

**KONINKLIJK NEDERLANDS  
METEOROLOGISCH INSTITUUT**

VERSLAGEN

V - 361

A.H.C. Stalenhoef

Vergelijking van zichtmetingen in mist  
op Nederlandse weerstations.

De Bilt 1980

Publikatienummer: K.N.M.I. V-361 (FM )

Koninklijk Nederlands Meteorologisch Instituut,  
Fysisch Meteorologisch Onderzoek,  
Postbus 201,  
3730 AE De Bilt,  
Nederland

U.D.C.: 551.575.2 :  
551.591.2

Vergelijking van zichtmetingen in mist  
op Nederlandse weerstations

A.H.C. Stalenhoef

1. Inleiding

Bij het beantwoorden van vragen met betrekking tot het zicht wordt meestal gebruik gemaakt van zichtstatistieken, die zijn samengesteld aan de hand van visuele waarnemingen, welke worden verricht op een beperkt aantal plaatsen.

Aangezien de visuele waarnemingen periodiek worden verricht, meestal ongeveer op de hele uren van de dag, wordt in de statistieken aangenomen dat de toestand van het zicht gedurende een periode van 60 minuten dezelfde is als die op het tijdstip van waarneming. Deze veronderstelling zal, vooral wanneer de visuele waarneming wordt verricht in stralingsmist, vaak niet opgaan.

Het waarnemingsresultaat van visuele waarnemingen wordt afhankelijk van factoren, die van plaats tot plaats verschillend kunnen zijn. Hierbij wordt gedacht aan factoren als: de ooggevoeligheid van waarnemers, de afmetingen en de helderheid van de voorwerpen die worden waargenomen en de invloed van de achtergrondhelderheid op het waarnemen van deze voorwerpen.

Een groot aantal van de waarnemingsplaatsen voor het visuele zicht bevindt zich op een vliegveld. De zichtstatistieken van deze plaatsen, in het bijzonder die van de lage zichtwaarden, kunnen niet goed representatief zijn voor de toestand van het zicht elders in het land. Immers, als gevolg van de aanwezigheid van de landingsbanen en de gebouwen op een vliegveld en vanwege de goede beheersing van de lokale bodemwaterstand kan de kans op het optreden van mist, vooral van stralingsmist, op een vliegveld minder zijn dan elders in het land, waar geen of andere gebouwen staan en/of waar de waterstand anders wordt geregeld.

Sinds een aantal jaren staan op enkele plaatsen in Nederland zichtmeters, die continu de extinctie van licht in de atmosfeer meten op een hoogte van ongeveer twee meter boven het aardoppervlak. Behalve op vliegvelden staan deze instrumenten ook op plaatsen die, wat betreft de naaste omgeving van de meetplaats, representatief zijn voor de meer ongerepte toestand elders in hetland.

Zichtstatistieken, die zijn samengesteld aan de hand van metingen van de zichtmeters, zullen waarschijnlijk beter geschikt zijn voor het onderling vergelijken van zichtcondities op twee of meer plaatsen dan de statistieken, die zijn voortgekomen uit visuele waarnemingen.

Ten einde te evalueren in hoeverre het mogelijk en zinvol is de statistieken op te bouwen aan de hand van objectieve zichtmetingen, werd besloten één jaar meetgegevens van twintig zichtmeters, die verspreid over Nederland staan opgesteld, te bewerken.

## 2. Het zichtmeter-net

Het zichtmeter-net in de jaren 1973-1974 bestond uit een strooilichtmeter en 19 transmissometers. Ofschoon de metingen van de strooilichtmeter niet direct vergelijkbaar zijn met de metingen van de transmissometers, werd deze zichtmeter toch in het net opgenomen, omdat alleen dit instrument, vanwege zijn opstelling op het station Goeree, objectieve metingen geeft van het zicht boven zee vlak voor de kust.

### 2.1 Meetplaatsen en basislengte van transmissometers

De plaatsen waar de zichtmeters staan opgesteld worden gegeven in figuur 1. Van de 19 transmissometers staan er acht op vliegvelden van de Koninklijke Luchtmacht (KLU), vijf op burger-vliegvelden en zes op plaatsen elders in het land. De laatste elf transmissometers en de strooilichtmeter zijn van het KNMI.

De transmissometers van de KLU hebben een dubbele basislengte (de afstand tussen de projector en de detector van de transmissometer), één van 450 meter en één van 75 meter en staan opgesteld op de vliegvelden bij Ypenburg, Gilze-Rijen, Soesterberg, Deelen, Volkel, Eindhoven, Twente en Leeuwarden.

De transmissometers op de burgervliegvelden hebben een basislengte van 160 meter en staan op Schiphol (hier werden van de aanwezige transmissometers er twee uitgekozen, O1 R en 19 RW), Rotterdam, Beek en Eelde.

De zes andere transmissometers van het KNMI staan opgesteld in De Bilt, Waveramstel, Nieuwkoop, Cabauw, Willemstad en Lelystad. Op de eerste drie plaatsen heeft de transmissometer een basislengte van 16 meter; in Cabauw is de basislengte 10 meter, terwijl op Lelystad en Willemstad gemeten wordt over een gevouwen basislengte van 60 meter. Op deze laatste twee plaatsen staan de projector en de detector van de transmissometer op dezelfde plaats en wordt het licht teruggekaatst door een spiegel, die op een afstand van 30 meter van de projector staat opgesteld.

## 2.2 Meethoogte en frequentie van de metingen

Met uitzondering van de stations Goeree en Cabauw wordt overal op een hoogte van ongeveer twee meter gemeten. Op het station Goeree staat de strooilichtmeter opgesteld op een hoogte van ongeveer 20 meter, terwijl van de beschikbare meethoogten op Cabauw de laagste meethoogte, die op één meter, werd gekozen.

De metingen van de zichtmeter worden bijna overal continu geregistreerd. Alleen op de stations Cabauw, De Bilt, Nieuwkoop en Waveramstel worden de metingen periodiek, met een periode tussen één en vier minuten, vastgelegd.

### 3. De zichtmetingen

#### 3.1 Meetgrenzen

Uit de aanwijzing van een transmissometer T in procenten transmissie wordt een zichtwaarde z in meters bepaald door middel van de relatie

$$\left(\frac{T}{100}\right)^{z/L} = c \quad (1)$$

Hierbij is L de basislengte van de transmissometer in meters en c een drempelwaarde voor het contrast in helderheid. Aan c wordt de, door de WMO aanbevolen, waarde van 0,05 toegekend.

Uit relatie (1) is af te leiden dat moet gelden:

$$\frac{\Delta z}{z} = \frac{1}{T \ln \frac{100}{T}} \Delta T \quad (2)$$

Een zichtmeter kan slechts voor een beperkt gebied van het zicht voldoende nauwkeurige zichtwaarden opleveren. Dit gebied wordt bepaald door de basislengte van de transmissometer, waarbij de benedengrens van het gebied volgt uit de aanname dat de minimale waarde voor T, die nog uit een registratiestrook kan worden bepaald, ongeveer gelijk is aan één procent. De bovengrens van het gebied volgt dan uit de eis dat, bij een constante absolute fout in T, de relatieve fout in het zicht aan de bovengrens ongeveer dezelfde is als die aan de benedengrens van het gebied.

Uit relatie (1) met T = 1 en c = 0,05 volgt:

$$z_{\min} \approx 0,65 L \quad (3)$$

Uit relatie (2) met T = 1 volgt:

$$\left(\frac{\Delta z}{z}\right)_{\min} \approx \frac{1}{4,605} \Delta T \quad (4)$$

Uit relatie (4) volgt nu dat voor eenzelfde relatieve fout in het zicht aan de bovengrens bij constante  $\Delta T$  moet gelden:

$$T_{\max} \ln \cdot \frac{100}{T_{\max}} \approx 4,605 \quad (5)$$

Uit bovenstaande relatie volgt dan dat  $T_{\max} \approx 95,2$ , waaruit met relatie (1) weer kan worden afgeleid dat moet gelden:

$$z_{\max} \approx 59 L \quad (6)$$

Worden de registraties van alle transmissometers slechts beschouwd in eenzelfde gebied van het zicht, dan zal de transmissometer met de grootste basislengte bepalend zijn voor de ondergrens van dit gemeenschappelijk zichtgebied, terwijl de bovengrens van dit gemeenschappelijk zichtgebied zal worden bepaald door de kleinste basislengte.

Hoewel de grootste basislengte in het zichtmeter-net gelijk is aan 450 meter, bepaalt niet deze lengte de ondergrens van het gemeenschappelijk zichtgebied, omdat bij kleine zichtwaarden niet de metingen over een basislengte van 450 meter, maar die over een basislengte van 75 meter worden geregistreerd.

De ondergrens van het gemeenschappelijk zichtgebied wordt daarom bepaald door de transmissometer met een basislengte van 160 meter en wordt ongeveer 100 meter.

De bovengrens van het gemeenschappelijk zichtgebied wordt bepaald door de transmissometer met een basislengte van 10 meter en wordt ongeveer 600 meter.

### 3.2 Meetresultaat

Om de bewerking van de meetgegevens te beperken tot perioden met mist, werd besloten slechts perioden met een contrastzicht minder dan 1000 meter te bewerken. (Contrastzicht minder dan 1000 meter wordt in het vervolg aangeduid met  $z < 1000$ ). Ofschoon op het station Cabauw deze grenswaarde groter is dan de bovengrens van het gemeenschappelijk zichtgebied, wordt op dit station deze grenswaarde toch beschouwd.

Het gemeenschappelijk zichtgebied, dat dus ligt tussen 600 en 100 meter zicht, kan op alle 20 stations van het zichtmeter-net worden beschouwd. Nog lagere zichtwaarden kunnen worden beschouwd op een 14-tal stations van dit zichtmeter-net.

Bij het vastleggen van de zichtgegevens werd een aantal zichtgrenzen gekozen, zowel in het gemeenschappelijk zichtgebied als in het gebied van zichten minder dan 100 meter. Vervolgens werd uit de registratiestroken van elke zichtmeter per uurvak het aantal minuten bepaald, dat de zichtwaarde beneden de gekozen zichtgrenzen was.

Welke zichtgrenzen op een bepaald station werden beschouwd is te zien in tabel 1.

De meetgegevens van de 20 zichtmeters, in de vorm van aantal minuten per uurvak dat het zicht beneden de in tabel 1. aangegeven grenzen is, werden samen met een aantal synoptische gegevens van de synoptische stations uit het meetnet, over de periode 15 U.T. op 1-11-1973 tot 15 U.T. op 1-11-1974, opgeslagen op een magneetschijf.

Het gegevensbestand van de zichtmeters werd met behulp van de synoptische gegevens gecorrigeerd o.a. voor foutieve datum en uurvaknummering. Ook werd bepaald welke metingen werden verricht gedurende neerslag. Bij het schonen van het gegevensbestand bleek dat niet alle zichtmeters in het beschouwde tijdvak ononderbroken hebben gemeten. Het totaal aantal dagen dat de registratie van een zichtmeter bruikbaar was, wordt voor elk van de stations vermeld in tabel 1. Het zijn vooral de zichtmeters op de KLU-stations en op het station Nieuwkoop, die meerdere dagen geen bruikbare registratie hadden.

De verdeling van het totaal aantal beschouwde uurvakken op de synoptische stations, ook op de dagen dat de registratie van de zichtmeter niet bruikbaar was, in twee klassen van zowel het instrumenteel als het synoptisch zicht wordt in figuur 2 gegeven. Het synoptisch zicht van een bepaald uurvak is hierbij de zichtwaarde, die aan het einde van dit uurvak werd waargenomen. In figuur 2 wordt, met uitzondering van het station





Ypenburg, voor elk synoptisch station van het meetnet de verdeling van de uurvakken in een tabel gegeven, die op de volgende wijze is samengesteld. (Als voorbeeld zijn de getallen vermeld voor het station Volkel).

		Synoptisch zicht	
		< 1000 m	≥ 1000 m
Instrumenteel zicht	< 1000 m	278	345
	≥ 1000 m	23	6242
	geen	143	1729

Uit figuur 2 blijkt dat, op de dagen dat de zichtmeter niet bruikbaar was, op alle KLU-stations een aantal uurvakken zijn voorgekomen waarbij een synoptisch zicht minder dan 1000 meter werd waargenomen. Ook is in figuur 2 te zien dat er uurvakken zijn waarbij het synoptisch zicht minder dan 1000 meter was, maar geen  $z < 1000$  werd gemeten. Het station De Bilt heeft 54 uurvakken in deze klasse. Bij nader onderzoek blijkt, dat nagenoeg al deze uurvakken te vinden zijn in de periode dat de mist aan het oplossen is, zodat ongeveer 80 % van het totaal aantal uurvakken gedurende de dag voorkomt.

#### 4. Resultaat van bewerkingen

##### 4.1 Frequentie van optreden

In tabel 1 is te zien dat de zichtgrens-waarden 1000, 500, 200 en 100 meter op alle stations van het meetnet worden beschouwd. De totale tijd, dat het instrumenteel zicht beneden deze grenswaarden was, wordt voor elk van de stations gegeven in de figuren 3 tot en met 6. Deze tijd wordt hierbij gegeven in promillen van de totale tijd dat de zichtmeter bruikbare registraties had.

Het instrumenteel zicht was in het algemeen maar gedurende een betrekkelijk korte tijd beneden zichtgrenswaarden minder dan 100 meter. Het is daarom dat de totale tijd, dat het instrumenteel zicht beneden de zichtgrenswaarden 50 en 30 meter was, in de figuren 7 en 8 wordt gegeven in tienden van promillen. Een instrumenteel zicht minder dan 20 meter is niet voorgekomen.

In de figuren 3 tot en met 6 is te zien dat de frequentie van optreden van een instrumenteel zicht beneden de beschouwde zichtgrenzen op stations die gelegen zijn in het midden van het land steeds groter is dan die op stations elders in het land, waarbij op het station Cabauw de grootste frequentie van optreden wordt gevonden.

De hogere frequentie op dit station kan een gevolg zijn van de lage hoogte waarop gemeten wordt. Van het jaar 1973 werd voor de verschillende meethoogten per half uur bepaald of het zicht beneden de 500 meter kwam. De frequentie voor de zichtmetingen op 1 en 5 meter hoogte was respectievelijk 7.8 en 5.7 procent.

Van der Made [2] heeft voor twee winters (maanden oktober tot en met maart) 1959-1960 en 1960-1961 de onderschrijdingsfrequenties van verschillende zichtlengten bepaald uit de visuele waarnemingen op de stations De Bilt, Deelen, Volkel en Gilze-Rijen. Ofschoon het in de figuren 5 tot en met 8 niet gaat om onderschrijdingsfrequenties die uitsluitend bepaald zijn over de maanden oktober tot en met maart, leek het toch zinvol uit de figuren 5 tot en met 8 over de vier eerdergenoemde stations gemiddelde frequenties te bepalen en deze waarden naast de waarden te zetten, die Van der Made had gevonden. Het resultaat wordt gegeven in tabel 2.

Tabel 2

Gemiddelde onderschrijdingsfrequenties, bepaald over de stations De Bilt, Deelen, Volkel en Gilze-Rijen, in promillen.

Zichtgrens	Waarden uit dit rapport	Waarden door Van der Made gevonden
1000 m	58	59
500 m	38	35
200 m	23	20
100 m	11	9

Ondanks het verschil in de waarnemingen, hier continu instrumenteel en die door Van der Made bewerkt drie-uurlijks en visueel, is er toch een redelijke overeenstemming van de overschrijdingsfrequenties.

In de figuren 3 tot en met 6 valt waar te nemen dat met het afnemen van de beschouwde zichtgrenzen de frequenties van optreden in grotere mate afnemen op de KLU-stations dan op de overige stations. Dit wordt duidelijk weergegeven in tabel 3, waar een splitsing werd gemaakt in een groep KLU-stations en een groep niet-KLU-stations, waarbij in iedere groep over de aanwezige stations een gemiddelde frequentie werd bepaald aan de hand van de figuren 3 tot en met 6.

Tabel 3

Gemiddelde frequenties van voorkomen van een instrumenteel zicht beneden aangegeven grenzen in promillen.

Zichtgrens	KLU-stations (8)	Overige stations (12)
1000 m	50	44
500 m	30	32
200 m	17	22
100 m	8	10

De lagere frequenties in de groep van KLU-stations, voor zichtgrenzen minder dan 500 meter, kunnen het gevolg zijn van het meten met een dubbele basislengte. De registraties van de transmissometer over een basislengte van 450 meter zijn hierbij bepalend voor de tijd dat het zicht minder dan 1000 meter is, terwijl de registraties van de transmissometer over een basislengte van 75 meter bepalend zijn voor de tijd dat het zicht minder is dan 500 meter en nog lagere zichtgrenswaarden.

In de groep van KLU-stations hebben de zichtmeters, die alle op een vliegveld staan, dezelfde dubbele basislengte. In de andere groep echter hebben de zichtmeters niet alle dezelfde basislengte en staan er slechts vijf van de twaalf op een vliegveld.

Een vergelijking van de resultaten van zichtmeters, die op vliegvelden staan, wordt gegeven in figuur 9A. In deze figuur zijn tegen elkaar uitgezet de frequenties uit de figuren 3 en 4 en die uit de figuren 3 en 5 voor elf stations op vliegvelden. (Op Schiphol werd zichtmeter 19 RW gekozen en de zichtmeter op het station Ypenburg werd niet in het vergelijk betrokken). In figuur 9A is te zien dat er een verschil is tussen de zichtresultaten van de vier KNMI-zichtmeters, die nu alle dezelfde basislengte hebben, en die van de zeven KLU-zichtmeters. In figuur 9B zijn, voor dezelfde zichtgrenzen en voor dezelfde stations als in figuur 9A, de frequenties van het synoptisch zicht tegen elkaar uitgezet. Uit de figuren 9A en 9B blijkt dat de afwijking in figuur 9A tussen de frequenties op de KNMI-stations en die op de KLU-stations komt door de lage frequenties van de zichtgrenzen 500 en 200 meter op de KLU-stations.

#### 4.2 Instrumenteel zicht en wind

Het optreden van  $z < 1000$  in samenhang met de wind wordt gegeven in de figuren 10 en 11 en de tabellen 4 en 5. Voor de stations Cabauw en Lelystad zijn de windgegevens uurgemiddelden, voor de stations Nieuwkoop en Waveramstel gemiddelden

over  $1\frac{1}{2}$  minuut in tijdsintervallen van 10 minuten. Voor de synoptische stations van het meetnet zijn de windgegevens van een bepaald uurvak steeds de waarden, die in het weerbericht voorkomen aan het einde van dit uurvak. Voor de stations Ypenburg en Willemstad zijn de windgegevens van Rotterdam gebruikt.

In figuur 10 wordt, in procenten van het totaal aantal uurvakken met  $z < 1000$ , het aantal uurvakken gegeven waarbij de windsnelheid minder dan 5 knopen is, terwijl in figuur 11 de gemiddelde windsnelheid in tienden van knopen wordt gegeven. Deze gemiddelde windsnelheid werd bepaald voor alle uurvakken met  $z < 1000$ .

Uit de figuren 10 en 11 blijkt dat stations, die gelegen zijn in het midden van het land, in uurvakken met  $z < 1000$ , over het algemeen een lagere gemiddelde windsnelheid hebben dan stations elders in het land. Dit in combinatie met de grotere frequentie van optreden van dit zicht op de eerstgenoemde stations, zoals dit is te zien in figuur 3, zou er op kunnen wijzen dat een belangrijk deel van de totale tijd, dat  $z < 1000$  is, gevormd wordt door de tijd dat op deze stations stralingsmist voorkomt.

Wat in deze figuren ook opvalt, is het lage percentage op de stations Goeree en Lelystad in figuur 10 en de grote gemiddelde windsnelheid van deze twee stations in figuur 11. Voor wat betreft het station Goeree kan de grote gemiddelde windsnelheid het gevolg zijn van het feit dat een zeer groot deel van de uurvakken met  $z < 1000$  hier voorgekomen is bij advectione mist; bovendien wordt hier de wind boven zee en op grotere hoogte gemeten dan op de andere stations.

De verdeling van de uurvakken met  $z < 1000$  over de windrichting, onderverdeeld in twee klassen van de windsnelheid, wordt voor elk van de stations gegeven in de tabellen 4 en 5. De windsnelheid in de beschouwde uurvakken is in tabel 4 groter dan 4 knopen en in tabel 5 kleiner dan 5 knopen.

Het aantal uurvakken per sector van windrichting wordt in beide tabellen op alle stations gegeven in procenten van

het totaal aantal uurvakken met mist, dat in de betrokken klasse van windsnelheid werd bepaald. In de figuren 12 en 13 worden de gegevens uit de tabellen 4 en 5, in de vorm van windrozen, gegeven.

In tabel 4 (figuur 12) wordt, met uitzondering van de stations Goeree, Nieuwkoop en Ypenburg, op alle stations de grootste bijdrage tot het totaal aantal uurvakken gevormd door windrichtingen in de sector  $190^{\circ}$  tot en met  $240^{\circ}$ .

Behalve op de stations Goeree en Nieuwkoop geeft ook op de stations Ypenburg, Rotterdam, Cabauw, Waveramstel en Soesterberg de sector  $10^{\circ}$  tot en met  $60^{\circ}$  een belangrijke bijdrage tot het totaal aantal uurvakken.

De sector  $250^{\circ}$  tot en met  $300^{\circ}$  geeft op stations in het zuiden van het land een belangrijke bijdrage tot het totaal aantal uurvakken.

In tabel 5 (figuur 13) geeft de groep "kalm en variabel" de grootste bijdrage tot het totaal aantal beschouwde uurvakken op ruim de helft van de stations. Opvallend is dat op het station Lelystad deze groep nagenoeg niets bijdraagt tot het totaal aantal beschouwde uurvakken. Wordt ook gelet op het lage percentage in figuur 10 en de grote gemiddelde windsnelheid in figuur 11, dan zou dit het gevolg kunnen zijn van de vrije opstelling van de windmeter in de nabijheid van open water.

