De uitstralingseffecten van militaire geluidsproduktie in de Marnewaard op het gedrag en de ecologie van wadvogels

G.J.M. Wintermans

RIN - rapport 91/3

RIJKSINSTITUUT VOOR NATUURBEHEER
VESTIGING TEXEL
Postbus 59, 1790 AB Den Burg
Texel, Holland

537220

Rijksinstituut voor Natuurbeheer

Texel

1991

BIBLIOTHEEK
RIJKSINSTITUUT VOOR NATUURBEHEER
POSTBUS 9201
6800 HB ARNHEM-NEDERLAND

R.I.N.-RAPPORT



Foto's: J. van de Kam
Tekening: P. van de Wolf

INHOUD

VOORWOORD 3

SAMENVATTING 4

1 INLEIDING 7

2 MATERIAAL EN METHODE 10
2.1 Observatiedagen 11
2.2 Tellingen 13
2.3 Individuele gedragswaarnemingen 16
2.4 Prooiopnamebepalingen 17
2.5 Bodemfaunabemonstering 18
2.6 Groepsgedragwaarnemingen 19
2.7 Geluidsregistratie 19

3 RESULTATEN 20
3.1 Observatiedagen 20
3.2 Tellingen 20
3.3 Individuele gedragswaarnemingen 24
3.4 Bodemfaunabemonstering en voedselopnamesnelheid 26
3.5 Groepsgedragwaarnemingen 27
3.6 Geluidsregistraties 28

4 DISKUSSIE 30
4.1 Observatiedagen 30
4.2 Tellingen 31
4.3 Individuele gedragswaarnemingen 33
4.4 Bodemfaunabemonsteringen 33
4.5 Voedselopnamesnelheid 34
4.6 Groepsgedragwaarnemingen 34
4.7 Geluidsregistraties 35
4.8 Algemeen 36

DANKWOORD 37

LITERATUUR 38

BIJLAGE A 40
BIJLAGE B 45
BIJLAGE C 50
BIJLAGE D 53
BIJLAGE E 56

VOORWOORD

De effecten van militaire schietoefeningen op fauna zijn reeds enkele malen het onderwerp van onderzoek geweest bij het Rijksinstituut voor Natuurbeheer.

In een eerder stadium heeft dat geleid tot twee rapporten waarin de resultaten zijn verwerkt van een onderzoek naar de effecten van schietoefeningen bij Vlieland en van een literatuurstudie naar de effecten van geluidshinder op wadvogels. Tijdens het onderzoek bij Vlieland is tevens getracht informatie te verzamelen over de te verwachten effecten van schietoefeningen op de in de Waddenzee foeragerende wadvogels bij het in gebruik nemen van de schietbaan in de Marnewaard.

Tijdens het onderzoek waarvan in dit rapport verslag wordt gedaan, zijn op het wad ten noorden van de schietbaan in de Marnewaard tellingen van foeragerende vogels uitgevoerd en zijn het gedrag en de voedselecologie van wadvogels bestudeerd. Bovendien is op de hoogwatervluchtplaatsen ten oosten van de schietbaan gekeken naar het gedrag van rustende wadvogels. Evenals tijdens het hieraan voorafgaande oriënterende onderzoek zijn ook dit keer alleen akoestische aspecten onderzocht.

Dit onderzoek werd - net als de vorige studies - uitgevoerd voor de Raad van Defensieonderzoek TNO, in opdracht van het Ministerie van Defensie. Op grond van het hier gepresenteerde rapport kan worden geconcludeerd dat de geluidsbelasting zoals die tijdens het onderzoek is geweest, geen zichtbare effect van betekenis heeft gehad op de dichtheid, het gedrag en de voedselecologie van wadvogels.

De Directie

SAMENVATTING

In 1989/90 is in opdracht van de Raad van Defensieonderzoek TNO ten behoeve van de Directie Gebouwen, Werken en Terreinen van het Ministerie van Defensie onderzoek gedaan naar de uitstralingseffecten van de militaire geluidproduktie op de 25-mm schietbaan in de Marnewaard op het gedrag en de ecologie van wadvogels. Het hier gepresenteerde rapport is het verslag van het veldonderzoek dat in de laatste drie maanden van 1989 en de maanden april tot en met juni en augustus tot en met oktober van 1990 is uitgevoerd op het Brakzand (een wadplaat ten noorden van de schietbaan in de Marnewaard) en enkele hoogwatervluchtplaatsen (hvp's) langs de Groninger kust.

In de oorspronkelijke opzet van het onderzoek zou een stapsgewijze vergelijking worden gemaakt tussen drie potentieel verschillende onderzoeksituaties, namelijk de dagen direct voor een serie schietdagen, de schietdagen zelf en de dagen vlak daarna. Het aantal schietdagen waarop het geluid op de onderzoeklocatie duidelijk hoorbaar was, is echter te laag uitgevallen zodat het niet mogelijk is gebleken om een zinvolle statistische vergelijking tussen bovenstaande onderzoek- situaties te kunnen maken. Daarom is volstaan met een vergelijking tussen de schietdagen en de niet-schietdagen van de drie perioden waarin het veldwerk is uitgevoerd.

In totaal is op 83 dagen geobserveerd, waaronder 35 schietdagen. Van deze schietdagen zijn er uiteindelijk 22 voor het onderzoek bruikbaar gebleken. De overige schietdagen zijn afgevallen vanwege onvoldoende daglicht, het niet samenvallen van de schietoefeningen met de laagwaterperiode, het niet droogvallen van het wad of het verstoren van de waarnemingen door mosselvissers. Van de 22 bruikbare schietdagen zijn er 16 geschikt gebleken voor het onderzoek op het wad en 12 voor het onderzoek op de hvp's.

Aan de hand van tellingen van de vogels in zes op het wad uitgezette vakken van elk 1 ha is per observatiedag de dichtheid (aantal/ha) van de verschillende vogelsoorten berekend. Met behulp van een covariantie-analyse (met als covariabele de tijd) is bepaald in hoeverre de veranderingen in de dichtheden in de loop van de tijd het gevolg zijn van de volgende invloedsfactoren: de tijd (de dagen van het jaar), de periode (de perioden waarin de teldagen vielen) en het schieten. Uit de analyses is gebleken dat de schietoefeningen in de Marnewaard geen significante veranderingen in de dichtheden hebben veroorzaakt.

Ook de diversiteit (zowel uitgedrukt in de Shannon/Wiener-index als de equitabiliteits-index) aan wadvogels op schietdagen en niet-schietdagen is niet significant veranderd onder invloed van het schieten.

Om te achterhalen of vogels onder invloed van het schieten hun verblijf op het wad inkorten of in een bepaald gedeelte van de laagwaterperiode concentreren is het verloop van de dichtheid van verschillende vogelsoorten over de laagwaterperiode bestudeerd. Alleen zwarte ruiters (*Tringa erythropus*) lijken op schietdagen hun bezoek aan het wad in een bepaald gedeelte van de laagwaterperiode te concentreren.

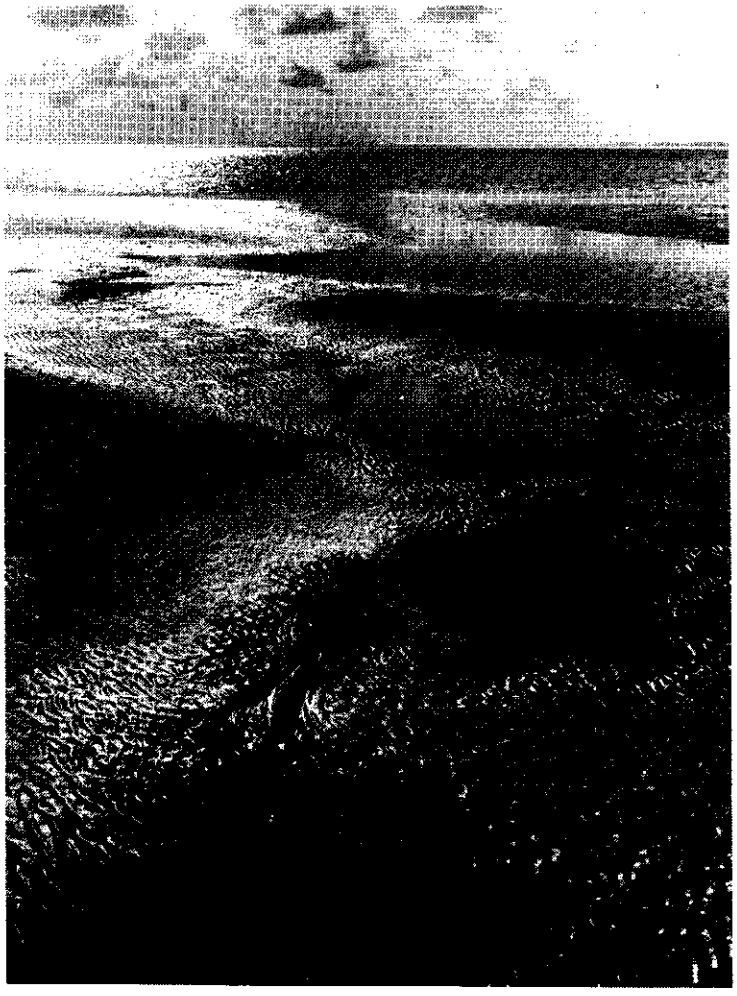
Op het wad is ook gekeken naar het gedrag en de voedselopname op schietdagen en niet-schietdagen van wulpen (*Numenius arquata*), scholeksters (*Haematopus ostralegus*) en rosse grutto's (*Limosa lapponica*). Aan de hand van 'gedrag-' en 'voedselopnameprotocollen' (observaties van één individu gedurende ± vijf minuten) is per dag berekend hoeveel tijd (in procenten) de vogelsoorten gemiddeld hebben besteed aan bepaalde gedragingen en hoeveel prooien (uitgesplitst naar soort en grootte) er gemiddeld per tijdseenheid zijn geconsumeerd. Met de gegevens van de prooiopname en de lengte-gewichtrelaties van de prooidieren, verkregen uit de bemonsteringen van de bodemfauna, is de opnamesnelheid (uitgedrukt in gram asvrijdroog-gewicht per seconde foerageertijd) van de bestudeerde vogelsoorten berekend.

In totaal zijn er 1020 van dergelijke protocollen verzameld: 436 van scholeksters, 399 van wulpen en 185 van rosse grutto's. De procentuele tijdsbesteding van scholeksters, wulpen en rosse grutto's op schietdagen en niet-schietdagen zijn per onderzoekperiode en over de gehele onderzoek-periode getoetst (Mann-Whitney U-test). Alleen tijdens periode II is er door rosse grutto's op schietdagen significant minder tijd (procentueel) besteed aan foerageren doch (niet significant) meer tijd aan de gedragingen 'poetsen' en 'kijken'. Daarentegen hebben scholeksters tijdens periode III significant meer tijd (procentueel) besteed aan ageren en minder (niet significant) aan de gedragingen "kijken" en "agressie". Uit de toetsingen van de tijdsbesteding van de vogelsoorten over de gehele onderzoekperiode is gebleken dat de tijdsbesteding op schietdagen en niet-schietdagen niet significant verschilt.

Uit een analyse (covariantie-analyse) van de (voedsel)opnamesnelheid van scholeksters, wulpen en rosse grutto's op schietdagen en niet-schietdagen is gebleken dat de opnamesnelheid, onder invloed van het schieten, niet significant is veranderd.

In totaal werden 136 groepsgedragprotocollen gemaakt van groepen wadvogels op de hoogwatervluchtplaatsen (hvp's). Gemiddeld duurde een groepsgedragprotocol zo'n 15 minuten en varieerde de groepsgrootte van ± 25 tot ± 500 individuen. Aan de hand van de protocollen is berekend hoeveel tijd (in procenten) de verschillende wadvogelsoorten gemiddeld per dag hebben besteed aan bepaalde gedragingen. De procentuele tijdsbesteding van de verschillende wadvogelsoorten blijkt op schietdagen en niet-schietdagen van de drie onderzoekperioden niet significant te verschillen.

Uit de geluidsregistraties is gebleken dat bij alle windrichtingen behalve windrichtingen met een noordelijke component (NW, N, NO) het geluid van de individuele knallen op de onderzoeklocatie op het wad goed hoorbaar (> 60 dB(A)) is. Dit bleek ook het geval te zijn op de hvp's ten oosten van de schietbaan. De hier geconstateerde geluidsbelasting was over het algemeen lager dan op de onderzoeklocatie op het wad vanwege de grotere afstand tot de schietbaan.



1 INLEIDING

Het waddengebied is het belangrijkste gebied voor wad- en watervogels in Europa. "Het gehele jaar door, maar vooral in voor- en najaar, vormt het een belangrijk foerageer- en rustgebied voor grote aantallen steltlopers, eenden en ganzen afkomstig uit broedgebieden in Canada, Groenland, Scandinavië, het Oostzeegebied en Siberië" (Platteeuw 1986).

Sinds 1971 (Ramsar-conventie) is de Waddenzee internationaal erkend als wetland. In de Nota Waddenzee van 1980 heeft de Nederlandse regering "de bescherming, het behoud en waar nodig het herstel van de Waddenzee als natuurgebied" als hoofddoelstelling geformuleerd. In 1981 zijn grote delen van het waddengebied aangewezen als beschermd natuurgebied in het kader van de Natuurbeschermingswet (Dankers e.a. 1990).

In het waddengebied vindt ook een breed scala aan menselijke aktiviteiten plaats. Zo fungeert het gebied als een van de belangrijkste oefengebieden voor verschillende onderdelen van het Ministerie van Defensie. Ter illustratie: anno 1988 bedroeg het indirecte en directe ruimtebeslag van het Ministerie van Defensie in het gebied minstens 32% (Scholte 1988).

Over het effect van geluid, geproduceerd tijdens militaire oefeningen, op fauna is veel gesproken en geschreven waarbij de conclusies vaak zijn gebaseerd op anekdotische waarnemingen en weinig systematisch opgezet onderzoek. De plannen voor het inrichten van een niet-MER-plichtige TPT-schietterrein in de Marnewaard en een oefenterrein in de Kollumerwaard vormden indirect dan ook de aanleiding voor het opzetten van een onderzoek naar de effecten van geluid op fauna.

In overleg met het Ministerie van Defensie heeft het Rijksinstituut voor Natuurbeheer (RIN; afdeling Estuariene Ecologie Texel) een studie op zich genomen naar de effecten van de militaire geluidsproduktie in de Marnewaard op het gedrag en de ecologie van wadvogels. De studie behelsde een literatuurstudie en een veldonderzoek. De literatuurstudie is in 1986 afgesloten met een publikatie (Platteeuw 1986). Het veldonderzoek is in 1985 opgestart door L. Goede, D. Tensen en C.J. Smit. In de maanden september en oktober van dat jaar is oriënterend onderzoek gedaan op het wad ten zuiden van Vlieland en ten noorden van Lauwersoog. Door problemen van technische aard is het echter niet mogelijk gebleken aan de hand van dit onderzoek harde uitspraken te doen. De verzamelde gegevens hebben wel aangetoond dat het zinvol zou zijn het onderzoek voort te zetten (Smit 1986).

Het voor u liggende rapport is het resultaat van het onderzoek naar de gevolgen van militaire schietoefeningen in de Marnewaard op het gedrag en de (voedsel)ecologie van wadvogels, dat in 1989/90 is uitgevoerd. Het onderzoek is als zodanig een vervolg van het oriënterende onderzoek van 1985. De leiding van dit vervolgonderzoek (RIN-project 364.5001) dat onder de naam "Uitstralingseffecten van militaire geluidsproduktie in de Marnewaard op het gedrag en de ecologie van wadvogels" te boek staat, lag

in handen van drs. C.J. Smit en drs. G.J.M. Wintermans. Het onderzoek en de verslaglegging zijn uitgevoerd door laatstgenoemde, die voor de duur van het onderzoek in dienst was bij het RIN afdeling Estuariene Ecologie op Texel, met assistentie van de studenten Leo Santbergen en Herman Offereins.

