

VERSLAGEN EN TECHNISCHE GEGEVENS

Instituut voor Taxonomische Zoölogie (Zoölogisch Museum)

Universiteit van Amsterdam

No. 11

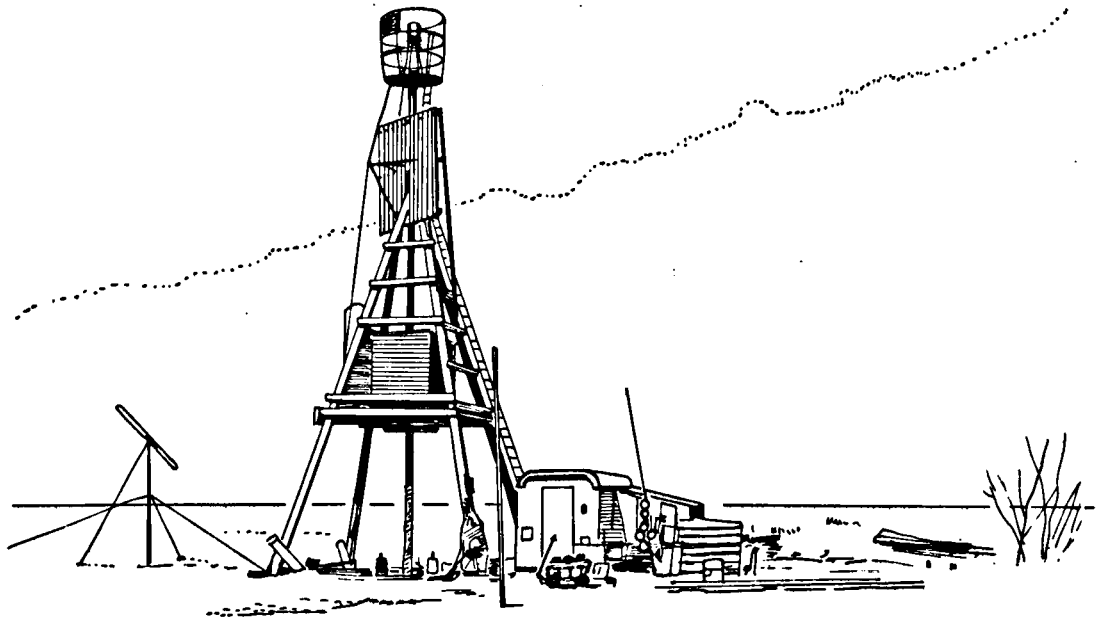
Een onderzoek naar verschillen in fourageeractiviteit tussen
Visdief *Sterna hirundo* en Noordse Stern *Sterna paradisaea*
op de Engelsmanplaat (NL)

Ron Mes en Rob Schuckard

1 juli 1976

VERSLAGEN EN TECHNISCHE GEGEVENS
INSTITUUT VOOR TAXONOMISCHE ZOÖLOGIE – (Zoölogisch Museum)

No.11



Een onderzoek naar verschillen in fourageeractiviteit tussen
Visdief *Sterna hirundo* en Noordse Stern *Sterna paradisaea*
op de Engelsmanplaat (NL)

Ron Mes en Rob Schuckard

1 juli 1976

Een onderzoek naar verschillen in fourageeractiviteit tussen
Visdief *Sterna hirundo* en Noordse Stern *Sterna paradisaea*
op de Engelsmanplaat (NL)

Ron Mes en Rob Schuckard

I N H O U D

Inleiding	5
Geschiedenis en karakteristiek van de Engelsmanplaat en omgeving	7
Probleemstelling	9
Methodiek	9
Verwerking van de gegevens	13
Resultaten en discussie:	
1) Algemeen	17
2) Fourageeractiviteit per periode	19
3) Fourageeractiviteit per sector	19
4) Fourageeractiviteit in de loop van de dag	23
5) Discussie over de invloed van de factor tijd	23
6) De invloed van getij en waterstand op de foura- geeractiviteit	27
7) Discussie over de invloed van getij en waterstand	28
8) Opmerkingen over de gecombineerde invloed van tijd van de dag en getij	31
Dankwoord	32
Samenvatting	33
Summary	34
Literatuur	35

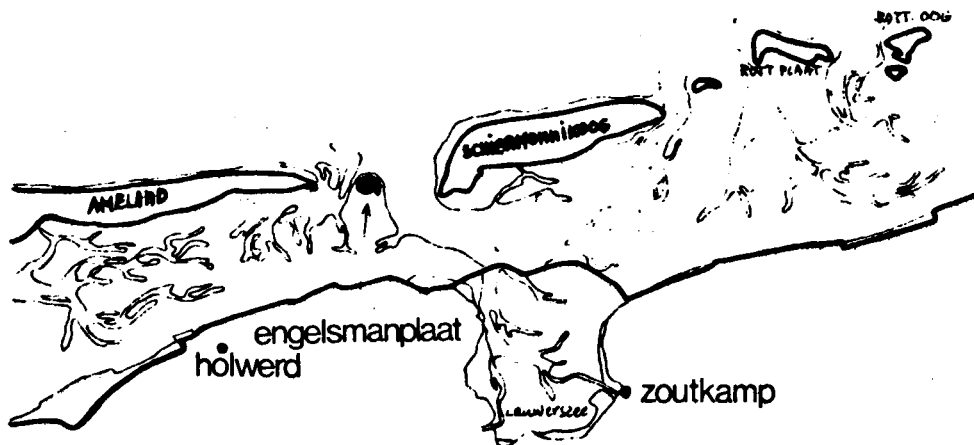


fig. 1

Ligging Engelsmanplaat (naar peilkaarten RWS).

Situation of Engelsmanplaat in the Dutch Waddensea.

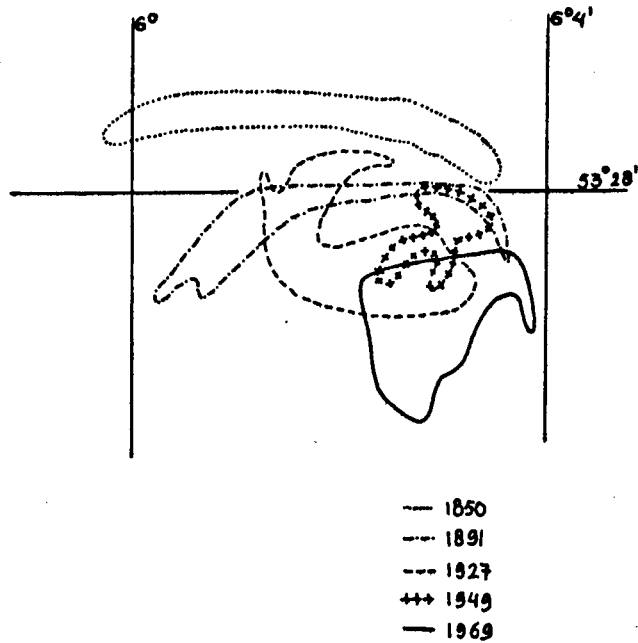


fig. 2

De verplaatsing van de Engelsmanplaat van 1850-1969
(naar de Haan en Ijbema 1974)

Shift of Engelsmanplaat 1850-1969.

Een onderzoek naar verschillen in fourageeractiviteit tussen
Visdief *Sterna hirundo* en Noordse Stern *Sterna paradisaea*
op de Engelsmanplaat (NL)

Ron Mes en Rob Schuckard

Inleiding

De Engelsmanplaat (53°28'N - 06°03'O) is een zandplaat gelegen op 5 km van de Friese kust tussen Ameland en Schiermonnikoog (fig. 1). Op deze plaat bevindt zich een broedkolonie van sterns die sedert 1973 in de zomermaanden wordt beschermd. Staatsbosbeheer (S.B.B.) installeert hiervoor op de plaat naast het bakken voor de scheepvaart een onderkomen voor 2 bewakers in tijdelijke dienst. Deze bewaking bleek noodzakelijk door de steeds groter wordende recreatieve druk (bootjes die aanleggen en wadlopers), die een bedreiging voor de broedvogels vormde. De meest belangrijke broedvogels zijn Visdief *Sterna hirundo* Linnaeus, Noordse Stern *Sterna paradisaea* Pontoppidan en Dwergstern *Sterna albifrons* Pallas. Verder broeden er ook nog enkele Scholeksters, Kluten en Strandplevieren.

Wij hebben gedurende de zomer van 1975 als vogelwachter op de plaat gezeten. Dit werd door ons als een unieke kans gezien om een onderzoek als stage voor onze biologiestudie te doen aan deze voor Nederland vrij grote sternkolonie. Aan dit onderzoek werden door S.B.B. terecht enige beperkingen opgelegd. Deze beperkingen waren dat het onderzoek niet ten koste zou gaan van de bewaking en dat de kolonie geen verstoring zou ondervinden van dit onderzoek. Bij de voorbereiding van het onderzoek werd dan ook met deze beperkingen rekening gehouden.

Besloten werd vooral aandacht te schenken aan de Visdief en de Noordse Stern, twee zeer veel op elkaar gelijkende soorten van verschillende geografische herkomst. De Noordse Stern is hoofdzakelijk een arctische vogel, de Visdief komt voor in gematigde streken. Wij onderzochten of er verschillen in de fourageeractiviteit zijn waarin zich dit verschil in herkomst weerspiegelt.



fig. 3

De Engelsmanplaat en directe omgeving (naar peilkaarten RWS).

Engelsmanplaat and its immediate surroundings.

Geschiedenis en karakteristiek van de Engelsmanplaat en omgeving

De Engelsmanplaat is vermoedelijk ontstaan in de 16e eeuw. Hij wordt voor het eerst genoemd in 1699 en 1786, waarbij door de eeuwen heen verschillende namen werden gebruikt. Het is altijd een beweeglijke plaat geweest, alleen de oostgrens is de laatste 150 jaar vrij nauwkeurig op z'n plaats gebleven (fig. 2). Het huidige bakken dateert uit 1968 en is het derde dat er heeft bestaan. De resten van het voorlaatste uit 1947 zijn bij laag water aan de noordgrens te zien.

Aan de oostkant wordt de Engelsmanplaat begrensd door de Zoutkamperlaag, een diepe geul waarvan zich ten noorden van de plaat het Smeriggat afsplitst. Deze laatste geul vormt zowel de noordgrens als de westgrens. Ten noorden van het Smeriggat ligt nog een zandplaat, die slechts voor een klein deel boven de gemiddelde hoogwaterlijn uitsteekt. Deze plaat, door ons het Rif genoemd, is kaal; hij beschermt de Engelsmanplaat tegen directe aanvallen vanuit de Noordzee. Ten zuiden van de "Kalkman", zoals de Friezen de Engelsmanplaat noemen, strekt zich het wad uit. Dit is vrij hoog gelegen en is één van de fraaiste voorbeelden van een zand-kleigradiënt in het Nederlandse Waddengebied. Op de hoogste plaatsen liggen de mosselbanken die tesamen met het overige wad een fourageergebied vormen voor vele duizenden steltlopers, ganzen, eenden en meeuwen (fig. 3).