Op een aantal stations zijn bepaalde windsectoren aan te wijzen waar bij zwakke wind bij voorkeur mist voorkomt. Zo wordt op het station Beek en in mindere mate op de stations Eindhoven en Volkel meer mist waargenomen bij een westelijke component in de windrichting. Op het station Twente gebeurt dit bij een zuidelijke component in de windrichting en op het station Lelystad bij zuidelijke en oostelijke winden. Op de stations De Bilt en Soesterberg wordt meer mist waargenomen bij zuidoostelijke winden. Op het station Goeree ten slotte wordt meer mist gevonden bij windrichtingen, die min of meer loodrecht op de kust staan (noordwestelijk en zuidoostelijk).

Tabel 4

Voor windsnelheid groter dan 4 knopen, verdeling van de uurvakken met  $z < 1000$  over de windrichting.  
(Procenten van het totaal aantal uurvakken met  $z < 1000$  en een windsnelheid  $\geq 5$  knopen).

Windrichting Station	10 t/m	70 t/m	130 t/m	190 t/m	250 t/m	310 t/m	Totaal aantal uurvakken
	60	120	180	240	300	360	
Goeree	44	5	19	23	0	9	116
Ypenburg	27	13	16	28	9	7	148
Rotterdam	23	12	7	44	7	8	170
Willemstad	11	5	22	43	10	8	125
Gilze-Rijen	18	4	6	42	26	4	250
Cabauw	22	3	11	44	7	14	227
Nieuwkoop	32	13	15	30	3	8	177
Schiphol 01 R	14	4	19	45	8	10	208
Schiphol 19 RW	16	5	18	37	8	16	253
Waveramstel	25	2	28	36	5	4	123
De Bilt	15	0	9	63	9	4	117
Soesterberg	42	3	9	42	2	3	101
Lelystad	14	19	20	40	7	1	394
Deelen	5	6	7	52	18	10	203
Volkel	8	6	4	50	24	8	246
Eindhoven	9	4	0	47	33	7	177
Beek	17	9	1	34	30	10	173
Twente	9	8	4	58	19	2	116
Eelde	9	10	10	49	15	8	273
Leeuwarden	5	16	27	40	8	4	195



Tabel 5

Voor windsnelheid minder dan 5 knopen, verdeling van de uurvakken met  $z < 1000$  over de windrichting.  
(Procenten van het totaal aantal uurvakken met  $z < 1000$  en een windsnelheid  $< 5$  knopen).

Station	Windrichting							Totaal aantal uurvakken
	kalm + var.	10 t/m 60	70 t/m 120	130 t/m 180	190 t/m 240	250 t/m 300	310 t/m 360	
Goeree	4	14	7	21	11	14	29	28
Ypenburg	35	17	10	10	6	12	10	337
Rotterdam	36	17	7	5	10	13	12	384
Willemstad	31	14	10	12	12	10	11	213
Gilze-Rijen	42	14	4	9	11	12	8	360
Cabauw	14	18	7	18	18	11	14	615
Nieuwkoop	11	17	9	15	23	10	15	480
Schiphol 01 R	15	12	11	20	18	9	15	213
Schiphol 19 RW	15	14	11	19	11	11	19	233
Waveramstel	12	19	13	22	14	5	15	559
De Bilt	35	11	4	19	7	9	15	647
Soesterberg	45	14	3	21	7	5	5	233
Lelystad	1	12	30	26	18	7	6	212
Deelen	47	4	8	10	11	9	12	438
Volkel	41	12	4	6	12	13	12	377
Eindhoven	31	13	3	10	12	18	13	337
Beek	16	12	9	3	18	22	20	187
Twente	43	8	4	13	20	7	5	340
Eelde	15	10	16	14	22	17	6	317
Leeuwarden	24	7	11	15	23	11	9	271

#### 4.3 Instrumenteel en synoptisch zicht

Ten einde na te gaan in hoeverre de frequenties van optreden van bepaalde instrumentele zichten overeenkomen met die van de in de synop gerapporteerde zichten, worden in figuur 14 voor beide zichten deze frequenties voor het onderschrijven van de zichtgrenzen 1000, 500, 200 en 100 meter in de vorm van histogrammen gegeven. In figuur 14 zijn alleen de stations op vliegvelden beschouwd. Deze worden met hun stationsnummer gegeven.

In elk van de vier histogrammen staan voor elk station de frequenties van het synoptisch en het instrumenteel zicht steeds naast elkaar, waarbij de waarde voor het synoptisch zicht gearceerd wordt aangegeven.

In het algemeen is voor dezelfde zichtgrenswaarde de frequentie van optreden van het instrumentele zicht groter dan die van het zicht uit het weerbericht. De lagere frequenties die op de stations Twente (290) en Leeuwarden (270) gevonden worden, in het bijzonder voor zichtwaarden minder dan 500 meter, zijn het gevolg van het ontbreken van transmissometer-registraties over een basislijn van 75 meter gedurende mistperioden. Op het station Deelen (275), waar voor de zichtgrens 1000 meter een lagere frequentie van optreden gevonden wordt voor het instrumentele zicht, ontbreken er in mistperioden nogal wat transmissometer-registraties over een basislijn van 450 meter.

In situaties met beperkt zicht op civiele stations, wordt bij de bepaling van het zicht voor het weerbericht rekening gehouden met de aanwijzing van de transmissometer. Dit gebeurt niet op de militaire stations. In deze omstandigheden geven de militaire stations in het weerbericht een visueel geschatte zichtwaarde en de civiele stations een instrumenteel bepaalde zichtwaarde. Frequenties van optreden van bepaalde lage zichtwaarden op een militair station kunnen daarom niet worden vergeleken met frequenties van optreden van dezelfde zichtwaarden op een civiel station. Dit blijkt uit figuur 14, wanneer gelet wordt op de frequenties van optreden op stations met onderstreept

stationsnummer (civiele stations) en op stations zonder onderstreept stationsnummer (militaire stations). Bij zichtwaarden uit het weerbericht en voor de zichtgrenzen 100 en 200 meter wordt op de civiele stations een frequentie van optreden gevonden die lager is dan die op de militaire stations. Bij instrumentele zichtwaarden echter vinden we voor de zichtgrens 100 meter de op één na grootste frequentie van optreden op het civiele station Zestienhoven (344), en voor de zichtgrens 200 meter de grootste frequentie van optreden op het civiele station Eelde (280).

#### 4.4 Karakter van de mist

De uurvakken met  $z < 1000$  m werden, naar gelang de omstandigheden waarbij de mist werd waargenomen, ingedeeld in twee groepen, die advectionele mist en stralingsmist werden genoemd. De indeling van een bepaald uurvak op een bepaald station in een groep vond plaats aan de hand van de volgende informatie:

- a. lokale gegevens met betrekking tot de windsnelheid en bewolking (hoeveelheid, soort en wolkenbasis),
- b. zelfde gegevens als in a, maar dan voor nabijgelegen stations uit het zichtmeter-net,
- c. tijd van de dag dat de mist werd waargenomen,
- d. uitgestrektheid van het mistveld (horizontaal en indien mogelijk ook verticaal),
- e. karakter van de mist op andere stations van het zichtmeter-net.

De groep advectionele mist bevat over het algemeen uurvakken met een windsnelheid groter dan 4 knopen waarbij stratusbewolking werd waargenomen, in tegenstelling tot de groep stralingsmist, die hoofdzakelijk gevormd wordt door uurvakken met windsnelheid kleiner dan 5 knopen waarbij nagenoeg geen lage bewolking werd waargenomen.

Het resultaat van de verdeling van het totaal aantal uurvakken met  $z < 1000$  m over de twee groepen wordt voor alle stations en voor de zichtgrenzen 1000 en 100 meter gegeven in

figuur 15. Hierbij is de totale tijd in een bepaalde groep uitgedrukt in procenten van de totale tijd dat de betrokken zichtmeter bruikbare registraties had. Het gearceerde gedeelte van de totale frequentie van optreden, voor een bepaalde zichtgrens, heeft betrekking op de groep stralingsmist.

In figuur 15 is in beide histogrammen door middel van een continue lijn het frequentieniveau aangegeven, waarbij voor de beide groepen mist de frequenties van optreden gelijk zijn. Terwijl de bijdrage van de groep advectioneel mist tot de totale frequentie van optreden voor de zichtgrens 1000 m op de helft van het totaal aantal stations meer dan 50 % is, is voor de zichtgrens 100 m op slechts drie van de 20 stations deze bijdrage meer dan 50 %. De bijdrage van de stralingsmist tot de totale frequentie van optreden van de zeer lage zichtwaarden is belangrijk meer dan die van de advectioneel misten. Dit is in overeenstemming met het resultaat van het onderzoek genoemd in [4] voor wat betreft de stations Nieuwkoop en Waverdamstel, maar niet voor Schiphol.

Ten einde na te gaan of er onder de 20 stations ook plaatsen zijn waar bij voorkeur stralingsmist het eerst ontstaat, werd gedurende de periode gelegen tussen één uur vóór zonsopgang tot en met één uur na zonsopkomst gekeken waar stralingsmist het eerst werd waargenomen. Hierbij werd gebruik gemaakt van zowel instrumentele als visuele zichtwaarnemingen, d.w.z. in perioden waarbij de transmissometer onbruikbaar was werd naar het weerbericht gekeken. Het resultaat is afhankelijk van het gebied dat bekeken wordt; dit blijkt uit tabel 6. In deze tabel geven de getallen, op een totaal van 365 "nachten" die werden beschouwd, het aantal "nachten" dat op het betreffende station stralingsmist voorkwam (kolom 2) en het aantal "nachten" dat op het betreffende station het eerst stralingsmist werd waargenomen (kolommen 3 tot en met 5).

Op het station Cabauw wordt steeds het grootste aantal "nachten" gevonden. Ook heeft dit station voor stralingsmist

Tabel 6

"Nachten" met stralingsmist en "nachten" met de eerste meldingen van stralingsmist.

Station	Stralingsmist totaal nachten	Aantal nachten met eerste meldingen		
		gebied = 20 stations	gebied = 15 stations	gebied = 10 stations
Goeree	2	0		
Beek	29	2		
Twente	47	12		
Eelde	53	18		
Leeuwarden	46	13		
Lelystad	34	4		
Soesterberg	45	6	6	
De Bilt	65	16	18	20
Deelen	59	16	21	24
Volkel	60	11	13	17
Eindhoven	39	3	3	
Gilze-Rijen	59	8	8	
Willemstad	33	4	6	
Zestienhoven	52	5	7	8
Ypemburg	54	9	12	13
Cabauw	71	23	34	37
Nieuwkoop	58	16	20	23
Waveramstel	58	6	10	12
Schiphol 19 RW	33	0	3	4
Schiphol 01 R	34	0	1	1

de hoogste frequentie van optreden, wat te zien is in figuur 15. Dat stralingsmist op het station Cabauw vaker en langer wordt waargenomen, kan worden toegeschreven aan de lage hoogte waarop gemeten wordt. Immers, stralingsmist wordt het eerst gevormd vlak boven het aardoppervlak en aangezien op het station Cabauw de meethoogte van de zichtmeter 1 meter is, in tegenstelling tot een algemene meethoogte van 2 meter op de andere stations, wordt in vergelijking met de andere stations op dit station de stralingsmist vroeger, vaker en ook langer waargenomen.

Uit tabel 6 volgt ook dat stralingsmist op Schiphol eerst wordt waargenomen nadat zich elders al stralingsmist heeft gevormd. Op dit verschijnsel werd reeds door Den Tonkelaar [1] gewezen.

#### 4.5 Dagelijkse gang van de mist

Bij het bepalen van de dagelijkse gang van de mist werd naast de uurvakken met  $z < 1000$  m ook rekening gehouden met die uurvakken waarbij geen instrumenteel zicht  $< 1000$  m werd waargenomen, maar waarbij wel mist werd gerapporteerd in het weerbericht. De dagelijkse gang van de mist werd dus gebaseerd op het aantal uurvakken met mist en niet op de werkelijke duur van de mist.

Figuur 16 geeft de frequentie van mist op basis van uurvakken. Vergelijking van deze figuur met figuur 3, die de frequentie van  $z < 1000$  geeft, laat zien dat op alle stations de frequentie van mist, op basis van uurvakken, groter is dan die op basis van de werkelijke duur. De toename bedraagt maximaal ongeveer 4 %.

De figuren 17 tot en met 24 geven samen de dagelijkse gang van de mist. Hierbij wordt in elk van deze figuren, voor een tijdvak van drie uren, de frequentie van mist gegeven. De maximale frequentie van mist in elk van de figuren wordt aangegeven door op het betreffende station de frequentie te omcirkelen. Deze frequentie wordt tussen 5 en 11 uur gevonden te Deelen,

tussen 11 en 17 uur te Lelystad, tussen 17 en 20 en tussen 2 en 5 uur te De Bilt en tussen 20 en 2 uur te Cabauw. De minimale frequentie van mist komt tussen 11 en 14 uur voor te Willemstad, tussen 14 en 17 uur te Ypenburg en tussen 17 en 11 uur te Goeree.

#### 4.6 Uitgestrektheid van de mist

De uitgestrektheid van mist over Nederland kan worden bekeken met de mistwaarnemingen op de 20 stations, door in de uurvakken dat op een bepaald station A mist voorkwam te kijken waar op de andere 19 stations ook mist optrad. Als het gevonden totale aantal uurvakken op elk van de 19 stations wordt aangegeven als een percentage van het totale aantal uurvakken met mist op het station A, geven de aldus bepaalde getallen een beeld van de uitgestrektheid van de mist rond het station A.

In tabel 7 wordt het aantal uurvakken met mist op elk van de 20 stations gegeven als percentage van het totaal aantal uurvakken met mist op het gekozen station. Van dit station is zowel het totaal aantal uurvakken met mist als de frequentie van het voorkomen van mist vermeld.

De getallen van een bepaald gekozen station in tabel 7 kunnen in een figuur gepresenteerd worden. Ter illustratie wordt dit voor een aantal stations gegeven in de figuren 25 tot en met 28. In de figuren is een afgesloten gebied gevormd door de stations Goeree, Leeuwarden, Eelde, Twente, Beek en Goeree in de gegeven volgorde te verbinden. In dit gebied is op grond van de gegevens de ligging van de 50-procent frequentie bepaald en in de figuren aangegeven door de gestreepte kromme.

In de figuren komen stations voor, die een percentage opleveren dat lager uitkomt dan op grond van de aanwezige verdeling mag worden verwacht. Zo zijn, door het ontbreken van een noemenswaardig aantal uren transmissometer-registraties in perioden met mist, de frequenties op de stations Nieuwkoop en Soesterberg in een aantal figuren te laag, wat tot uiting komt in de loop van de gestreepte kromme.

Tabel 7

Frequenties met mist op de stations in uurvakken met mist op een bepaald station.

Station A		Mistfrequentie op de stations in procenten van het totaal aantal uurvakken met mist op station A																				
	Aantal uurvakken met mist	Mistfrequentie-promillen																				
	Goeree	142	100	56	57	44	41	47	47	45	50	59	57	47	51	55	35	33	34	18	17	34
Ypenburg	496	16	100	64	38	50	73	66	70	42	47	63	66	49	40	50	49	38	19	31	42	40
Rotterdam	578	66	56	100	37	57	81	73	74	50	53	64	73	55	42	56	56	44	22	39	40	39
Willemstad	328	37	58	65	100	73	76	64	67	46	48	64	70	58	43	60	70	55	29	33	39	37
Gilze-Rijen	732	84	34	45	32	100	64	47	47	31	36	47	57	46	37	55	64	59	28	38	29	28
Cabauw	840	96	43	56	30	56	100	59	40	40	44	59	72	50	37	54	55	42	19	39	35	34
Nieuwkoop	645	78	48	60	27	49	77	100	48	48	49	74	68	52	40	54	51	39	18	42	38	39
Schiphol 01 R	419	48	50	68	36	54	81	80	100	85	85	79	83	68	66	63	60	41	18	41	47	51
Schiphol 19 RW	466	53	50	65	33	57	79	74	76	100	74	74	76	63	65	60	58	42	20	38	44	50
Waveramstel	673	78	47	54	31	51	74	76	49	51	100	100	72	55	48	54	54	38	17	40	43	42
De Bilt	841	96	39	50	27	50	72	58	41	42	58	58	100	59	41	62	56	39	18	42	37	33
Soesterberg	602	69	41	51	31	56	70	60	47	49	62	62	83	100	56	73	60	43	19	49	40	38
Lelystad	601	69	33	40	24	45	52	47	46	51	53	53	58	56	100	57	48	32	15	40	42	45
Deelen	828	95	30	38	24	49	55	45	32	34	44	44	63	53	41	100	59	45	19	49	31	30
Volkel	776	89	31	41	29	60	60	47	32	35	47	47	61	47	37	63	100	58	27	44	29	29
Eindhoven	577	66	33	43	31	74	61	46	29	34	44	44	57	44	34	64	78	100	40	44	26	22
Beek	373	43	25	33	25	55	43	32	21	25	31	31	40	31	25	42	56	61	100	29	14	15
Twente	602	69	26	37	18	45	54	46	28	29	45	45	58	49	40	67	57	42	18	100	35	32
Eelde	602	69	35	38	21	36	49	43	33	34	48	48	52	40	41	42	38	25	9	35	100	59
Leeuwarden	582	66	34	38	21	35	49	46	37	40	48	48	48	39	46	42	38	22	10	34	61	100



Vergelijken we stations met een ononderbroken zichtmeterregistratie, dan valt er waar te nemen dat het gebied met een frequentie groter dan 50 procent afneemt naarmate het totaal aantal uurvakken van het gekozen station toeneemt. Dit blijkt duidelijk uit de figuren 27 (Schiphol 01 R) en 28 (Cabauw). De 50-procent lijn in figuur 27 komt neer op ongeveer 210 uurvakken met mist; dit aantal uurvakken komt in figuur 28 overeen met de 25-procent lijn. Het gebied binnen de 25-procent lijn omvat in figuur 28 nagenoeg heel Nederland.

Elk van de figuren 25 tot en met 28 geven afzonderlijk bekeken inderdaad een beeld van de uitgestrektheid van de mist; het rechtstreeks onderling vergelijken van de figuren is niet mogelijk, omdat het totaal aantal uurvakken van figuur tot figuur verschillend is.

De uitgestrektheid van mist is afhankelijk van de tijd van de dag. Dit is te zien in de figuren 29, 30 en 31, die de dagelijkse gang geven van het voorkomen van mist op minstens 1, 2, 4, 8, 12 en 16 van de 20 stations. Figuur 29 heeft betrekking op de waarnemingen van mist gedurende het hele jaar, figuur 30 op die verricht in de maanden september tot en met februari (winterhalfjaar) en figuur 31 op de waarnemingen verricht in de maanden maart tot en met augustus (zomerhalfjaar).

De kans dat er ergens in het land tussen 3 en 4 uur mist aanwezig is, bedraagt ongeveer 49 procent in het zomerhalfjaar, 35 procent in het winterhalfjaar en 40 procent over het hele jaar. De kans om tussen 15 en 16 uur ergens in het land mist aan te treffen, is respectievelijk 8, 15 en 11 procent.

De kans dat grote delen van het land midden op de dag met mist bedekt zijn, is slechts in het winterhalfjaar aanwezig. De kans om tussen 11 en 12 uur op minstens 10 van de 20 stations mist aan te treffen, is in het zomerhalfjaar nihil en in het winterhalfjaar ongeveer 3 procent.

## 5. Conclusies

Bij het vergelijken van instrumentele zichtwaarden blijkt, dat op de militaire stations de frequenties van optreden van zichtwaarden minder dan 500 meter lager zijn dan die op de civiele stations (zie figuren 9A en 9B). De kortere duur van lage zichtwaarden op de militaire stations is het gevolg van het niet goed op elkaar afgesteld zijn van de twee mogelijkheden tot registratie, die de zichtmeter heeft. De tijd dat de zichtmeter registreert over een basislijn van 75 meter is, gelet op de registratie over een basislijn van 450 meter, te kort.

In mistomstandigheden zijn zichtwaarden uit de weerberichten van vliegvelden slechts goed onderling vergelijkbaar, als de stations op de beschouwde vliegvelden alle militaire of alle civiele stations zijn. Bij het bepalen van het zicht in het weerbericht wordt in deze omstandigheden op de civiele stations, in tegenstelling tot de militaire stations, voortdurend rekening gehouden met de aanwijzing van de zichtmeters. De civiele stations rapporteren dan een instrumenteel zicht en de militaire stations een visueel zicht; bij eenzelfde zichtwaarde in het weerbericht kan de toestand van het zicht op de beide groepen stations toch verschillend zijn (zie figuur 14).

Bij het vergelijken van synoptische en instrumentele zichtwaarden op de stations (zie figuur 14) neemt over het algemeen de duur van het onderschrijden van bepaalde zichtgrenzen toe, wanneer gekozen zou worden voor instrumentele zichtwaarden. Dit gaat slechts op als ook in nachtelijke uren het zicht gegeven wordt op basis van de contrast-drempelwaarde 0,05. In de nacht wordt het zicht echter bepaald met behulp van lichtbronnen; voor reële zichtwaarden zal de drempelwaarde dan ook moeten worden aangepast. In het geval echter dat slechts de doorlaatbaarheid van de atmosfeer van belang is, kan ook in de nacht worden volstaan met de gekozen waarde van 0,05.