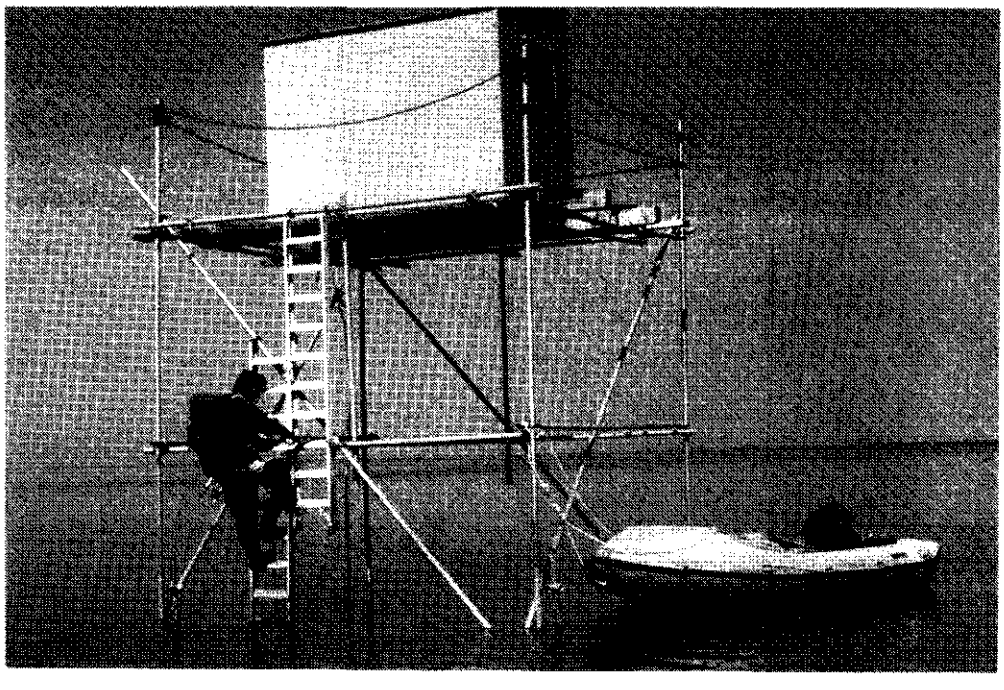
Het vervolgonderzoek heeft plaatsgevonden vanaf 15 september 1989 tot en met 15 februari 1990 en vanaf 15 mei tot en met 15 januari 1991. De vraagstelling van het onderzoek kan worden verdeeld in een drietal (deel)vragen:

1. In hoeverre verandert het gedrag van foeragerende of rustende wadvogels onder invloed van het militaire geluid?
   (Het is mogelijk dat, onder invloed van het militaire geluid, de vogels zich anders gaan gedragen en bijvoorbeeld minder foerageren of rusten).
2. Wat is de invloed van het militaire geluid op de voedselopname van vogels die op het wad foerageren?
   (Indien een vogel gedurende een bepaalde tijd niet aan foerageren toekomt vanwege het geproduceerde geluid, kan dat een dubbel verlies aan energie betekenen. De vogel neemt in een dergelijke situatie tijdelijk minder voedsel op en besteedt misschien energie aan een handeling die extra energie kost, bijvoorbeeld wegvliegen).
3. Verandert het aantal vogelsoorten en/of het aantal individuen per soort op het wad onder invloed van het geproduceerde militaire geluid?
   (De mogelijkheid bestaat dat een aantal vogels of bepaalde vogelsoorten onder invloed van het geluid op zoek gaan naar een alternatief foerageergebied).

Voor het beantwoorden van de (deel)vragen 1 en 2 is tijdens het onderzoek het gedrag en de voedselecologie bestudeerd van scholeksters (*Haematopus ostralegus*), wulpen (*Numenius arquata*) en rosse grutto's (*Limosa lapponica*). Deze soorten zijn gekozen om de volgende redenen:

1. Uit de literatuur is bekend dat de drie genoemde soorten verschillend reageren op verstoring. Scholeksters reageren volgens Visser (1986) het minst op verstoring zowel tijdens het foerageren als tijdens het rusten op de hvp's. Wulpen zijn het meest verstoringsgevoelig terwijl rosse grutto's een tussenpositie innemen.
2. Wulpen en scholeksters zijn het gehele jaar door in grote aantallen in het Waddenzeegebied aanwezig terwijl rosse grutto's in een vrij groot aantal bijna het gehele jaar, met uitzondering van de zomer, in het gebied aanwezig zijn (Smit & Wolff 1981).
3. Alle drie de vogelsoorten eten relatief grote prooien, die goed zichtbaar zijn zodat het aantal gegeten individuen makelijk kan worden bepaald. Bovendien is het meestal mogelijk de prooien te determineren en op grootte te schatten. Aan de hand van de aldus verzamelde gegevens kan de gemiddelde voedselopname van de soorten in het veld worden berekend (Smit 1986).

Dit rapport beschrijft de resultaten van het veldwerk dat in de laatste drie maanden van 1989 (hierna genoemd periode I) en in de maanden april, mei, juni (periode II) en augustus, september, oktober (periode III) van 1990 is uitgevoerd op het Brakzand (een wadplaat ten noorden van de schietbaan in de Marnewaard) en op enkele hvp's langs de Groninger kust.



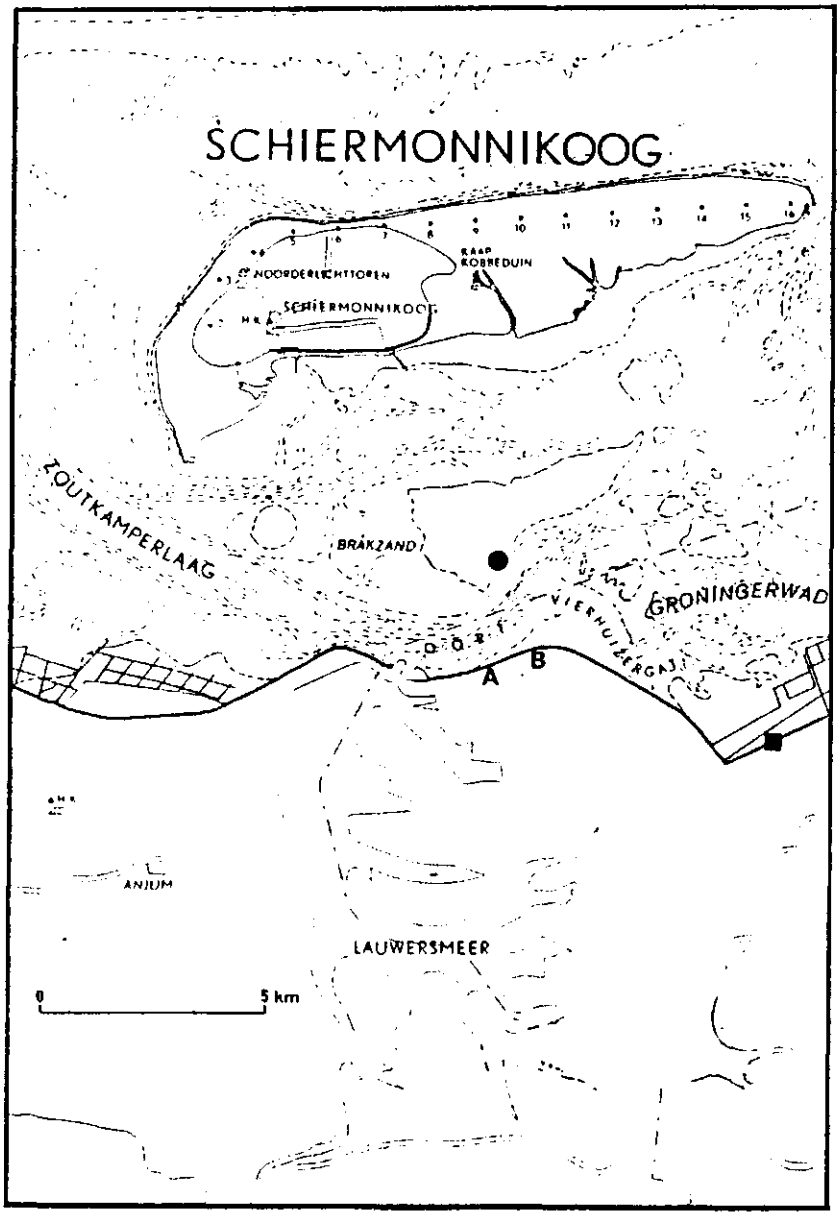
2 MATERIAAL EN METHODE

Om te kunnen achterhalen of er onder invloed van het militaire geluid veranderingen optreden in het aantal vogels op het wad en in het gedrag en de voedselopname van foeragerende of rustende vogels, zijn in het veld de volgende werkzaamheden verricht:

- Het tellen van de vogels in zes vakken (van elk 1 ha) die op het wad zijn uitgezet, in principe iedere drie kwartier (2.2).
- Het vastleggen van het gedrag van individuele scholeksters, wulpen en rosse grutto's op het wad gedurende perioden van ongeveer vijf minuten (individuele gedragsprotocollen; 2.3). Tegelijkertijd is de voedselopname van de vogelsoorten vastgelegd (voedselprotocollen; 2.4).
- Het bemonsteren van de bodemfauna ter plaatse tijdens de observatieperioden (2.5).
- Het vastleggen van het gedrag van (overzichtelijke) groepen wadvogels op de hvp's gedurende perioden van ongeveer 15 minuten (groepsgedragprotocollen; 2.6).
- Het indicatief meten van de geluidssterkte van de militaire schietoefeningen op de onderzoeklocaties (2.7).

Het veldwerk op het wad is uitgevoerd vanuit een observatiehut op een wadplaat ten noorden van de schietbaan (fig. 1). Het vervoer van en naar de hut ging met een motorboot. Aankomst en vertrek vonden altijd plaats als het wad resp. nog of weer onder water stond en de vogels nog niet gearriveerd of alweer vertrokken waren. Tijdens onderzoekperiode I was de hut gemonteerd op een ponton (dat met behulp van vier ankers aan de wadbodem was vastgemaakt) op een afstand van ± 1500 m ten noorden van de schiettoren in de Marnewaard. Tijdens onderzoekperiode II en III stond de hut op een steigerbuisstellage op ± 1700 m afstand van de schiettoren.

Het veldwerk bij de hvp's is uitgevoerd vanaf de deltadijk gelegen tegen de landaanwinningswerken aan de Groninger kust (fig. 1).



Figuur 1. Ligging van de onderzoeklocatie op het wad (●) en op de deltadijk bij de hoogwatervluchtplaatsen (■). A = locatie van de schiettoren; B = de schietbaan.

2.1 **Observatiedagen**

Het observatieschema (tabel 1) omvatte 12 schietblokken van twee of drie aaneengesloten schietdagen. Van de in totaal 35 schietdagen leenden er acht zich bij voorbaat niet voor het verzamelen van gegevens op het wad omdat tijdens de laagwaterperiode de duisternis al zou invallen of de schietoefeningen nog niet in volle gang zouden (kunnen) zijn.

Tabel 1. Observatieschema met de schietdagen (onderstreept). LW = tijdstip van maximaal laagwater; HW = tijdstip van maximaal hoogwater. * = Schietdagen die vanwege een gebrek aan schietgeluid tijdens de laagwaterperiode en/of onvoldoende daglicht, niet geschikt bleken te zijn als observatiedag.

Onderzoekperiode I		Onderzoekperiode II			Onderzoekperiode III		
Datum	LW	Datum	LW	HW	Datum	LW	HW
10/10/89	11.16	24/04/90	16.22	10.36	06/08/90	17.26	11.16
11/10/89	12.44	25/04/90	17.04	11.26	07/08/90	18.11	11.55
14/10/89	15.36	26/04/90	17.51	12.05	08/08/90	18.40	12.26
15/10/89	16.15	01/05/90	09.51	15.34	14/08/90	09.56	16.36
16/10/89	16.59	02/05/90	10.15	16.55	15/08/90	10.55	17.40
17/10/89*	17.46	03/05/90	11.20	18.00	16/08/90	12.26	18.55
18/10/89*	18.19	08/05/90	16.30	10.24	27/08/90	08.56	14.54
19/10/89*	19.06	09/05/90	17.06	10.55	28/08/90	09.31	15.35
23/10/89	10.35	10/05/90	17.35	11.25	29/08/90	10.16	16.20
24/20/89	11.55	11/05/90	18.16	12.00	30/08/90	11.06	17.25
25/20/89	13.16	12/05/90	18.46	12.36	05/09/90	17.40	11.25
26/20/89	14.05	15/05/90*	07.56	14.05	06/09/90	18.16	12.06
08/11/89	10.55	16/05/90	08.36	15.05	07/09/90	18.50	12.36
09/11/89	12.10	17/05/90	09.21	16.06	18/09/90	17.00	10.34
10/11/89	13.16	21/05/90	13.55	16.54	19/09/90	17.46	11.26
11/11/89	14.04	22/05/90	14.55	09.05	20/09/90	18.16	12.05
21/11/89	10.06	23/05/90	15.52	10.06	27/09/90	09.31	15.35
22/11/89	11.10	24/05/90	16.41	10.45	28/09/90	10.21	16.55
23/11/89	12.16	29/05/90*	08.15	14.46	29/09/90	11.36	18.40
24/11/89	13.15	30/05/90	09.06	15.46	02/10/90	14.36	08.25
25/11/89	14.06	31/05/90	09.55	16.36	03/10/90	15.20	09.04
28/11/89	16.06	06/06/90	15.56	09.34	04/10/90	15.54	09.55
29/11/89*	16.36	07/06/90	16.35	10.25	16/10/90	14.40	08.36
05/12/89*	08.04	08/06/90	17.26	11.06	17/10/90	15.25	09.26
06/12/89	09.03	12/06/90	19.46	13.25	18/10/90	16.06	10.05
07/12/89	10.26	13/06/90	20.16	14.05			
08/12/89	11.36	14/06/90	09.19	14.55			
09/12/89	12.35	19/06/90	13.21	07.15			
12/12/89	15.26	20/06/90	14.25	08.35			
13/12/89	16.16	21/06/90	15.30	09.25			
14/12/89*	16.54						
19/12/89	08.46						
20/12/89	09.26						
21/12/89	10.09						

De oorspronkelijke opzet van het onderzoek behelsde het maken van een stapsgewijze vergelijking van drie potentieel verschillende onderzoeksituaties: de dagen direct voor een serie schietdagen, de schietdagen zelf en de dagen vlak daarna. Het aantal voor het onderzoek geschikte schietdagen (dagen met duidelijk hoorbare knallen) is echter te laag gebleken waardoor een zinvolle statistische vergelijking tussen bovenstaande onderzoeksituaties niet mogelijk was. Daarom is volstaan met het maken van een vergelijking tussen schietdagen en niet-schietdagen van de drie onderzoekperioden waarin het veldwerk is uitgevoerd te weten:

- Periode I : van 10 oktober tot en met 29 december van 1989.
- Periode II : van 24 april tot en met 22 juni van 1990.
- Periode III: van 6 augustus tot en met 18 oktober van 1990.

2.2 Tellingen

Rondom de observatiehut zijn met behulp van plastic paaltjes drie (periode I) of zes (periode II en III) vakken uitgezet van elk 1 ha groot. In principe is, tijdens een laagwaterperiode, eenmaal per drie kwartier het aantal vogels in de vakken geteld. Per laagwaterperiode zijn minimaal vijf tellingen zijn gedaan. De tellingen zijn uitgevoerd door twee waarnemers met behulp van twee verrekijkers (8,5x44 en 10x40) en een telescoop (20-60x). Per observatiedag is aan de hand van deze tellingen het gemiddeld aantal individuen per ha van de verschillende soorten berekend. Veranderingen in de dichtheden kunnen een natuurlijke oorzaak hebben afhankelijk van de dagen en/of de periode van het jaar. Zij kunnen ook het gevolg zijn van het geluid geproduceerd tijdens militaire oefeningen. De dichtheid van een bepaalde vogelsoort wordt dus beïnvloed door de vier zogenaamde invloedsvariabelen: tijd (de observatiedagen van het jaar), periode (de periode waarin de observatiedagen vielen), het produkt van tijd en periode en het schieten. Om nu de invloed van de verschillende invloeds-variabelen op de dichtheid te kunnen achterhalen, is per onderzoekperiode het verband (lineaire regressie) bepaald tussen de dichtheid (op zowel schietdagen als niet-schietdagen) en de tijd (de observatiedagen van het jaar). Met behulp van een covariantie-analyse (met als covariabele de tijd) is vervolgens bepaald:

- of het verloop van de dichtheid, met als invloedsvariabelen tijd, periode en tijd x periode, (significant) afwijkt van het verloop van de dichtheid met als invloedsvariabelen tijd, periode, tijd x periode èn het schieten
- de mate waarin de veranderingen in de dichtheden het gevolg zijn van de vier invloedsvariabelen.

Om te kunnen achterhalen of het aantal soorten vogels en het aantal individuen per soort (diversiteit) op het wad tijdens de laagwaterperiode zijn veranderd onder invloed van het geluid, is de diversiteit bestudeerd aan de hand van twee diversiteitsmaten:

1. de Shannon-Wiener-index (Krebs 1978).
2. de equitabiliteits-index (Krebs 1978).

ad 1 De Shannon-Wiener index (H) is gedefinieerd als:

$$H = \sum_{i+1}^{s} (P_j) \cdot [\log_3 (P_j)]$$

waarin s = aantal soorten.

P_j= aandeel van de i-de soort in het totale aantal aanwezige individuen.

ad 2 De equitabiliteits-index (E) is gedefinieerd als:

$$E = \frac{H}{\log_3(s)}$$

waarin s = aantal soorten.
H = Shannon-Wiener index.

Deze diversiteitsmaten geven een indicatie van het aantal op het wad aanwezige vogelsoorten en de relatieve talrijkheid van die soorten. Een groot aantal relatief talrijke soorten levert een hogere indexwaarde op dan een klein aantal zeer talrijke soorten gecombineerd met enkele zelden voorkomende soorten. De diversiteit wordt dus hoger als de verdeling van de aantallen over de soorten gelijkmatiger wordt en/of als het aantal soorten toeneemt. Ook de veranderingen in diversiteit van schietdagen en niet-schietdagen van de gehele onderzoekperiode zijn bestudeerd met de hierboven reeds beschreven covariantie-analyse.