De Engelsmanplaat zelf is gerekend van de gemiddelde hoogwaterlijn ongeveer een halve bij anderhalve kilometer. Er is enige begroeiing van Biestarwegras *Elytrigia juncea* maar dit komt niet verder dan het eerste stadium van duinvorming en het beeld wordt nog voornamelijk bepaald door wind en water. Het stuivende zand wordt in beperkte mate vastgelegd door de wortelstokken van het Biestarwegras, maar als de wind draait, draaien de duintjes mee. Deze duintjes worden onder de meest gunstige omstandigheden ca. 1 m hoog. Naast Biestarwegras vonden we ook nog enkele exemplaren van Schorrekruid, Zeekraal, Zeeweegbree en Engels Slijkgras. Geen van allen is echter in staat zich blijvend in het rulle zand te vestigen aangezien het schorreplanten zijn die hier als zaad of kiemplant zijn terecht gekomen.

Ongeveer 200 m van de oostrand staat het bakken voor de scheepvaart, tevens reddingshuisje. De oostrand is een richel waar veel aanspoelsel ligt en waar veel schelpen van de strandgaper te vinden zijn. Deze richel loopt naar het zuiden uit in een lange punt met dwars hiervoor een geultje ("hiezeltje") dat van de kleine mosselbanken komt. Tussen de richel die door ons (eigenlijk ten onrechte) "de Hiezel" wordt genoemd en de eerste duintjes aan de westkant ligt het laagste deel van de plaat. Het westelijk deel is dan ook het hoogste met de meeste duintjes; de sternkolonie is voor het overgrote deel op deze plaats van het eiland gevestigd. Ook ten oosten van het bakken kunnen we nog enige



duintjes aantreffen welke voornamelijk restanten van vroegere duintjes zijn, ze zien er nogal armetierig uit. Er hebben wel enige sterns gepoogd hier te broeden, maar de nesten spoelden steeds weg. Wanneer er sprake is van enige verhoging van de waterstand ten gevolge van westelijke winden of springvloed loopt de plaat al spoedig onder water. Mede door het stuivende zand vormt het geheel een uiterst dynamisch milieu zoals dat nog slechts op (te) weinig plaatsen in Nederland voorkomt. Deze milieudynamiek is één van de eisen die sterns aan hun broedgebied stellen (zie o.a. Lebret 1974) en moet dan ook met zorg gehandhaafd worden.

Probleemstelling

Wij vroegen ons af of het verschil in verspreiding van Visdief en Noordse Stern terug te vinden zou zijn in de fourageeractiviteit gedurende de broedtijd. Voorts of beide soorten in hun fourageergedrag op dezelfde wijze zouden reageren op een aantal milieufactoren: getij en daardoor bepaalde waterhoogte, tijd van de dag, temperatuur, bewolking, neerslag, windrichting en windkracht. Deze vormen slechts een selectie uit het totaal van aanwezige factoren. Wij hebben bijvoorbeeld de relatie van het gedrag van de prooidieren met de onderzochte milieufactoren niet kunnen bepalen. Wel hebben wij nagegaan of de twee soorten wat betreft keuze van fourageergebied een verschil in voorkeur voor bepaalde delen van de Waddenzee vertonen. Daartoe werd de richting waarin werd gefourageerd waargenomen.

Het door vele onderzoekers gebruikte begrip "dagelijkse activiteit" van sterns wordt terecht door Boecker (1968) te vaag geacht. Hij splitst het in verschillende soorten activiteit zoals baltsen, fourageren, rusten. Wij hebben ons geconcentreerd op de fourageeractiviteit.

Gedurende de tijd dat de sterns in het broedgebied aanwezig zijn kunnen verschillen in intensiteit van fourageergedrag worden verwacht. Wij hebben de waarnemingen daarom in een aantal perioden verdeeld. Dit zijn de balts-, broed-, voer- en uitvliegperiode.

Samenvattend kan de probleemstelling als volgt worden geformuleerd: Een onderzoek naar de invloed van verschillende milieufactoren op de fourageeractiviteit en de fourageerrichting van de nauwverwante soorten Visdief en Noordse Stern tijdens hun aanwezigheid op de broedplaats in het Waddengebied.

Methodiek

Wij beschouwen het aantal per 5 minuten naar het eiland toe vliegende sterns als een maat voor de fourageeractiviteit op dat

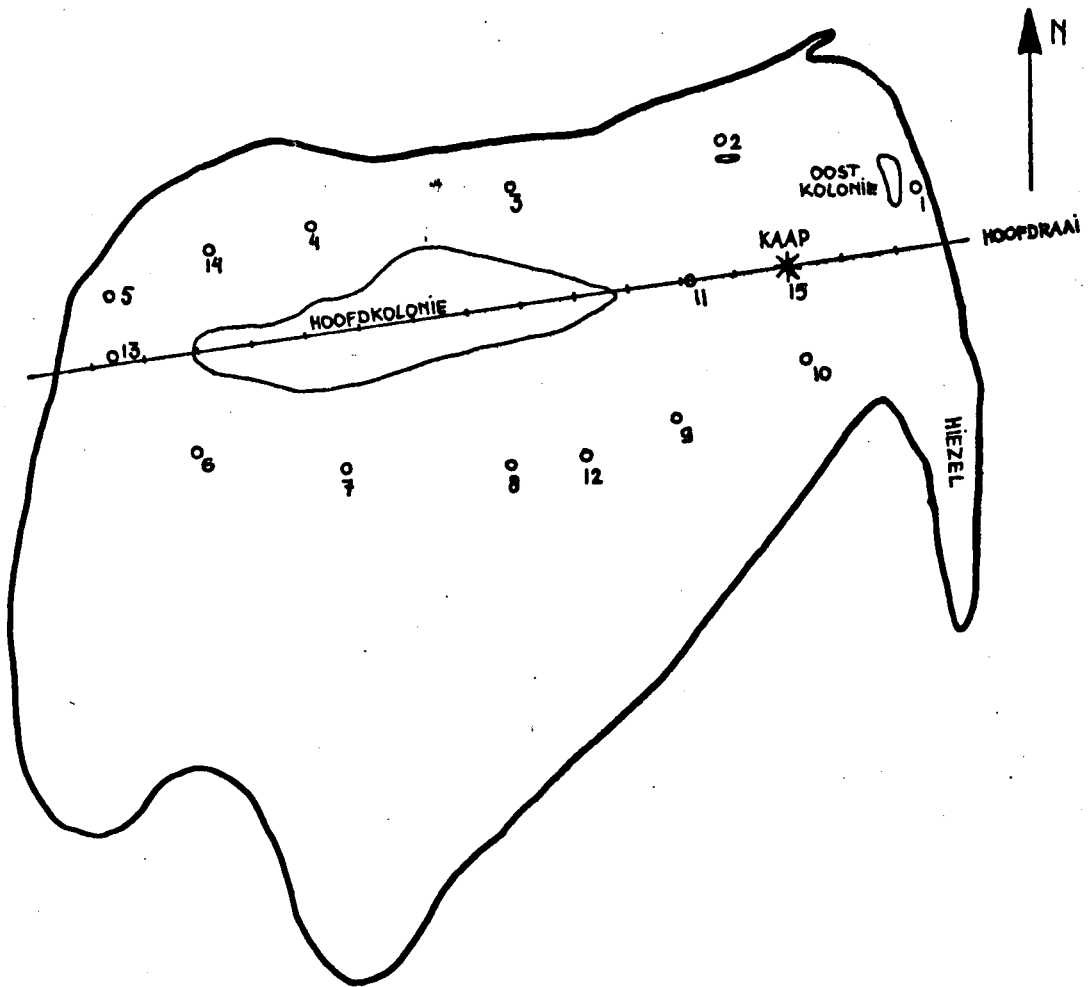


fig. 4

Overzichtskaart Engelsmanplaat (schaal 1 : 10.000)

Detailed map of Engelsmanplaat (scale 1 : 10.000)

— GHW (=NAP + 9 dm) / Mean high water

○ Grens broedgebied / Outline of breeding colony

Indeling van de sectoren: / List of sectors:

- | | |
|--------|---------------|
| Schier | 1 en 2 |
| Rif | 3, 4 en 14 |
| West | 5, 6 en 13 |
| Wad | 7, 8, 9 en 12 |
| Oost | 10, 11 en 15 |

moment. Om de eventuele verschillen in fourageeractiviteit en de voorkeur voor bepaalde fourageergebieden voor beide soorten vast te kunnen stellen hebben we gebruik gemaakt van een methode die geïnspireerd is op die van Hopkins & Haven Wiley (1972) en Boecker (1967). We hadden 10 telpunten, door ons "sectoren" genoemd, die rondom de kolonie lagen en gemiddeld ongeveer 300 m van elkaar verwijderd waren (zie fig. 4). Bij iedere sector telden we het aantal sterns dat naar het eiland toevloog, waarbij onderscheid werd gemaakt tussen Visdief en Noordse Stern en tussen vogels mét en zonder zichtbare prooi. We telden alléén die vogels die naar het eiland toevlogen omdat verondersteld mag worden dat deze van hun fourageergebieden komen aanvliegen. We telden bij iedere sector, met de rug naar de kolonie, die vogels waarvan met zekerheid de soort kon worden vastgesteld. In de praktijk bleken dit de vogels te zijn die aan weerszijden binnen een afstand van 200 m kwamen aanvliegen. Bij iedere sector telden we 5 minuten, om dan door te lopen naar de volgende sector. Een totale ronde van aanvankelijk 10 sectoren duurde ongeveer anderhalf uur. Bij de keuze van de lengte van een telling van een sector kwamen de volgende beperkingen naar voren:

- 1) tekort tellen kan door toeval of in groepjes vliegen een niet representatief aantal opleveren.
- 2) we wilden de sectortellingen van een volledige ronde zoveel mogelijk onderling vergelijkbaar maken hetgeen een zo kort mogelijke telling vereist in verband met de veranderende milieufactoren (vooral getij).

Later bleek dat punt 2 niet in ons onderzoek zou worden betrokken. De sectoren lagen in eerste instantie om een kleine oost-kolonie en de grote west-kolonie. Door enige overstromingen spoelde de kleine oost-kolonie weg waardoor de totale ronde werd ingekort. De sectoren 1, 2, 8, 9 en 10 vervielen en er kwamen 2 nieuwe sectoren bij namelijk 11 en 12. Eén ronde of sectortelling bestond nu dus uit de sectoren 11, 3, 4, 5, 6, 7 en 12 (fig. 4)

Tijdens het onderzoek bleek dat de sectoren 5 en 6 aan de westkant nogal opvielen door de hoge aantallen sterns, vooral Visdieven. Mede op advies van Dr. R.H. Drent van de R.U. van Groningen besloten we meer aandacht hieraan te gaan besteden. Tussen sector 5 en 6 creëerden we een nieuw telpunt 13 vanwaar we 10, 20 of soms 30 maal 5 minuten achter elkaar gingen tellen. Deze tellingen die we 50-minutentellingen noemden, werden ook een enkele keer bij het bakken (punt 15) en tussen de sectoren 4 en 5 gedaan (punt 14). Een voordeel van deze 50-minutentellingen is, dat het eenvoudiger is dan bij de sectortellingen om in het veld reeds een inzicht te krijgen in de fourageeractiviteit. Bovendien kan later door samenvoeging van 2, 5 of 10 tellingen van 5 minuten bepaald worden of 5 minuten wel de beste teleenheid is.