Het vervaardigen van zichtstatistieken betreffende de lage zichtwaarden, met als doel onderlinge vergelijkbaarheid van de stations, is op grond van zichtmeterregistraties slechts zinvol en aan te bevelen als voldaan wordt aan een aantal voorwaarden:

1. De zichtmeters moeten ongeveer dezelfde basislijn hebben, om ongeveer met dezelfde nauwkeurigheid werkzaam te kunnen zijn in een bepaald zichtgebied. Bij een zichtgebied van 50 tot 100 meter en een afleesmogelijkheid tot één procent in de registratie, volgt uit de vergelijkingen (3) tot en met (6) dat voor de basislijn L moet gelden:  
 $\approx 20 \text{ meter} < L < \approx 80 \text{ meter}.$
2. De zichtmeters moeten bij voorkeur dezelfde wijze van registratie hebben. Hierdoor worden de grenzen van het gemeenschappelijk zichtgebied en de nauwkeurigheid in dit gebied voor alle zichtmeters meer uniform.
3. De zichtmeters moeten periodiek geijkt kunnen worden met behulp van filters, vooral wanneer de registratie niet de mogelijkheid bevat op te lopen tot aanwijzingen bij zeer goed zicht, de zogenaamde 100-procent aanwijzing.
4. Voldoende waarborgen voor de betrouwbaarheid van de registraties door regelmatige controle op de aanwijzing van de zichtmeters.

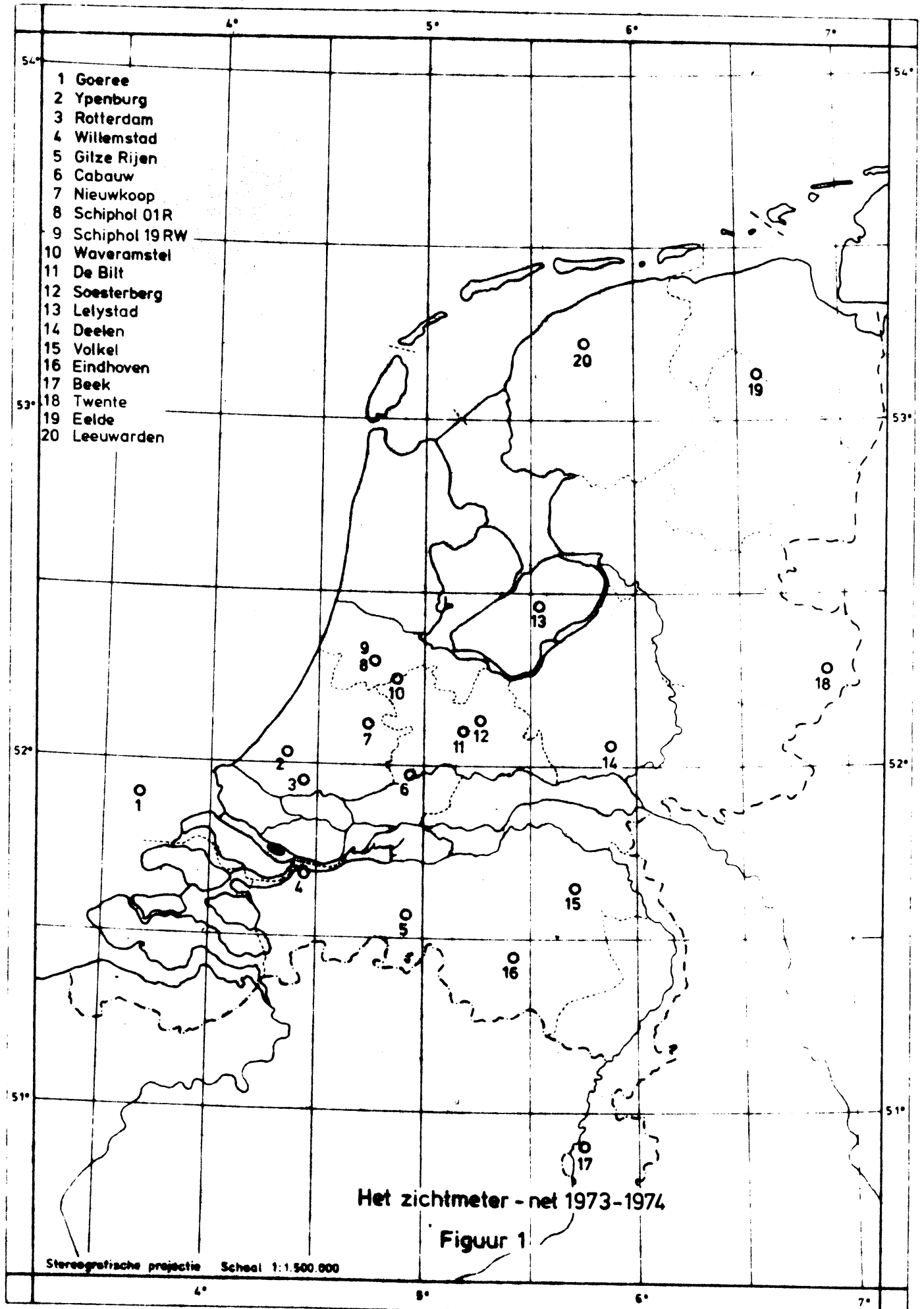
#### Dankbetuiging

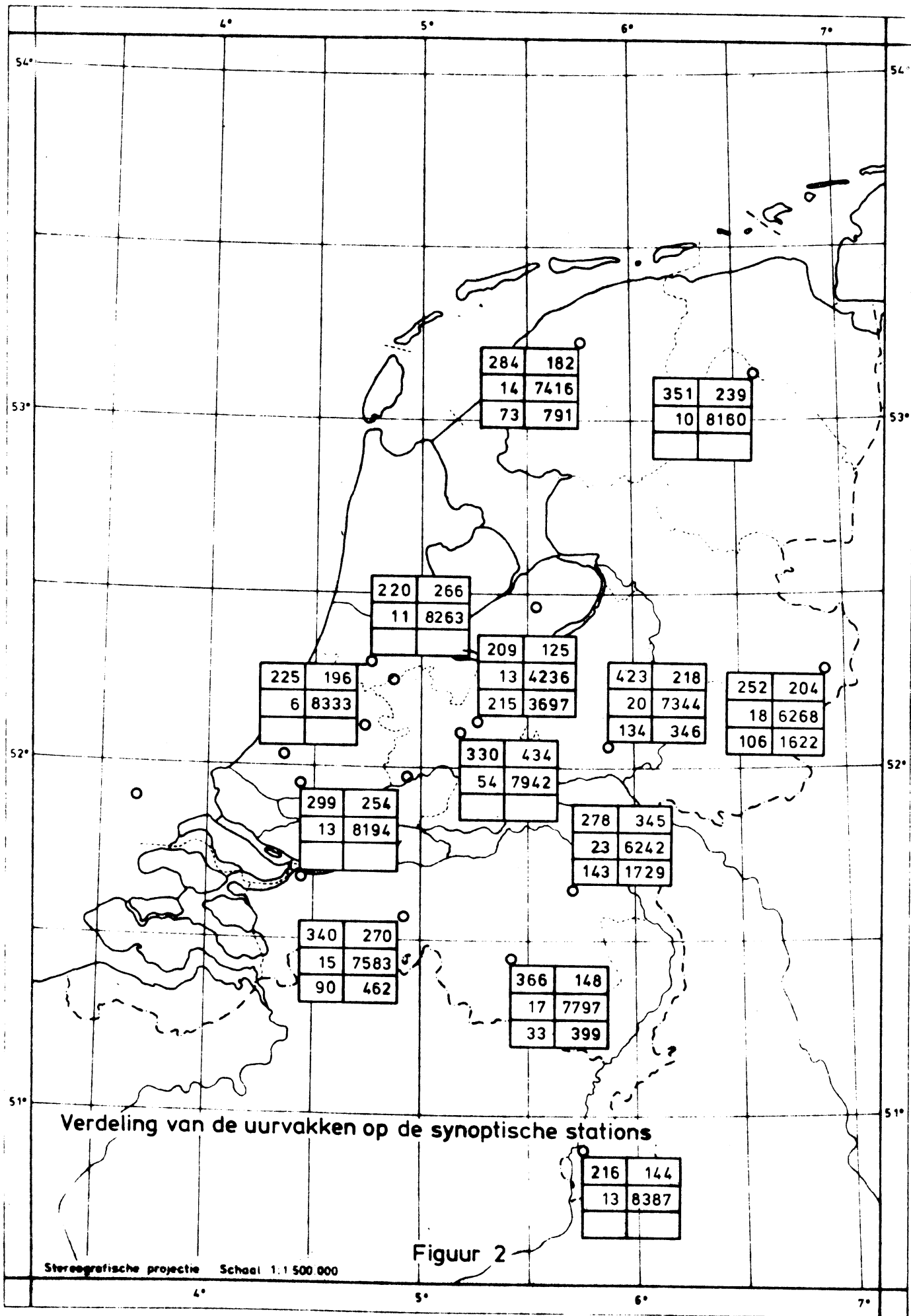
De instrumentele zichtgegevens, die in dit rapport zijn bewerkt, werden door medewerkers van de assistentie-groep B van de Afdeling Meteorologisch Onderzoek verzameld en op ponsband vastgelegd. Dank is verschuldigd aan deze medewerkers, in het bijzonder de heer R.J. Slikker.

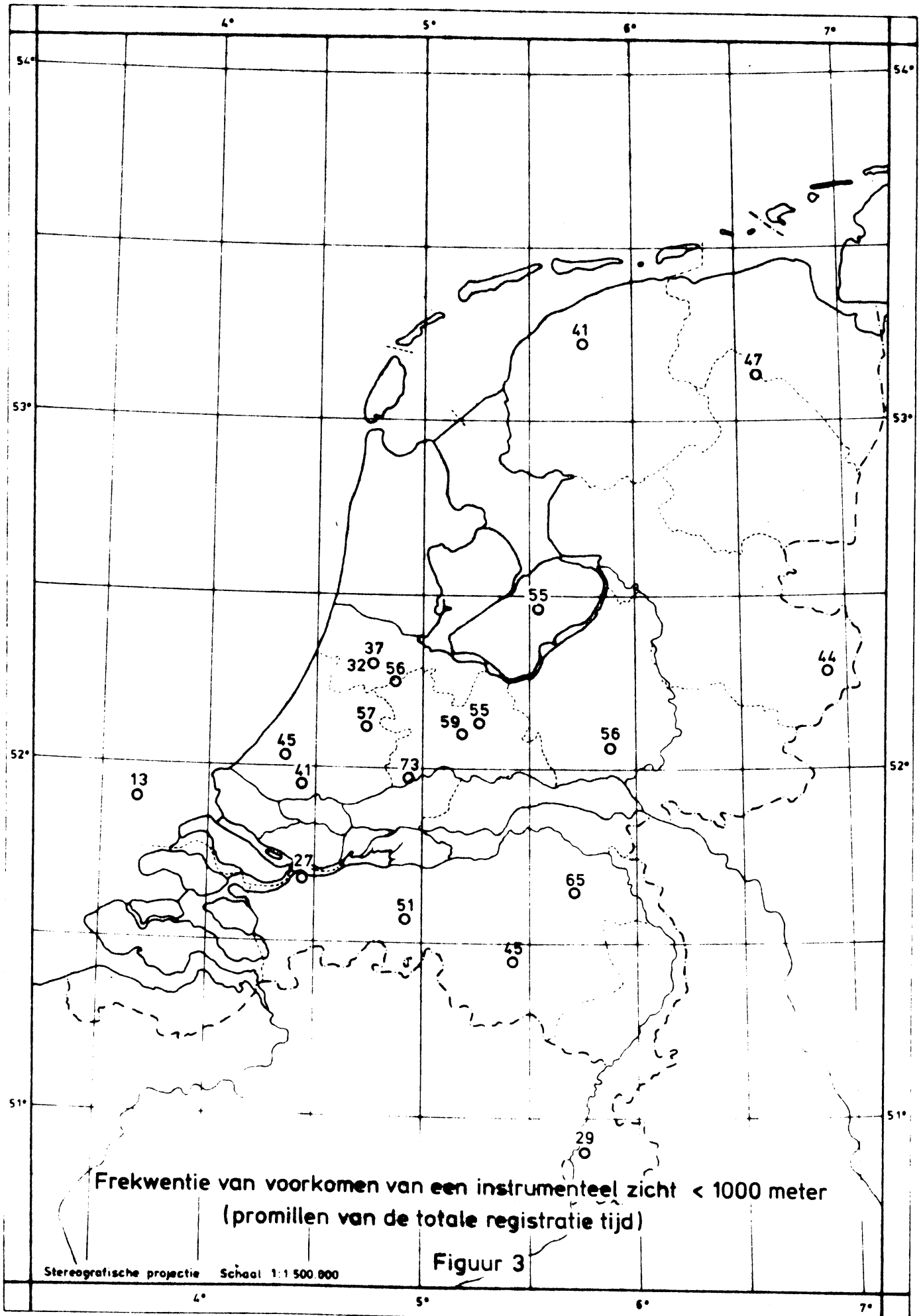
De synoptische gegevens, die bij het onderzoek gebruikt zijn, werden door de heer A.C. Patist van de Afdeling Machinale Bewerking Waarnemingen aan de ponsband toegevoegd. Hiervoor en tevens voor zijn adviezen bij het programmeren van de bewerkingen wordt dank gebracht.

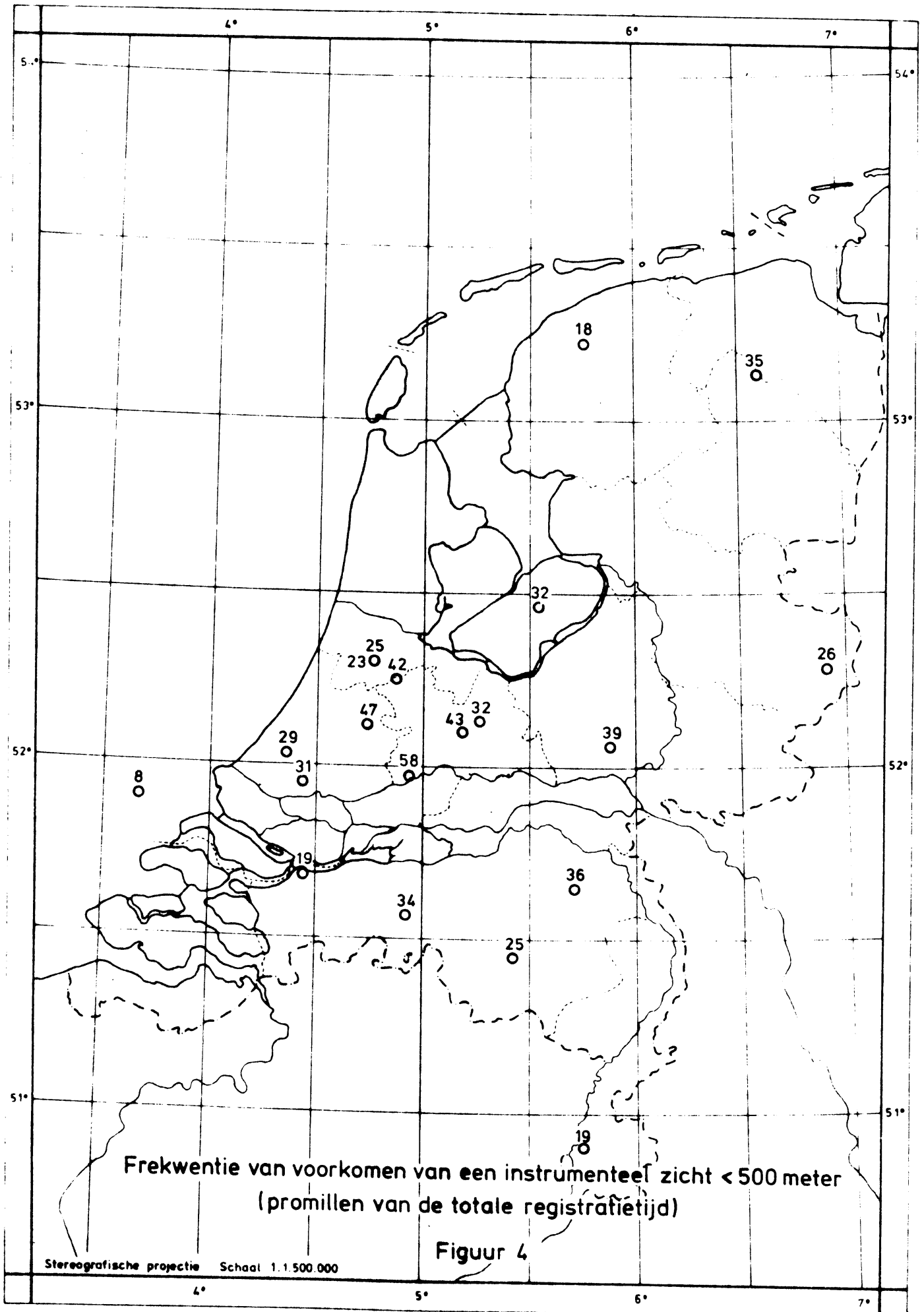
Literatuur

- [1] Den Tonkelaar, J.F. De afnemning van de frequentie van de stralingsmist in Schiphol gedurende het tijdvak 1 januari 1949 t/m 31 december 1959. Suggesties voor een mogelijke oorzaak. V-78, 1960.
- [2] Van der Made, J.W. Mist. Statistisch onderzoek naar de verschijningsvorm en mate van voorkomen. Intern rapport Rijkswaterstaat Directie Waterhuishouding en Waterbeweging, Hydrologische Afdeling, 1963.
- [3] Bakker, A.C. Slecht zicht in het Deltagebied. V-152, 1964.
- [4] Cannemeijer, F. en Stalenhoef, A.H.C. Occurrence and advection of fog at Amsterdam/Airport (Schiphol). WR 77-12, 1977.