Om te kunnen achterhalen of vogels onder invloed van het geluid het verblijf op het wad inkorten of in een bepaald gedeelte van de laagwater-periode concentreren, is het verloop van de dichtheid van verschillende vogelsoorten tijdens de laagwaterperioden bestudeerd. Hiertoe is de laagwaterperiode verdeeld in een vijftal tijdvakken (fig. 2):

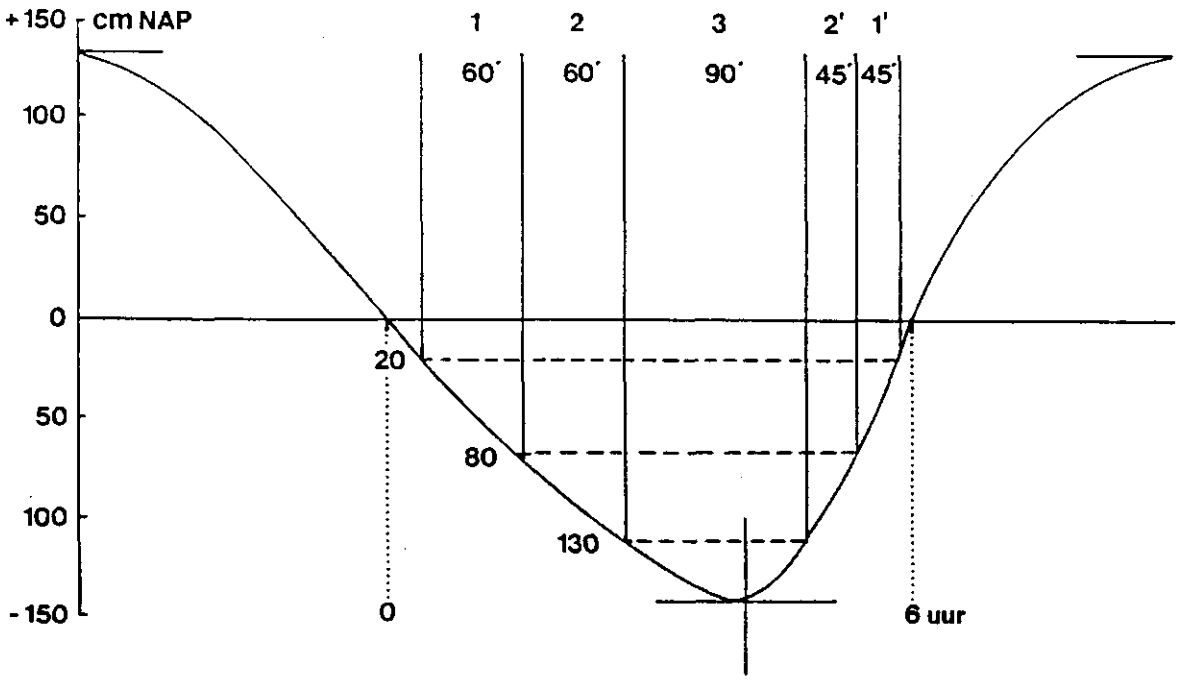
Tijdvak 1 : Geleidelijk droogvallend wad.
Het begin is het tijdstip waarop de waterstand -20 cm NAP is. Het einde is het tijdstip halverwege de periode van het begin van tijdvak 1 tot het begin van tijdvak 3. De gemiddelde waterstand op dit tijdstip was ± -82 cm NAP.

Tijdvak 2 : Lopend van het einde van tijdvak 1 (gemiddelde waterstand: ± -82 cm NAP) tot het begin van tijdvak 3.

Tijdvak 3 : Periode waarin de waterstand niet meer dan 10 cm verschilt van de laagste waterstand (gemiddelde ± -130 cm NAP).

Tijdvak 2': Lopend van het einde van tijdvak 3 tot het begin van tijdvak 1' (gemiddelde waterstand: ± -88 cm NAP).

Tijdvak 1': Geleidelijk onderlopend wad.
Het begin is het tijdstip halverwege de periode van het einde van tijdvak 3 tot het einde van tijdvak 1. De gemiddelde waterstand op dit tijdstip was ± -88 cm NAP. Het einde is het tijdstip waarop de waterstand -20 cm NAP is.



Figuur 2. Schematische weergave van de verdeling van de laagwaterperiode in vijf laagwatertijdvakken. De vermelde waarden zijn bepaald aan de hand van de getijdekrommen van Lauwersoog (bron RWS). De gemiddelde duur van de tijdvakken is weergegeven in minuten (').

Van elke observatiedag is de gemiddelde dichtheid van de verschillende vogelsoorten per tijdvak berekend. Indien een vogelsoort onder invloed van het schieten het dagelijkse patroon van het bezoek aan het wad verandert, kan dat zichtbaar worden gemaakt aan de hand van de berekende dichtheden van overeenkomstige tijdvakken van schietdagen en niet-schietdagen. Het verloop van de dichtheid over de onderscheiden laagwatertijdvakken op schietdagen en niet-schietdagen is daarom weergegeven in histogrammen. Verschillen in de dichtheden zijn getoetst (Mann-Whitney U-test) indien de gegevens daartoe aanleiding gaven.

2.3 Individuele gedragswaarnemingen

Om het gedrag van scholeksters, wulpen en rosse grutto's vast te kunnen leggen zijn in de gedragsprotocollen de volgende categorieën onderscheiden: (De onderstreepte categorieën zijn verzamelcategorieën waarin gelijkgerichte gedragingen zijn opgenomen.)

ZOEKEN : de vogel zoekt actief naar prooien; speurt de bodem af waarbij regelmatig in de bodem wordt geprikt of geboord.

HANDLING-nieuw: het bewerken en eventueel doorslikken van een "nieuwe" prooi. Het begin van zo'n handlingperiode is het moment waarop de vogel een prooi vastpakt of probeert vast te pakken. Handling hoeft niet te leiden tot het consumeren van een prooi.

HANDLING-oud : de vogel gaat verder met het bewerken van een "oude" prooi.

FOERAGEREN : de gedragingen "zoeken" en "handling" samen.

POETSEN : de vogel verzorgt het verenkleed of rekt zich uit.

SLAPEN : de vogel staat of zit in een slaaphouding (vaak met de snavel tussen de veren) met open of gesloten ogen.

RUSTEN : de gedragingen "poetsen" en "slapen" samen.

KIJKEN : de vogel staat rechtop en kijkt rond, speurt niet naar voedsel en is niet agressief.

LOPEN : de vogel loopt of zwemt zonder zoekgedrag te vertonen en is niet agressief.

VLIEGEN : de vogel vliegt op. Hieronder valt niet vliegen a.g.v. een agressieve interactie.

AGRESSIE : alle vormen van agressief gedrag zoals het afpakken van een prooi, het dreigen naar, het vechten met en het ontwijken van andere vogels.

ANDERE : de gedragingen "kijken", "lopen", "vliegen" en "agressie" samen. Deze gedragingen zijn onder één noemer gebracht om als graadmeter te kunnen worden gebruikt bij het registreren van verstoring.

De gedragswaarnemingen zijn aanvankelijk (oktober 1989) ingesproken op een cassettebandje. In november is overgegaan op het intoetsen van de gedragingen in een OS-3 event recorder (Observational Systems, Seattle, Washington, USA). Na afloop van een serie observatiedagen zijn de verzamelde gegevens ingelezen in de VAX/VMS-750 computer van het RIN. Met behulp van een aantal op het RIN-Texel ontwikkelde programma's is van elk protocol de tijd (in seconden en procenten) berekend die een vogel heeft besteed aan de verschillende gedragingen. Deze gegevens zijn ingelezen in een Lotus Symphony spreadsheet waarna is berekend hoeveel tijd (in procenten) de vogels gemiddeld per dag hebben besteed aan de verschillende gedragingen. De procentuele tijdsbestedingen op schietdagen en niet-

schietdagen zijn per onderzoekperiode en over de gehele onderzoekperiode getoetst (Mann-Whitney U-test).

2.4 Prooiopnamebepalingen

Om een schatting te kunnen maken van de voedselopname van scholeksters, wulpen en rosse grutto's is tijdens het protocolleren het aantal gegeten prooien bijgehouden. Tevens is getracht de prooien te determineren en op grootte te schatten. Omdat een aantal prooidiersoorten in het veld niet te onderscheiden zijn, zijn deze soorten onder één noemer gebracht. De gebruikte indeling in prooidierklassen en lengteklassen is al volgt:

MEK: Mossels (*Mytilus edulis*) kleiner of gelijk aan 30 mm.
MEG: Mossels groter dan 30 mm.
MB : Nonnetjes (*Macoma baltica*) van 10 tot en met 20 mm.
AMK: Wadpieren (*Arenicola marina*) kleiner of gelijk aan 80 mm.
AMG: Wadpieren groter dan 80 mm.
NSK: Zandzagers (*Nephtys hombergii*) en zeeduizendpoten (*Nereis diversicolor*) kleiner of gelijk aan 80 mm.
NSG: Zandzagers en zeeduizendpoten groter dan 80 mm.
LCK: Schelpkokerwormen (*Lanice conchilega*) kleiner of gelijk aan 80 mm.
LCG: Schelpkokerwormen groter dan 80 mm.
WWK: Alle ongedefinieerde wormen kleiner of gelijk aan 80 mm.
WWG: Alle ongedefinieerde wormen groter dan 80 mm.
CMK: Strandkrabben (*Carcinus maenas*) kleiner of gelijk aan 15 mm.
CMG: Strandkrabben groter dan 15 mm.
CCK: Garnalen (*Crangon crangon; Corophium volutator*) kleiner of gelijk aan 15 mm.
CCG: Garnalen groter dan 15 mm.

Aan de hand van de gegevens uit de voedselprotocollen is per dag berekend hoeveel individuen binnen elke prooi- en lengteklasse er gemiddeld in de foerageertijd (gedragingen "zoeken" en "handling" samen) zijn geconsumeerd.

Met het gemiddeld aantal prooien dat per tijdseenheid is geconsumeerd en de ijklijnen van de asvrij-drooggewichten van de prooidieren (avdg in g; 2.5), is de gemiddelde opnamesnelheid (mg avdg/s) van scholeksters, wulpen en rosse grutto's per dag berekend. De opnamesnelheid op schietdagen en niet-schietdagen is getoetst met de in paragraaf 2.2 beschreven covariantie-analyse.

2.5 Bodemfaunabemonstering

Om een indruk te krijgen van de grootte en de energie-inhoud van de prooidieren van scholeksters, wulpen en rosse grutto's op de onderzoeklocatie is halverwege elke onderzoekperiode de fauna op en in de bodem bemonsterd. Van tweekleppige schelpdieren en van krabben is een monster verzameld van in principe minimaal vijf tot maximaal 20 individuen per mm lengteklasse. Van de wormen is met behulp van een zeef (1 mm), een monster verzameld van in principe minimaal vijf tot maximaal 50 individuen per 10 mm lengteklasse. De verzamelde monsters zijn bewaard in formol en later verwerkt volgens de gebruikelijke analysetechnieken (De Vlas 1982) zodat het asvrij-drooggewicht (avdg in g) van de betreffende prooidieren per lengteklasse kon worden bepaald. Het verlies aan asvrij-drooggewicht als gevolg van de conservering in formol (Brey 1985) is in de berekeningen verwerkt.

Met de verkregen asvrij-drooggewichten is per onderzoekperiode een ijklijn geconstrueerd die het verband aangeeft tussen de lengte van de prooidieren en het asvrij-drooggewicht. De ijklijn is als volgt berekend: De relatie tussen lengte en gewicht wordt meestal weergegeven door de formule:

$$\text{gewicht} = \exp^{(b * \ln(\text{lengte}) + a)}$$

Deze formule kan worden herschreven als:

$$\text{gewicht} = a' * (\text{lengte})^b; \text{ waarin}$$
$$a' = \exp^{(a)}.$$

De waarde van a varieert met de waarde van b. Om de lengte-gewichtrelaties van de prooidieren onderling te kunnen vergelijken, is besloten om voor b een vaste waarde (b = 2,8) te kiezen zodat:

$$\text{gewicht} = a' * mm^{2,8}$$

Er is gekozen voor $mm^{2,8}$ (gelegen tussen de mm^2 en mm^3) omdat de prooidieren meer in het twee dimensionale dan het drie dimensionale vlak groeien zodat mag worden aangenomen dat de exponentiële toename van het gewicht met de lengte in deze orde van grootte ligt. Voor het verkrijgen van de lengte-gewichtsrelaties van de verschillende prooidiersoorten moet nu alleen nog de waarde van a' worden bepaald. Aan de hand van de gemiddelde gewichten (Mi) van de uit de monsters verkregen lengteklassen (Li) is de waarde van a' berekend volgens de formule:

$$a' = \frac{\Sigma\, Mi * Li^{2.8}}{\Sigma\, Li^{5.6}}$$

2.6 Groepsgedragprotocollen

Om het gedrag van rustende vogels vast te kunnen leggen, is van een overzichtelijke groep vogels, variërend van ± 25 tot ± 300 individuen van één bepaalde soort, een gedragsprotocol gemaakt van gemiddeld ± 15 minuten. In principe wordt tijdens zo'n groepsgedragprotocol elke drie minuten bepaald hoeveel individuen zich met een bepaald gedrag bezighouden. De waarnemingen, het aantal individuen en het tijdstip van registratie zijn ingesproken op een cassettebandje en naderhand uitgewerkt.

Aan de hand van deze groepsgedragprotocollen is per observatiedag berekend hoeveel tijd (in procenten) de vogels gemiddeld hebben besteed aan de gedragscategorieën. De procentuele tijdsbesteding op schietdagen en niet-schietdagen is per onderzoekperiode getoetst (Mann-Whitney U-test).

2.7 Geluidsregistratie

Op de schietdagen is willekeurig over de dag verspreid de geluidssterkte van het achtergrondniveau en van een aantal afzonderlijke knallen gemeten. De metingen zijn uitgevoerd met een Brüel & Kjaer integrerende geluidsmeter (type 2235 en 2226).

De geluidsmeter is tijdens de metingen op het wad direct op de geluidsbron gericht: evenwijdig aan het referentievlak; op een hoogte van 2 m (tijdens periode I) of 5 m (tijdens periode II en III) en op een armlengte afstand van de observatiepost van waaruit werd gemeten. De observatiepost (fig. 1) lag tijdens de gehele onderzoekperiode min of meer pal ten noorden van de schiettoren in de Marnewaard op een afstand van ± 1500 m (periode I) of ± 1700 m (periode II en III). Bij de hvp's is gemeten vanaf de weg aan de Waddenzeekant van de deltadijk (fig. 1). Ook hier is tijdens de metingen de geluidsmeter direct op de geluidsbron gericht evenwijdig aan het referentievlak op een hoogte van ± 4 en een afstand van ± 7000 m van de schiettoren in de Marnewaard.

Tijdens de militaire schietoefeningen werd geschoten met Coax munitie (7.62 mm) en de 25-mm boordwapens TPT (periode I) en DST (periode II en III). De geluidssterkte uitgedrukt in dB(A,imp) is een gemiddelde geluidsdruk over een integratietijd van 35 milliseconde (de integratiesnelheid van het menselijk oor), gemeten met een frequentie afhankelijke A-weging, die de voor het menselijk oor meest hinderlijke frequenties extra laat meewegen (Smoorenburg 1979). Aangezien de meeste vogels een gehoorbereik hebben dat vergelijkbaar is met dat van de mens (Bremond 1963; Lee & Griffith 1978) lijkt de eenheid gebruikt bij de metingen ook geschikt te zijn voor dit onderzoek.

3 RESULTATEN

3.1 Observatiedagen

Uit het overzicht van de observatiedagen (tabel 2) blijkt dat van de 35 schietdagen er uiteindelijk 22 geschikt waren voor het verzamelen van gegevens. Naast de acht schietdagen waarvan al verwacht was dat ze zouden uitvallen (2.1) vielen er vier dagen af vanwege het niet droogvallen van het wad tijdens de laagwaterperiode of het niet doorgaan van de geplande schietoefening. Van de niet-schietdagen waarop geobserveerd zou worden zijn er zeven uitgevallen: vier (25/11/89; 19 t/m 21/12//89) vanwege de weersomstandigheden; één (9/12/89) vanwege ziekte; één (22/5/90) vanwege verstoring van de observatie door mosselvissers en één (21/6/90) vanwege pech met de motorboot.

3.2 Tellingen

Aan de hand van de tellingen is de gemiddelde dichtheid (aantal/ha) van de verschillende vogelsoorten tijdens de laagwaterperiode op schietdagen en niet-schietdagen berekend. Veranderingen in de dichtheden kunnen een natuurlijke oorzaak hebben (afhankelijk van de dagen of de tijd van het jaar) of het gevolg zijn van het geluid geproduceerd tijdens militaire oefeningen. Om het effect van deze invloedsfactoren op de dichtheid te kunnen achterhalen, is het verband (lineaire regressie) tussen de dichtheid en de (observatie)dagen van het jaar (zie voorbeeld figuur 3; bijlage A) onderworpen aan een covariantie-analyse (2.2). Met deze methode kan worden bepaald in hoeverre veranderingen in de dichtheid het gevolg zijn van de invloedsvariabele de tijd, de periode, het produkt van tijd en periode en het schieten èn of er onder invloed van het schieten (significante) veranderingen zijn opgetreden of niet (bijlage B). Alleen de dichtheden van regelmatig op het wad voorkomende vogelsoorten (tabel 3 en kolom 'totaal' van tabel 4) zijn getoetst. Deze bleken onder invloed van het geluid van de militaire schietoefeningen in de Marnewaard niet significant te zijn veranderd (P-waarden in bijlage B).