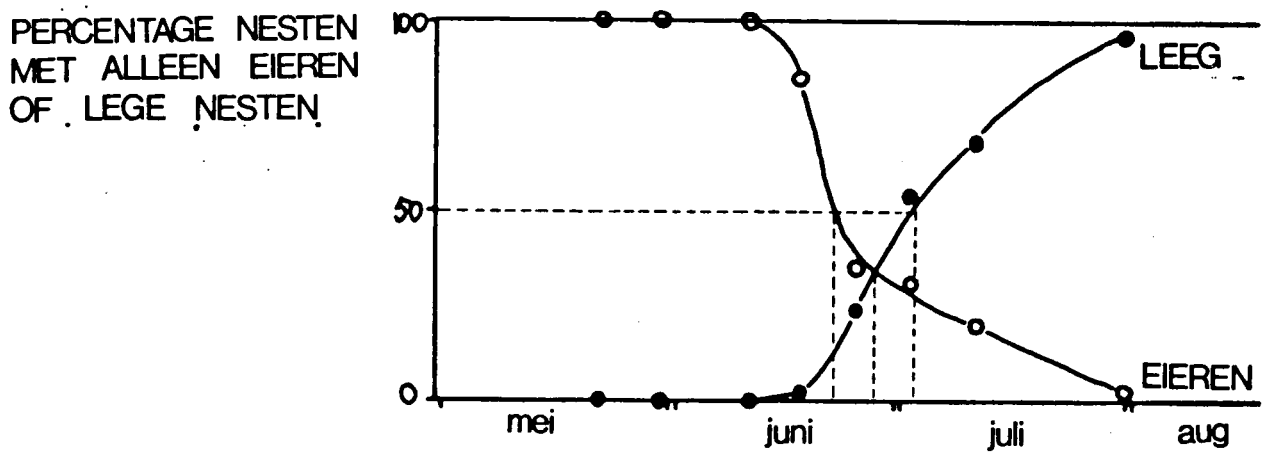


fig. 5

Verloop van het broedseizoen voor beide soorten samen in 1975.

Change in content of controlled nests (in %) in the course of the breeding season of 1975, Common Tern and Arctic Tern combined. (leeg = empty, eieren = containing eggs only).

De indeling van het broedseizoen in balts-, broed-, voer- en uitvliegperiode is op de hieronder beschreven wijze tot stand gekomen. Tijdens 10 bezoeken aan de kolonie werden waarnemingen gedaan aan gemarkeerde nesten. Het resultaat daarvan is samengevat in fig. 5.

P0. Baltsperiode : voor 23 mei 1975

P1. Broedperiode : 23 mei tot 22 juni 1975. Balts en broedperiode vertonen een geleidelijke overgang. Op 22 mei waren er al veel nesten, toen er een overstroming plaats vond. De sterns hadden echter al weer snel nieuwe eieren zodat 23 mei als het begin van de broedperiode genomen kan worden.

P2. Voerperiode : 23 juni tot 16 juli 1975. Voor het begin van de voerperiode kunnen nu verschillende criteria genomen worden:

23 juni, 50% van het totale aantal broedparen is bezig voer te vinden voor minstens 1 jong. De andere 50% van de nesten (=broedparen) heeft alleen maar eieren.

28 juni, er zijn evenveel nesten met alleen maar eieren als nesten die helemaal leeg zijn (jongen lopen weg).

3 juli, 50% van het totale aantal nesten is geheel leeg. Wij hebben 23 juni als begrenzing van broed- en voerperiode gekozen.

P3. Uitvliegperiode : 17 juli 1975 en later. Ongeveer 24 dagen na 23 juni zullen de jongen kunnen vliegen. Het eerste vliegvlugge jong van een Visdief werd op 4 juli waargenomen.

Iedere dag werden enige malen de volgende milieufactoren door ons gemeten of beschreven: temperatuur-bewolking-neerslag-windrichting-windsnelheid. De exacte tijd van hoog- en laagwater en de waterstand op het moment van tellen werden overgenomen van de gegevens van de meetpaal van Rijkswaterstaat tussen het Rif en de Engelsmanplaat.

Verwerking van de gegevens

De berekeningen die aan de verwerking van de gegevens ten grondslag liggen werden uitgevoerd op de CDC 73 computer van de Stichting Academisch Rekencentrum Amsterdam met behulp van de SPSS programmabibliotheek (Nie et al. 1970). Iedere telling van 5 minuten is te beschouwen als een steekproef. Door het samenvoegen van 2, 5 of 10 tellingen wordt (tegen de verwachting in) de spreiding van de gemiddelden onderling niet kleiner omdat het aantal tellingen omgekeerd evenredig afneemt. Het bleek in ons onderzoek beter te zijn om veel korte waarnemingen te hebben dan weinig lange.

Om met betrekking tot één van de milieufactoren een gemiddeld

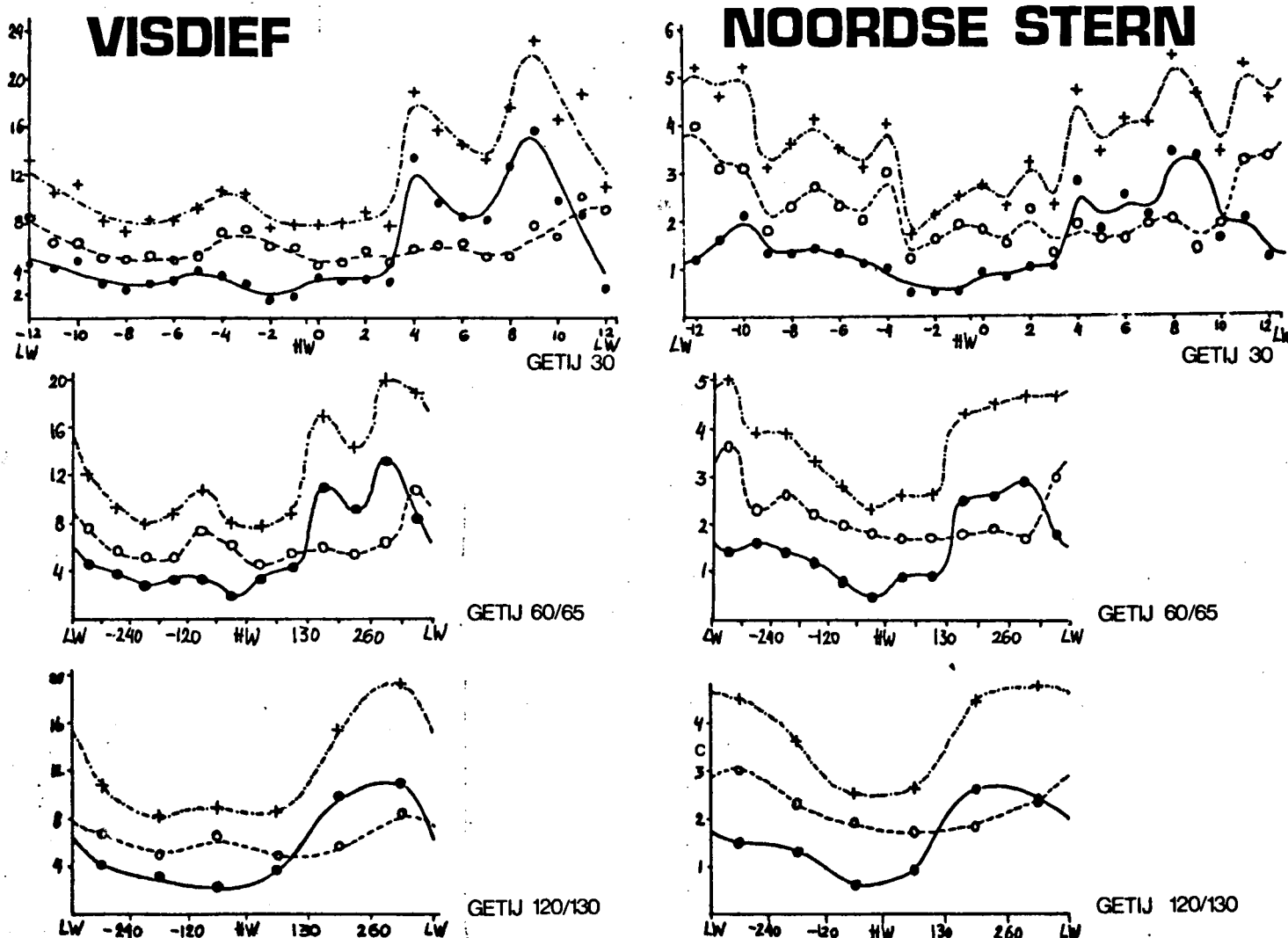


fig. 6

Keuze van de tijd-schaal. Van boven naar beneden is de getij-as ingedeeld in groepen van 30, 60/65 en 120/130 minuten.

Choice of time scale. Five minute averages grouped over 30, 60/65, and 120/130 minutes in the course of the tidal cycle (horizontal axis).

Verklaring bij figuren 6 t/m 9: Verticaal is uitgezet de fourageer-activiteit, het gemiddelde aantal aanvliegende sterns per 5 minuten. Aantalsschaal voor Visdief 3 maal zo groot als voor Noordse Stern.

Explanation for figures 6 to 9: Mean number of terns flying towards colony per 5 minutes is plotted on vertical axis. Scale for Common Tern (Visdief) 3 times scale for Arctic Tern (Noordse Stern)

- Sterns met prooi / Terns carrying prey
- Sterns zonder prooi / Terns without prey
- Totaal aantal sterns / Total number of terns

aantal vogels per 5 minuten te berekenen moeten de tellingen eerst worden ingedeeld. In geval van de factoren tijd en getij gaat het om een indeling op een tijd-as. Aanvankelijk maakten we gebruik van een indeling per 30 minuten ("tijd 30"). Dit geeft vrij veel gemiddelden met onderling een grote spreiding (nauwkeurig doch onbetrouwbaar). Het is dan ook moeilijk om hier een algemene tendens uit te beschrijven. Door de schaal te vergroven tot 60 en 120 minuten (resp. "tijd 60" en "tijd 120") worden de uitspraken die gedaan kunnen worden betrouwbaarder. Bij de vergelijking van de grafieken van tijd 30, tijd 60 en tijd 120 bleek dat de tendenzen die te zien waren in de tijd 30 grafiek in de tijd 60 grafiek nog grotendeels zichtbaar waren, wat veel minder het geval was met de tijd 120 grafiek. Iets dergelijks deed zich voor met het getij (fig. 6) alleen was daar sprake van een kleine complicatie ten gevolge van het verschil in de lengte van de vloed (LW-HW) en eb (HW-LW). De vloed duurde gemiddeld 6 uur en de eb 6 uur en 28 minuten. Hier waren de tijdschalen als volgt: tijd 30 (voor eb en vloed); tijd 60/65 (resp. vloed/eb); tijd 120/130 (resp. vloed/eb). De waterstand, die aanvankelijk ingedeeld was per dm moest ook met een grovere schaal worden ingedeeld, waarbij we ons bij de keuze van de nieuwe indeling lieten leiden door de indeling van de peilkaarten van R.W.S. om een goede interpretatie van de gegevens aan de hand van die kaart mogelijk te maken. Dit kon slechts ten dele worden uitgevoerd door een onjuiste keuze van de legenda-eenheden die eerst werd ontdekt toen de mechanische verwerking was afgesloten. De windkracht, zowel ingedeeld in groepen van 50 m/min als 500 m/min, liet geen verklaarbare relatie zien tussen deze factor en de foudrageeractiviteit. Ook de indeling van de windrichtingen en de sectoren bleek veel te gedetailleerd om betrouwbare uitkomsten te leveren en werd daarom grover gemaakt. De windroos werd in vier stukken ingedeeld: 1. NW t/m NNO (corresponderend met sector "Rif". 2. NO t/m OZO (sector "Oost"). 3. ZO t/m ZZW (sector "Wad". 4. ZW t/m WNW (sector "West", zie fig. 4).