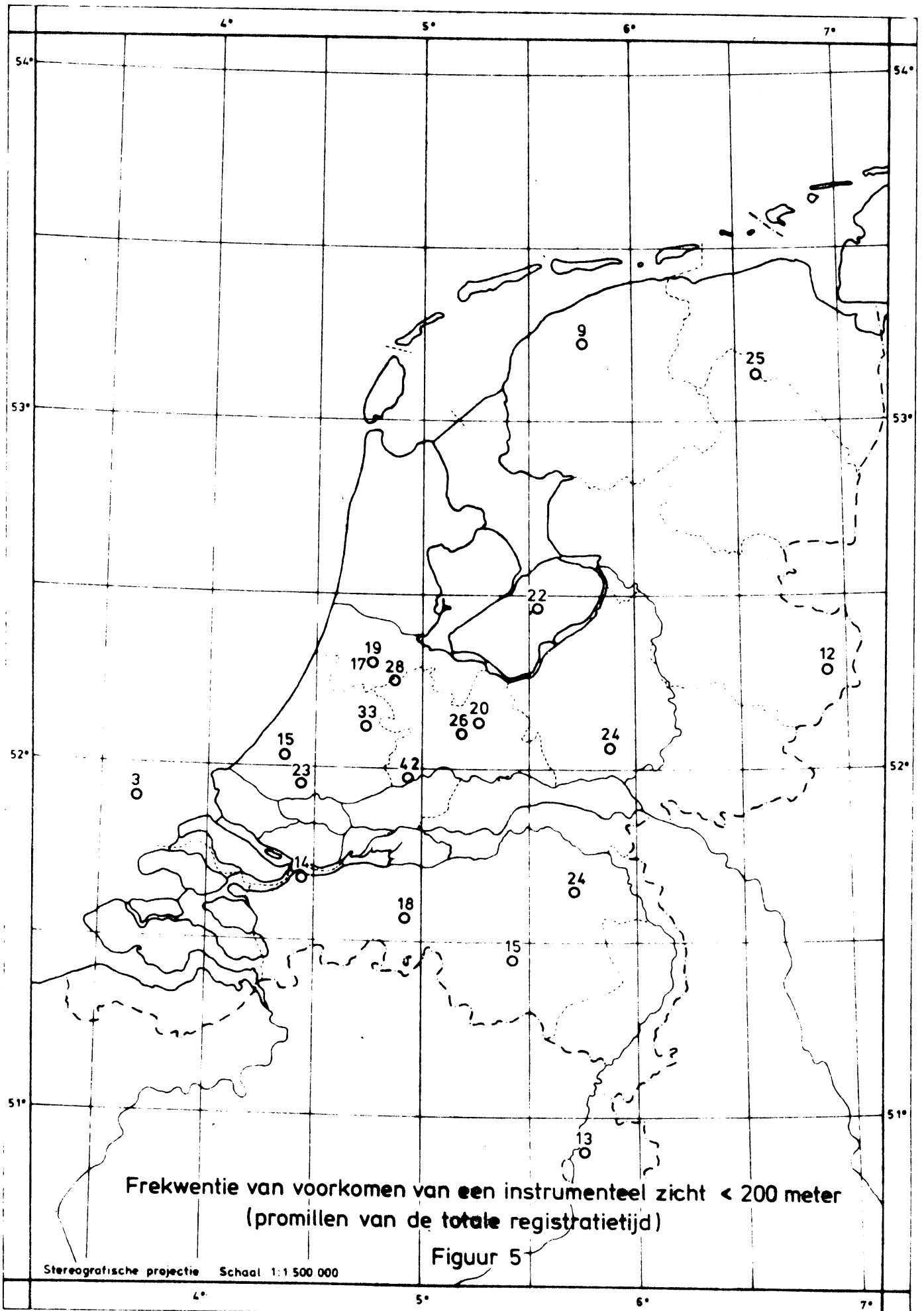


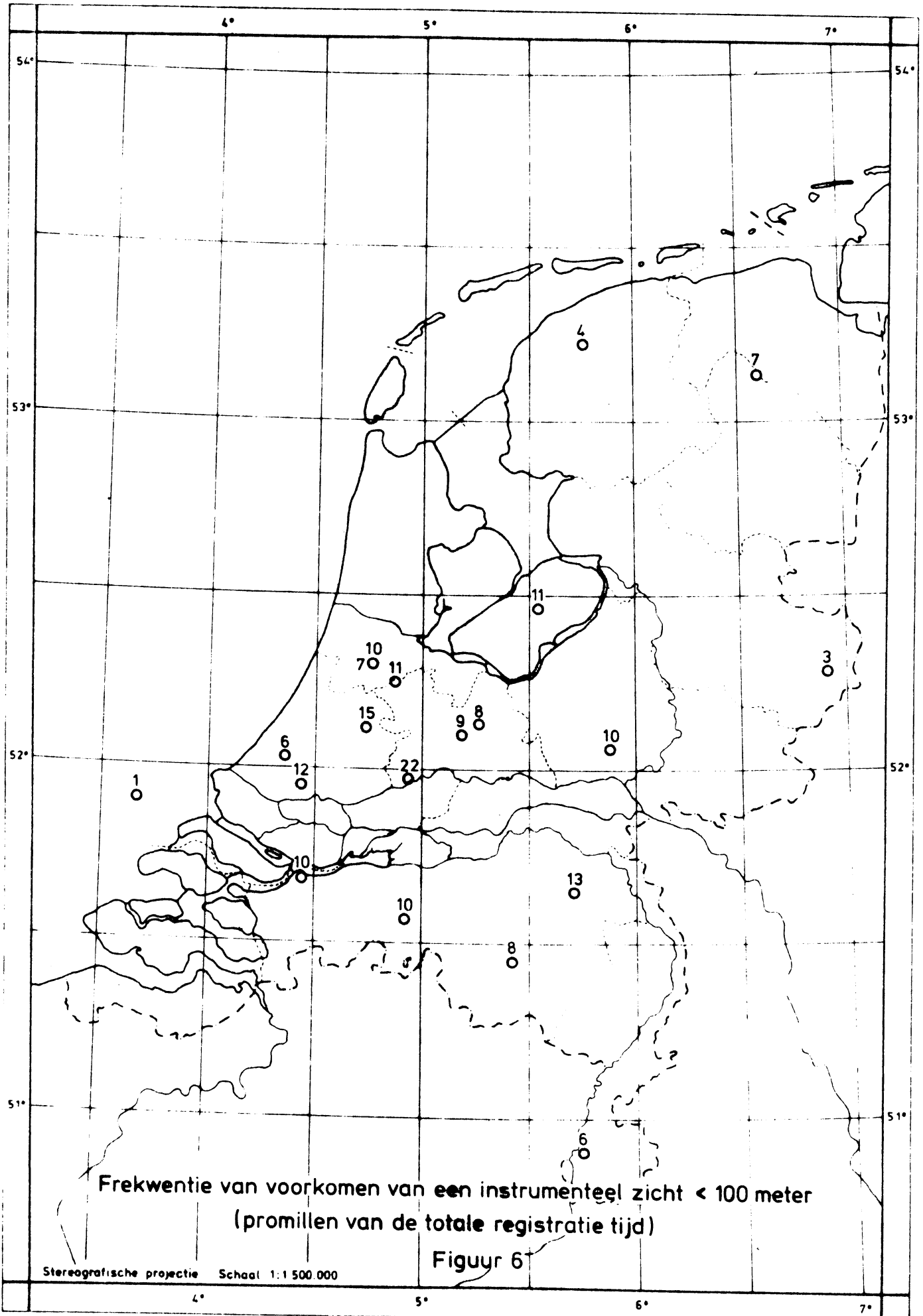


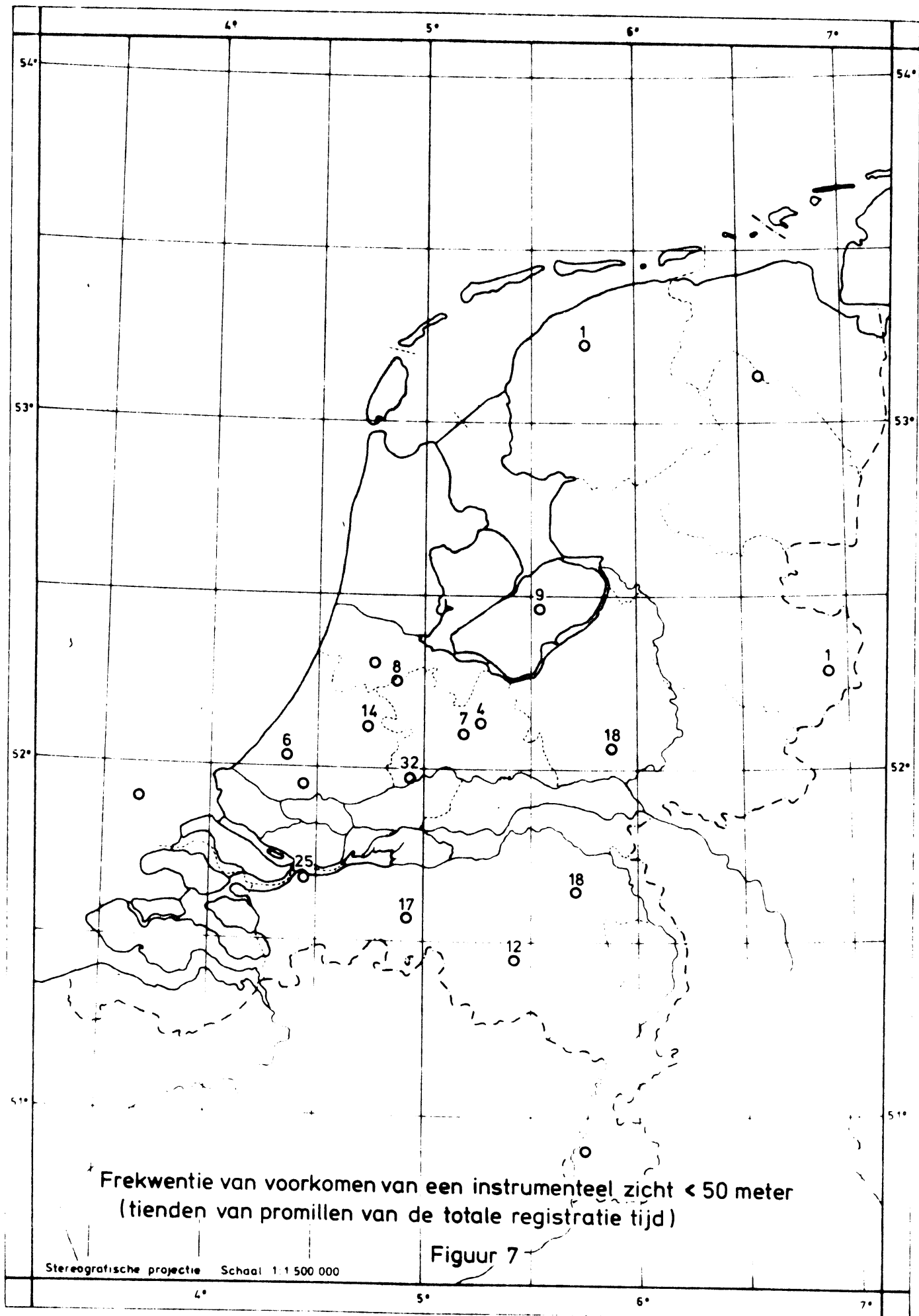


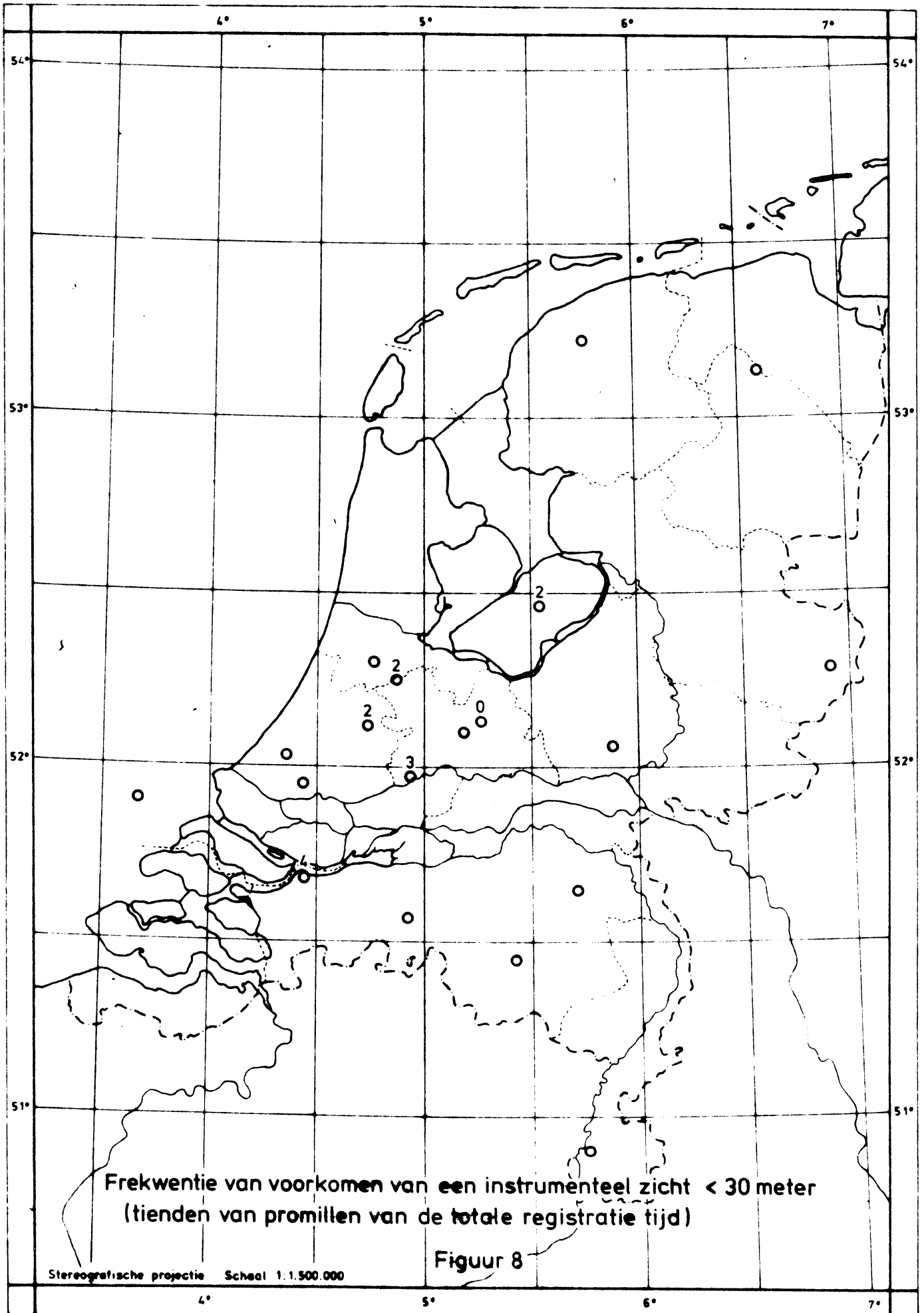


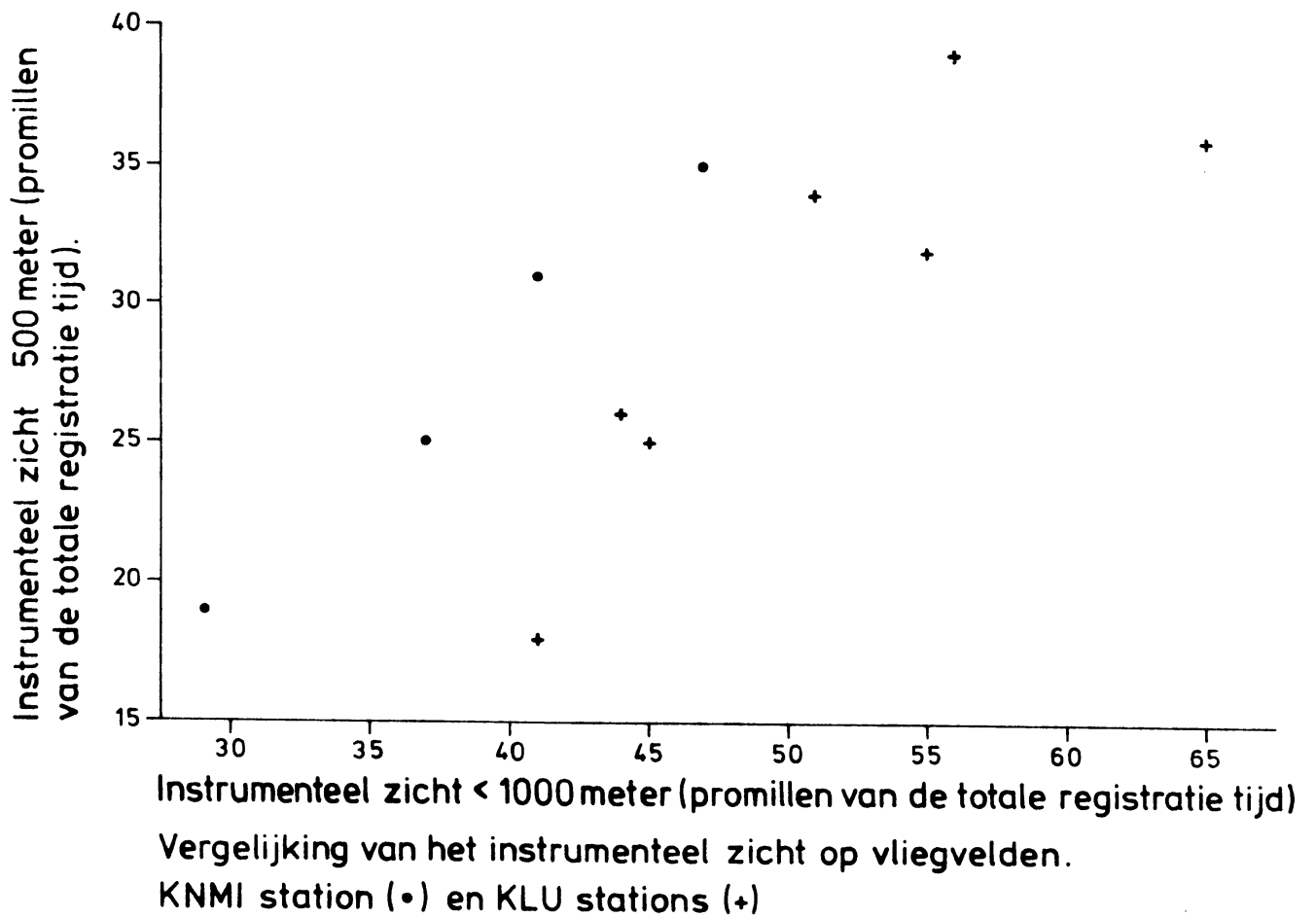
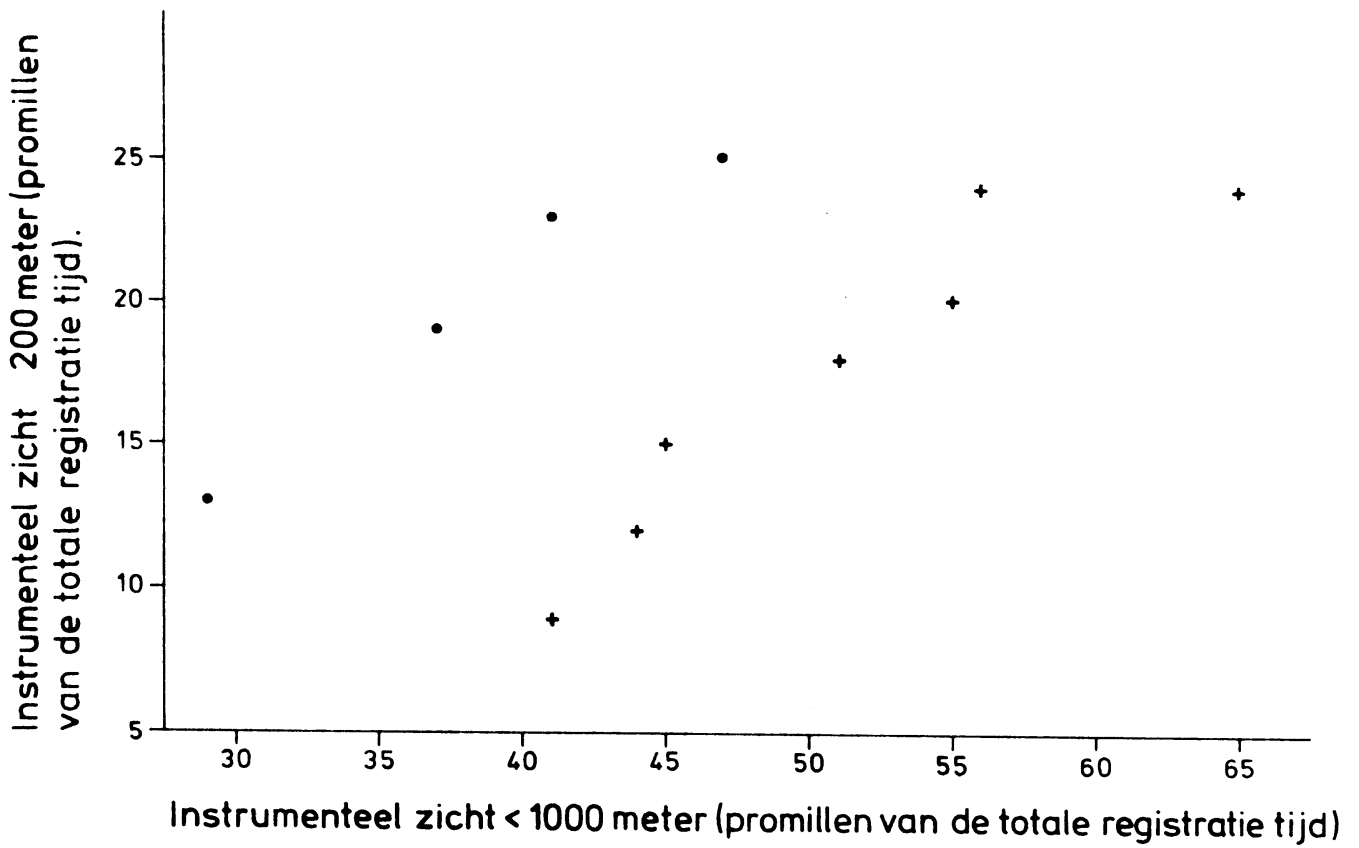




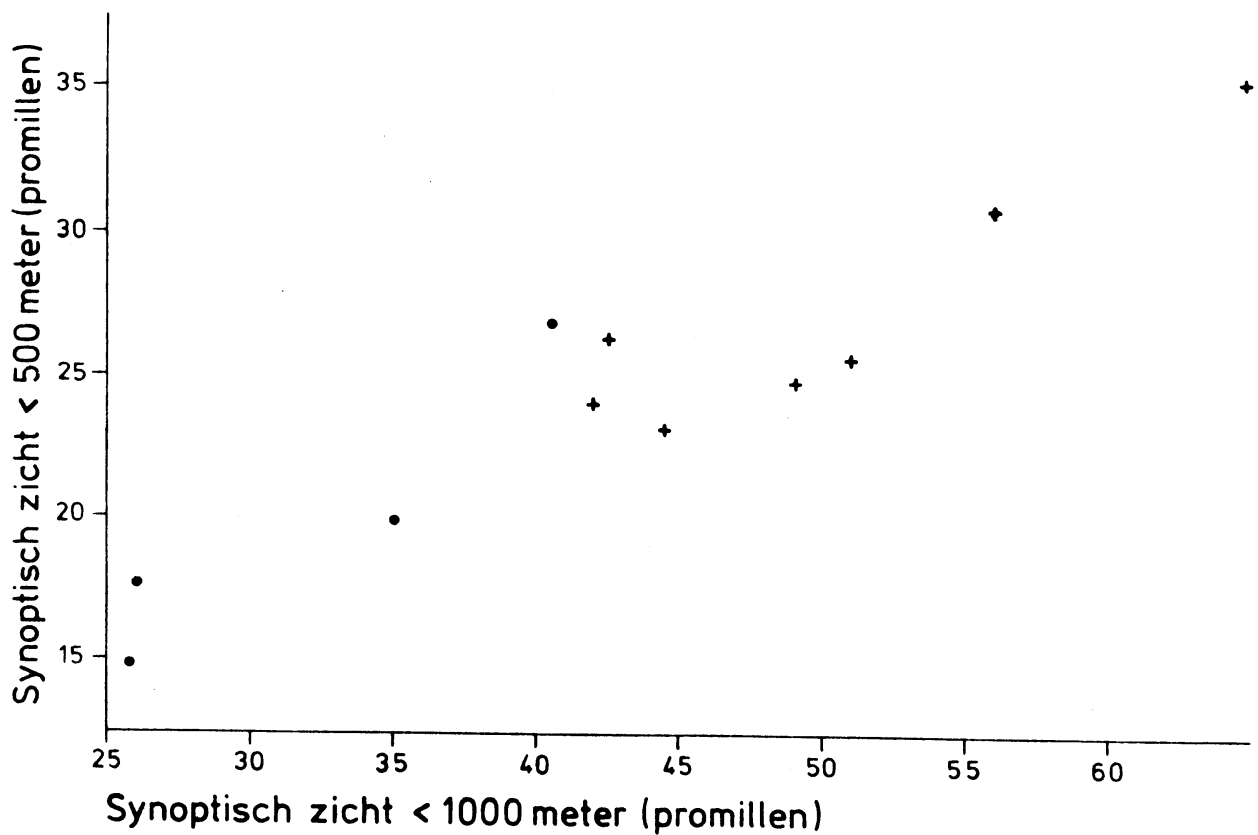
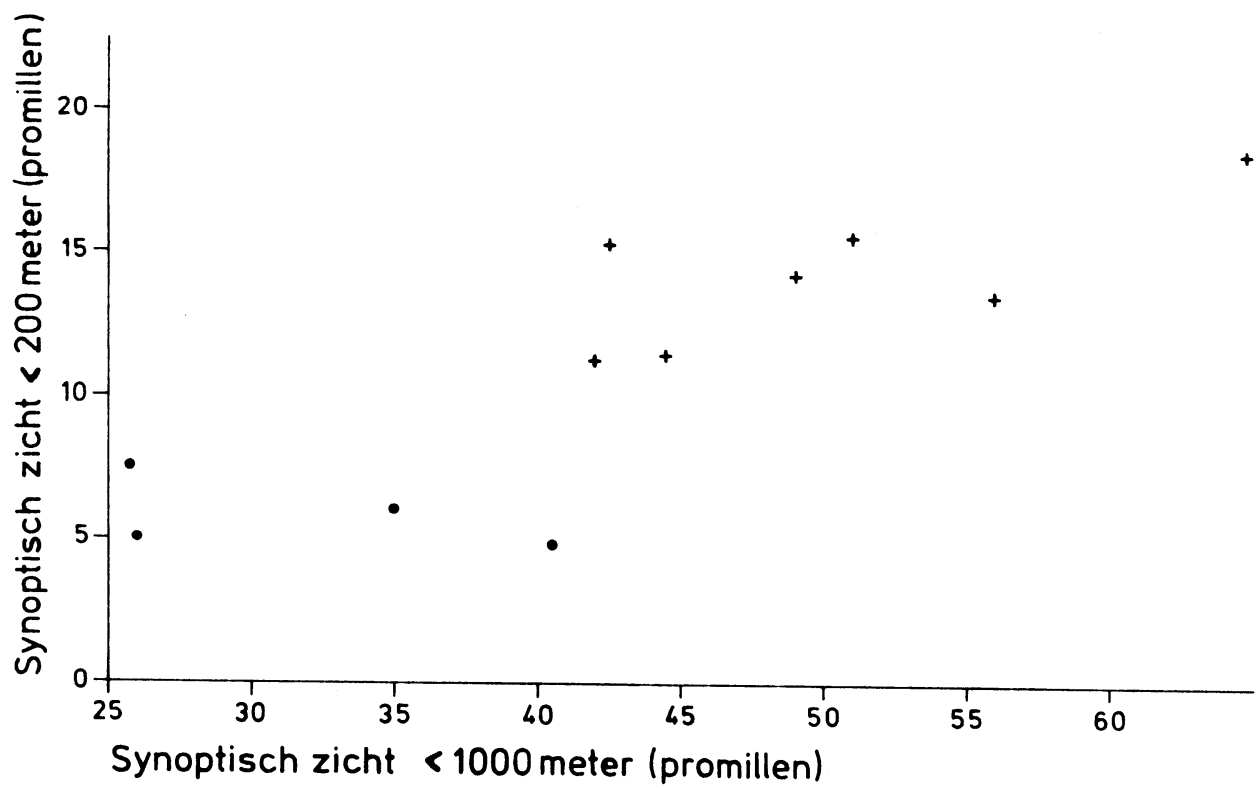