Tabel 2. Overzicht van de dagen waarop is geobserveerd met vermelding of de dagen wel of niet geschikt zijn geweest als onderzoekdag. * = dagen waarop niet kon worden waargenomen vanwege onvoldoende licht; ▪ = dagen waarop de schietoefeningen niet samenvielen met de laagwaterperiode; • = dagen waarop het wad niet of nauwelijks is drooggevallen vanwege wind en/of doodtij; ♦ = uitgevallen schietdagen; + = verstoorde observatiedagen; Bf = Beaufort.

Niet-schietdagen					Schietdagen				
Datum	Windrichting		Windsnelheid Bf		Datum	Windrichting		Windsnelheid Bf	
	Wad	HVP	Wad	HVP		Wad	HVP	Wad	HVP
10/10/89	NW		5		17/10/89*	ZWZ		2/3	
11/10/89	NW		5		18/10/89*	ZZW		2/3	
14/10/89	WNW		5/6		19/10/89*	ZO		4	
15/10/98	WZW		3/4		08/11/89	ZO		5	
16/10/89	ZW		5		09/11/89•	ZW		4	
23/10/89	ZW		3/4		21/11/89	ZOO		3/4	
24/10/89	WZW		4/5		22/11/89	NONW		4/5	
25/10/89	ZW		4		28/11/89	OZO		2	
26/10/89	WNW		4		29/11/89▪	ZW		VAR	
10/11/89	ZW		5/6		05/12/89*	NW		3	
11/11/89	ZWZ		3/4		06/12/89	NW		3/4	
23/11/89	NW		4/5		12/12/89▪	ZOZ		2/3	
24/11/89	NO		5		13/12/89	ZOZ		3/4	
07/12/78	NW		4		14/12/89*	VAR		VAR	
08/12/89	WNW		2/3						
24/04/90	NNO	NO	5	5	08/05/90	ONO	ONO	4	2/3
25/04/90	NNO	NNO	3	3/4	09/05/90	O	O→NW	4	4/5
26/04/90		WZW		4	10/05/90	NO	NNW	4	3
01/05/90	NNO	NO	3/4	4	15/05/90	ZZW	ZZO	3	2
02/05/90	ONO	O	4	4	16/05/90	W	W	5	5
03/05/90	OZO		4		17/05/90♦				
11/05/90	Z		3		29/05/90▪		NO		2
12/05/90	OZO		3/4		30/05/90	ONO	ZO	2/3	2
21/05/90	NO		5		31/05/90	NNW	ONO	3/4	2/3
22/05/90+	NNO	N	3	3	12/06/90	NNW	NW	3	3
23/05/90	NW	NNW	4	2/3	13/06/90	NW	NNW	3	3
24/05/90	NNW	NNW	5	5	14/06/90	WNW	NNW	2/3	3
06/06/90		ZW	3						
07/06/90		NW	3						
08/06/90		N	2						
19/06/90	WZW	ZW	3	4					
20/06/90	NO	VAR	3	2					
06/08/90	NNW	NNW	5	5	14/08/90	WZW	WZW	4	4
07/08/90	NW	N	3	3	15/08/90	ZZW	ZZW	5	5
08/08/90		WNW		5	16/08/90	W	ZW	5/6	4
27/08/90		ONO		3	18/09/90	ZW	ZW	4	4
28/08/90	NNO		1/2		19/09/90•	WNW	WNW	7	7
29/08/90	ONO	OZO	3	3	20/09/90•	ZW	W	4	4
30/90/90	WNW		4/5		02/10/90	ZZW		3/4	
05/09/90	ZW		2		03/10/90	Z→W	ZZW	5	4/5
06/09/90	WZW	WNW	3/4	5	04/10/90•	W	W	4/5	5
07/09/90		WNW		3					
27/09/90	WNW	WZW	3/4	3/4					
28/09/90	WZW	ZW	5	4					
29/09/90	ZW		4						
16/10/90	ZZW		2/3						
17/10/90	O	O	4/5	5					
18/10/90		Z		2/3					

De diversiteitsmaten (2.2) uit tabel 3 en 4 geven een indicatie van het aantal op het wad aanwezige vogelsoorten en de relatieve talrijkheid van die soorten. Een groot aantal relatief talrijke soorten levert een hogere indexwaarde op dan een klein aantal zeer talrijke soorten gecombineerd met enkele schaars voorkomende soorten. De diversiteit blijkt onder invloed van het schieten niet significant te zijn veranderd (P-waarden in bijlage B).

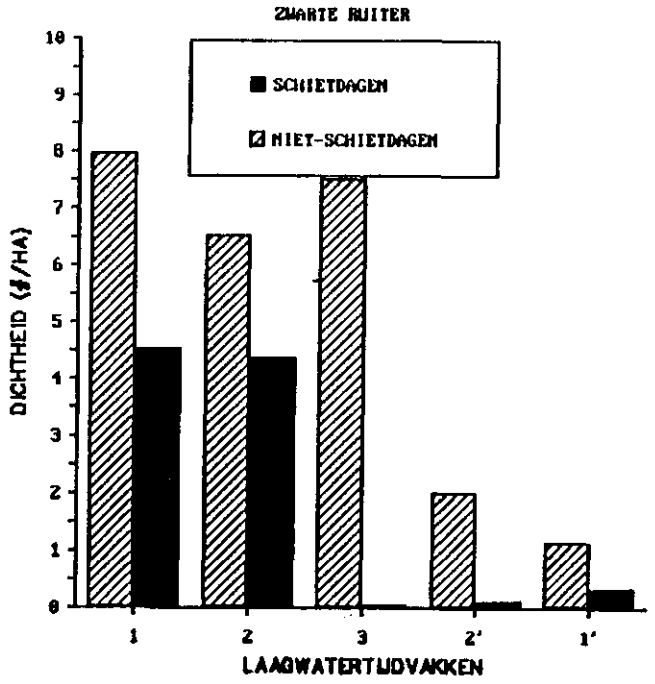
Tabel 3. De gemiddelde dichtheid (aantallen/ha) van de vogelsoorten en de diversiteit op schietdagen (s) en niet-schietdagen (ns) van de drie onderzoekperioden. De dichtheden zijn onder invloed van het schieten niet significant veranderd (covariantie-analyse).

Vogelsoort	Onderzoeksperiode I		Onderzoeksperiode II		Onderzoeksperiode III	
	s	ns	s	ns	s	ns
Lepelaar	0,00	0,00	0,00	0,00±0,01	0,03±0,04	0,04±0,11
Aalschover	0,01±0,03	0,03±0,05	0,00	0,00	0,00	0,00
Rotgans	1,04±1,80	2,99±2,99	2,30±3,58	0,60±1,31	1,11±1,17	6,28±10,83
Bergeend	0,16±0,12	0,20±0,22	0,17±0,21	0,08±0,15	0,00	0,00
Smient	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00±0,01	0,06±0,17
Wilde eend	0,19±0,20	0,01±0,02	0,12±0,15	0,06±0,09	0,27±0,22	0,31±0,27
Pijlstaart	0,19±0,28	0,02±0,04	0,01±0,03	0,01±0,03	0,79±0,71	1,28±1,69
Eidereend	0,08±0,16	0,09±0,17	1,52±0,88	1,12±0,73	0,01±0,01	0,02±0,05
Scholekster	2,91±0,99	4,66±1,37	3,44±2,97	2,91±2,41	8,82±5,90	10,19±8,45
Kluut	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00±0,01
Zilverplevier	0,53±0,47	0,37±0,29	0,11±0,22	0,19±0,31	1,33±1,14	1,77±2,21
Kanoetstrandloper	0,00	0,00	0,03±0,07	0,01±0,02	7,86±9,28	3,41±6,03
Bonte strandloper	0,60±0,98	0,76±1,04	1,27±3,56	1,74±3,12	2,64±2,21	2,32±2,47
Watersnip	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00±0,01	0,00±0,01
Rosse grutto	0,12±0,08	0,16±0,13	3,91±4,89	7,18±5,98	2,87±3,15	3,02±2,60
Wulp	4,93±1,16	7,09±2,06	0,49±0,28	1,24±0,97	19,55±3,71	19,11±5,35
Regenwulp	0,00	0,00	0,00	0,02±0,06	0,00±0,01	0,00±0,01
Zwarte ruiter	0,03±0,05	0,02±0,04	0,15±0,18	0,38±0,35	5,56±6,76	12,92±10,98
Tureluur	0,23±0,32	0,31±0,30	0,03±0,06	0,03±0,08	0,16±0,14	0,13±0,18
Groenpootruiter	0,00	0,00	0,06±0,08	0,15±0,18	0,02±0,03	0,04±0,07
Bosruiter	0,00	0,00	0,00	0,01±0,02	0,00	0,00
Steenloper	0,06±0,06	0,04±0,11	0,03±0,06	0,00	0,09±0,08	0,14±0,10
Kokmeeuw	1,32±1,26	3,92±3,75	4,57±1,80	4,01±2,84	11,25±3,20	14,20±7,43
Stormmeeuw	1,20±0,35	2,02±1,21	1,16±1,01	0,69±0,95	7,08±3,33	10,44±7,16
Kleine mantelmeeuw	0,00	0,01±0,02	0,01±0,02	0,01±0,01	0,00±0,01	0,00
Zilvermeeuw	1,55±0,55	1,45±0,61	4,95±4,65	6,33±4,71	1,64±0,50	1,89±1,18
Dwergstern	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,02±0,04
Aantal ind./ha	15,16±4,35	23,44±6,39	24,32±8,05	26,77±10,72	71,06±22,46	85,39±28,98
Aantal soorten	17	18	19	21	22	23
Aantal teldagen	5	10	9	12	7	14
Diversiteit (H)	2,67±0,26	2,51±0,26	2,31±0,09	2,34±0,34	2,76±0,27	2,73±0,27
Equitabilteits-index (E)	0,73±0,04	0,73±0,05	0,68±0,06	0,67±0,08	0,71±0,06	0,70±0,07

Om te achterhalen of bepaalde vogelsoorten onder invloed van het schieten hun verblijf op het wad inkorten of in een bepaald gedeelte van de laagwaterperiode concentreren is het verloop van de dichtheid van de belangrijkste soorten over de laagwatertijdvakken (tabel 4) bestudeerd aan de hand van de grafische weergave van de dichtheid tijdens laagwater op schietdagen en niet-schietdagen (zie voorbeeld in figuur 3; bijlage C).

Tabel 4. De gemiddelde dichtheid (aantallen/ha) van vogelsoorten tijdens laagwater per laagwatertijdvak (2.2) op schietdagen (s) en niet-schietdagen (ns) van de gehele onderzoekperiode. Significante verschillen (Mann-Whitney U-test)zijn als volgt weergegeven: * = p < 0,05; • = p < 0,025.

Vogelsoort	LW-tijdvak 1		LW-tijdvak 2		LW-tijdvak 3		LW-tijdvak 2'		LW-tijdvak 1'		Totaal	
	s	ns	s	ns	s	ns	s	ns	s	ns	s	ns
Rotgans	0,91	1,85	2,49	3,40	2,77	3,22	0,75	3,77	1,49	4,25	1,68	3,30
Scholekster	4,28	7,53	5,34	5,81	4,41	5,92	4,45	5,11	5,14	5,10	4,72	5,90
Zilverplevier	0,40	0,79	0,45	0,77	0,52	0,81	0,59	0,72	1,02	0,91	0,59	0,80
Bonte strandl.	0,52	1,07	2,95	1,82	2,09	1,79	1,17	2,31	1,29	1,29	1,61	1,65
Rosse grutto	3,04	3,52	1,97	3,39	1,51	3,69	2,38	2,87	4,68	5,06	2,72	3,71
Wulp	5,24	9,11	7,72	9,07	7,84	9,56	7,83	9,64	7,54	10,10	7,23	9,49
Zwarte ruiter	4,50	7,97	4,40	6,54	0,08*	7,52*	0,15•	2,01•	0,38	1,16	1,91	5,04
Kokmeeuw	11,05	10,09	4,37	4,84	3,35	6,01	3,67	7,52	4,97	9,66	5,48	7,62
Stormmeeuw	4,82	6,72	1,44	2,30	1,30	3,29	2,08	4,10	3,99	6,29	2,73	4,54
Zilvermeeuw	3,86	4,65	2,33	2,21	2,78	2,77	2,80	2,81	3,62	3,68	3,08	3,28
Aant. ind./ha	41,33	54,90	39,05	42,10	31,70	42,77	29,15	43,26	38,81	51,96	36,01	47,10
Aant. soorten	8,65	9,03	9,25	9,11	9,10	9,63	8,80	8,86	9,20	9,69	12,50	12,54
Diversiteit (H)	2,30	2,28	2,29	2,28	2,20	2,31	2,25	2,31	2,30	2,39	2,54	2,52
Equitabili-teitsindex (E)	0,75	0,74	0,73	0,75	0,71	0,75	0,73	0,77	0,74	0,74	0,71	0,70



Figuur 3. Verloop van de gemiddelde dichtheid (aantal/ha) van zwarte ruiters tijdens de laagwaterperioden van schietdagen en niet-schietdagen.

Alleen in de gevallen waarin er een duidelijk verschil lijkt te bestaan tussen de dichtheden van een bepaald tijdvak op schietdagen en niet-schietdagen is een statistische toets uitgevoerd. Uit de gegevens van bijlage C en de resultaten van de toetsen (tabel 4) blijkt dat alleen zwarte ruiters (fig. 3) op schietdagen hun bezoek aan het wad lijken in te korten tot de eerste helft van de laagwaterperiode.

3.3 Individuele gedragswaarnemingen

In tabel 5-7 en in bijlage D is de gemiddelde tijd (in procenten) weergegeven die scholeksters, wulpen en rosse grutto's op schietdagen en niet-schietdagen van resp. periode I, II, en III hebben besteed aan de verschillende gedragingen (2.3). Met behulp van de Mann-Whitney U-test is gezocht naar verschillen in het gedrag (uitgedrukt in procentuele tijdsbesteding) van de vogels waarbij de gedragingen 'lopen', 'kijken', 'vliegen' en 'agressie' (samen 'andere' genoemd) als graadmeter voor verstoring zijn gebruikt. Omdat van rosse grutto's tijdens periode I te weinig protocollen zijn verzameld, zijn de resultaten uit die periode niet getoetst. Uit tabel 5-7 blijkt dat alleen bij rosse grutto's tijdens periode II en bij scholeksters en wulpen tijdens periode III significante verschillen zijn gevonden. Rosse grutto's besteden tijdens periode II op schietdagen significant minder tijd aan 'zoeken' (en dientengevolge ook aan 'foerageren') en significant meer tijd aan 'kijken' wat zou kunnen duiden op verstoring. Scholeksters besteden tijdens periode III op schietdagen significant meer tijd aan 'foerageren' en (niet significant) minder tijd aan die gedragingen die als graadmeter voor verstoring (2.3) zijn gebruikt: 'kijken' en 'agressie'. Hieruit zou kunnen worden afgeleid dat scholeksters zich in het geheel niet storen aan het geluid van de schietoefeningen. Wulpen besteden tijdens periode III op schietdagen significant meer tijd aan 'kijken'. Er is echter niet significant meer tijd besteed aan de andere gedragingen. Over de gehele onderzoekperiode bekeken (tabel 8), blijken er geen significante verschillen tussen de tijdsbesteding van scholeksters, wulpen en rosse grutto's op schietdagen en niet-schietdagen te bestaan.

Tabel 5. De gemiddelde procentuele tijdsbesteding van de scholeksters, wulpen en rosse grutto's op schietdagen (s) en niet-schietdagen (ns) van onderzoekperiode I. De verschillen in tijdsbesteding zijn niet significant (Mann-Whitney U-test).

% Gedragingen	Scholekster		Wulp		Rosse grutto	
	s	ns	s	ns	s	ns
Zoeken	58,61±9,66	57,28±9,03	86,94±3,42	86,32±5,32	85,18±3,13	71,12±9,33
Handling	16,93±5,87	17,38±7,28	8,86±2,18	7,39±3,12	3,34±2,03	10,18±5,40
+						
Foerageren	75,54±7,25	74,65±11,62	95,79±2,82	93,72±4,94	88,52±3,03	81,31±9,29
Slapen	0,00±0,00	1,33±3,95	0,00±0,00	0,41±1,06	0,00±0,00	3,56±6,65
Poetsen	3,55±2,52	2,08±2,29	0,37±0,51	2,36±3,27	1,71±1,10	5,72±4,60
+						
Rusten	3,55±2,52	3,41±4,69	0,37±0,51	2,78±3,96	1,71±1,10	9,28±9,05
Lopen	11,64±4,22	12,82±4,17	2,47±2,21	1,79±1,57	5,88±2,33	5,42±3,44
Kijken	6,75±3,93	5,69±4,06	0,93±0,64	1,28±1,17	2,45±1,41	3,37±1,56
Vliegen	0,92±1,10	1,00±0,94	0,24±0,49	0,21±0,34	1,43±2,03	0,33±0,45
Agressie	1,60±0,97	2,43±2,41	0,20±0,56	0,23±0,31	0,00±0,00	0,29±0,47
+						
Andere	20,91±6,67	12,94±9,12	3,83±2,83	3,51±2,29	9,77±2,67	9,42±3,61
Aant. dagen	9	14	10	13	3	10
Aant. protok.	56	108	63	109	6	36

Tabel 6. De gemiddelde procentuele tijdsbesteding van de scholeksters, wulpen en rosse grutto's op schietdagen (s) en niet-schietdagen (ns) van onderzoekperiode II. Significante verschillen (Mann-Whitney U-test) zijn als volgt weergegeven: * = P < 0,050; • = p < 0,025.