De resultaten van de uitvliegperiode (P3) en de sector "Schier" (zie fig. 4) worden niet afzonderlijk besproken omdat deze volgens ons onbetrouwbaar zijn. Periode 3 had 76 tellingen en sector Schier had 20 tellingen van de 858. De tellingen van de sector Schier hadden voornamelijk betrekking op de kleine "Oostkolonie" die, zoals in de inleiding staat, verschillende keren is weggespoeld. De tellingen zijn dus niet goed vergelijkbaar met de tellingen van de andere sectoren, omdat deze betrekking hadden op de grote "Westkolonie". De uitvliegperiode is onbetrouwbaar omdat in het veld reeds werd geconstateerd dat de tellingen onbetrouwbaar waren vanwege het feit dat er jongen gingen rondvliegen en meefourageren terwijl er andere jongen langs de waterlijn zaten en daar door de ouders werden gevoerd. Bij het maken van de

<u>Visdief</u>			<u>Noordse Stern</u>			N
met prooi	zonder prooi	totaal	met prooi	zonder prooi	totaal	
5,7	5,9	11,6	1,5	2,1	3,6	858

tabel 1. De fourageeractiviteit voor alle perioden en sectoren samen.

table 1. Foraging activity for all periods and all sectors combined.

Visdief = Common Tern
Noordse Stern = Arctic Tern
met prooi = carrying prey
zonder prooi = not carrying prey
totaal = total

grafieken voor alle perioden en alle sectoren zijn ook gegevens van periode 3 en sector Schier gebruikt. Deze zijn, zoals gezegd, niet betrouwbaar genoeg en beïnvloeden natuurlijk nu ook enigszins de betrouwbaarheid van deze grafieken. De mechanische verwerking was reeds afgesloten toen wij ons dit realiseerden; daarom kon deze, overigens relatief onbelangrijke, onnauwkeurigheid niet meer worden weggewerkt.

De gegevens over bewolking, neerslag en temperatuur vertonen geen duidelijke correlatie met de fourageeractiviteit en zijn bij de bespreking van de resultaten niet verder betrokken. Er zijn geen uitspraken te doen over de invloed van deze factoren op de fourageeractiviteit. Dunn (1973, 1975) onderzocht de werking van deze factoren niet aan adulte vogels maar aan de gewichtstoename en de sterfte van de kuikens. Er zal ongetwijfeld een relatie tussen de drie genoemde factoren en de mogelijkheid tot fourageren zijn, maar met onze methodiek is het niet mogelijk gebleken deze relatie aan te tonen.

De gemiddelde aantallen aanvliegende sterns per 5 minuten (=fourageeractiviteit) kunnen vergeleken worden door ze 2 bij 2 te toetsen, gebruik makend van de "multiple comparison technique" met $\alpha = 0,05$ (Scheffé 1959). Als resultaat van deze toetsen kan de gehele serie gemiddelden gerangschikt worden in groepen. De verschillende waarden van de betreffende factoren (tijd, getij en waterstand) binnen zo'n groep laten in hun effect op de fourageeractiviteit geen verschillen zien. Wij hebben dit aangegeven door voor elk van de te onderscheiden groepen op een bepaald niveau onder de grafiek een lijn te trekken. Waar deze lijnen onderbroken zijn worden als het ware de "significante" "pieken" en "dalen" in de grafiek afgebeeld.

Wij vermoeden dat in ons onderzoek de factor getij een grotere spreiding in de tijdgrafiek veroorzaakt dan andersom. De meeste tellingen zijn namelijk verricht tussen 07.30 en 19.30 uur, als er juist een relatief vrij constante invloed van de dagtijd is. Bovendien is het totaal aantal tellingen in de tijdgrafiek over meer gemiddelden verdeeld dan in de getijgrafiek zodat het aantal waarnemingen per gemiddelde kleiner is.

Resultaten en discussie

1. Algemeen

Het aantal broedparen van de beide soorten werd gedurende de zomer van 1975 op 400 paar Visdiefjes en 200 paar Noordse Sterns geschat. Dat is dus 2 maal zoveel Visdiefjes als Noordse Sterns. De fourageeractiviteit van de Visdief was over al onze waarnemingen 3.2 maal zo hoog als die van de Noordse Stern (zie tabel 1) Dit verschil verklaren wij uit het feit dat wij zeer veel aandacht

	<u>Visdief</u>			<u>Noordse Stern</u>			n
	met prooi	zonder prooi	totaal	met prooi	zonder prooi	totaal	
broedperiode	4,5	5,9	10,5	0,9	2,0	2,9	454
voerperiode	8,1	5,8	13,9	2,3	2,2	4,5	314

tabel 2. De fourageeractiviteit per periode.

table 2. Foraging activity in different periods.

broedperiode / breeding period
voerperiode / nestling period

	<u>Visdief</u>			<u>Noordse Stern</u>			n
	met prooi	zonder prooi	totaal	met prooi	zonder prooi	totaal	
sector Rif	6,8	5,1	12,0	2,5	2,2	4,6	98
West	7,0	7,4	14,4	1,6	2,2	3,7	586
Wad	0,7	1,5	2,2	1,2	1,4	2,7	88
Oost	1,3	2,1	3,4	0,9	2,6	3,5	66

tabel 3. De fourageeractiviteit per sector.

table 3. Foraging activity in different sectors.

	<u>Visdief</u>			<u>Noordse Stern</u>			n
	met prooi	zonder prooi	totaal	met prooi	zonder prooi	totaal	
eb /ebb	7,8	6,0	13,8	1,9	1,9	3,8	484
vloed/flood	3,2	5,9	9,1	1,1	2,4	3,5	374

tabel 4. De fourageeractiviteit tijdens eb en vloed.

table 4. Foraging activity during ebb and flood.

hebben besteed aan sector 13 waar de Visdief onevenredig talrijk was. Wanneer we de tellingen in deze sector buiten beschouwing laten zal de verhouding Visdief/Noordse Stern beter overeenkomen met de verhouding van het aantal broedparen.

2. Fourageeractiviteit per periode

Er is een grote overeenkomst tussen de twee soorten voor wat betreft de verschillen tussen de 2 perioden (zie tabel 2). In de voerperiode vliegen meer sterns. Dit is in overeenstemming met onze verwachting, in de broedperiode zal de aangebrachte prooi in de meeste gevallen bij de balts, die vrij lang in het seizoen aanhoudt, een rol spelen. In de voerperiode zullen de meeste prooidieren als voedsel voor de jongen dienen. De hoge fourageeractiviteit in deze periode wordt dan ook alleen door de vogels met prooi veroorzaakt.

3. Fourageeractiviteit per sector

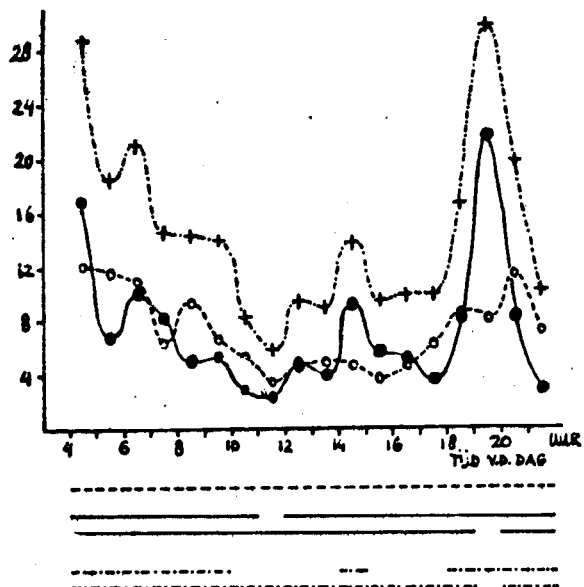
Er zijn in totaal vier sectoren die als volgt te beschrijven zijn:

- Rif - In deze sector vinden we van dichtbij naar veraf resp. het Smeriggat, een slikkig wadgebied met kleibulten en banken met kokerwormen. Een groot deel van de wadvlakte ligt juist boven de Gemiddelde Laag Waterlijn (GLW, NAP-12 dm). Vermoedelijk wordt er niet of nauwelijks over het Rif heen in de Noordzee gevist.
- West - We vinden hier zeer veel geulen en zandplaten die samen één groot geulenstelsel vormen. Er zijn vele overgangen van hoog naar laag.
- Wad - Een uitgestrekte hooggelegen wadvlakte met slechts enkele ondiepe geultjes. Het overgrote deel blijft in vergelijking met de andere sectoren erg lang droog.
- Oost - Hierin ligt alleen één zeer diepe geul, de Zoutkamperlaag.

Visdief en Noordse Stern vertonen een duidelijk verschil in voorkeur voor bepaalde sectoren. De Visdief fourageert bij uitstek in de sectoren Rif en West, met zeer lage aantallen in de sectoren Wad en Oost (zie tabel 3). De Noordse Stern blijkt, als we naar de totale aantallen kijken, geen duidelijke voorkeur voor een bepaalde sector te hebben. Kijken we bij deze soort met prooi naar de sector Rif, dan zien we driemaal zoveel individuen als in de sector Oost.

Omdat de aantallen waarnemingen voor de sectoren Wad en Oost vrij laag zijn worden ze verder niet besproken. Voor de sectoren Rif en West vonden wij opmerkelijke verschillen voor wat betreft de factoren tijd en getij. De factor tijd zal in de volgende paragraaf besproken worden. De verschillen voor de factor getij bleken nogal onregelmatig te zijn en kunnen waarschijnlijk pas

VISDIEF



NOORDSE STERN

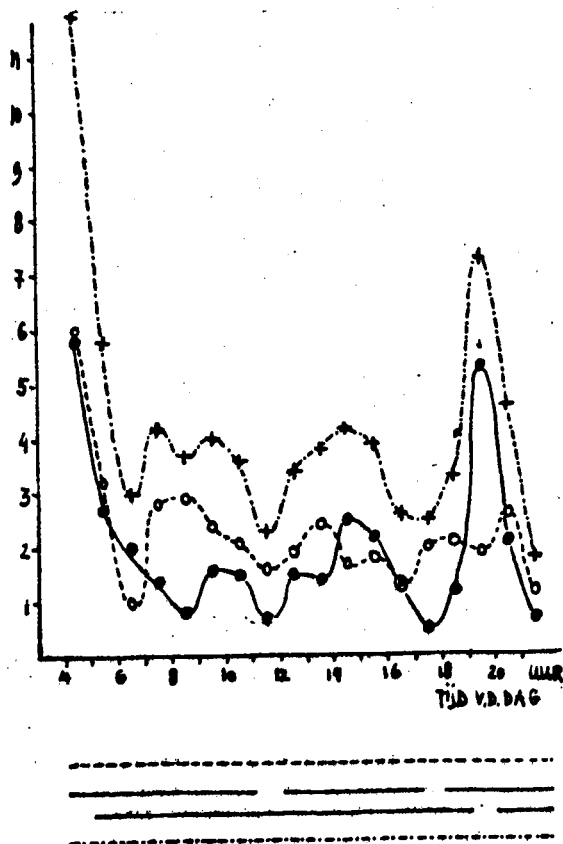


fig. 7a

De invloed van de factor tijd op de fourageeractiviteit.
Alle perioden en alle sectoren samen.