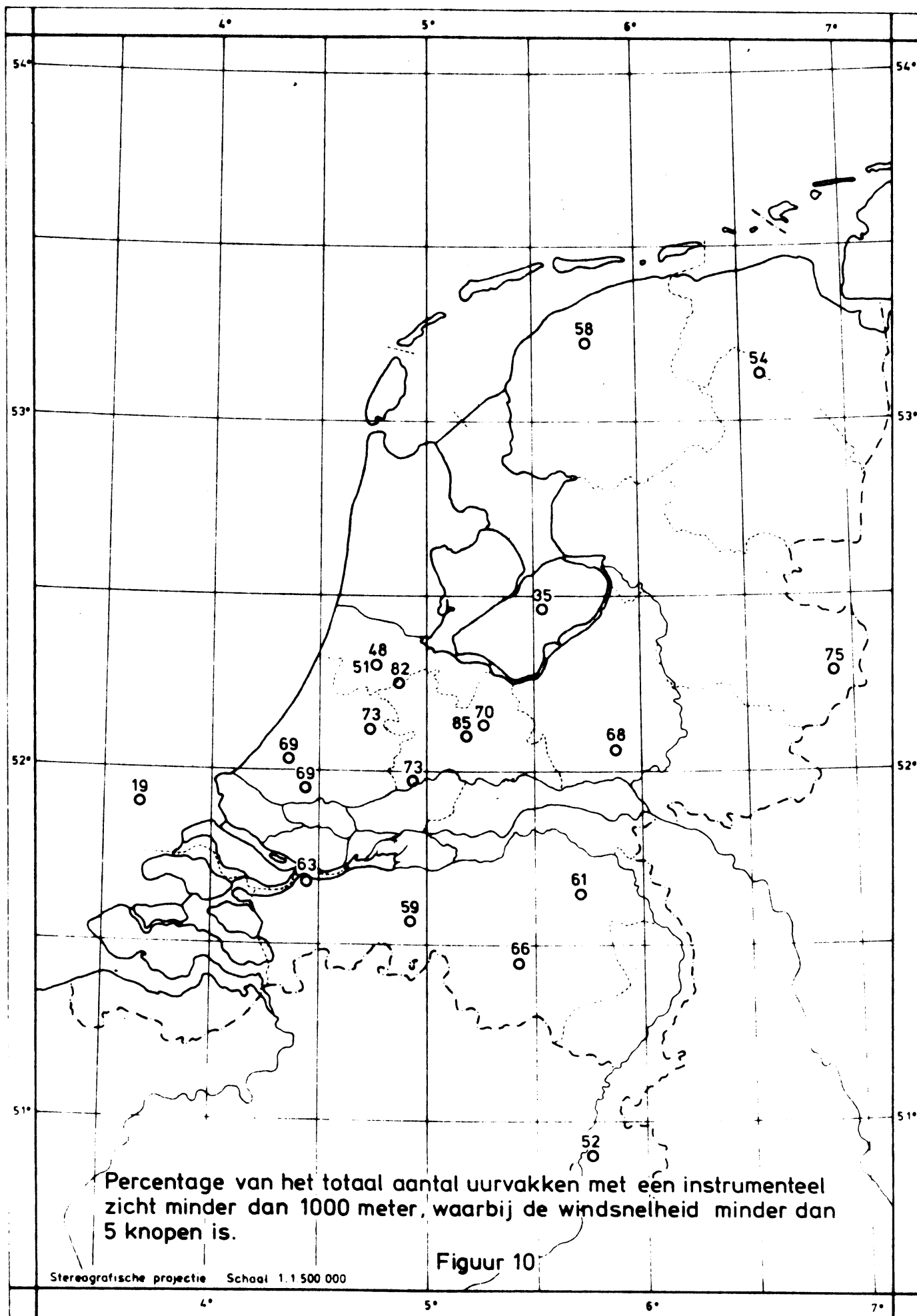


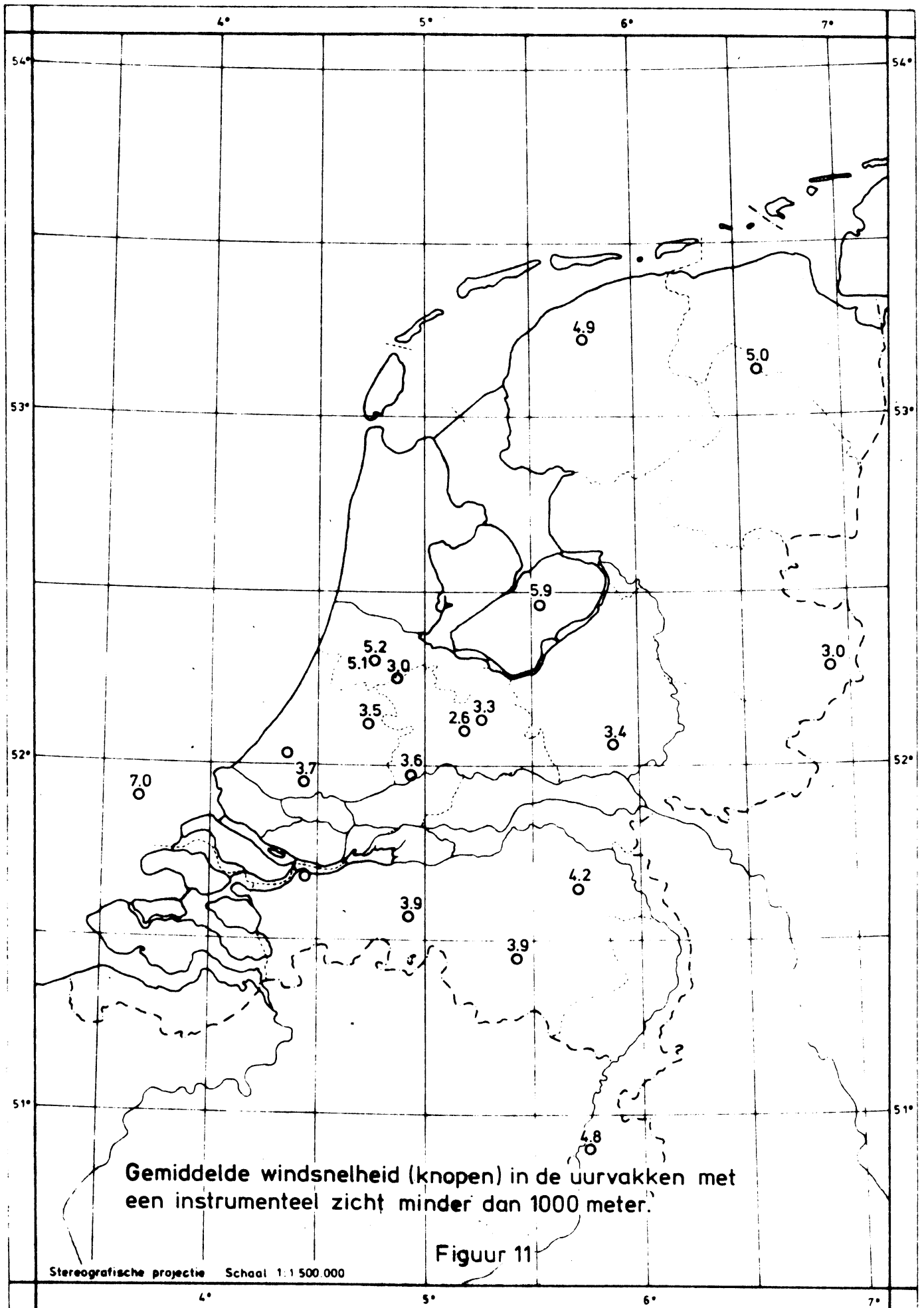
Figuur 9a



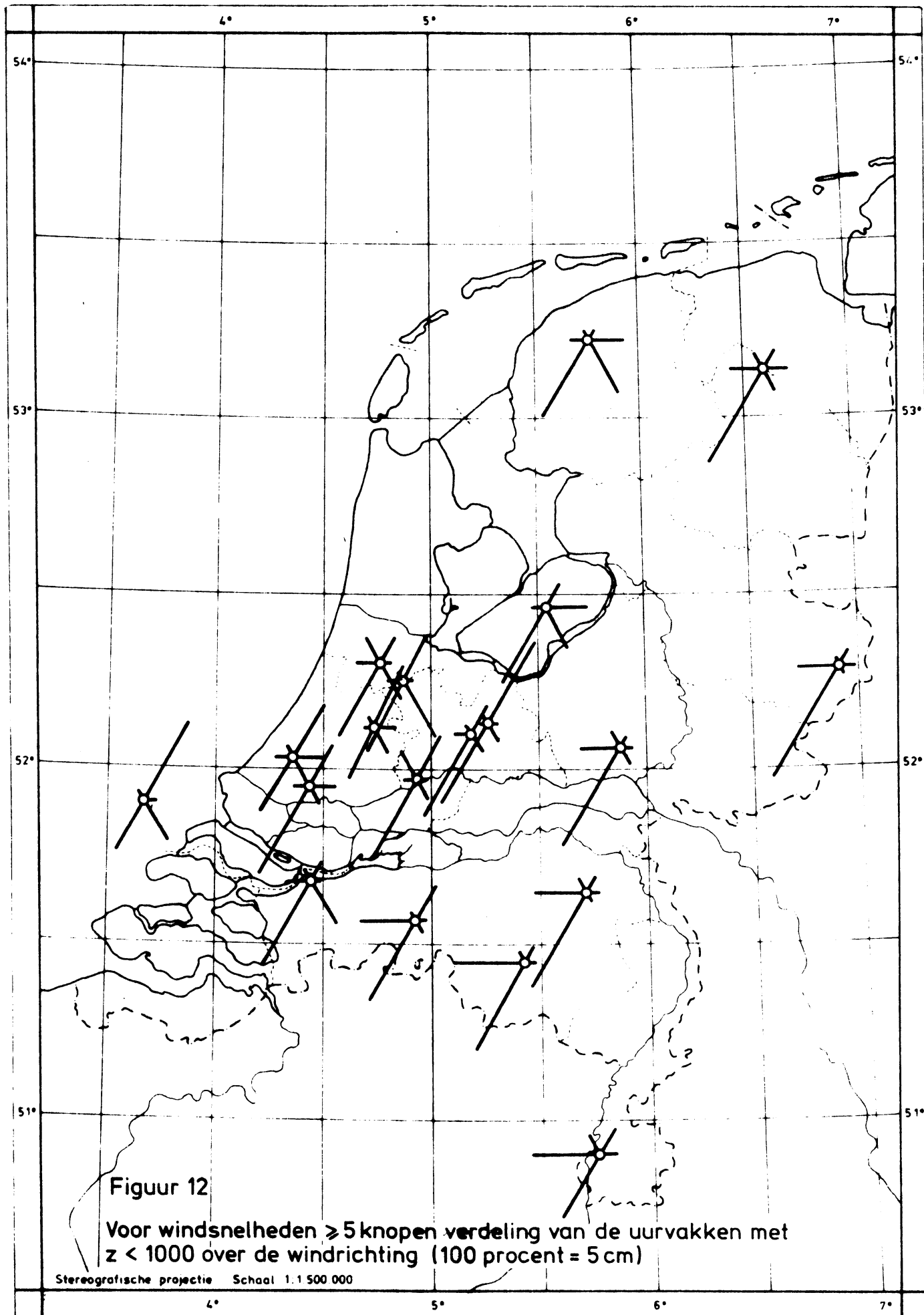
Vergelijking van het synoptisch zicht op vliegvelden.  
 KNMI stations (•) en KLU stations (+)

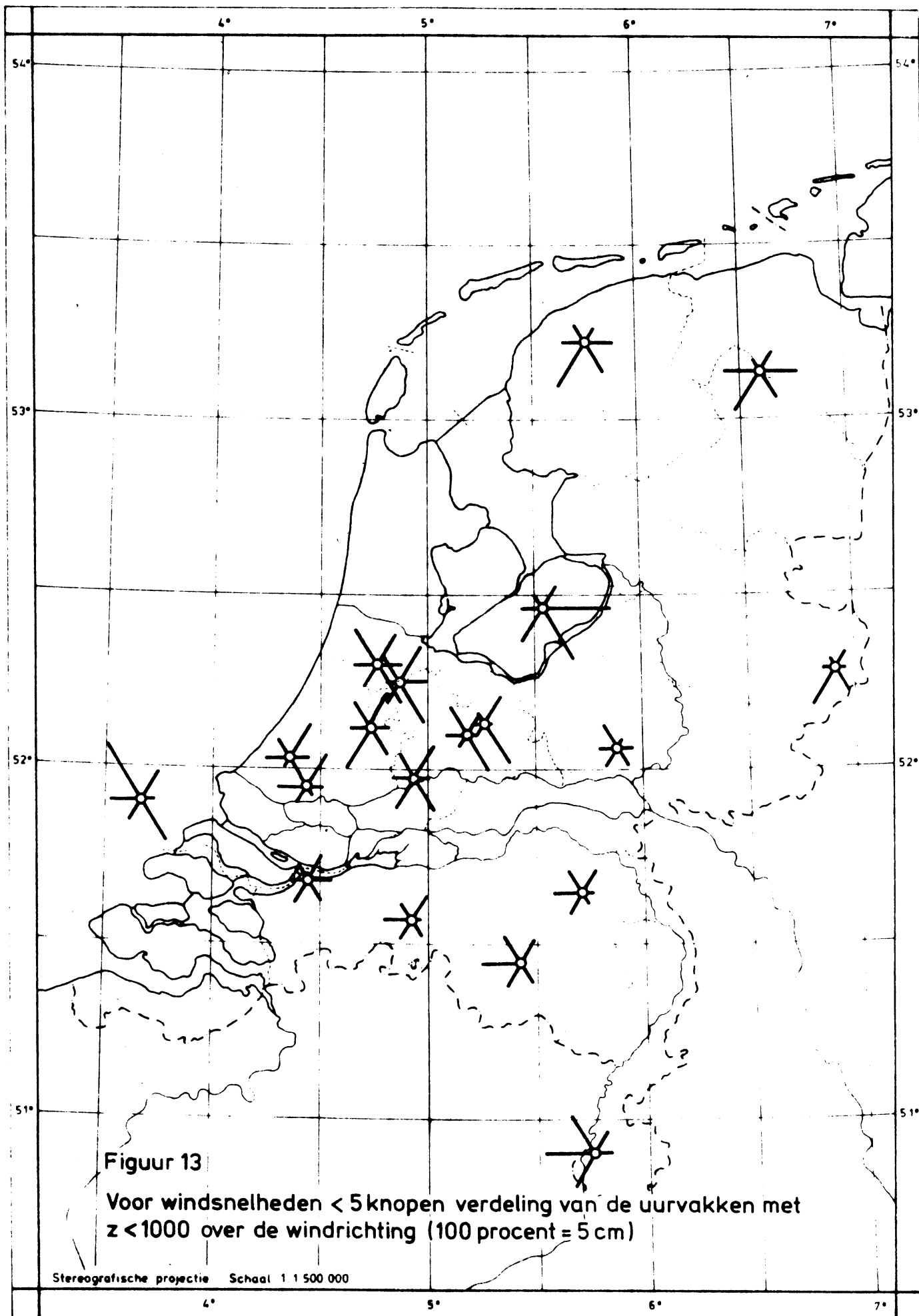
Figuur 9 b

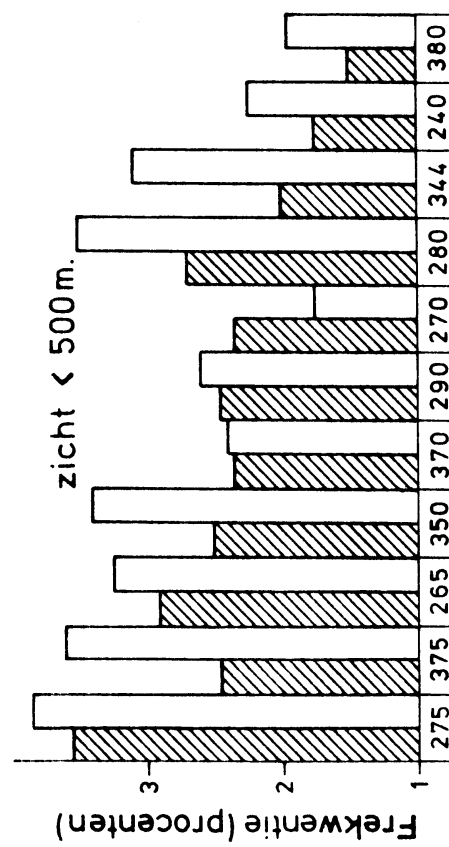
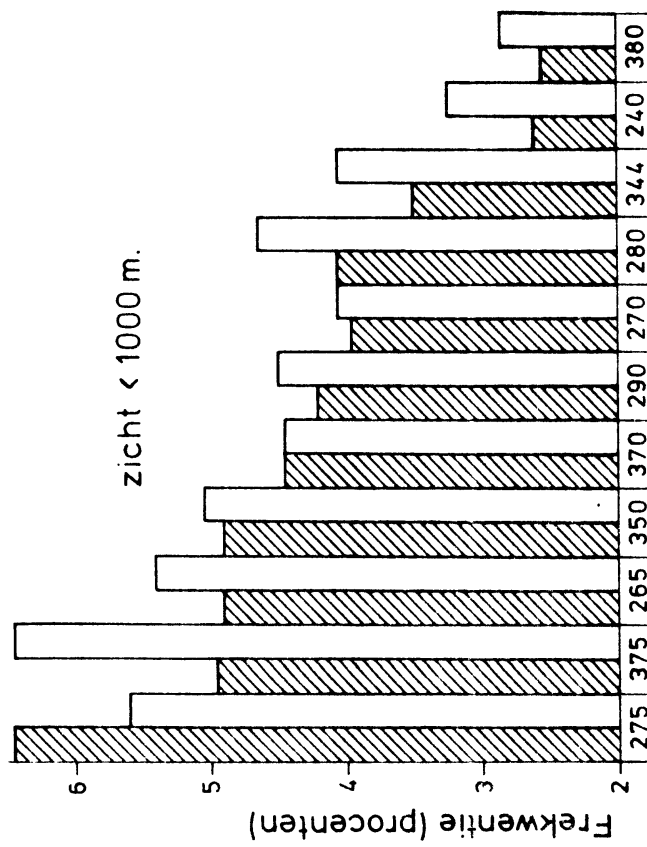
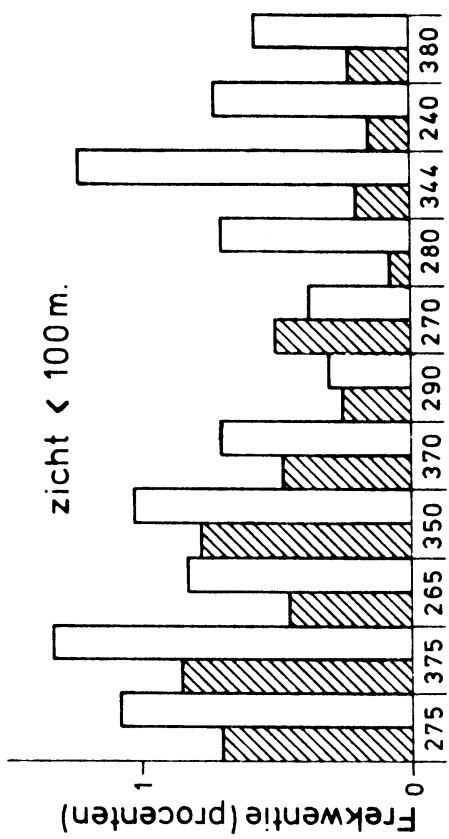
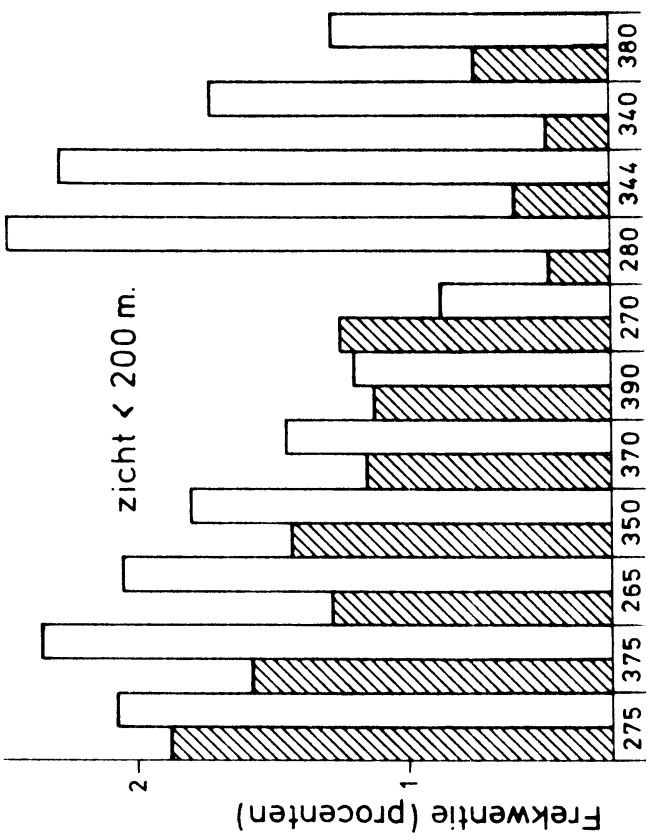