Gedragingen	Scholekster		Wulp		Rosse grutto	
	s	ns	s	ns	s	ns
Zoeken	55,77±6,59	60,16±6,31	75,98±9,70	77,92±5,99	53,49±11,69*	73,05±9,15*
Handling	18,22±3,56	19,17±4,65	13,03±4,85	10,30±1,61	8,39±2,08	7,3492,91
+						
Foerageren	75,54±7,25	74,65±11,62	89,01±5,34	88,21±6,18	61,89±12,60•	80,39±8,43•
Slapen	2,08±2,95	0,77±1,42	0,08±0,19	0,00±0,00	1,59±2,75	0,52±1,46
Poetsen	4,33±5,20	3,39±2,25	3,72±2,52	3,03±3,42	23,27±7,93	11,38±9,00
+						
Rusten	6,41±5,11	4,16±3,31	3,80±2,51	3,03±3,42	24,85±7,44	11,90±9,66
Lopen	11,64±4,22	12,82±4,17	2,08±1,36	2,89±1,82	1,24±0,74	3,69±2,56
Kijken	7,50±2,86	6,82±2,78	4,16±3,30	5,22±4,01	10,67±5,96*	3,28±2,19*
Vliegen	1,52±1,88	1,13±1,35	0,74±1,28	0,07±0,14	1,32±2,21	0,60±0,72
Agressie	2,00±1,36	2,77±4,45	0,21±0,17	0,57±0,64	0,04±0,08	0,16±0,27
+						
Andere	17,67±6,08	16,51±6,90	7,19±3,30	8,76±5,44	13,28±6,60	7,72±4,41
Aant. dagen	8	11	7	11	4	9
Aant. protok.	77	82	54	59	20	60

Tabel 7. De gemiddelde procentuele tijdsbesteding van de scholeksters, wulpen en rosse grutto's op schietdagen (s) en niet-schietdagen (ns) van onderzoekperiode III. Significante verschillen (Mann-Whitney U-test) zijn als volgt weergegeven: * = P < 0,05.

Gedragingen	Scholekster		Wulp		Rosse grutto	
	s	ns	s	ns	s	ns
Zoeken	70,47±5,84	63,09±7,70	79,82±5,00	80,49±6,40	69,63±8,02	68,65±10,10
Handling	9,53±2,42	9,57±3,06	8,66±1,47	9,09±2,28	6,12±1,43	5,93± 3,16
+						
Foerageren	80,00±4,05*	72,66±7,44*	88,48±5,10	89,58±6,87	75,75±8,43	74,58±12,17
Slapen	0,02±0,04	0,61±1,92	0,26±0,53	0,00±0,00	0,83±1,45	1,28± 2,85
Poetsen	2,08±2,56	3,17±3,56	4,39±3,06	3,86±6,00	15,18±6,73	17,15±11,00
+						
Rusten	2,10±2,55	3,78±4,96	4,65±3,15	3,86±6,00	16,01±5,69	18,43±12,37
Lopen	10,67±2,90	10,84±3,44	2,64±1,17	3,67±1,84	3,47±1,47	3,82±2,15
Kijken	3,84±3,12	6,28±4,33	3,21±1,15*	1,83±1,77*	4,01±2,40	2,66±1,13
Vliegen	0,40±0,42	0,84±1,17	0,53±0,56	0,22±0,41	0,44±0,59	0,19±0,28
Agressie	2,99±1,12	4,46±2,98	0,49±0,50	0,83±0,98	0,31±0,31	0,30±0,23
+						
Andere	17,90±2,82	22,41±5,23	6,87±2,27	6,55±3,60	8,22±2,74	6,97±2,18
Aant. dagen	6	11	6	11	4	6
Aant. protok.	47	66	51	63	25	38

Tabel 8. De gemiddelde procentuele tijdsbesteding van de scholeksters, wulpen en rosse grutto's op schietdagen (s) en niet-schietdagen (ns) van de gehele onderzoekperiode. De verschillen in tijdsbesteding zijn niet significant (Mann-Whitney U-test).

Gedragingen	Scholekster		Wulp		Rosse grutto	
	s	ns	s	ns	s	ns
Zoeken	60,72±9,78	59,93±8,24	81,75±7,94	81,85±6,89	68,00±15,29	71,23± 9,62
Handling	15,44±5,19	15,54±7,07	10,08±3,47	8,84±2,71	6,19± 2,72	8,06± 4,30
+						
Foerageren	76,16±6,77	75,47±9,74	91,82±5,58	90,69±6,45	74,19±14,07	79,28±10,18
Slapen	0,73±2,00	0,94±2,81	0,09±0,31	0,15±0,67	0,88± 1,97	1,85± 4,61
Poetsen	3,44±3,79	2,81±2,79	2,44±2,80	3,04±4,40	14,45±10,60	10,70± 9,41
+						
Rusten	4,17±4,04	3,75±4,42	2,53±2,88	3,20±4,59	15,33±10,77	12,55±10,81
Lopen	9,66±4,04	10,07±4,86	2,40±1,76	2,73±1,91	3,32±2,42	4,37±2,95
Kijken	6,25±3,68	6,21±0,94	2,51±2,42	2,69±3,09	6,01±5,33	3,16±1,77
Vliegen	0,99±1,39	0,99±1,16	0,47±0,86	0,17±0,33	1,03±1,78	0,39±0,56
Agressie	2,10±1,28	3,15±3,43	0,28±0,47	0,53±0,73	0,13±0,24	0,24±0,36
+						
Andere	19,00±5,89	20,42±7,88	5,65±3,27	8,73±5,18	10,48±5,04	8,17±3,79
Aant. dagen	23	36	23	35	11	25
Aant. protok.	180	256	168	231	51	112

3.4 Bodemfaunabemonsteringen en voedselopnamesnelheid

Aan de hand van de monsters die tijdens elke onderzoekperiode van de prooidieren zijn verzameld, is per periode een ijklijn met de lengte-gewichtrelatie van de prooidieren geconstrueerd (2.5; tabel 9 en bijlage E). Met de ijklijnen kan per periode van elke prooi van een bepaalde grootte het gemiddeld asvrij-drooggewicht (avdg in g) worden bepaald.

Tabel 9. De relaties tussen de lengte (mm) en asvrij-drooggewicht (g) van de verschillende prooisoorten in de onderzoekperiode I, II en III.

Prooidiersoort	Periode I $x\ 10^{-6} \times mm^{2,8}$	Periode II $x\ 10^{-6} \times mm^{2,8}$	Periode III $x\ 10^{-6} \times mm^{2,8}$
Mossel	13,3825	8,2633	14,1086
Nonnetje	11,2836	11,9423	12,5417
Krab	79,3934	65,6057	58,2856
Schelpkokerworm	0,1484	0,1482	
Wadpier			0,8698
Zandzager	0,2225	0,2409	0,1808
Zeeduizendpoot	0,3856	0,3113	
Garnaal	$1,3724 \times 10^{-3} \times mm^{2,945}$*		
	* relatie ontleend aan de gegevens van L. Zwart (1988)		

Aan de hand van de gegevens uit de voedselprotocollen is per dag berekend hoeveel individuen van elke prooi- en lengteklasse er gemiddelde per tijdseenheid zijn geconsumeerd. Met behulp van het gemiddelde asvrij-drooggewicht van de verschillende prooien, verkregen uit de ijklijnen, kan de opnamesnelheid (uitgedrukt in g avdg/s foerageertijd) op schietdagen en niet-schietdagen (tabel 10-12) worden berekend. De opnamesnelheden op schietdagen en niet-schietdagen zijn getoetst (covariantie-analyse; 2.2) en bleken niet significant te verschillen (P-waarden in bijlage B). Dit betekent dat niet kon worden aangetoond dat scholeksters, wulpen en rosse grutto's onder invloed van het geluid significant minder of meer voedsel hebben opgenomen.

Tabel 10. De gemiddelde opnamesnelheid (mg AVDG/foerageertijd) van scholeksters, wulpen en rosse grutto's op schietdagen (s) en niet-schietdagen (ns) van de onderzoeksperiode I, II en III. De opnamesnelheden zijn onder invloed van het schieten niet significant veranderd (covariantie-analyse, zie 2.2).

Vogelsoort	Periode I		Periode II		Periode III	
	s	ns	s	ns	s	ns
Scholekster	1,84±1,13	1,71±0,85	1,36±0,54	1,24±0,26	2,69±0,69	2,38±1,14
Aant. dagen	9	8	8	11	6	11
Aant. protok.	56	77	77	82	47	66
Wulp	1,39±0,52	1,68±0,71	1,83±0,40	1,69±0,67	2,11±0,43	2,03±0,48
Aant. dagen	10	13	7	11	6	11
Aant. protok.	63	109	54	59	51	63
Rosse grutto	0,39±0,23	1,83±1,20	2,02±0,48	1,54±0,43	1,38±0,12	1,04±0,32
Aant. dagen	3	9	4	9	4	6
Aant. protok.	6	36	20	60	25	38

3.5 **Groepsgedragwaarnemingen**

In tabel 11 en 12 is de gemiddelde tijd (in procenten) weergegeven die groepen wadvogels op schietdagen en niet-schietdagen van resp. periode II en III hebben besteed aan de verschillende gedragingen (2.3). De tijden besteed aan de verschillende gedragingen op schietdagen en niet-schietdagen zijn getoetst (Mann-Whitney U-test) en in de tabellen verwerkt. Alleen tijdens periode III zijn significante verschillen gevonden. In deze periode besteden bonte strandlopers en een combinatie van verschillende ruiter-soorten op schietdagen significant meer tijd aan rusten en minder tijd aan foerageren. Omdat het aantal dagen waarop de toets is gebaseerd relatief laag is, is gezocht naar een verklaring voor dit opmerkelijke resultaat. Uit de getijdekrommen van die dagen is gebleken dat op twee van de drie niet-schietdagen de hoogwaterstand uitzonderlijk hoog was. Dientengevolge stonden de hvp's nagenoeg geheel onder water. De overtijende vogels moesten dan ook hun toevlucht zoeken op een hoger gelegen gedeelte van de kwelder (dichter bij de zeedijk) hetgeen nogal wat onrust veroorzaakte. Bovendien bood de ondergelopen kwelder de bonte strandlopers en de verschillende ruitersoorten volop de gelegenheid om te foerageren waarvan duidelijk gebruik is gemaakt (tabel 12).

Tabel 11. De gemiddelde procentuele tijdsbesteding van de verschillende vogelsoorten op de HVP's op schietdagen (s) en niet-schietdagen (ns) van de onderzoeksperiode II. De verschillen in tijdsbesteding zijn niet significant (Mann-Whitney U-test).

Vogelsoort	% Rusten		% Foerageren		% Andere		Aant. dagen		Aant. protok.	
	s	ns	s	ns	s	ns	s	ns	s	ns
Scholekster	92,4	90,8	0,0	0,0	7,6	9,2	10	11	12	14
Rosse grutto	89,1	93,9	1,6	0,1	9,3	6,0	8	8	10	11
Bonte strandl.	86,2	72,8	6,3	17,0	7,2	10,2	5	7	7	10
Rotgans	0,0	0,0	95,1	86,6	4,9	13,4	2	4	2	6
Kluut	95,2	83,5	0,0	1,4	4,8	6,7	5	6	5	6
Zilverplevier	94,2	88,1	0,6	0,5	5,2	11,5	4	5	4	7

Tabel 12. De gemiddelde procentuele tijdsbesteding van de verschillende vogelsoorten op de HVP's op schietdagen (s) en niet-schietdagen (ns) van onderzoekperiode III. Significante verschillen (Mann-Whitney U-test) zijn als volgt weergegeven: * $p < 0,05$; • = $p < 0,025$.

Vogelsoort	% Rusten		% Foerageren		% Andere		Aant. dagen		Aant. protok.	
	s	ns	s	ns	s	ns	s	ns	s	ns
Scholekster	97,7	92,0	0,0	0,0	2,3	7,6	3	4	3	4
Wulp	96,4	98,8	0,0	0,1	3,6	1,1	7	7	7	7
Bonte strandl.	67,6•	21,3•	25,0•	75,4•	6,9	3,3	4	3	4	3
Ruiter spec.	94,6*	67,5*	1,3*	18,3*	4,1*	14,1*	5	3	5	3
Zilverplevier	95,7	93,3	0,0	0,0	4,3	6,7	1	5	1	5

3.6 Geluidsregistaties

In tabel 13 en 14 staan de gemiddelde geluidssterkte van de individuele knallen en de geluidssterkte van het achtergrondniveau zoals die zijn gemeten op de onderzoeklocatie op resp. het wad en de zeedijk aan de Groninger kust (fig. 1 en 2.7).

Omdat de wind de geluidssterkte van de knallen ter plaatse sterk heeft beïnvloed, zijn ook windrichting en windsterkte tijdens de observaties in de tabellen verwerkt. De gemiddelde windrichting en windsterkte tijdens de observaties zijn bepaald aan de hand van de gegevens van het meteorologisch station te Lauwersoog (schriftelijke mededeling KNMI).

Het aantal knallen per uur is berekend uit de gegevens over het aantal schoten dat op de schietdagen is afgevuurd en de duur van de schietoefening van de dagen. De hiervoor benodigde gegevens zijn verstrekt door het Bureau Planning van het oefen- en schietkamp Lauwersmeer.

Tabel 13. Resultaten van de geluidsmetingen op de onderzoeklocatie op het wad (zie figuur 1). WR = windrichting; WS = windsnelheid; AG = achtergrondgeluid; gem. Li = gemiddeld geluidsniveau; gem. N/uur = gemiddeld aantal knallen per uur; * = knallen die niet boven het achtergrondgeluid uitkwamen.

Datum	WR	WS	AG	gem. Li in dBA		Range		gem. N/uur	
		in B	in dBA	COAX	TPT/DST	COAX	TPT/DST	COAX	TPT/DST
08/11/89	Z	5	52-54		78,0±3,3		76,2-82,7	650	36
09/11/89	WZW	5	52-54					277	134
21/11/89	OZO	3	38-43	74,6±2,5	81,3±3,4	72,3-77,7	76,2-87,3	559	17
22/11/89	NNO	4-5	45-50	*	*				
28/11/89	O	2	35-45	58,0±1,9	72,8±1,9	53,9-60,8	69,0-76,2	755	63
29/11/89	ZW	1-2	37-45	67,5±1,5	81,1±2,4	64,4-70,0	75,8-86,6	656	204
05/12/89	N	3	39-45	*	*				
06/12/89	W	3-4	40-46	*	*				
12/12/89	Z	3	42-44	66,5±3,2	75,8±3,9	61,8-72,6	70,9-82,8	276	17
13/12/89	O	2	42-44	67,1±4,0	78,6±3,6	62,4-77,0	70,3-85,8	819	245
08/05/90	ONO	4	38-42		54,0±2,7		50,0-57,8	582	46
09/05/90	O→N	4	43-45	*	60,0±1,9		50,3-64,8	215	107
10/05/90	ZW→N	4	38-43	47,8±6,8	53,8±7,5	40,2-55,3	46,5-70,7	430	90
15/05/90									
16/05/90	W	5	40-48		67,8±3,2	55,0-61,0	64,2-73,4	750	71
17/05/90									
29/05/90									
30/05/90	ONO	2-3	39-43	66,0±3,2	79,4±3,0	60,1-69,6	71,0-85,6	584	95
31/05/90	NNW	3-4	36-41		46,2±2,2	39,0-41,7	43,6-50,3	212	103
12/06/90	NNW	3	34-45	*	48,0±1,5		45,2-50,0	253	39
13/06/90	NW	3	35-51	*	49,7±2,0		47,1-53,1	594	157
14/06/90	WNW	2-3	35-51		62,8±2,1		59,8-66,7	244	43
14/08/90	WZW	4	42-48				60,8-75,1	180	65
15/08/90	ZZW	5	43-48				70,6-82,8	158	85
16/08/90	W	5-6	42-49				60,0-74,0	121	84
18/09/90	ZW	4			65,1±5,1	56,3-62,3	59,2-76,6	259	52
19/09/90	WNW	7						150	
20/09/90	ZW	3-4	40-46	60,6±5,1	70,3±4,7	55,4-69,9	62,1-81,7	357	128
02/10/90	ZZW	3-4	42-46		71,2±1,9		69,2-74,1	391	67
03/10/90	Z→W	5							53
04/10/90									

Tabel 14. Resultaten van de geluidsmetingen op de onderzoeklokatie bij de HVP'S (fig. 1). WR = windrichting; WS = windsnelheid; AG = achtergrondgeluid; gem. Li = gemiddeld geluidniveau van de knallen; gem. N/uur = gemiddeld aantal knallen per uur; * knallen die niet boven het achtergrondgeluid uitkwamen.

