.20	0.05	0.10	0.42	0.63	0.31	0.20	0.48
april	-	-	1.16	1.24	-	-	(0)	0.75	-	-	0.42	0.41	-	-	0.49	0.62
mei	0.76	1.29	0.71	1.04	0.36	0.89	0.43	0.36	0.38	0.33	0.51	0.12	0.86	0.81	0.51	0.12
juli	1.69	1.20	0.81	1.62	2.33	1.60	0.67	0.54	0.22	0.30	0.23	0.32	0.22	0.26	0.19	0.26
september	1.34	1.32	1.40	2.09	0.33	0.67	0.52	0.99	0.68	0.58	0.16	0.28	0.50	0.69	0.35	0.58
oktober	1.43	0.98	0.67	0.50	0.15	0.22	0.13	0.12	0.26	0.29	0.14	0.29	0.14	0.22	0.08	0.39
november	-	-	0.21	-	-	-	0.35	-	-	-	0.12	-	-	-	0.16	-
december	0.33	0.28	0.65	0.22	0.33	0.50	0.40	0.30	0.18	0.47	0.43	0.69	0.70	0.82	0.48	0.73
$\bar{m}$	0.98	1.03	0.71	1.06	0.72	0.78	0.33	0.51	0.32	0.34	0.26	0.36	0.51	0.52	0.31	0.45
	0.95				0.59				0.32				0.45			

Tabel 9

Relatieve afwijkingen ($\sigma/\bar{m}$) voor verschillende
voedselstoffen en sectoren