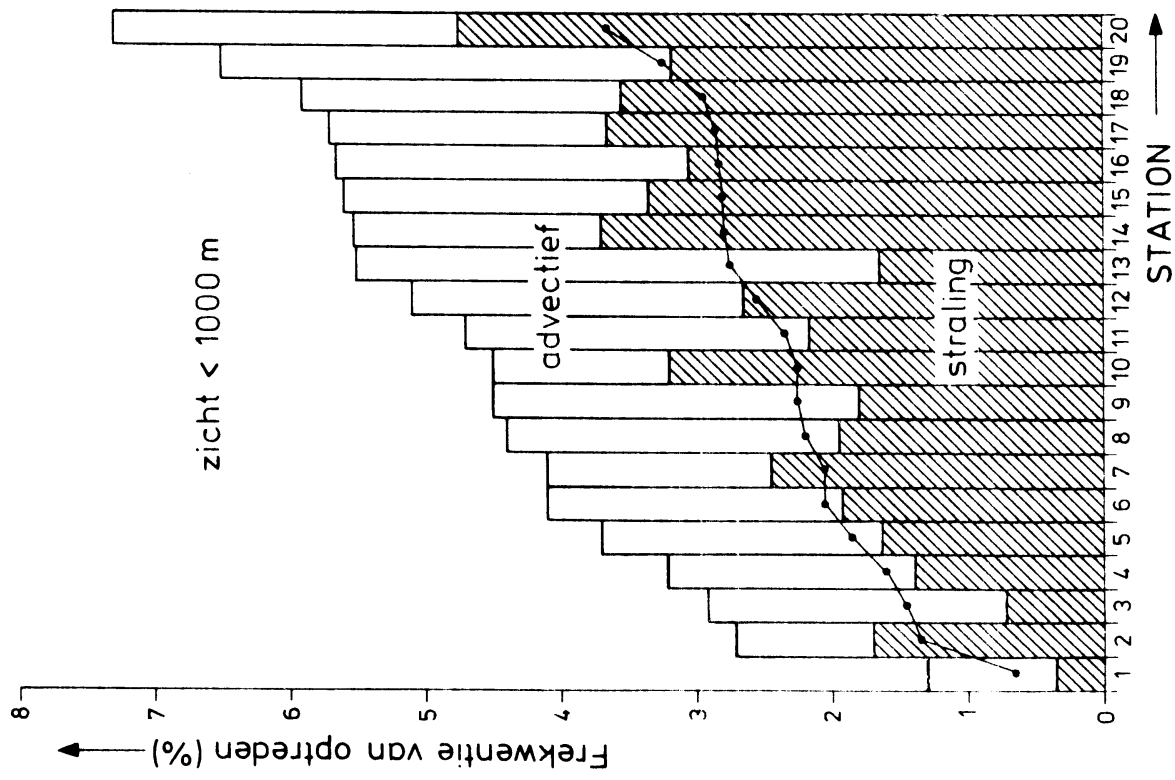




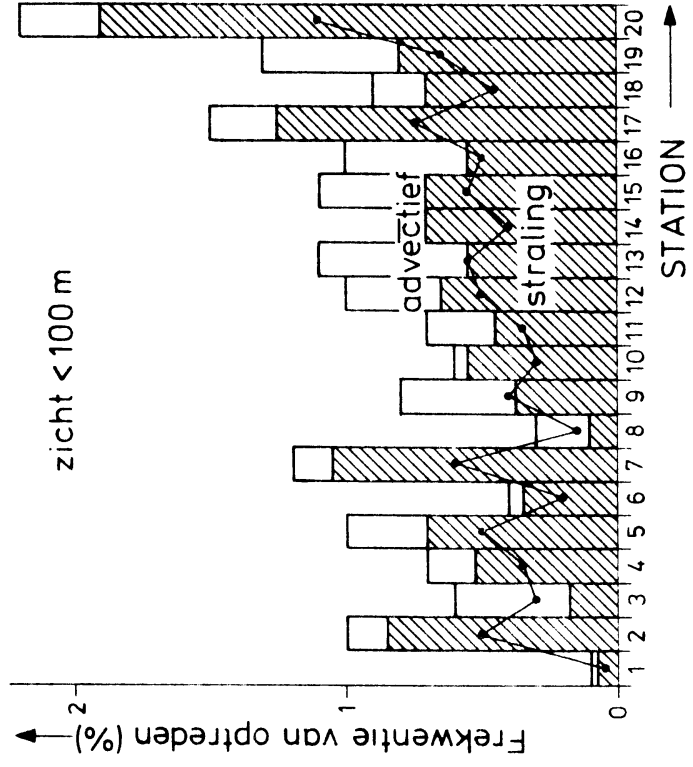


Vergelijking van het synoptisch (gearceerd) en instrumenteel (niet gearceerd) zicht op vliegvelden.

Figuur 14

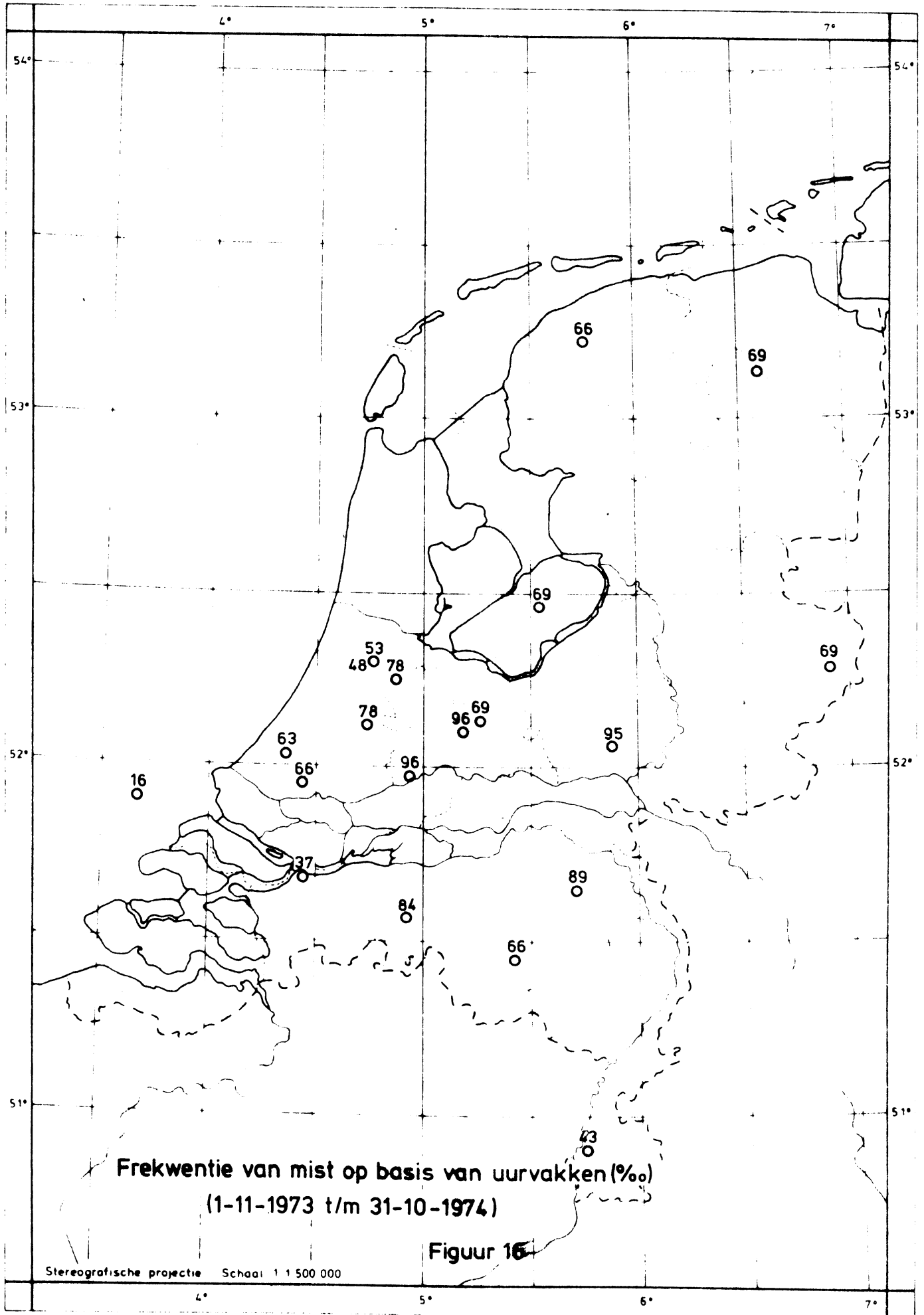


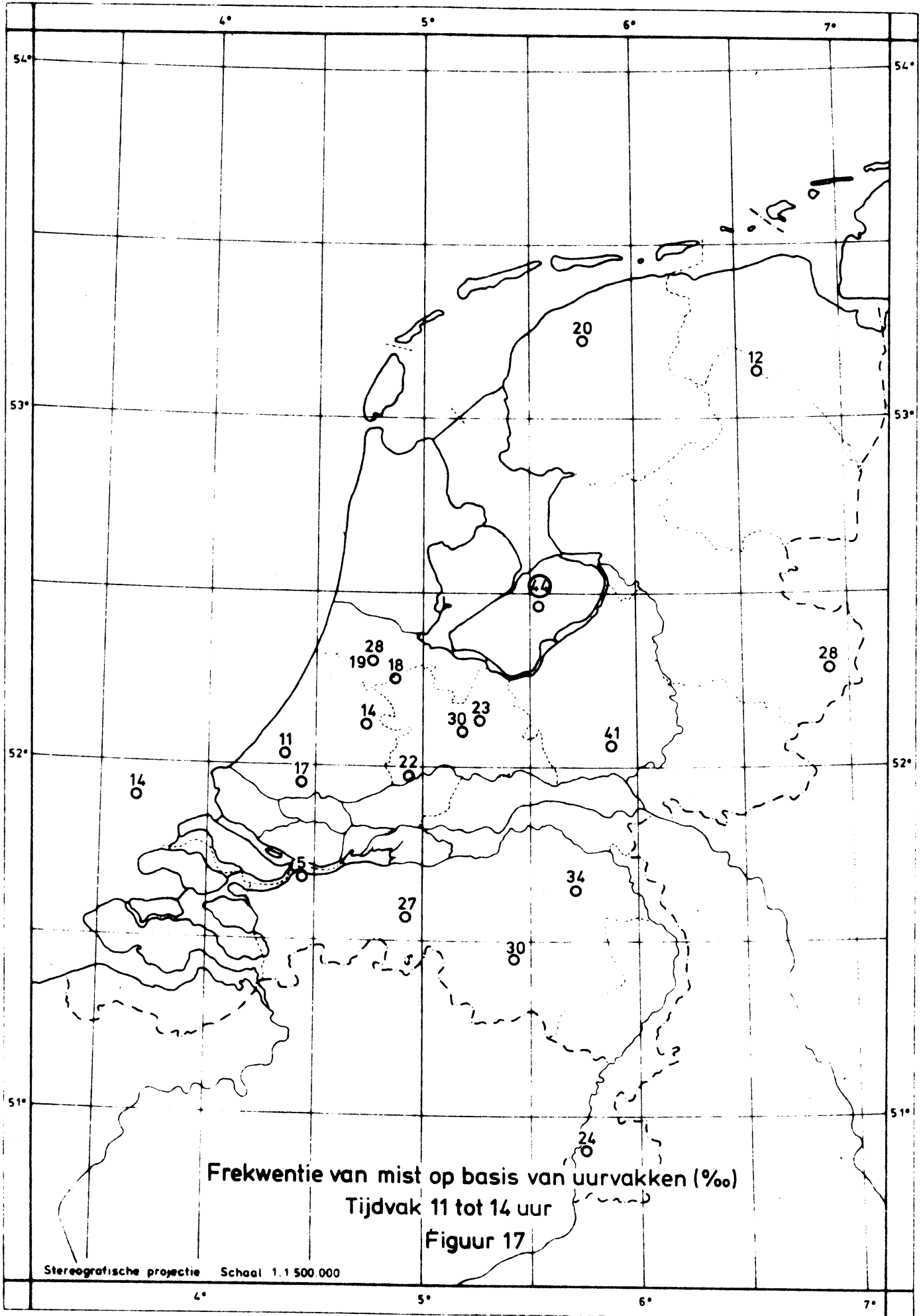
- 1 Goeree
- 2 Willemstad
- 3 Beek
- 4 Schiphol 01R
- 5 Schiphol 19RW
- 6 Leeuwarden
- 7 Rotterdam
- 8 Twente
- 9 Eindhoven
- 10 Ypenburg
- 11 Eelde
- 12 Gilze Rijen
- 13 Lelystad
- 14 Soesterberg
- 15 Waveramstel
- 16 Deelen
- 17 Nieuwkoop
- 18 De Bilt
- 19 Volkel
- 20 Cabauw



Verdeling van de totale frekwentie van optreden van het instrumentele zicht in de groepen advectieve- en stralingsmist.