Datum	WR	WS	AG	gem. Li in dBA		Range		gem. N/uur	
		in B	in dBA	COAX	TPT/DST	COAX	TPT/DST	COAX	TPT/DST
08/05/90	ONO	2-3						582	46
09/05/90	O→NW	4-5	49-53	*	*			215	107
10/05/90	NNW	3	38-44		59,5±2,9	50,0-55,0	53,8-63,6	430	90
15/05/90	ZZO	2	34-42		57,7±2,5		52,8-61,7	460	33
16/05/90	W	5	45-50				60,1-67,2	750	71
29/05/90	NO	2						440	56
30/05/90	ZO	2	32-42		60,0±2,9		55,1-65,0	584	95
31/05/90	ONO	2-3	37-42		76,8±2,9	56,1-66,2	68,3-82,8	212	103
12/06/90	NW	3	38-45		54,0±3,5	47,1-55,8	50,3-60,0	253	39
13/06/90	NNW	3	42-49		58,3±2,9		57,1-69,0	594	157
14/06/90	NNW	3	39-50			45,0-48,1	55,4-58,5	244	43
14/08/90	WZW	4	39-44	*			53,8-58,6	180	65
15/08/90	ZZW	5	38-43				60,7-65,9	158	85
16/08/90	ZW	4	37-42	*			58,1-63,7	121	84
18/09/90	ZW	4	37-43				60,1-68,8	259	52
19/09/90	WNW	7	46-55	*	62,2±1,9		60,4-65,7	377	48
20/09/90	W	4						150	128
03/10/90	ZZW	4-5	38-43	55,0±3,9	66,5±13,5	50,2-60,3	64,3-82,1	391	53
04/10/90	W	5	48-53	*				460	76

4 DISCUSSIE

4.1 Observatiedagen

Tijdens het oriënterende onderzoek in 1985 op het wad bij Lauwersoog was slechts één dag geschikt om gegevens voor het onderzoek te verzamelen (Smit 1986). Ook in dit onderzoek viel het aantal dagen waarop gegevens konden worden verzameld laag uit, voornamelijk als gevolg van de ongunstige weersomstandigheden. Tijdens de onderzoekperiode I en III, die in het najaar vielen, kwam een aantal schietdagen als onderzoekdag te vervallen omdat er onvoldoende (dag)licht was om te kunnen observeren. Dientengevolge kon de oorspronkelijke opzet van het onderzoek, het maken van een stapsgewijze vergelijking van drie verschillende onderzoeksituaties (2.1), niet worden gerealiseerd. Daarom is voor de tijdsbesteding en het verloop van de dichtheid over een laagwaterperiode volstaan met een vergelijking tussen schietdagen en niet-schietdagen voor elke onderzoekperiode. De onderzoekperioden zijn onderscheiden om verschillen in bijvoorbeeld het gedrag, die het gevolg zouden kunnen zijn van de tijd van het jaar, zoveel mogelijk te elimineren.

Als gevolg van de wind uit noordelijke richting kwam op een aantal schietdagen het geluid van het schieten nog maar juist boven het achtergrondniveau uit. Op die dagen kan er dus niet echt gesproken worden van een "verstoorde dag". Het onderscheid tussen schietdagen en niet-schietdagen is gezien die geringe geluidsbelasting op een aantal dagen dan ook vrij arbitrair. Om dat onderscheid tussen wat duidelijker te maken zijn de gegevens van de schietdagen waarop het schieten niet op de onderzoeklocatie te horen was buiten beschouwing gelaten. Deze gegevens zijn bewust niet verwerkt als gegevens van niet-schietdagen omdat dat mogelijkerwijs het onderscheid tussen schietdagen en niet-schietdagen negatief zou kunnen beïnvloeden.

Het slechts vergelijken van schietdagen en niet-schietdagen heeft als nadeel dat een geleidelijke verandering in de loop van een onderzoekperiode van bijvoorbeeld het gedrag niet kan worden aangetoond. Een eventueel effect van het schieten op het gedrag van vogels tijdens niet-schietdagen gaat namelijk verloren omdat deze min of meer verstoorde niet-schietdagen zijn verwerkt als onverstoorde dagen. Doordat deze min of meer verstoorde niet-schietdagen zijn verwerkt als onverstoorde dagen wordt ook het onderscheid tussen schietdagen en niet-schietdagen vertroebeld. In het ongunstigste geval kan dit tot gevolg hebben dat er geen significant verschil meer kan worden aangetoond tussen schietdagen en niet-schietdagen. Dit risico is het grootst als de gegevens van niet-schietdagen die zijn verzameld vlak na een blok schietdagen waarop de geluidsbelasting hoog was, worden verwerkt als gegevens van onverstoorde dagen.

4.2 Tellingen

Voor het berekenen van de gemiddelde dichtheid van de verschillende vogelsoorten tijdens een laagwaterperiode is het totale aantal individuen gedeeld door het aantal tellingen en het aantal vakken van 1 ha. Als slechts van een gedeelte van de laag- waterperiode tellingen beschikbaar zijn, kan geen nauwkeurige berekening van de gemiddelde (dag)dichtheid worden gemaakt omdat de ontbrekende telling(en) het gemiddelde in belangrijke mate kan (kunnen) beïnvloeden. In de praktijk betekende dit, dat als tellingen uitvielen vanwege bijvoorbeeld gebrek aan daglicht het niet mogelijk was om een gemiddelde dichtheid over de laagwaterperiode van die dag te berekenen. Daardoor is het aantal dagen waarop de dichtheid van de verschillende vogelsoorten kon worden bepaald lager dan het totale aantal dagen waarop is waargenomen.

Uit de covariantie-analyse (2.2) is gebleken dat de dichtheden van de vogelsoorten niet significant zijn veranderd onder invloed van het geluid (bijlage B). De histogrammen in bijlage C suggeren echter wel een verschil in dichtheid van bijna alle soorten op schietdagen en niet-schietdagen. Uit de covariantie-analyse is ook gebleken dat veranderingen in dichtheden voornamelijk kunnen worden verklaard door de grote invloed van de invloedsvariabele tijd (dagen van het jaar), periode (tijd van het jaar) en tijd x periode (3.2). Het verschil in de histogrammen van de dichtheden op schietdagen en niet-schietdagen wordt dus hoogstwaarschijn-lijk veroorzaakt door de grote invloed van de variabele tijd en periode op de dichtheid. Niettemin is het opvallend dat:

- op de schietdagen de dichtheden van de belangrijkste vogelsoorten (niet significant) lager zijn dan op niet-schietdagen (tabel 4).
- op de schietdagen van elke onderzoekperiode de gemiddelde dichtheid en het gemiddeld aantal soorten (niet significant) lager is dan op niet-schietdagen (tabel 3).

Ondanks het feit dat zowel het gemiddeld aantal soorten als het gemiddeld aantal individuen per soort op schietdagen lager is dan op niet-schietdagen is de diversiteit onder invloed van het schieten niet significant afgenomen (tabel 3 en kolom "totaal" van tabel 4). Wat het aantal soorten betreft is dat verklaarbaar als we kijken naar hun aan- of afwezigheid in tabel 3. Het verschil in aantal soorten wordt namelijk veroorzaakt door de incidentele aanwezigheid op niet-schietdagen van één kleine mantelmeeuw (periode I), één lepelaar, regenwulp en bosruiter (periode II) en één kluut (periode III). Door de toename van het aantal soorten, vertegenwoordigd door één individu, is er minder sprake zijn van een gelijkmatige verdeling van de individuen over de aanwezige soorten en zou de diversiteit dus moeten afnemen (2.2). Het aantal individuen op het wad is echter gestegen van ± 40 naar ± 50/ha. Een stijging van het aantal individuen/ha bij een gelijkblijvend aantal soorten veroorzaakt over het algemeen een toename van

de diversiteit. Omdat op het wad het aantal "extra" soorten op niet-schietdagen met minimaal één en maximaal drie is toegenomen en deze soorten slechts door één individu worden vertegenwoordigd, zorgt de toename van het aantal individuen/ha voor een gelijkmatigere verdeling van de individuen over de soorten en dus voor een stijging van de diversiteit. De afname van de diversiteit als gevolg van de toename van het aantal soorten (vertegenwoordigd door één individu) wordt dus gecompenseerd door de stijging van de diversiteit als gevolg van de gelijkmatigere verdeling van de individuen over de soorten.

De gemiddelde dichtheid van veel soorten was tijdens het onderzoek minder dan 0,5 individuen/ha. De aan- of afwezigheid van één individu heeft in dergelijke gevallen een relatief grote invloed. De variatie in de dichtheid van de soorten is dan ook groot (tabel 3). Hierdoor is het moeilijk en vaak niet eens mogelijk om te achterhalen of de dichtheden onder invloed van het geluid (significant) zijn veranderd. Daarom zijn de gegevens van de schaars voorkomende soorten niet getoetst.

Het verloop van de dichtheid van de verschillende vogelsoorten tijdens een laagwaterperiode is in eerste instantie bestudeerd aan de hand van een grafische weergave van de dichtheid over de laagwaterperiode (3.2). Aan de hand van de gegevens van zwarte ruiters (fig. 3) kan aardig worden geïllustreerd wat het bestuderen van het verloop van de dichtheid aan informatie kan opleveren. Opvallend zijn verschillen tussen de dichtheden van de laatste drie tijdvakken van de laagwaterperiode. Na toetsing van de dichtheden bleken alleen de dichtheden van tijdvak 3 en 2' significant te verschillen. Dit zou kunnen duiden op een reactie van zwarte ruiters op het schieten waarbij de vogels hun foerageerbezoek aan het wad beperken tot de eerste helft van de laagwaterperiode. Hierover is echter geen zekerheid omdat het aantal dagen waarop zwarte ruiters daadwerkelijk in de vakken op het wad aanwezig waren, in vergelijking met andere soorten relatief laag is terwijl de variatie in het aantal individuen op die dagen enorm groot was. Dat juist (alleen) bij deze vogelsoort een significant verschil wordt gevonden kan dus ook het gevolg zijn van een gebrek aan gegevens over het verloop van de dichtheid van zwarte ruiters tijdens een laagwaterperiode.

Indien vogels onder invloed van het geluid hun bezoek aan het wad niet inkorten maar elders op het wad hun voedsel gaan zoeken, zal dat ter plaatse een verhoogde sociale druk veroorzaken als gevolg van de toegenome dichtheid (Platteeuw 1986). Inzicht in deze materie is helaas tijdens dit onderzoek niet verkregen. In eventueel toekomstig onderzoek zou dit aspect meegenomen kunnen worden door, analoog aan het onderzoek aan weidevogels langs een snelweg (Veen 1973), het onderzoek zo op te zetten dat waarnemingen langs een "transect" mogelijk zijn en veranderingen in dichtheden afhankelijk van de afstand tot de verstoringsbron kunnen worden bestudeerd.

4.3 Individuele gedragswaarnemingen

Uit de resultaten van gedragswaarnemingen blijkt dat er alleen bij rosse grutto's tijdens periode II (tabel 6) en bij wulpen tijdens periode III (tabel 7) significante veranderingen in het gedrag zijn opgetreden die zouden kunnen duiden op verstoring. Ook bij scholeksters is tijdens periode III een significant verschil gevonden in het gedrag op schietdagen en niet-schietdagen. De biologische betekenis van het significant meer tijd besteden aan foerageren en het (niet significant) minder tijd besteden aan de 'verstorings gedragingen' is niet duidelijk.

Tijdens de waarnemingen in zowel periode I, II als III is incidenteel geconstateerd dat vogels alarmeerden en/of opvlogen als reactie op het begin van de schietoefeningen in de Marnewaard. Dit heeft niet geleid tot veel significante verschillen in het gedrag op schietdagen en niet-schietdagen. Het effect van deze (tijdelijke) reacties valt waarschijnlijk binnen de variatie van de tijd die de vogels gemiddeld aan de verschillende gedragingen besteden.

Rosse grutto's hebben tijdens periode II minder tijd besteed aan foerageren en meer tijd gestoken in de gedragingen "poetsen" en "kijken", waarbij het significant meer kijken gezien kan worden als een reactie op verstoring. Dat er (niet significant) meer tijd aan poetsen is besteed, betekent nog niet dat er tijdens die periode ook meer is gerust. Poetsen valt weliswaar onder de categorie "rusten" maar kan ook een (kortstondige) reactie op verstoring zijn: het 'overspronggedrag'. De voedselopname van rosse grutto's tijdens periode II (tabel 10) blijkt echter op schietdagen (niet significant) hoger te liggen dan op niet-schietdagen hetgeen de betekenis van de eventuele verstoring van de vogels tijdens periode II relativeert. Hetzelfde verhaal gaat op voor de wulpen van periode III. Ook zij besteden significant meer tijd aan het gedrag "kijken" hetgeen echter geen significante veranderingen teweeg heeft gebracht in de tijd die is besteed aan andere gedragingen en de voedselopname tijdens die periode.

4.4 Bodemfaunabemonstering.

De gewichten (in g avdg) van de prooidieren verkregen uit de formules van de ijklijnen (tabel 9) komen over het algemeen goed overeen met de gewichten die Zwarts (1988) vond op het Fries-Groninger wad in augustus van 1976 en 1980. Alleen het gewicht van de nonnetjes lag 30-40 % onder de waarden van Zwarts. Volgens Beukema neemt het gewicht van de fauna op en in de bodem na juli sterk af. Van augustus tot november kan dat verlies oplopen tot zo'n 30% (Beukema 1974). Omdat de bemonsteringen in dit onderzoek later in het jaar (september en november) zijn uitgevoerd dan in het onderzoek van Zwarts (augustus), ligt het voor de hand het verschil in gewicht daarmee te verklaren. Het gewicht van de nonnetjes die in juni zijn bemonsterd, is echter nagenoeg gelijk aan het gewicht van de nonnetjes van

september en oktober (tabel 9 en bijlage E). Ook bij de andere prooidieren (behalve de mossel) is het opvallend dat er weinig verschil is tussen de lengte-gewichtrelatie van de drie onderzoekperioden. Hieruit kan worden afgeleid dat er tijdens de onderzoekperiode geen grote schommelingen in het gewicht van de prooidieren hebben plaatsgevonden. Aangenomen is dan ook dat de resultaten verkregen uit de drie bemonsteringen een juiste relatie tussen het gewicht en de lengte van de nonnetjes ter plaatse hebben opgeleverd.

De gegevens over de gewichten van wadpieren kunnen niet worden vergeleken met de gegevens van Zwarts omdat bij het bepalen van de lengte niet alleen de lengte van het borstuk is gemeten maar de lengte van de hele worm. Deze afwijkende procedure is gevolgd omdat tijdens het protocolleren de totale lengte van de wadpier is geschat en er dus voor de berekeningen van de opnamesnelheid behoefte was aan een relatie tussen de totale lengte en het gewicht.

4.5 Voedselopnamesnelheid

Bij de berekeningen van de opnamesnelheden (in mg avdg/s foerageertijd) is uitgegaan van de gewichten zoals die zijn berekend uit de bemonsteringen. De opnamesnelheden van scholeksters, wulpen en rosse grutto's op schietdagen en niet-schietdagen vertonen geen significante verschillen (tabel 10). Uit de gegevens is ook geen trend te halen die zou kunnen duiden op een verminderde opname van de vogels onder invloed van het schieten. De opnamesnelheden van rosse grutto's tijdens periode I zijn buiten beschouwing gelaten vanwege het gebrek aan voedselprotocollen uit die periode, waardoor geen nauwkeurig beeld van de opnamesnelheid kon worden verkregen. Volgens Swennen e.a. (1989) kunnen scholeksters een beperking van de foerageertijd tot 33,3 % compenseren door effectiever te gaan foerageren in de beschikbare tijd. Aan de hand van deze constatering en de resultaten van de opnamesnelheden uit dit onderzoek lijkt het plausibel om aan te nemen dat de voedselopname van de bestudeerde vogels niet duidelijk wordt beïnvloed door het militaire geluid. Hierbij moet worden aangetekend dat als vogels moeten gaan compenseren onder invloed van een of andere verstoring er al sprake is van een ongewenste situatie.

4.6 Groepsgedragwaarnemingen

Het vastleggen van het gedrag van groepen rustende vogels op de hvp's is in de praktijk moeilijk uitvoerbaar gebleken. Dit werd veroorzaakt door de sterk variërende afstand tussen de groepen vogels en de observatiepost op de dijk. Afhankelijk van het niveau van de hoogwaterstand gingen de vogels helemaal vooraan (tegen de dijk) of helemaal achteraan (± 1000 m van de dijk verwijderd) op de landaanwinningswerken zitten. Daardoor waren ze, mede vanwege de hoogte van de vegetatie, vaak niet goed zichtbaar. Het

vastleggen van het gedrag op de hvp's kon dan ook niet echt systematisch worden uitgevoerd waardoor er hoogstwaarschijnlijk een relatief grote onnauwkeurigheid in de resultaten is ontstaan.

Uit de gegevens van paragraaf 3.5 blijkt dat op de hvp's geen veranderingen van betekenis zijn waargenomen in het gedrag van groepen rustende vogels. Dit is waarschijnlijk niet het gevolg van de hierboven geschetste problematiek. Tijdens het veldwerk op de hvp's is namelijk (in tegenstelling tot op het wad) niet éénmaal een directe reactie van een groep vogels of van een individu op het geproduceerde militaire geluid waargenomen. De significante verschillen in het gedrag van bonte strandlopers en de combinatie van ruitersoorten konden worden verklaard aan de hand van het relatief lage aantal dagen (n = 3) waarop protocollen konden worden gemaakt en de hoogte van de waterstand op de hvp's tijdens de protocollen (3.5).

4.7 Geluidssterkte-registraties

Op schietdagen is in principe verspreid over de dag de geluidssterkte bepaald van een reeks (5-15) afzonderlijke knallen. Op een aantal schietdagen is dit echter niet gelukt. Dit is het gevolg van het feit dat er op die dagen weinig werd geschoten of dat er te weinig knallen goed onderscheiden konden worden van het achtergrondgeluid. Op dagen waarop het veldwerk door één persoon is uitgevoerd, is vanwege tijdgebrek volstaan met het bepalen van de "range" van de knallen aan de hand van enkele incidentele metingen verspreid over de dag. Zo is toch een indruk verkregen van geluidsbelasting op de onderzoeklocaties.