Foraging activity in relation to time of day.
All periods and all sectors combined.

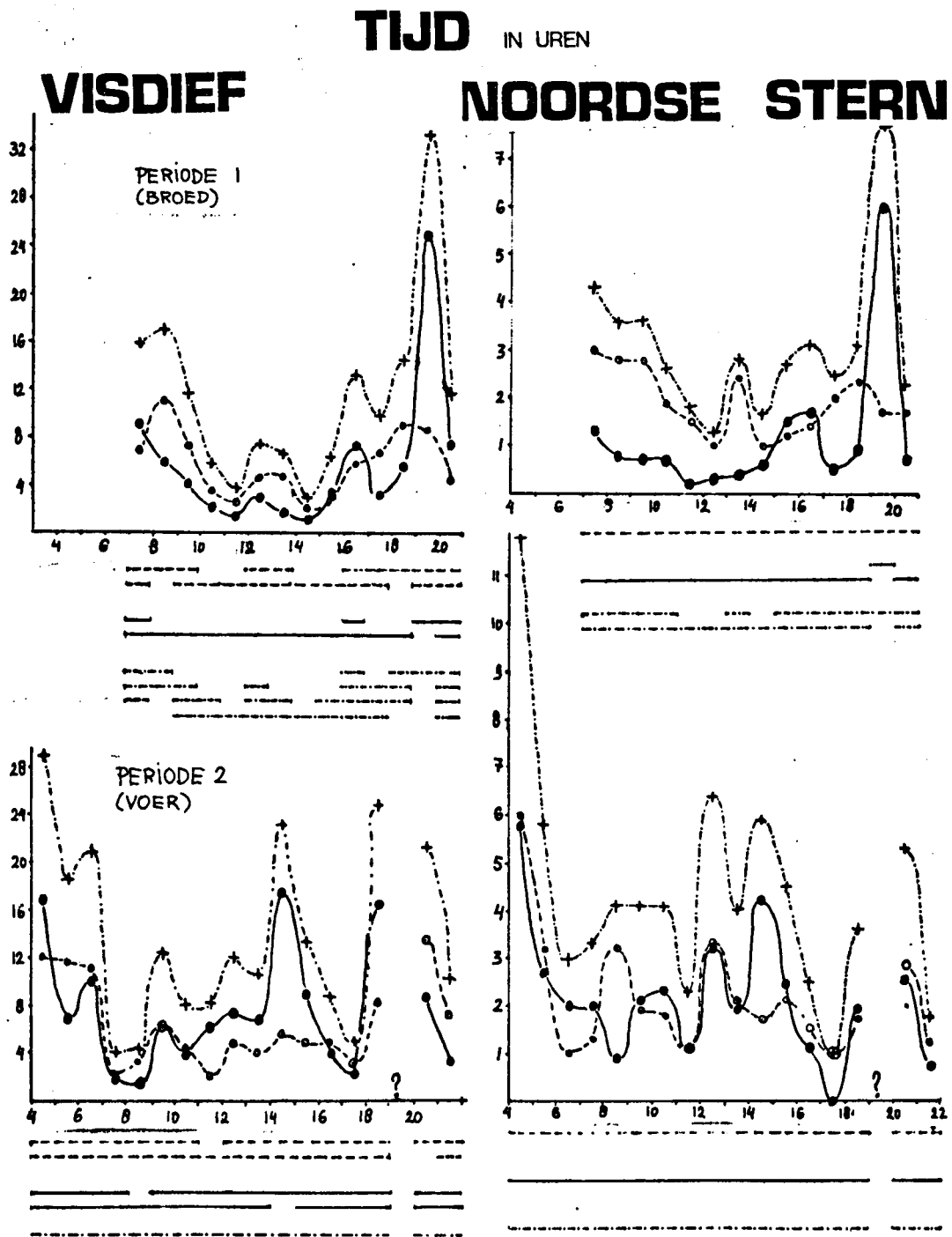


fig. 7

De invloed van de factor tijd op de fourageeractiviteit

b. broedperiode (P1)

c. voerperiode (P2)

Foraging activity in relation to time of day

b. breeding period (P1)

c. nestling period (P2)

TIJD IN UREN
VISDIEF

NOORDSE STERN

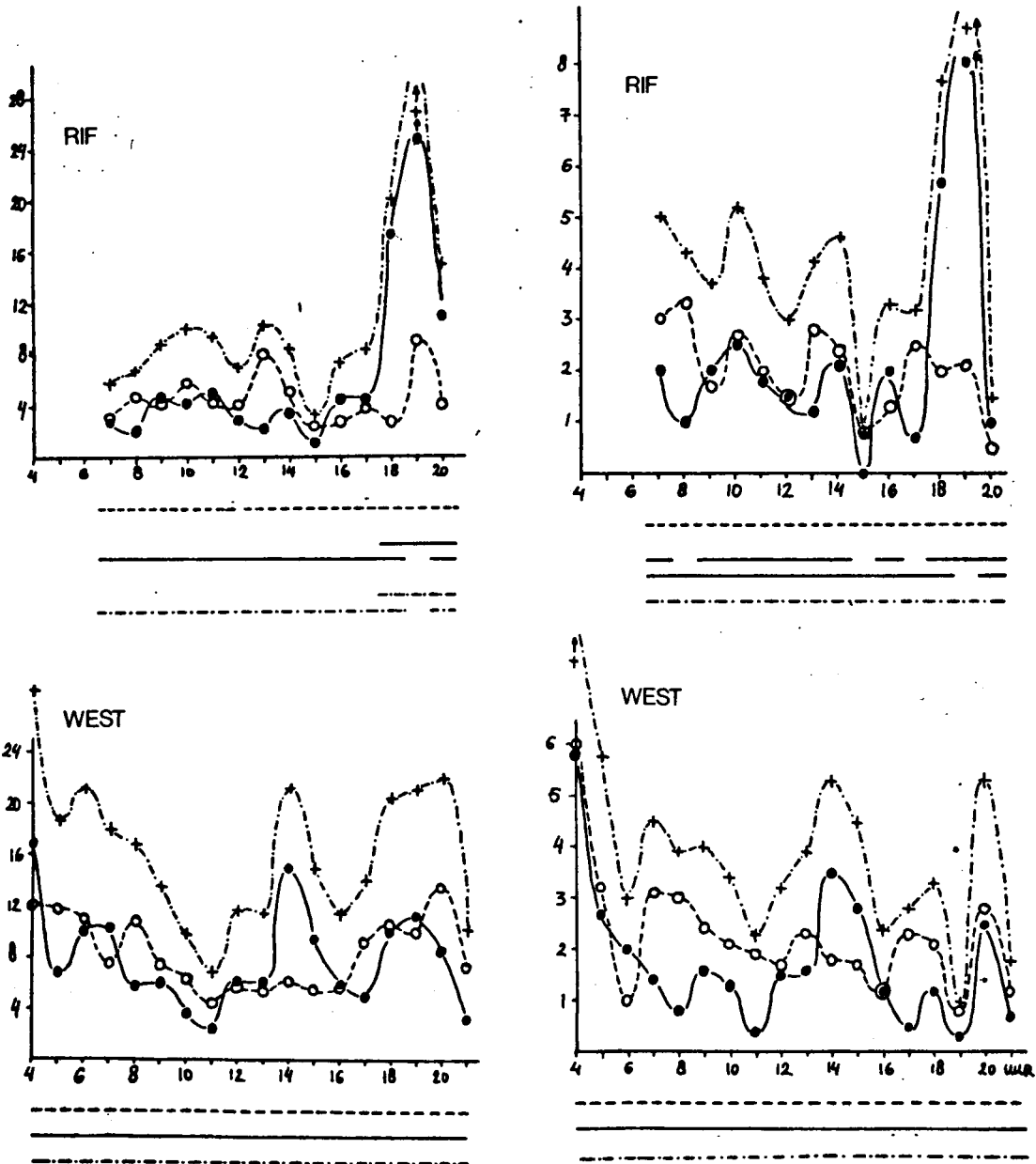


fig. 7

De invloed van de factor tijd op de fourageeractiviteit

d. Sector Rif

e. Sector West

Foraging activity in relation to time of day

d. Sector Rif

e. Sector West

geïnterpreteerd worden als er meer waarnemingen zijn gedaan.

4. Fourageeractiviteit in de loop van de dag

In de loop van de dag (factor tijd) zijn geen essentiële verschillen in fourageeractiviteit tussen Visdief en Noordse Stern te constateren. Het totale activiteitsbeeld (met en zonder prooi) van beide soorten begint 's morgens vroeg met een hoge activiteit. Deze hoge activiteit constateerden wij bij onze vroegste tellingen om half vijf. De aantallen waren zelfs toen al weer aan het teruglopen! Deze hoge activiteit loopt geleidelijk terug tot een minimum tussen 11 en 12 uur. Vervolgens is er weer een kleine opleving tussen 14 en 15 uur en wordt tussen 17 en 18 uur opnieuw een minimum bereikt. Na dit minimum wordt binnen een zeer kort tijdsbestek de hoogste piek van de dag bereikt tussen 19 en 20 uur (althans in onze tellingen, omdat we niet weten of er vóór 04.30 uur een hoger maximum was), om dan weer snel terug te vallen tot een minimum om 21.00 uur. De maxima worden voornamelijk veroorzaakt door de sterns met prooi, maar voor het overgrote deel van de dag vertonen met en zonder prooi een overeenkomstig beeld (zie fig. 7a voor alle perioden, 7b voor P1, 7c voor P2).

Periode 1 en 2 hebben een nogal verschillend beeld dat echter voor een belangrijk deel te verklaren is door het feit dat de hoge avondpiek, die in P1 tussen 19 en 20 uur te zien is, in P2 ontbreekt, omdat we juist op dit belangrijke uur geen tellingen hebben gedaan. De kleine opleving tussen 14 en 15 uur in de grafiek van alle perioden samen blijkt geheel door P2 in sector West bepaald te worden. Een verklaring voor deze piek kunnen we niet geven. In P1 zien we een kleine opleving tussen 16 en 17 uur die echter niet zo hoog is als de middagpiek van P2. We kunnen verder constateren (zie fig. 7d en e), dat de avondpiek voornamelijk bepaald wordt door de sector Rif en nauwelijks door de sector West (68,1% van alle tellingen). Voor de rest van de dag wordt er in de sector West, althans door de Visdief, meer gefourageerd dan in de sector Rif.