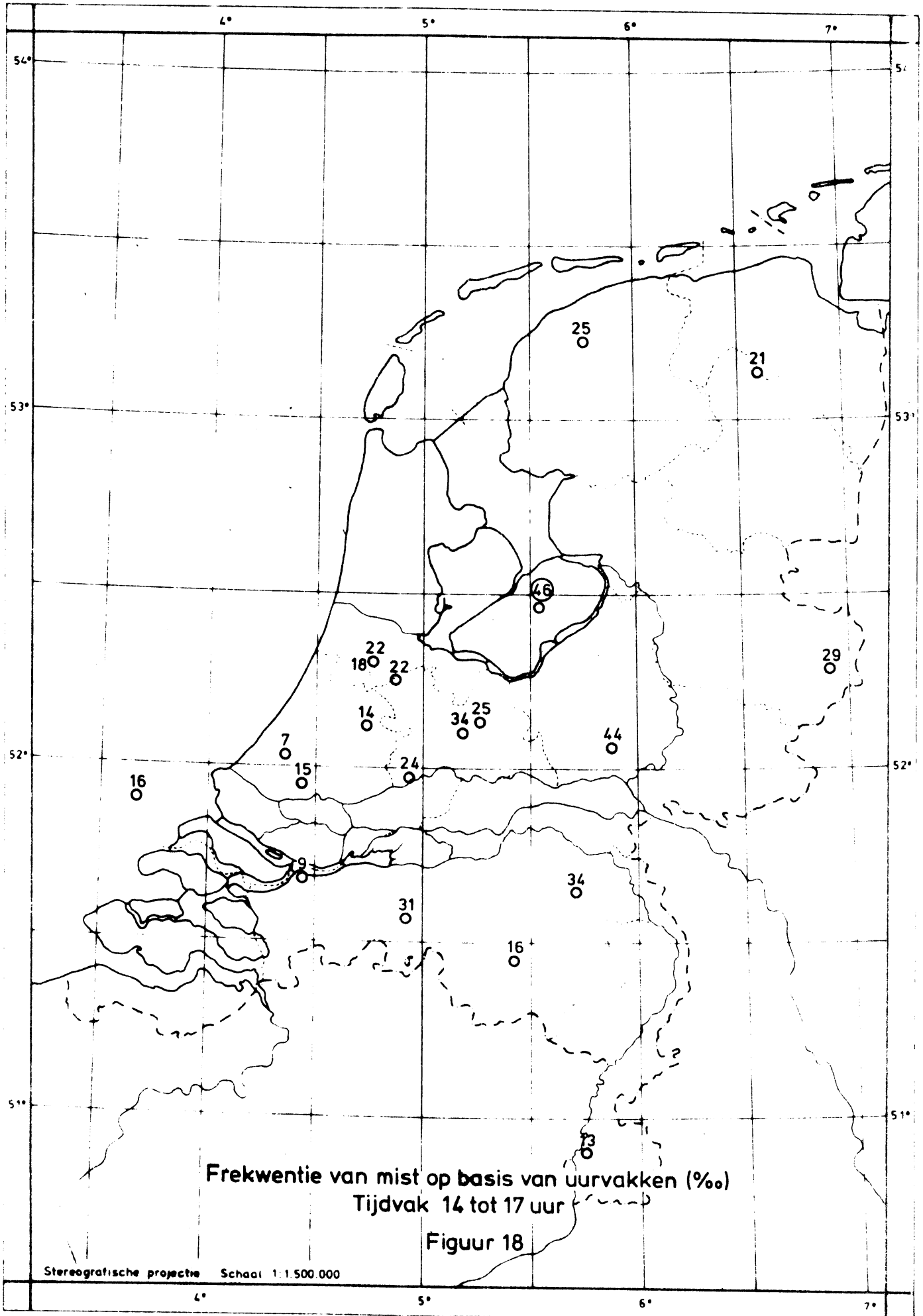
Figuur 15

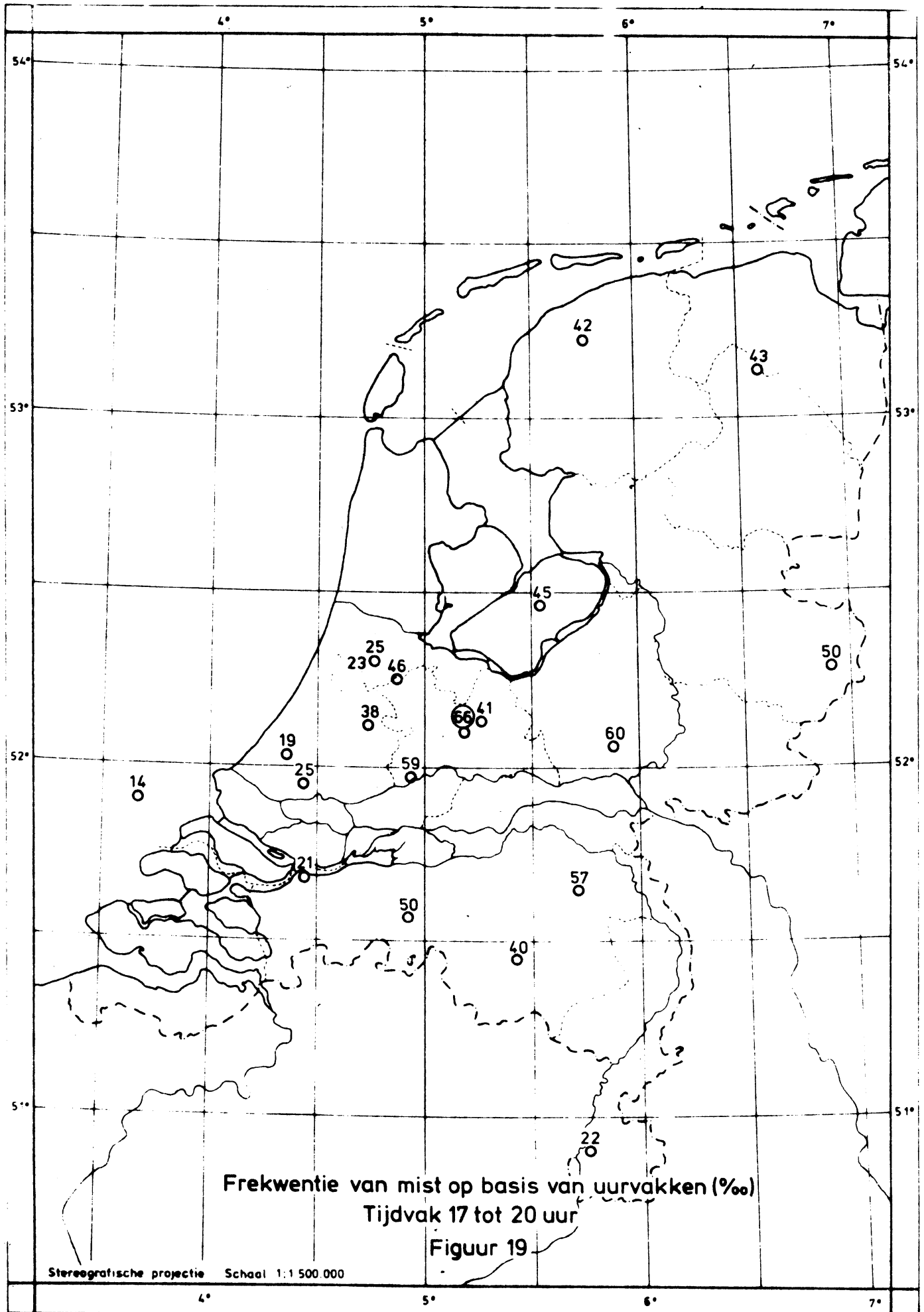




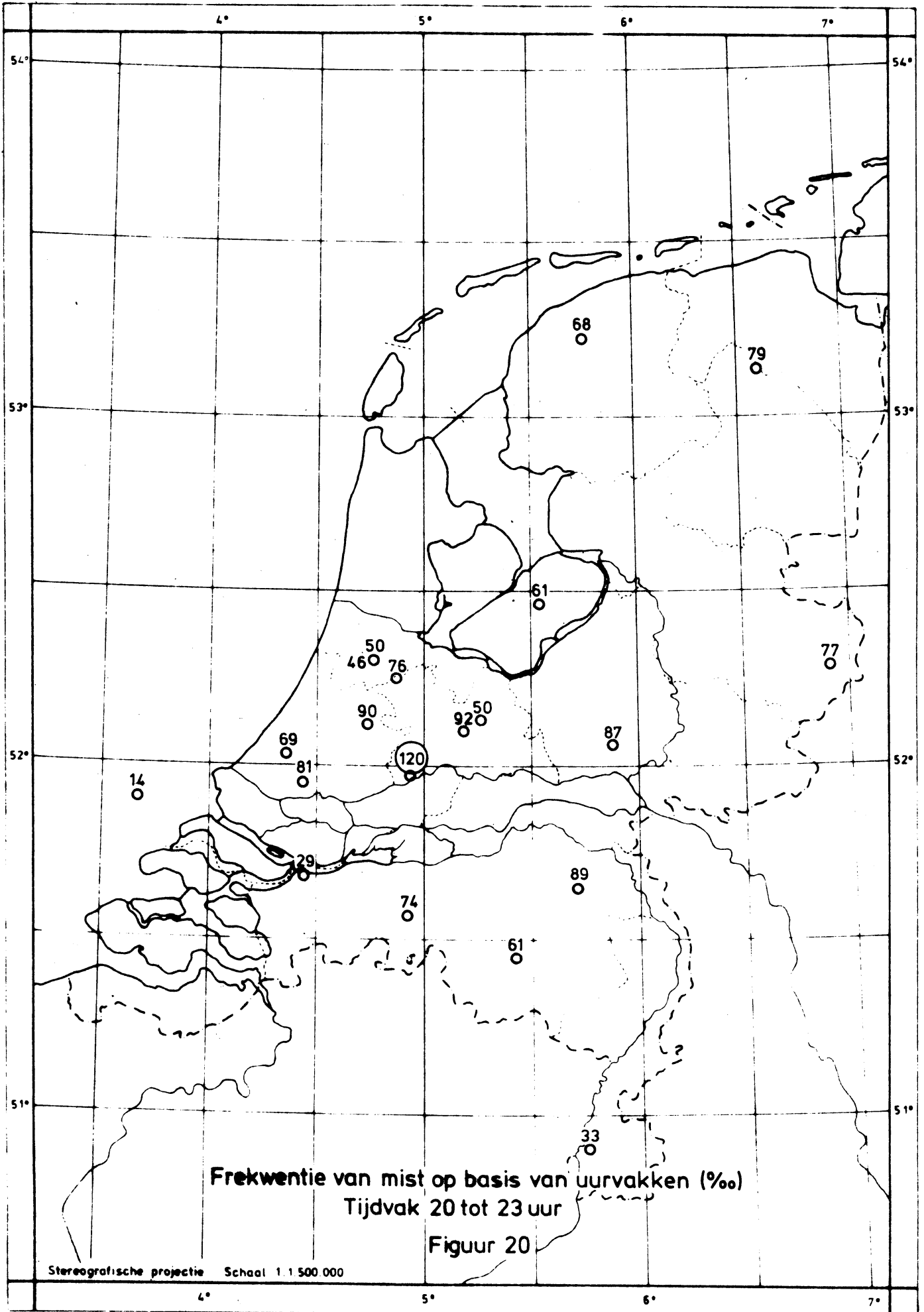
Frekwentie van mist op basis van uurvakken (‰)  
 Tijdvak 11 tot 14 uur  
 Figuur 17

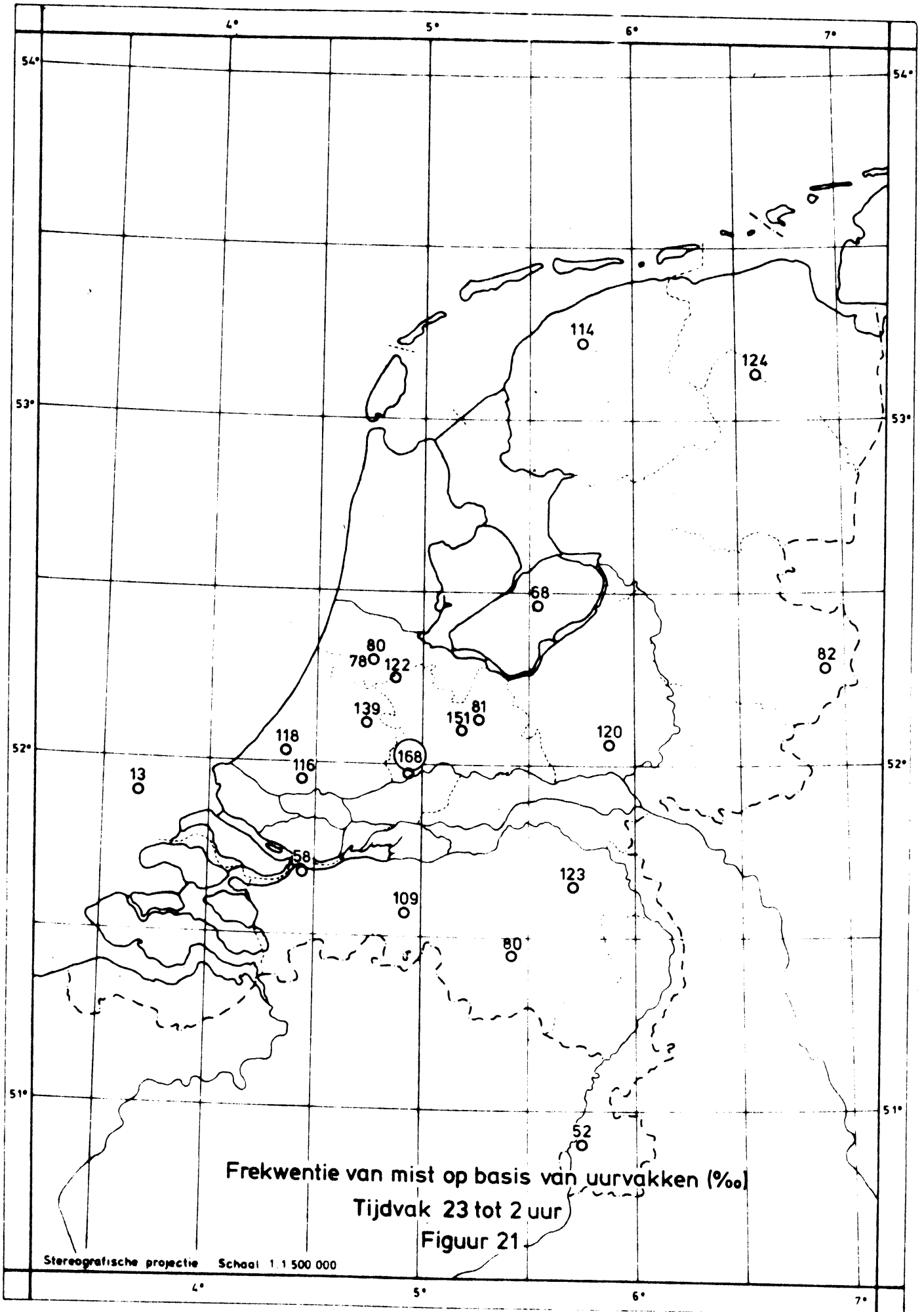
Stereografische projectie Schaal 1:1 500 000

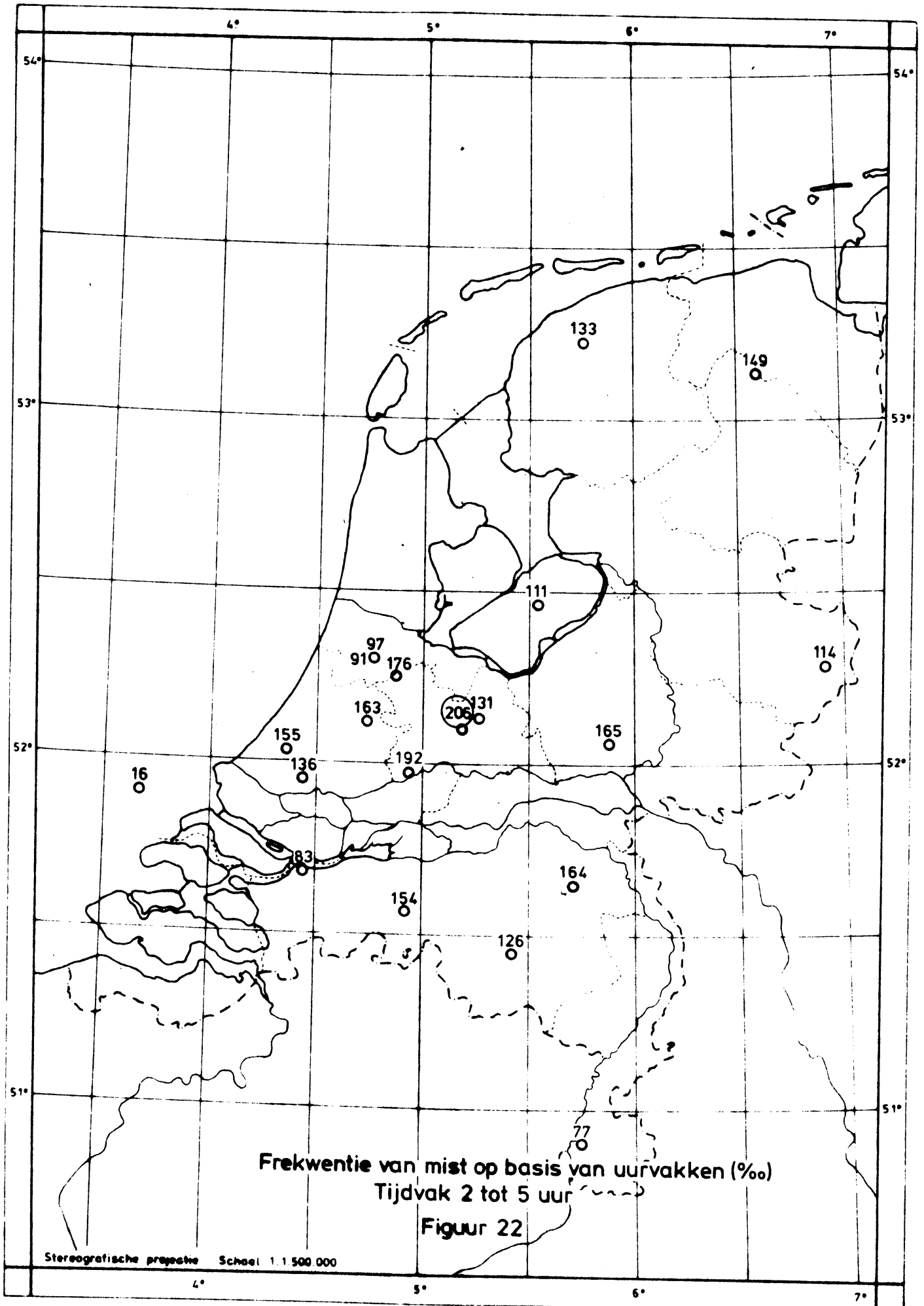








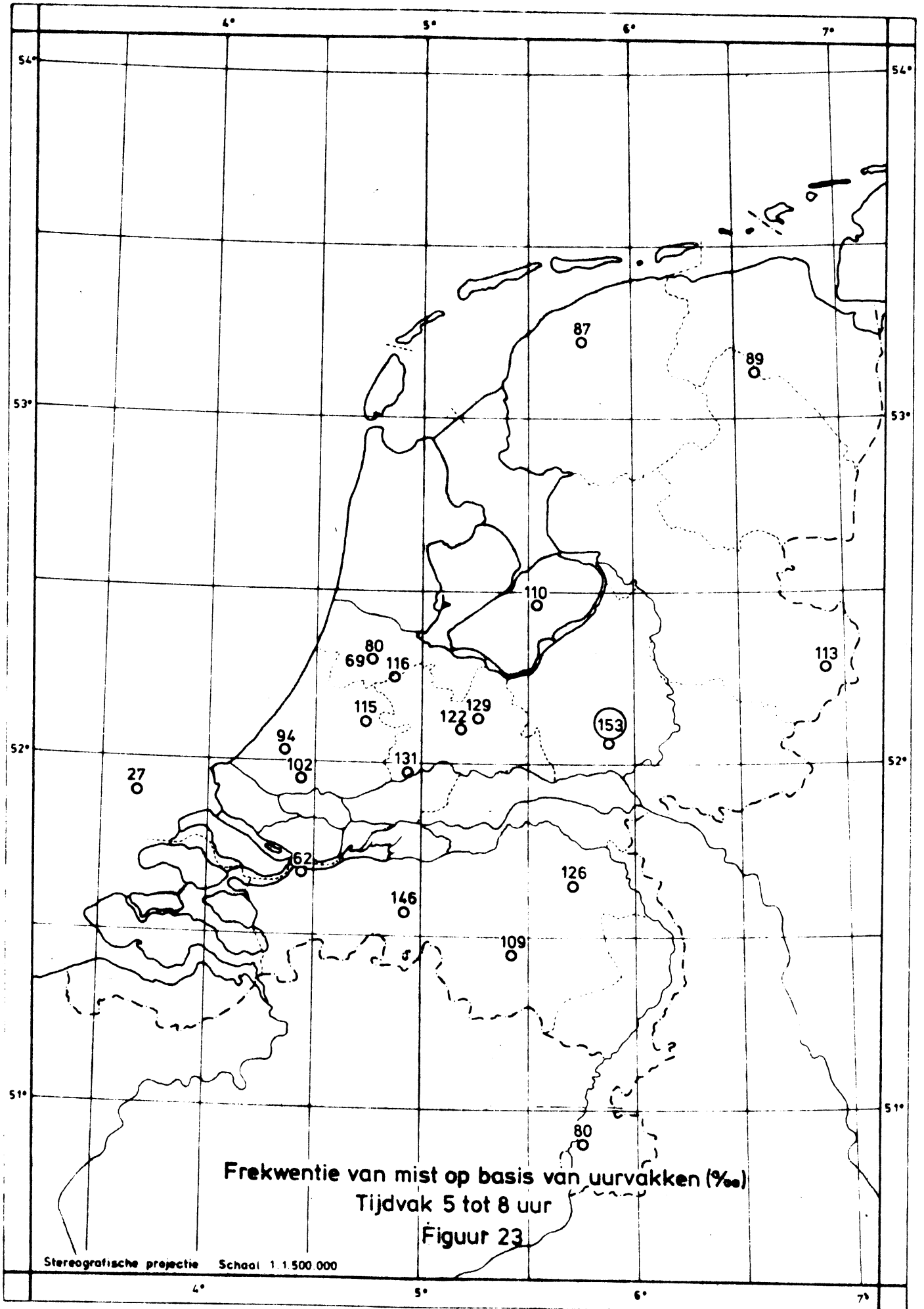


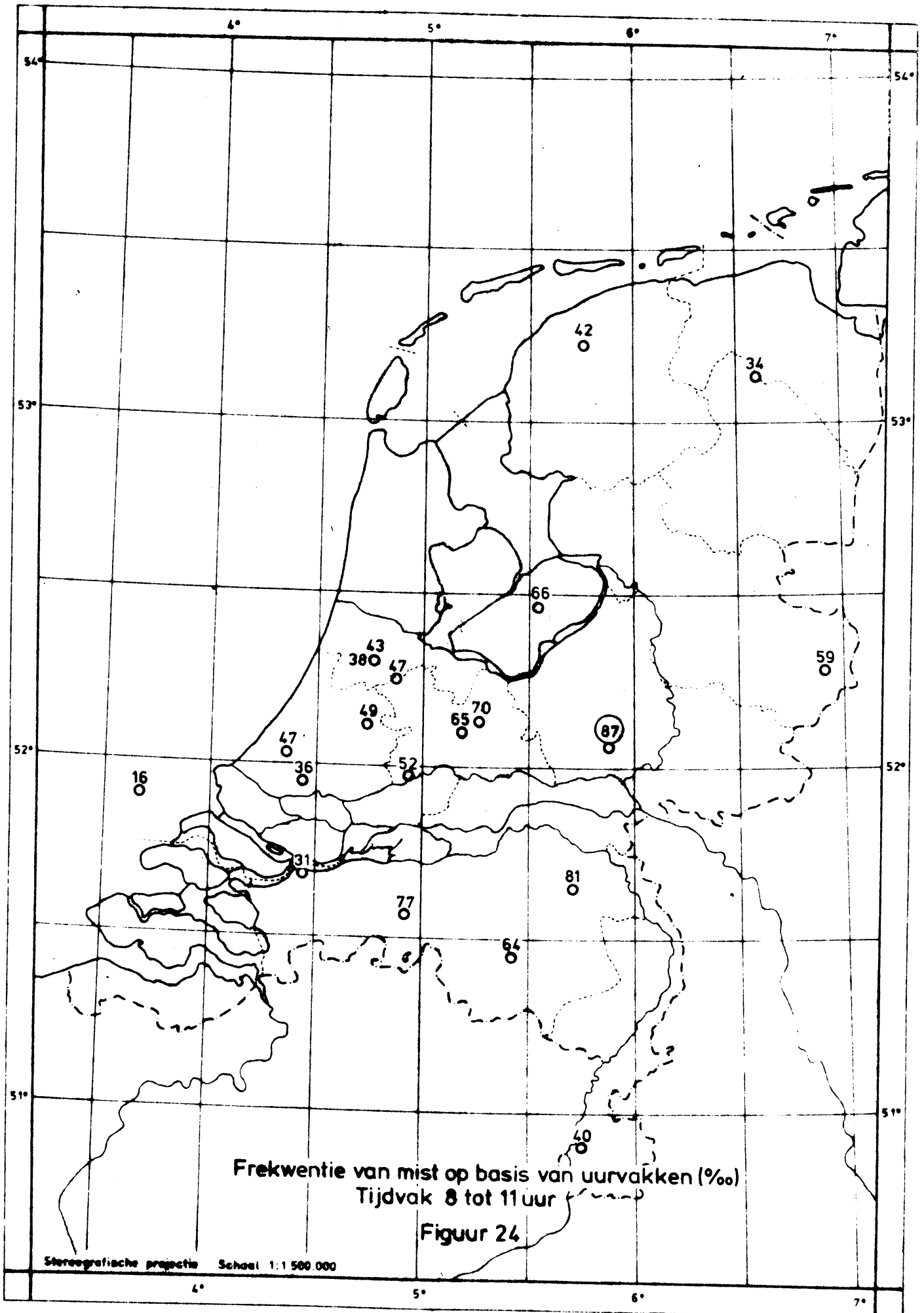


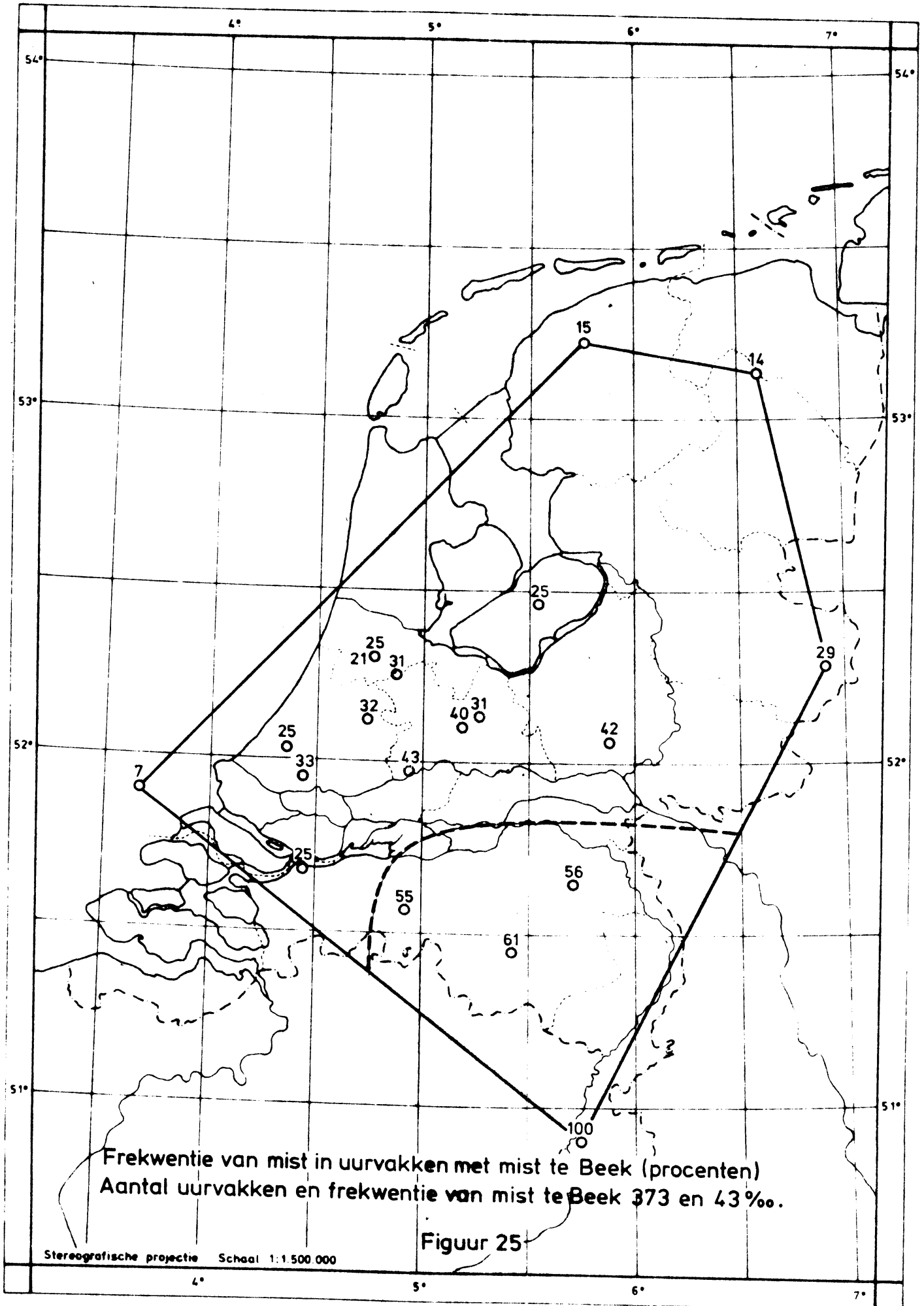
Frequentie van mist op basis van uurvakken (%)  
Tijdvak 2 tot 5 uur