De resultaten van de geluidsmetingen in tabel 13 en 14 laten zien dat vooral op dagen dat de wind uit het zuiden (ZO, Z, ZW) waait, de knallen op het wad ten noorden van de schietbaan goed hoorbaar zijn (c.q. duidelijk boven het achtergrondgeluid uitkomen). Bij wind uit het westen of het noorden zakt de geluidssterkte van de individuele knallen sterk, vooral wanneer dit gepaard gaat met een toename van de windsnelheid. De geluidssterkten gemeten op de hvp's zijn over het algemeen lager dan die van het wad. De gemiddelde geluidssterkte van de individuele knallen op de hvp's schommelde tussen de ± 55 en ± 75 dB(A) terwijl op het wad de gemiddelde geluidssterkte tussen de ± 40 en ± 80 dB(A) lag. Het verschil wordt veroorzaakt door het verschil in afstand tussen de observatiepost bij de hvp's en de schietbaan en de observatiepost op het wad en de schietbaan, resp. ± 7000 m en ± 1600 m.

4.8 Algemeen

Tijdens dit onderzoek varieerde de geluidssterkte van de individuele knallen op de onderzoeklocaties van ± 40 dB(A) tot ± 80 dB(A) terwijl de geluidssterkte van het achtergrondniveau tussen de ± 35 dB(A) en ± 55 dB(A) schommelde. Hierdoor kon er geen duidelijk onderscheid worden gemaakt tussen schietdagen en niet-schietdagen. Bovendien is de gemiddelde geluidssterkte van de knallen tijdens dit onderzoek (± 65 dB(a)), vergeleken met de geluidssterkte gemeten tijdens het onderzoek op Vlieland (84,5-100,2 dB(A); Smit 1986), relatief laag gebleken. Dientengevolge is het moeilijk om aan de hand van dit rapport uitspraken te doen over de effecten van geluid op wadvogels in algemene zin. Omdat vogels ongeveer hetzelfde gehoorbereik hebben als mensen kan bij een bepaalde geluidssterkte misschien iets worden gezegd over de mechanische effecten van die geluidssterkte op het gehoor van vogels. Wat het psychologisch en/of fysiologisch effect van het geluid op vogels is, is echter niet duidelijk en moeilijk te bestuderen. Het effect van verschillende geluidssterkten en geluidsfrequenties op het gedrag en de ecologie van wadvogels kan wel worden bestudeerd. Daarom was met name dit onderzoek opgezet.

Ondanks het feit dat er in algemene zin geen uitspraak kan worden gedaan over het effect van geluid op vogels, kan aan de hand van de verzamelde informatie over de geluidsbelastingniveau's en de effecten er van op de wadvogels ter plaatse worden geconcludeerd dat de geluidsbelasting zoals die tijdens dit onderzoek is geweest geen zichtbaar effect van betekenis heeft gehad op de aantallen, het gedrag en de voedselogie van wadvogels.



DANKWOORD

De uitvoering van dit project zou niet mogelijk zijn geweest zonder de medewerking en ondersteuning van een groot aantal personen. De volgende mensen wil ik hier speciaal bedanken voor hun bijdrage.

In de eerste plaats Leo Santbergen voor zijn nimmer aflatende enthousiasme en zijn grote aandeel in het verzamelen en uitwerken van de gegevens van de eerste onderzoekperiode. Herman Offereins, die tijdens de tweede onderzoekperiode assisteerde bij het veldwerk.
Van het RIN op Texel: Cor Smit voor de kritische begeleiding tijdens het tot stand komen van de tekst van dit rapport. Koos Zegers en Aad Sleutel voor het af- en aanslepen van het benodigde materiaal en de verzorging er van. Bert Brinkman voor het overdragen van de benodigde informatica kennis, het schrijven van de computerprogramma's die veel "wetenschappelijk handwerk" overbodig hebben gemaakt en voor het bedenken van de formule nodig voor het bepalen van de lengte-gewicht relatie van prooidieren aan de hand van de monsters. André Meijboom, Michaela Scholl en Michel Binsbergen van het RIN op Texel voor hun ondersteunende activiteiten.
Jaap van der Meer (NIOZ) voor het ontwikkelen van een bij de gegevens passende statistische analyse. Rijkswaterstaat en de Rijks Universiteit Groningen voor het gebruik van het biologisch veldstation Dingeman Bakker. De sluiswachters te Lauwersoog voor de gegevens over de waterstanden en hun geduld tijdens de vaak benauwende race tegen de sluistijden. De Rijkspolitie te water van Lauwersoog en het betreffende personeel van RWS, NMF en SSB voor assistentie. De brigade van de Koninklijke Marechaussee te Apeldoorn en het Instituut voor Zintuifysiologie van het TNO te Soesterberg, met name J. Vos en F. Geurtsen, voor het uitlenen van geluidsmeters en de uitleg omtrent het gebruik ervan. Peter van de Wolf, Joslyn Hooijmeijer, Henk Hin, Dick Schermer en Leo Nagelkerke voor hun bijdrage aan het veldwerk.

LITERATUUR

Beukema, J.J. 1974. Seasonal changes in the biomass of the macro-benthos of a tidal flat area in the Dutch Wadden Sea. Neth. J. Sea Res. 8: 94-107

Bremond, J.C. 1963. Accustic behaviour of birds. In: R.G. Brussel (ed.). Acoustic behaviour of animals. Elsevier, Amsterdam.

Brey, T. 1986. Formalin and Formaldehyde-depot chemicals: effects on dry weight and ash free dry weight of to marine bivalve species. Helgolander Meeresforsch. 31: 52-57

Dankers, N., K.S. Dijkema, P.J.H. Reijnders, P.J.H. & C.J. Smit 1990. De Waddenzee in de toekomst - waarom en hoe te bereiken. RIN-rapport 90/19. Rijksinstituut voor Natuurbeheer Texel. 102 p.

Krebs, C.J. 1978. ogy: The Experimental analysis of distribution and abundance. Harper & Row, New York. 678 p.

Lee J.M. & D.B. Griffith 1978. Transmission line audible noise and wildlife. In: J.M. Fletcher & R.G. Busnel(eds.). Effects of noise on wildlife. Acad. Press, New York. ; 105-168.

Platteeuw, M. 1986. Effecten van geluidhinder door militaire activiteiten op gedrag en van wadvogels. RIN-rapport 86/13. Rijksinstituut voor Natuurbeheer Texel. 50 p.

Scholte, M. 1988. Milieu-effecten van militaire activiteiten in de Lauwersmeer. Landelijke Vereniging tot Behoud van de Waddenzee, Harlingen. 91 p.

Smit, C.J. & W.J. Wolff (ed.) 1981. Birds of the Wadden Sea. Stichting Veth tot Steun aan Waddenonderzoek, Leiden. 308 p.

Smit, C.J. 1986. Oriënterend onderzoek naar veranderingen in gedrag en aantallen van wadvogels onder invloed van schietoefeningen. RIN-rapport 86/18. Rijksinstituut voor Natuurbeheer Texel. 28 p.

Smit, C.J. & T. Piersma 1989. Numbers, midwinter distibution, and migration of wader populations using the East Atlantic flyway. In: H. Boyd & J.Y. Pirot (red.), Flyways and reserve networks for water birds. IWRB Special Publ. 9, Slimbridge; 24-63.

Smoorenburg, G.F. 1985. De geluidsbelasting van het Lauwersmeergebied ten gevolge van militaire schietactiviteiten na wijzig-ingen in de plannen ten aanzien van positie en gebruik van de oefenterreinen en de uitvoering van de schietinrichtingen. Rapport no. IZF 1985-4 Soesterberg. 28 p.

Southwood, T.R.E. 1978. Ecological methods, with particular reference to the study of insect populations. Chapmann & Hall, London. 524 p.

SOVON 1987. Atlas van de Nederlandse Vogels. Arnhem. 595 p.

Swennen, C., M.F. Leopold & L.L.M. de Bruijn 1989. Time-stressed oystercatchers, Haematopus ostralegus, can increase their intake rate. Anim. Behav. 38: 8-22

Veen, J. 1973. De verstoring van weidevogelpopulaties. Stedebouw en Volkshuisvesting. 54: 16-26

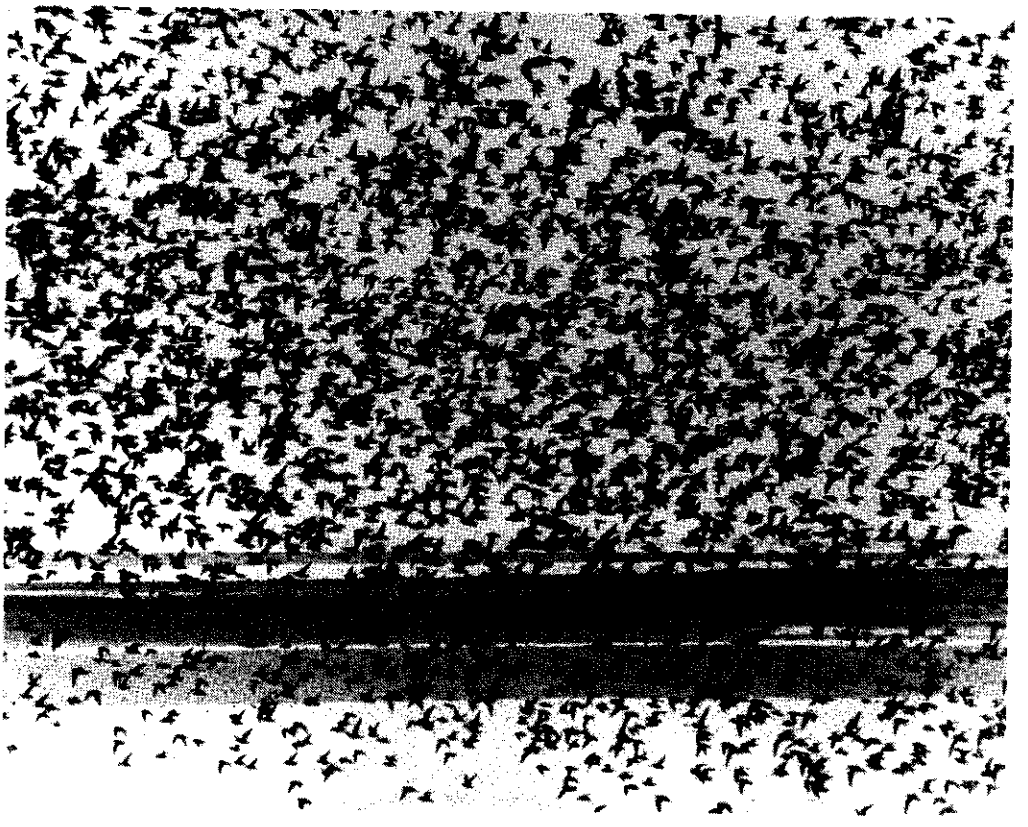
Visser, G.J.M. 1986. Verstoringen en reacties van overtijende vogels op de Noordvaarder (Terschelling) in samenhang met de omgeving. RIN-rapport 86/17. Rijksinstituut voor Natuurbeheer Texel. 221 p.

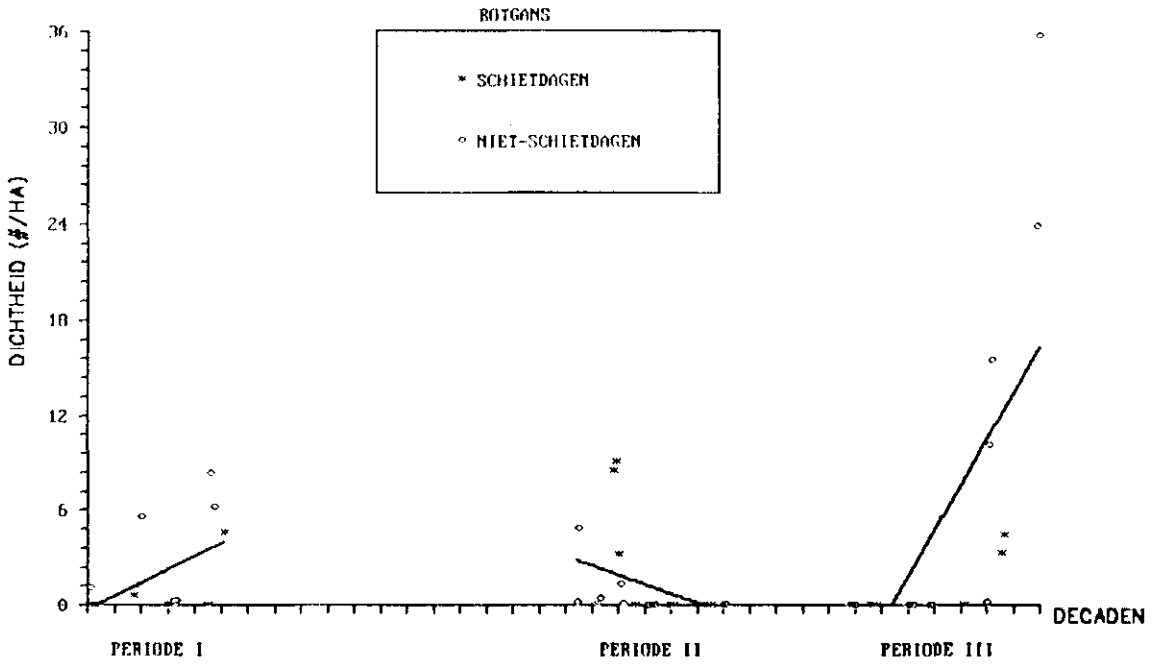
Vlas, J. de 1982. De effecten van de kokkelvisserij op de bodemfauna van de Waddenzee en Oosterschelde. RIN-rapport 82/19, Texel. 99 p.

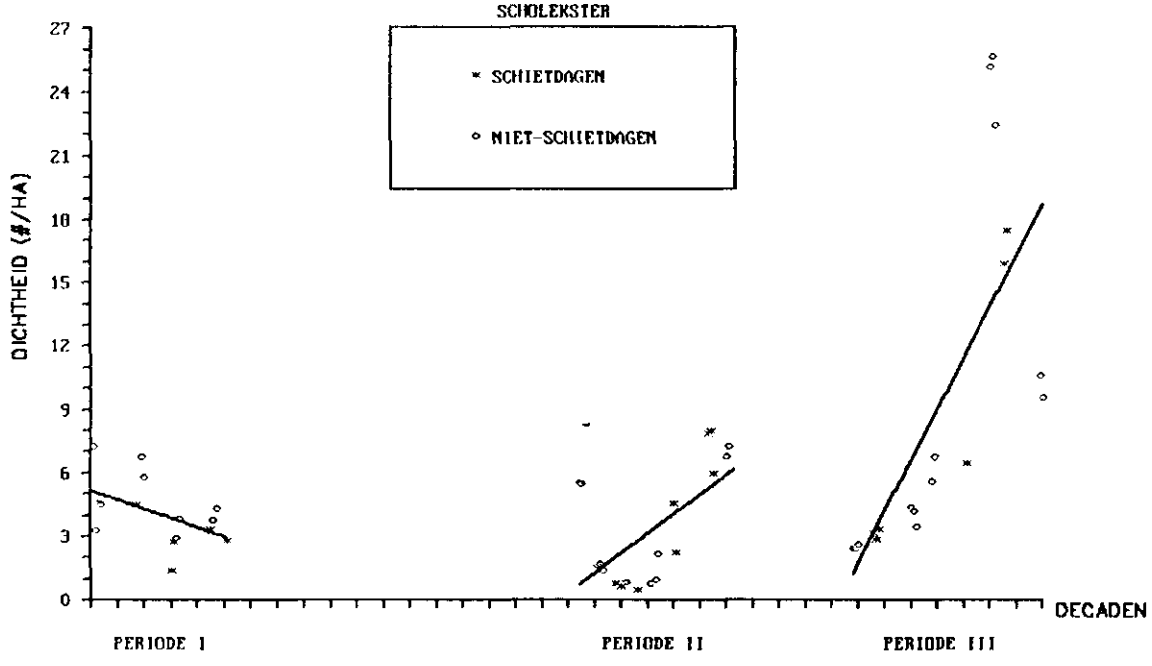
Zwarts, L. 1988. De bodemfauna van de fries-groningse waddenkust. Flevobericht nr. 294, RIJP Lelystad. 195 p.