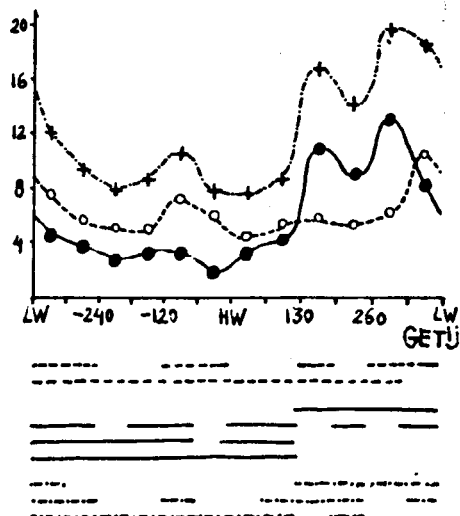
5. Discussie over de invloed van de factor tijd

De tijden van zonsopkomst en zonsondergang in de maanden mei, juni en juli zijn als volgt:

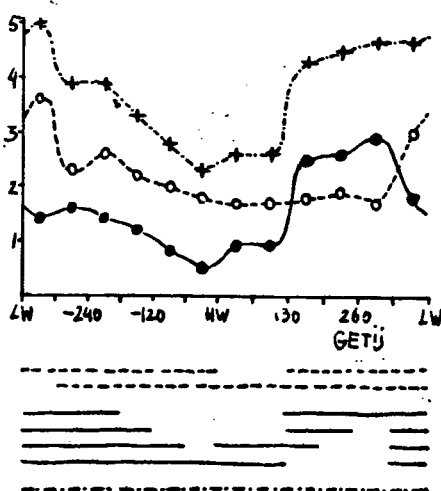
15 mei	zon op: 04.46	zon onder: 20.28
15 juni	04.20	21.02
15 juli	04.37	20.53

Het tijdstip van zonsopkomst heeft dus een duidelijke en sterke invloed op de fourageeractiviteit van de Visdief en de Noordse Stern. De verklaring hiervoor moet gezocht worden in het feit dat sterns typische oogjagers zijn, die hun voedsel moeten kunnen

VISDIEF



NOORDSE STERN



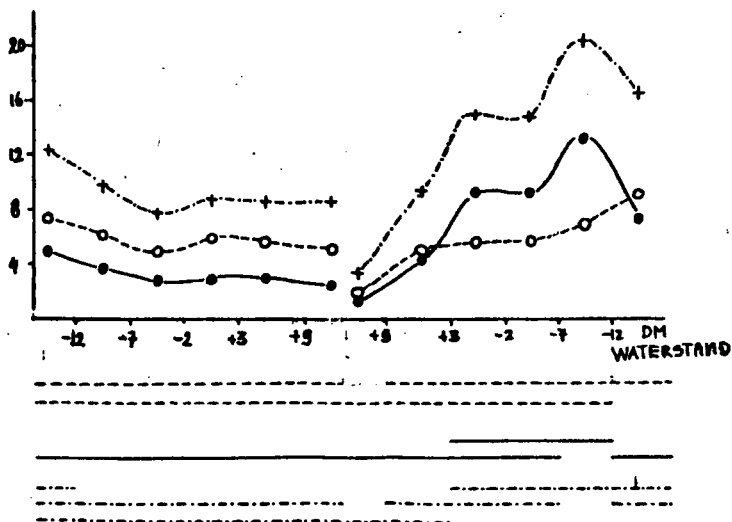
8a

fig. 8a

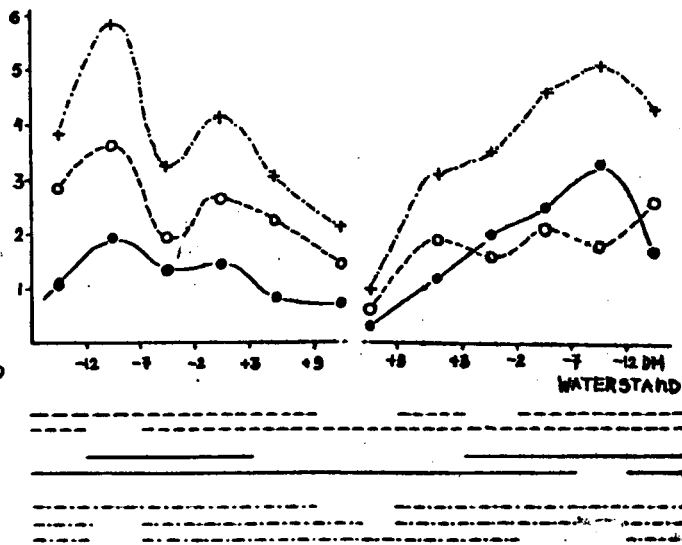
De invloed van de factor getij op de fourageeractiviteit.
Alle perioden en alle sectoren samen.

Foraging activity in relation to the tidal cycle.
All periods and all sectors combined.

VISDIEF



NOORDSE STERN



9a

fig. 9a

De invloed van de factor waterstand op de fourageeractiviteit
Alle perioden en alle sectoren samen.

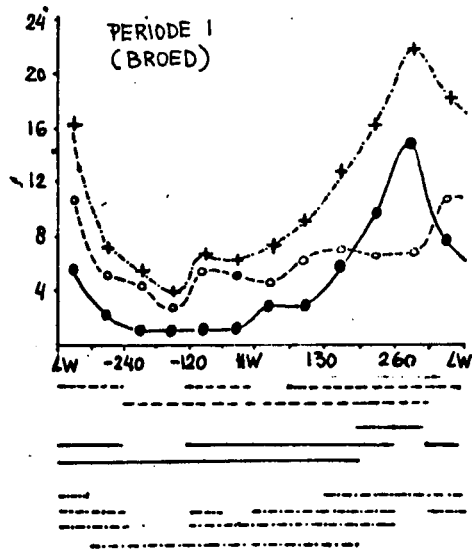
Foraging activity in relation to water level.
All periods and all sectors combines.

GETIJ

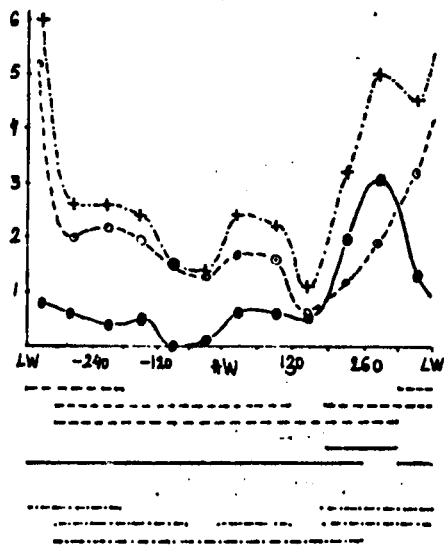
-25-

MINUTEN T.O.V. HW

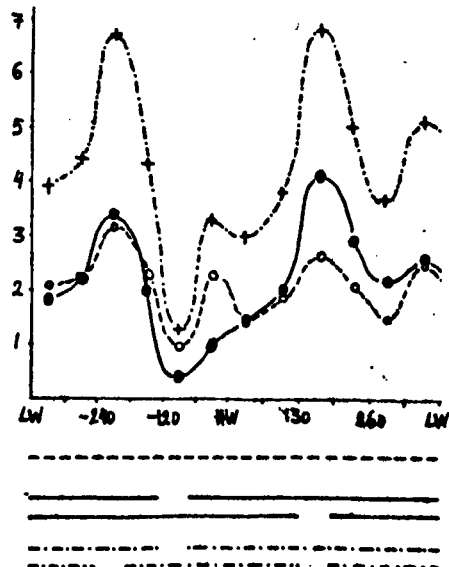
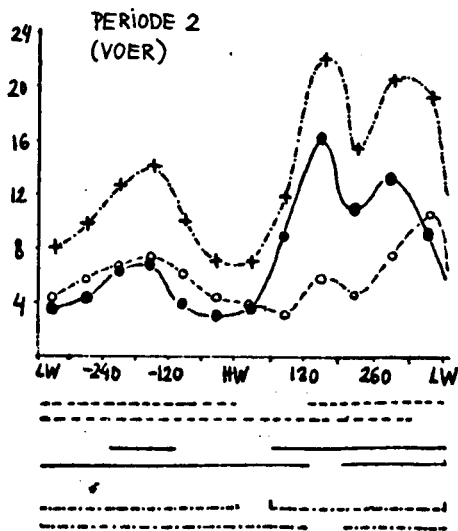
VISDIEF



NOORDSE STERN



b



c

fig. 8

De invloed van de factor getij op de fourageeractiviteit

b. broedperiode

c. voerperiode

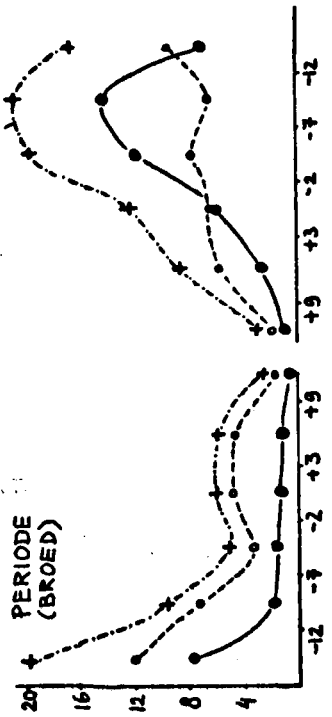
Foraging activity in relation to the tidal cycle

b. breeding period

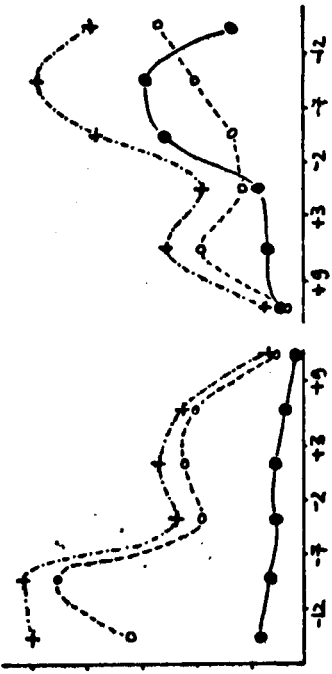
c. nestling period

WATERSTAND IN DM TOV. NAP

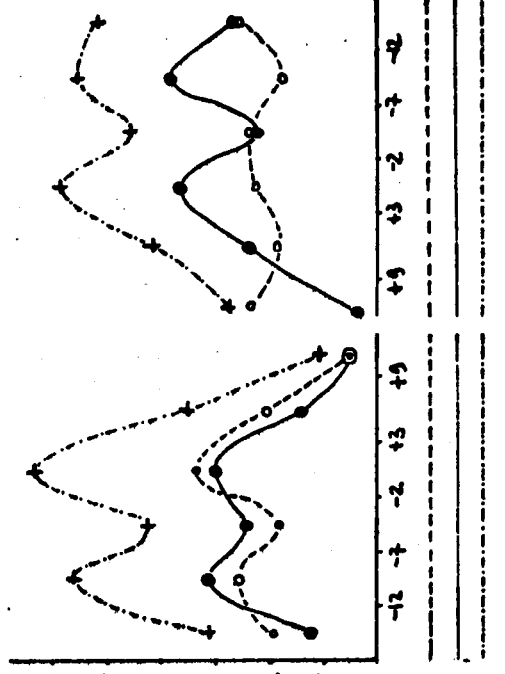
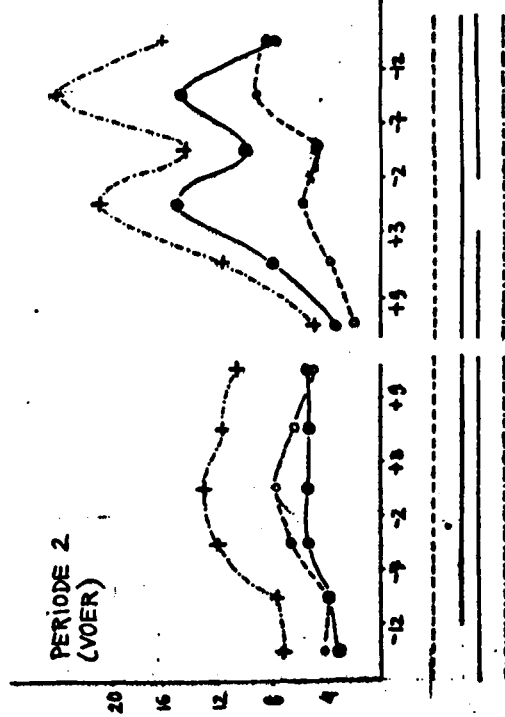
VISDIEF



NOORDSE STERN



b



c

fig. 9

De invloed van de factor waterstand op de fourageeractiviteit
 b. broedperiode
 c. voerperiode

Foraging activity in relation to water level
 b. breeding period
 c. nestling period

zien. Boecker (1967) stelt dat er op Wangeroog in de broedtijd 's nachts niet gefourageerd wordt. Rien Reijnen (mond. med.) die bij Ameland een onderzoek doet aan sterns in de trektijd veronderstelt dat de vogels 's morgens vroeg hongerig zijn en stelt vast dat ze dan allemaal even gaan fourageren, ongeacht de getijsituatie. Hij noemt dit 'honger-fourageervluchten'. Overigens vindt hij dat er onder bepaalde omstandigheden 's nachts wel gefourageerd wordt. Dit beeld van de fourageeractiviteit ('s nachts niet of soms) past goed bij de door ons gevonden ochtendpiek.