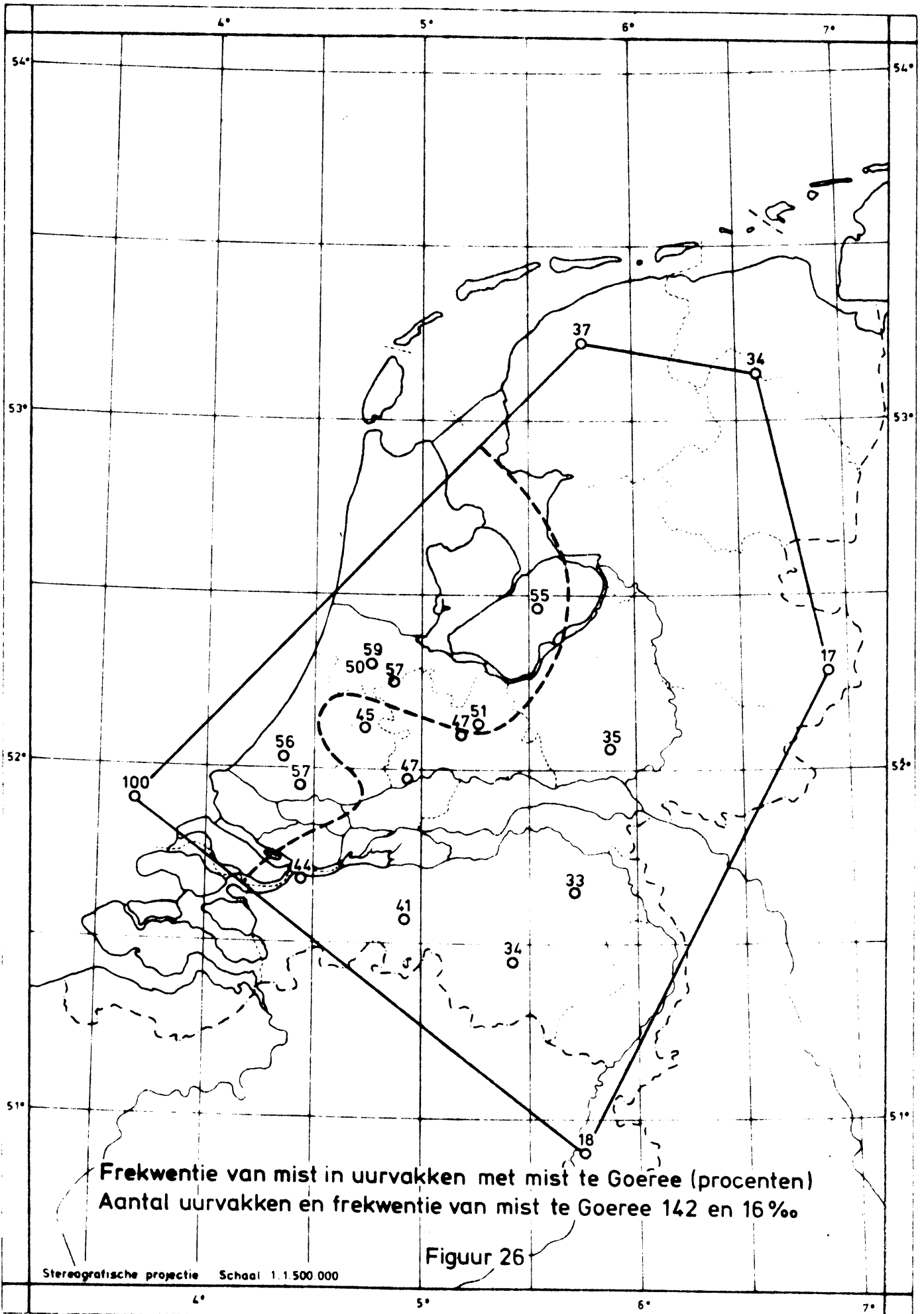
Figuur 22

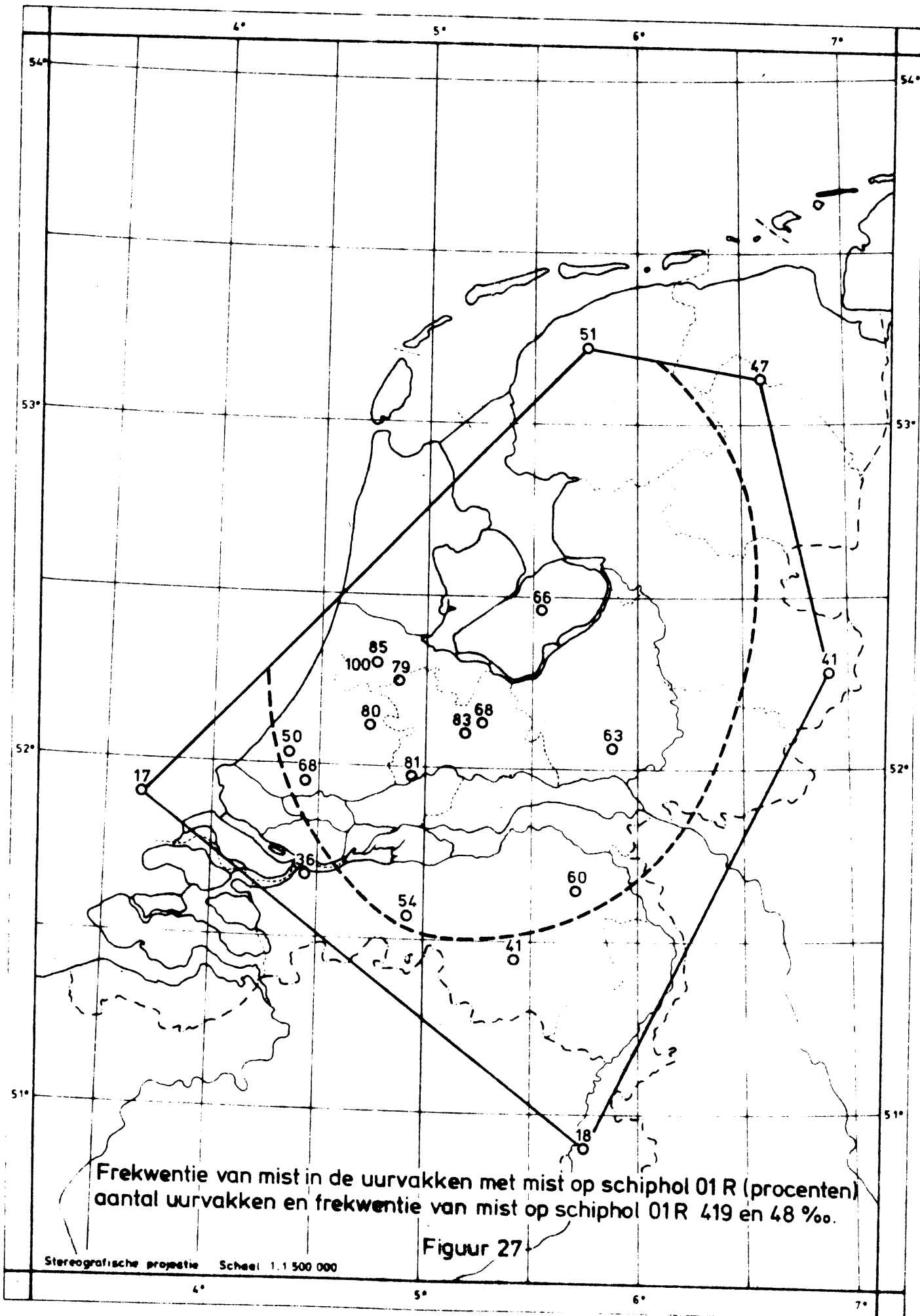
Stereografische projectie Schaal 1:1.500.000





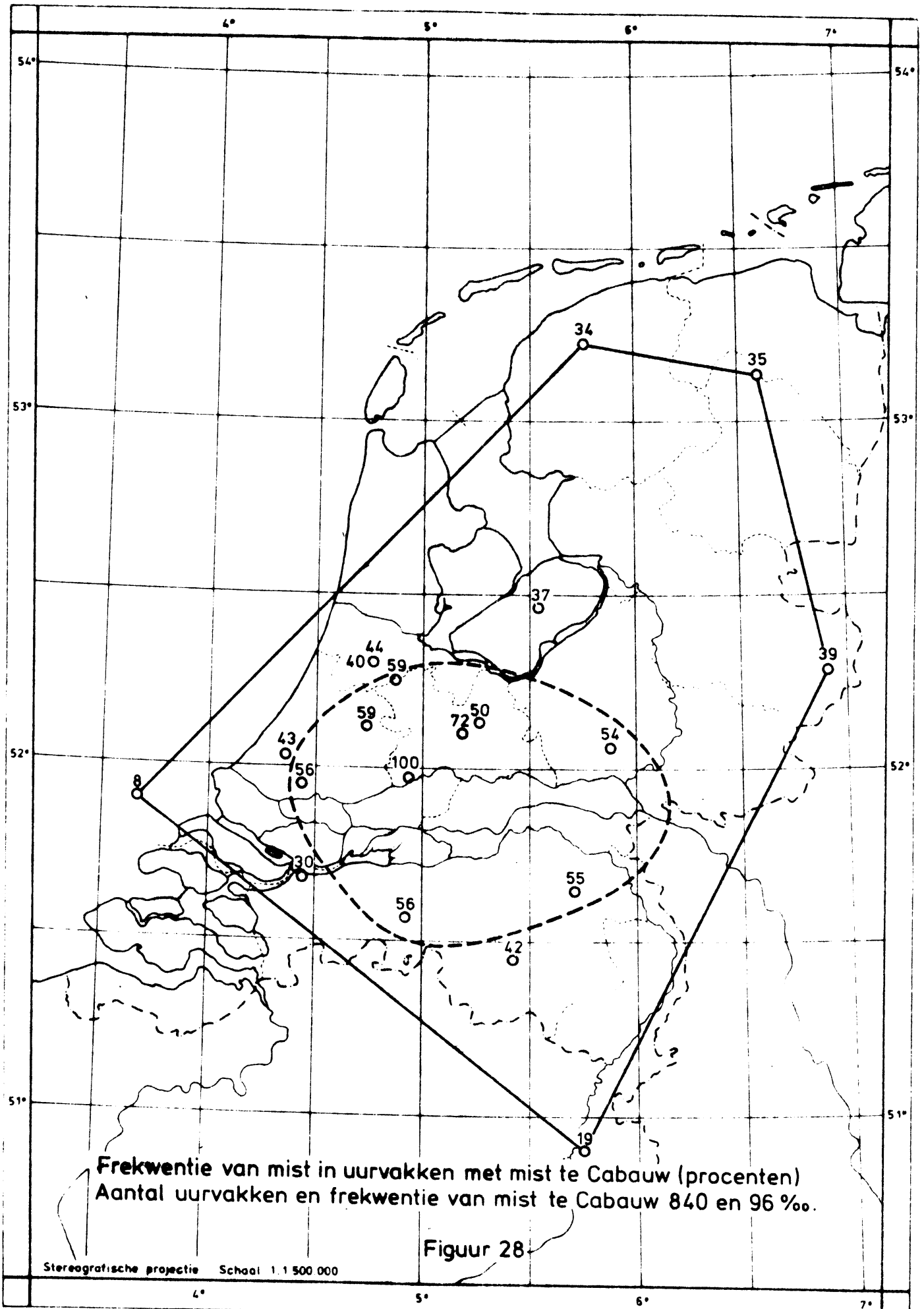






Figuur 27



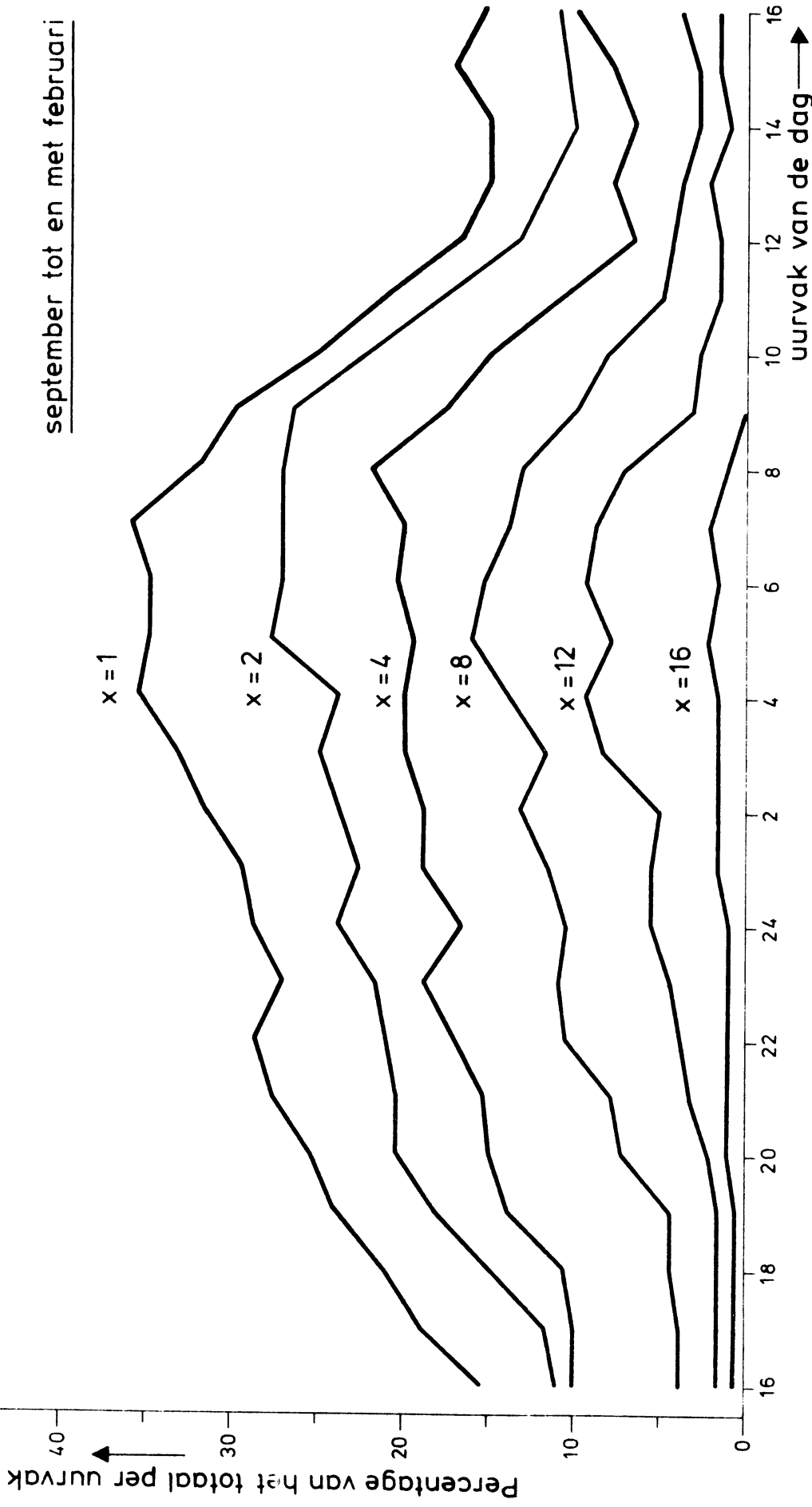




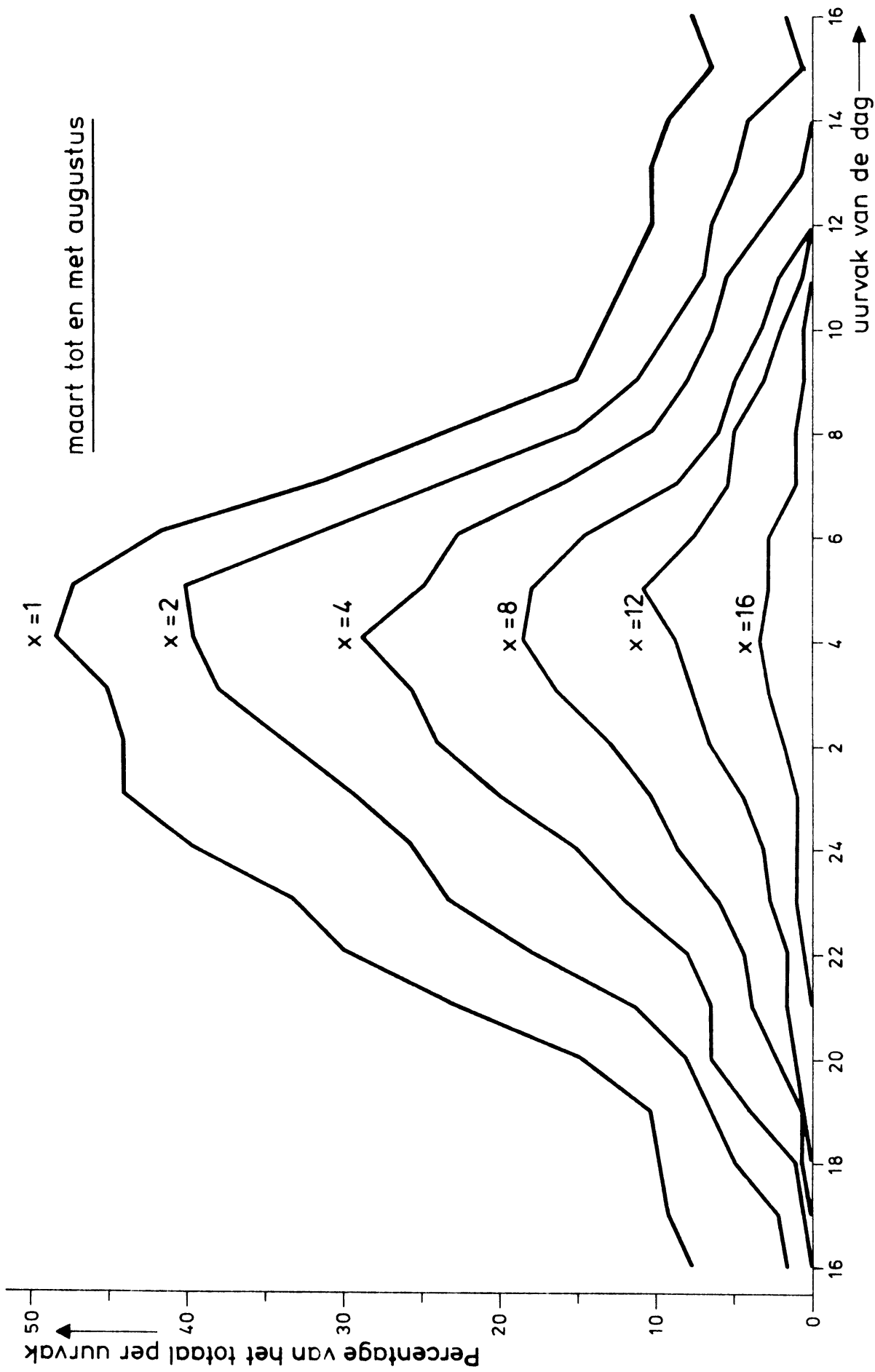
alle maanden van het jaar

De dagelijkse gang van het voorkomen van mist op minstens  $x$  van de 20 stations

Figuur 29



De dagelijkse gang van het voorkomen van mist op minstens x van de stations  
 Figuur 30



De dagelijkse gang van het voorkomen van mist op minstens  $x$  van de 20 stations

Figuur 31