Nu is er 's avonds voor zonsondergang ook een piek te zien die evenwel niet door de honger veroorzaakt kan worden. Vermoedelijk gaan de vogels dan meer fourageren om met een volle maag de nacht in te gaan. Als ze dat gedaan hebben moeten ze snel terugkeren omdat anders de hoeveelheid licht misschien te klein wordt om de nesten en jongen terug te vinden.

Er zijn ook andere auteurs die wisselingen in activiteit van aan- en afvliegende, overvliegende en ook roepende sterns beschrijven. De volgende auteurs vonden een activiteitsmaximum in de vroege morgen- of avonduren of beide en een enkele maal ook een overeenkomstig minimum in de vroege namiddag: Marples & Marples (1934), Hawksley (1957), Rollin (1958) en Burton & Thurston (1959), allen voor Visdief en Noordse Stern. Ook Pearson (1968) vindt een lage fourageeractiviteit gedurende "mid-morning and mid-afternoon".

Zoals reeds gezegd is, is de zonsondergang de factor die 's avonds de piek in het fourageren van sterns met prooi verklaart. Dat deze piek geheel door de sector Rif wordt veroorzaakt is mogelijk te verklaren doordat zij het voedsel juist voor zonsondergang dicht bij de kolonie zoeken.

6. De invloed van getij en waterstand op de fourageeractiviteit

Waterstand en getij worden samen besproken omdat de waterstand-grafiek, zoals ook te verwachten was, zeer grote overeenkomst vertoont met de getij-grafiek. Bij de bespreking van de getij-grafiek zullen tussen haakjes de waterstanden met de maximale of minimale waarden vermeld worden.

Gerekend over de gehele getij-cyclus (zie tabel 4, pg. 18) is de fourageeractiviteit bij de Visdief met prooi tijdens vloed lager dan tijdens eb. De Visdief zonder prooi vertoont nauwelijks verschillen. Bij de Noordse Stern is de totale activiteit tijdens vloed en eb ongeveer gelijk, maar vliegen tijdens vloed minder vogels met prooi en tijdens eb meer.

Er is een grote overeenkomst in fourageeractiviteit voor de Visdief en de Noordse Stern met prooi (zie fig. 8 en 9). Beide vertonen een hoge fourageeractiviteit vanaf 130 min. na hoog water HW (tussen NAP-7 en -12 dm). Dit duurt bij de Visdief tot

laag water LW en bij de Noordse Stern tot 1 uur vóór LW. Beide soorten hebben een minimum vlak voor HW (hoger dan NAP + 9 dm). De maximale fourageeractiviteit bij waterstand tussen NAP-7 en NAP-12 dm wordt, vooral voor de Visdief, mogelijk veroorzaakt door de sectoren Rif en West waarin grote gebieden voorkomen met een hoogte juist boven GLW (hoger dan NAP-13 dm).

De sterns zonder prooi vertonen een vrij constant aantal met een opleving na de hoge fourageeractiviteit van de sterns met prooi. Bij de Noordse Stern valt dit maximum (begin vloed; tussen NAP-12 en -7 dm) iets later dan bij de Visdief (eind eb; lager dan NAP-12 dm), dit verklaart voor het grootste deel de verschillen tussen de soorten in tabel 4.

De grafiek van alle perioden en alle sectoren samen vertoont een vrij lange tijd met hoge fourageeractiviteit (fig. 8a). Dit wordt bij nadere beschouwing veroorzaakt door een verschuiving van de maximale fourageeractiviteit in de loop van het seizoen. In de periode 1 blijkt dit maximum dichterbij LW te liggen dan in periode 2.

7. Discussie over de invloed van getij en waterstand

Boecker (1967) is de eerste onderzoeker die de invloed van de getij-cyclus op de fourageeractiviteit van sterns beschrijft. Hij vindt dat het aantal voedselzoekende vogels op zee met LW veel groter is dan met HW. De hoogste voerfrequentie van de jongen viel voor beide soorten tussen 2 uur voor en 2 uur na LW, het minimum rond HW. Buurma (1971) beschrijft voor de Visdief en de Noordse Stern dat deze op Vlieland na de broedtijd een fourageertrek-ritme hebben dat in relatie staat met de getijden. De Visdief is volgens hem minder getijgebonden dan de Noordse Stern. Dit onderscheid wordt door Boecker niet gemaakt. Ook Rien Reijnen (mond. med.) nam na de broedtijd op Ameland een duidelijk getijritme waar in de fourageeractiviteit van Noordse Stern en Visdief, met een maximum enkele uren na HW. Bovendien vond hij tijdens HW meer doortrek, hetgeen hij verklaart door de ongunstige fourageermogelijkheden op dat moment.

Alle bovengenoemde onderzoekers deden hun waarnemingen in de Duitse of Nederlandse Waddenzee, waar een getijverschil van ca. 2 meter normaal is en grote delen van de zee tijdens LW droog vallen. Dunn (1975) onderzocht de invloed van enkele milieufactoren op de groei van Visdief-kuikens. Als "getijfactor" neemt hij het aantal uren laag tij tijdens daglicht. Hij vindt dan evenwel dat deze factor gedurende drie onderzoeksjaren slechts één keer maximaal 2,6% van de variatie verklaart. Hij acht getij dan ook voor de groei van weinig betekenis. In hetzelfde artikel citeert hij uit zijn proefschrift (1972, door ons niet gezien) "...terns fishing along the shore catch fish more frequently around low tide

than at high tide." Zijn onderzoeksgebied is de zee rondom Coquet Island (Northumberland) waarvan hij in zijn artikel helaas geen beschrijving geeft.

We willen erop wijzen dat er een groot verschil bestaat tussen het direct meten van de fourageeractiviteit, zoals wij gedaan hebben en het meten van de groei van kuikens, zoals Dunn deed. Groei is het effect van vele invloeden gemeten over een veel langere tijdsduur dan fourageren. De fluctuaties in fourageermogelijkheden die zich binnen een korte tijd voordoen, vallen bij het meten van de groei geheel of gedeeltelijk weg.

De grote overeenkomst van de invloed van het getij voor beide soorten wijst op een grote overlap in het voedselpakket zoals dat ook in de literatuur wordt genoemd (Boecker 1967, Pearson 1968). We moeten er echter op wijzen dat 68,1% van de tellingen gedaan zijn in sector West. Er is een verschil in voorkeur voor de sectoren tussen Visdief en Noordse Stern (zie paragraaf 3). De samenstelling van het voedselpakket zou per sector kunnen verschillen. Het moet dus niet uitgesloten worden geacht dat een getij-grafiek voor de verschillende sectoren mogelijk een ander beeld zou opleveren.

De sterke invloed van het getij op de fourageeractiviteit moet verklaard worden doordat zich in een bepaald deel van de getij-cyclus de beste fourageermogelijkheden voordoen. Bij dit proces spelen twee factoren door elkaar heen nl. een verandering van de stroomsnelheid van het water en de verandering van de hoogte van het water. Hoe de invloed van deze factoren op de prooidieren is, hebben wij niet onderzocht. Er zijn enkele onderzoekers van sterns die hierover een en ander schrijven. Pearson (1968) zegt bv: "Thus the birds on the Farne Islands are ensured of an abundant source of food throughout the summer, the Ammodytidae present during the early summer being supplemented by an influx of Clupeoids in July". Boecker (1967) vermeldt dat Ammodytidae zich met afgaand water ingraven in zand en met opkomend water weer tevoorschijn komen. Clupeidae zijn volgens hem veel minder aan de getij-bewegingen gebonden en de vangst van Clupeidae vertoont dan ook nauwelijks schommelingen met het getij. Buurma (1971) zegt dat blik (Clupeidae) in grote scholen slechts geringe bewegingen met het getij maakt in de diepe geulen tussen de eilanden waar ze vooral zit. Bij het heen en weer gaan moeten ze echter over drempels en zandruggen waarbij turbulentie in het water zorgt dat ze een prooi voor de vogels kunnen vormen (wolken fouragerende sterns). Buurma zegt bovendien dat de bodem het rijkst is aan garnaal bij lage waterstanden met afnemend water.

Wanneer we kijken naar de grafieken voor de factor getij van periode 1 en periode 2, dan zien we dat de hogere aantallen sterns in periode 2 niet veroorzaakt worden door het extra



benutten van een goede vangsituatie, maar door het beter benutten van een minder goede situatie; de maxima in beide perioden verschillen dan ook nauwelijks.

Pearson (1968) constateert een verandering van de samenstelling van het voedselpakket in de loop van het broedseizoen en geeft hiervan het volgende overzicht voor de Noordse Stern:

	June		July	
	No.	%	No.	%
Ammodytidae	236	74	1250	63
Clupeidae	33	10	477	24

Ammodytidae worden volgens Boecker (1967) vooral voor HW aangevoerd. Als zij een belangrijk deel van het voedselpakket vormen is dat niet in overeenstemming met onze resultaten, want wij vonden de grootste aanvoer van prooi voor LW. Boecker constateert dat in de voerperiode de aanvoer van Clupeidae door de ouders nauwelijks getij-afhankelijk is. Dit zou mogelijk kunnen verklaren dat bij ons in die periode het minimum van de sterns met prooi dicht bij het maximum komt te liggen. Een andere verklaring voor het feit dat het maximum in de voerperiode niet hoger wordt zou kunnen zijn dat de sterns volgens Pearson (1968): "... were close to the limits of their physical ability to collect food...". Hiermee in overeenstemming is het feit dat van de door hem onderzochte zeevogels alléén bij de sterns beide ouders tegelijk deelnemen aan het voedselzoeken.

8. Opmerkingen over de gecombineerde invloed van tijd van de dag en getij

Vergelijken we onze resultaten met die van Boecker dan blijkt hij tot een andere conclusie te komen wat betreft de factoren getij en tijd samen. Wij vinden dat zowel de tijd als het getij van grote invloed zijn op het fourageren. Boecker (1967) vindt echter: "Danach ist der Gezeitenrhythmus in seinem Einfluss auf die Fütterungshäufigkeit entweder allein ausschlaggebend oder er tritt doch gegenüber einem von der Tageszeit abhängigen Rhythmus stark in den Vordergrund." Boecker (1968): "Im vorliegenden Falle ist der Einfluss der Gezeiten auf den Nahrungserwerb der Seeschwalben so stark, dass er über den primären Einfluss der Tageszeit dominiert und ihn- so hat es wenigstens für den Untersucher den Anschein- praktisch unwirksam macht. Hinsichtlich anderer Verhaltensweisen, und zwar vor allem der Bereitschaft, aufzufliegen und sich an sozialen Flügen zu beteiligen bzw. allgemein auf äussere zum Auffliegen und unruhigen Umherfliegen anreizende Einflüsse zu reagieren, dominiert die

Tageszeitabhängigkeit, und zwar so stark, dass sie nicht gestattet, die Gezeitenabhängigkeit der gleichzeitig erfolgenden Nahrungsflüge nachzuweisen." Boecker noemt nog een aanwijzing voor de invloed van de tijd van de dag op het voedselzoeken. Drury (1960) vindt op Bylot-eiland (Canada) voor Noordse Stern in een situatie waarin duidelijk sprake is van een geringe invloed van het getij twee perioden per dag met een hoge fourageeractiviteit (8-11 en 17-19 uur).

Samenvattend kunnen we stellen dat volgens literatuurgegevens vele soorten activiteit van Vissdief en/of Noordse Stern (zoals sociale-, sexuele-, vocale activiteit, het voeren van de jongen, de door ons gemeten fourageeractiviteit en waarschijnlijk ook het rusten) door de tijd van de dag worden beïnvloed. Daarnaast wordt de fourageeractiviteit, het voeren van jongen en het rusten in een getijdengebied ook beïnvloed door het getijdenritme. Een model voor het ontrafelen van de invloeden van tijd van de dag en getijdenritme op de fourageeractiviteit wordt hieronder gegeven.

Bij ons bestaat de indruk dat de factoren tijd en getij onafhankelijk van elkaar de fourageeractiviteit beïnvloeden. Als dit zo zou zijn dan zou de fourageeractiviteit grofweg op de volgende manier door beide factoren bepaald kunnen zijn: De fourageeractiviteit op een gegeven ogenblik $F(t,g)$ is het gemiddeld aantal aanvliegende sterns per 5 minuten \bar{F} , plus de bijdrage van de factor tijd T plus de bijdrage van de factor getij G

$$F(t,g) = \bar{F} + T + G.$$

Hierbij is T het aantal sterns dat te verwachten is volgens de tijdgrafiek op tijdstip t minus het gemiddelde aantal per 5 minuten

$$T = F(t) - \bar{F}$$

en G het aantal sterns dat te verwachten is volgens de getijgrafiek op tijdstip t minus het gemiddelde aantal per 5 minuten

$$G = F(g) - \bar{F}$$

Om de factoren tijd en getij goed te kunnen bepalen zou het ideaal zijn om een van beide uit te schakelen. Dit is alleen mogelijk voor de factor getij door te gaan tellen op een plaats waar geen getij is. Een dergelijke situatie doet zich voor bij alle kolonie's in het binnenland b.v. de Flevopolder.

Dankwoord

In de eerste plaats willen we Staatsbosbeheer in Friesland bedanken voor de geboden gelegenheid om tijdens ons verblijf op de Kalkman dit onderzoek uit te voeren. We willen in dit verband vooral Ir. R.P. Minnaard, Gerard Mast en Arend Timmerman Azn noemen.

Als wij niet iedere week in onze primaire levensbehoeften waren voorzien door Willem Wilstra, Tjeerd Westra en Wytse Zijlstra, de bemanning van de reddingboot Gebroeders Luden van de KNZHRM, was dit onderzoek niet mogelijk geweest.

Voor commentaar tijdens de voorbereiding en gedurende het onderzoek zelf bedanken wij Dr. R.H. Drent, Drs. J. Veen (R.U. Groningen), Luit Buurma, Rien Reijnen, Drs. G. Boere (SBB) en Drs. D. Siersma (U.v.A.).

Ing. F.H. Lenselink van de studiedienst Delfzijl van Rijkswaterstaat bedanken wij voor het beschikbaar stellen van de kaarten en getijtafels en voor zijn medewerking bij het overnemen van de gegevens van de peilschaal in het Smeriggat.

De heer H. Olofsen en Drs. Jan Dieleman danken wij voor het vele werk dat zij hebben gestoken in de verwerking van de gegevens. Zonder hun inzet zouden wij onmogelijk het voorliggende resultaat bereikt hebben. Tineke Prins danken wij voor het voortreffelijk typewerk, de heer J. Zaagman voor twee tekeningen naar foto's en de heer H. Ooms voor de verzorging van het drukwerk.

Tenslotte danken wij Jan Wattel voor zijn begeleiding tijdens het hele onderzoek en voor zijn opmerkingen bij de eerdere versies van dit verslag.

Samenvatting

De fourageeractiviteit van de Visdief *Sterna hirundo* en de Noordse Stern *Sterna paradisaea* werd onderzocht op de Engelsmanplaat in de Nederlandse Waddenzee. De fourageeractiviteit werd gemeten aan de hand van tellingen van 5 minuten vanaf verschillende punten van het eiland (sectoren). De volgende factoren zijn onderzocht met betrekking tot hun invloed op de fourageeractiviteit van beide soorten: verloop van het broedseizoen (periode), sector, tijd van de dag, getij, waterhoogte, temperatuur, bewolking, neerslag, windrichting en windsnelheid. Alleen het verloop van het broedseizoen, sector, tijd van de dag, getij en waterhoogte bleken een aantoonbare invloed op de fourageeractiviteit te hebben.

Er bleek een grote overeenkomst te bestaan in de fourageeractiviteit van de Visdief en de Noordse Stern:

- ▣ In de broedperiode is het aantal sterns met prooi lager dan in de voerperiode. Dit wordt veroorzaakt door het beter benutten van een minder goede vangstsituatie in de voerperiode. De maxima in beide perioden verschillen nauwelijks. Het aantal sterns zonder prooi is in beide perioden gelijk.
- ▣ De Noordse Stern heeft een veel minder uitgesproken voorkeur voor bepaalde sectoren dan de Visdief. De Visdief fourageert voor het grootste deel in de sectoren West en Rif.

- ▣ Er is een ochtend- en avondpiek die voornamelijk veroorzaakt worden door sterns met prooi. Deze piek staat in relatie met zonsopkomst en zonsondergang. Tevens is er een kleine opleving in de middag.
 - ▣ De Visdief en de Noordse Stern vertonen een hoge fourageeractiviteit van 130 minuten na HW tot LW (Visdief) of tot 1 uur voor LW (Noordse Stern). Er is een minimum vlak voor HW. De sterns zonder prooi vertonen een meer constant beeld.
- De resultaten zijn vergeleken met literatuurgegevens van andere onderzoekgebieden.

Summary

The foraging activity of Common Tern *Sterna hirundo* and Arctic Tern *Sterna paradisaea* was studied on the low sandy island of Engelsmanplaat in the Dutch Waddensea area (53°28'N - 06°30'E). The foraging activity was measured by counting birds carrying food to the colony and birds flying towards the colony but not carrying food. Separate counts lasted 5 minutes and were made from various points around a mixed colony in low dunes (these points are called sectors, see fig. 4). The influence of several variables on the foraging activity of both species was tested: progress of the breeding season (period), sector, time of day, tidal rhythm, water level, temperature, cloudiness, precipitation, wind direction, and wind speed. Of these only progress of season, sector, time of day, tidal rhythm, and water level had a demonstrable influence on foraging activity.

Common and Arctic Tern were very similar in their reactions on the studied variables:

- ▣ During the incubation period the number of birds carrying food is lower than during the subsequent feeding period, although the maximum activity is about the same. This is caused by a higher activity during less suitable stages of the tidal cycle by terns looking after chicks. The number of terns flying without food is equal in both periods.
- ▣ The Arctic Tern is less strictly limited to certain sectors than the Common Tern. The Common Tern forages almost exclusively in the sectors "West" and "Rif" (see fig. 4, and table 3).
- ▣ Activity is maximal in the early morning and just prior to sunset. These peaks of activity are mainly due to an increase in birds carrying food. In the early afternoon there is also a slight increase in activity (see fig. 7).
- ▣ Common and Arctic Tern are most actively fishing from 130 minutes after high water to low water (Common Tern) or to 1 hour before low water (Arctic Tern). The activity is minimal just before high water. Bird without prey show much less fluctuations with the tidal cycle (see fig. 8).

In the Discussions our results are compared with literature references from other study areas.

- Boecker, M. 1967. Vergleichende Untersuchungen zur Nahrungs- und Nistökologie der Flusseeeschwalbe (*Sterna hirundo* L.) und der Küstenseeschwalbe (*Sterna paradisaea* Pont.). Bonn. zool. Beitr. 18, 15-126.
- Boecker, M. 1968. Zur Tagesaktivität der Seeschwalben. J. Orn. 109, 62-66.
- Burton, P.J.K. en Thurston, M.H. 1959. Observations on Arctic Terns in Spitsbergen. Br. Birds 52, 149-161.
- Buurma, L. 1971. De Noordse Stern bij Vlieland na de broedtijd. Ongepubliceerd verslag.
- Dunn, E.K. 1973. Changes in fishing ability of terns associated with windspeed and sea surface conditions. Nature 244, 520-521.
- Dunn, E.K. 1975. The role of environmental factors in the growth of tern chicks. J. anim. Ecol. 44, 743-754.
- Haan, H. de en IJbema, R. 1974. Engelsmanplaat. 't Fiskershúske, Moddergat.
- Hawkley, O. 1957. Ecology of a breeding population of Arctic Terns. Bird Banding 28, 57-92.
- Hopkins, C.D. en Haven Wiley, R. 1972. Food parasitism and competition in two terns. Auk 89, 583-594.
- Laugham, N.P.E. 1972. Chick survival in terns (*Sterna* spp.) with particular reference to the Common tern. J. anim. Ecol. 41, 385-395.
- Lebret, T. 1974. Meer milieudynamiek voor watervogels dringend gewenst. Vogeljaar 22, 652-669.
- Marples, G. en Marples, A. 1934. Sea Terns or Sea Swallows. Country Life Ltd, London.
- Lemmetyinen, R. 1972. Growth and mortality in the chicks of Arctic Terns in the Kongsfjord area, Spitsbergen, in 1970. Ornis fenn. 49, 45-53.
- Nie, N.H., Bent, D.H., en Hadlai Hull, C. 1970. Statistical Package for the Social Sciences. McGraw-Hill, New York.
- Pearson, T.H. 1968. The feeding biology of sea-bird species breeding on the Farne Islands, Northumberland. J. anim. Ecol. 37, 521-552.
- Rollin, N. 1958. The daily behaviour of birds on the Farnes. (part II). Trans. Nat. Hist. Soc. Northumberland, New Ser. 12, 161-184.
- Scheffé, H.A. 1959. The analysis of variance. Wiley, New York.

Ron Mes

Rob Schuckard

Instituut voor Taxonomische Zoölogie - Zoölogisch Museum

Plantage Middenlaan 53

Amsterdam - 1004

Nederland

Available on request at the Library of the Institute of Taxonomic
Zoology (Zoölogisch Museum), University of Amsterdam,
Plantage Middenlaan 53, Amsterdam 1004, The Netherlands.