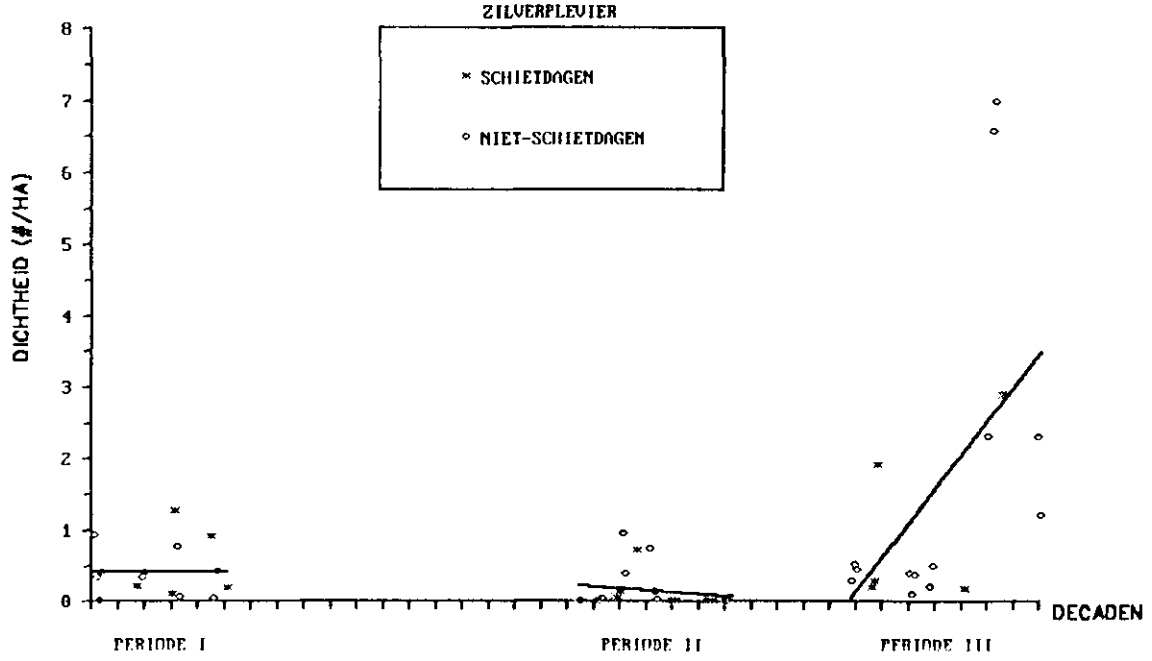
BIJLAGE A

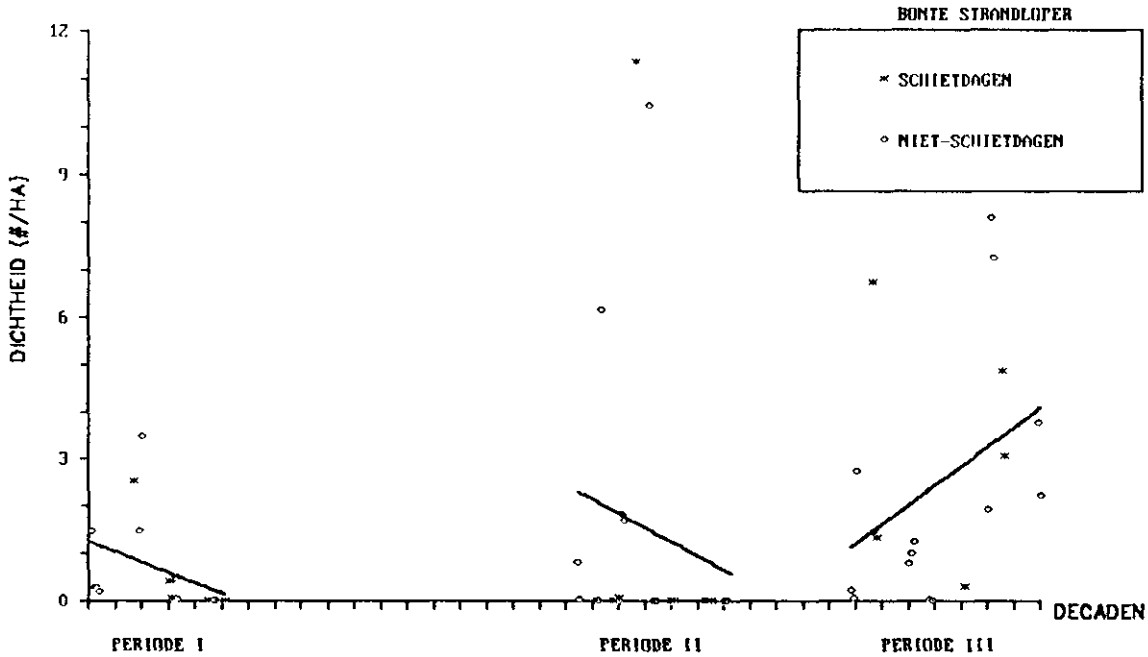
GRAFISCHE WEERGAVE
VAN HET VERBAND TUSSEN DE DICHTHEID
EN DE TIJD VAN DE VERSCHILLENDE VOGELSOORTEN

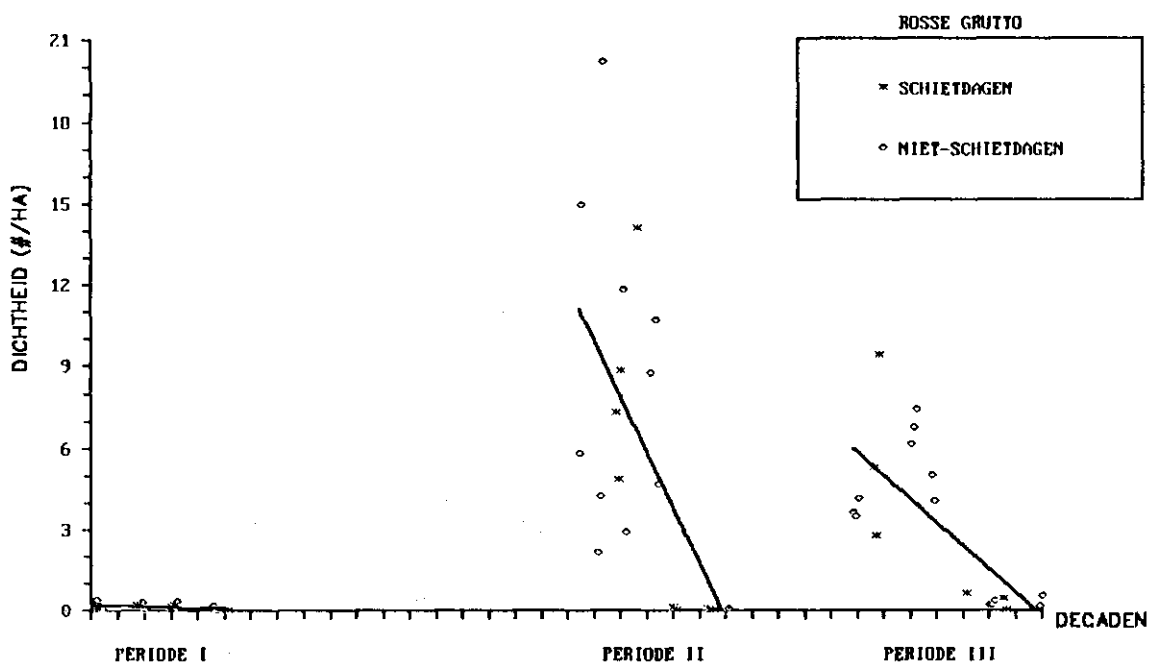


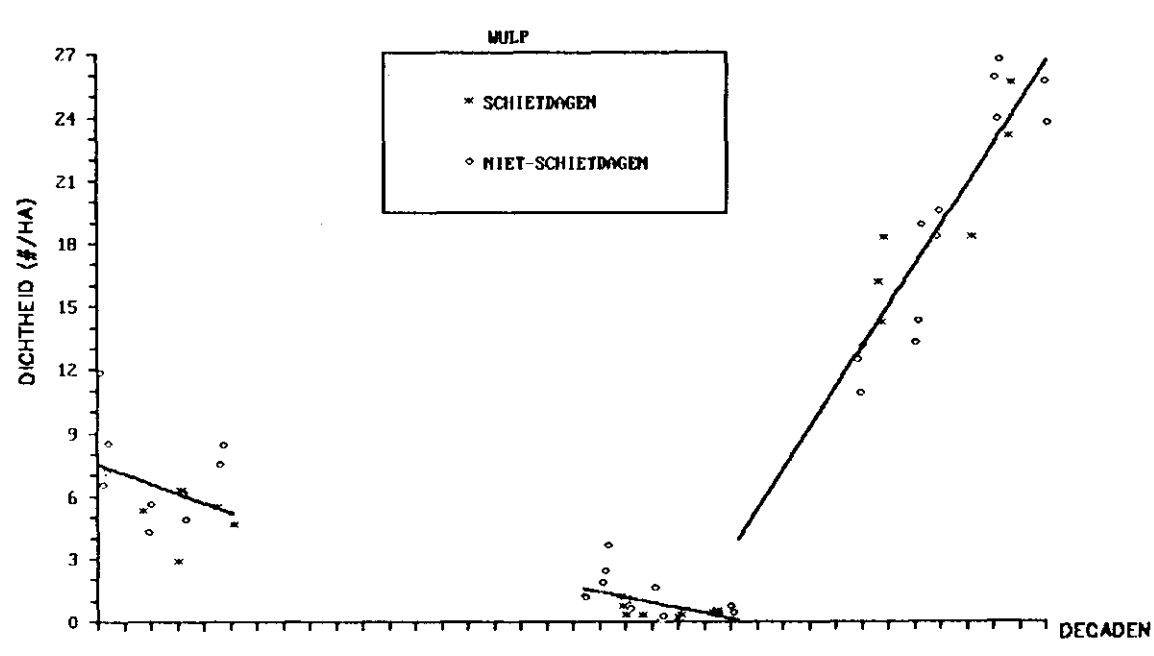

ROTGANS
* SCHIETDAGEN
° NIET-SCHIETDAGEN
DICHTHEID (#/HA)
0
6
12
18
24
30
DECADEN
PERIODE I
PERIODE II
PERIODE III

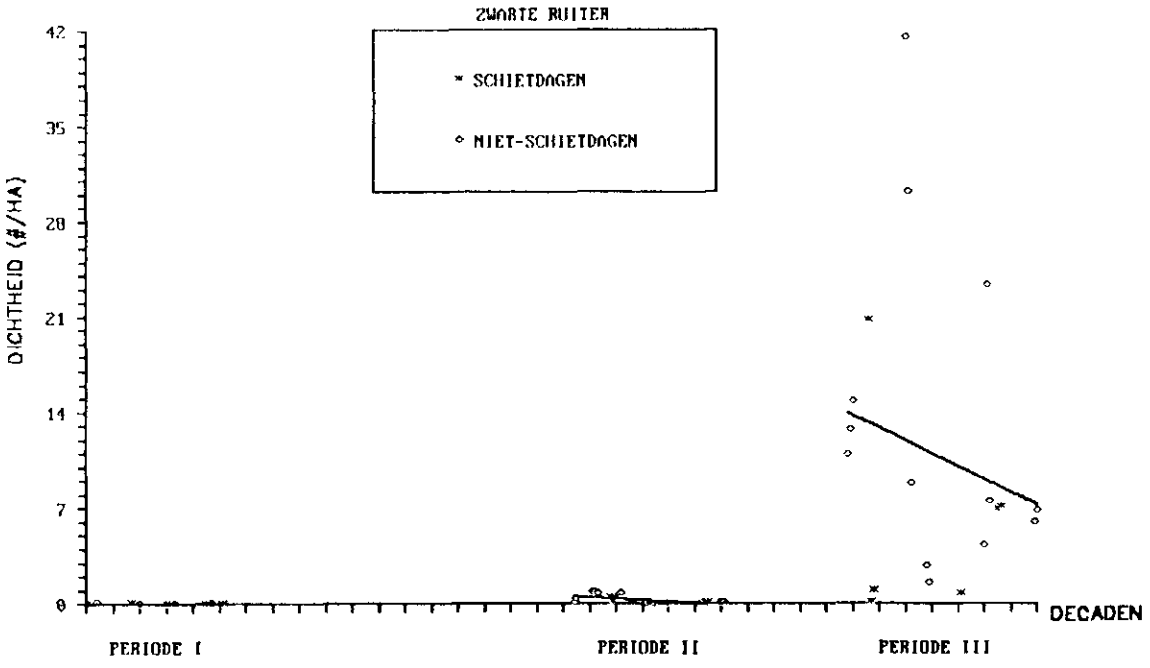

SCHOLEKSTER
* SCHIETDAGEN
° NIET-SCHIETDAGEN
DICHTHEID (#/HA)
0
3
6
9
12
15
18
21
24
27
DECADEN
PERIODE I
PERIODE II
PERIODE III

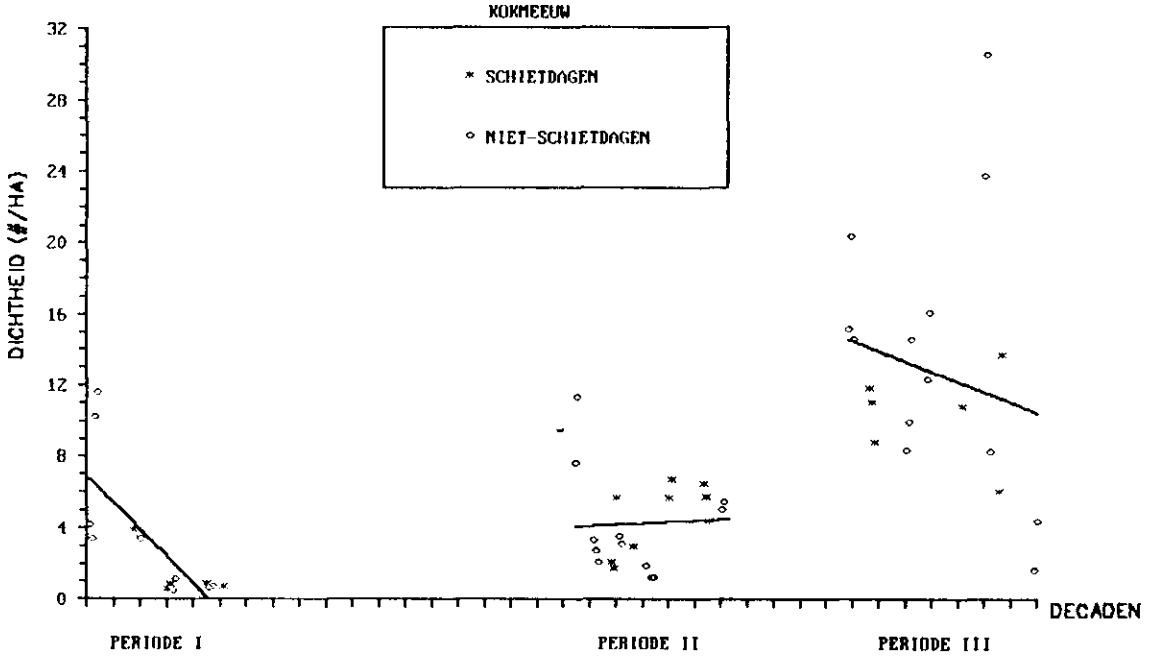

ZILVERPLEVIER
* SCHIETDAGEN
° NIET-SCHIETDAGEN
DICHTHEID (#/HA)
0
1
2
3
4
5
6
7
8
DECADEN
PERIODE I
PERIODE II
PERIODE III

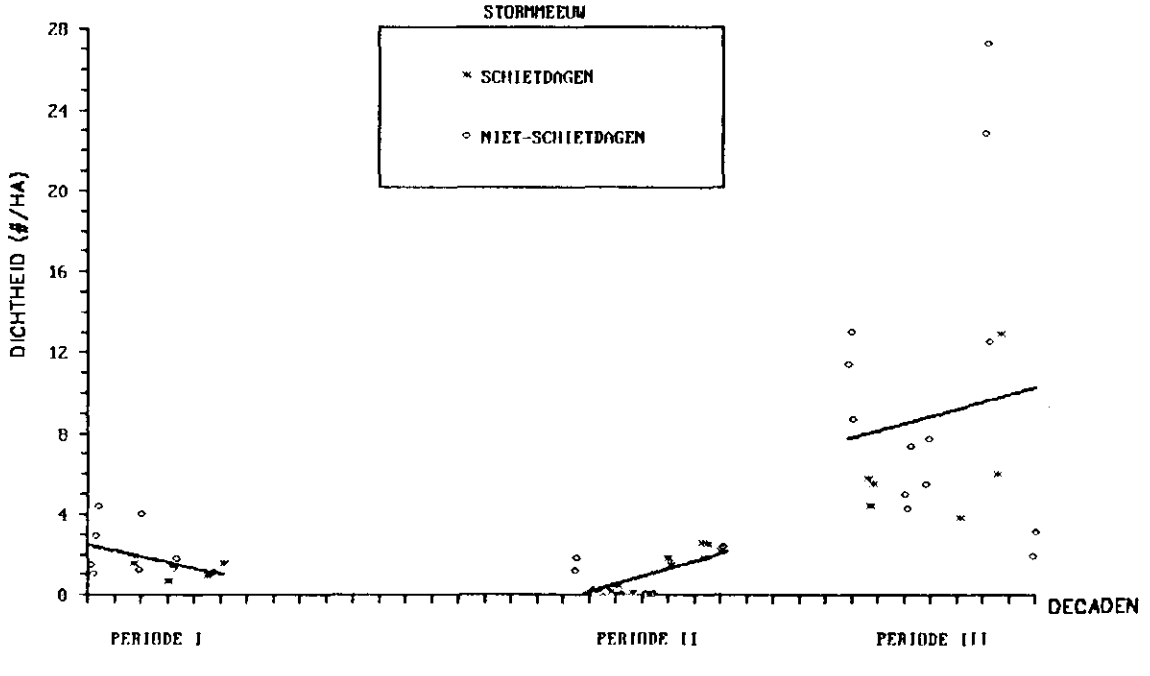

BONTE STRANDLOPER
SCHIETDAGEN
NIET-SCHIETDAGEN
DICHTHEID (#/HA)
12
9
6
3
0
DECADEN
PERIODE I
PERIODE II
PERIODE III

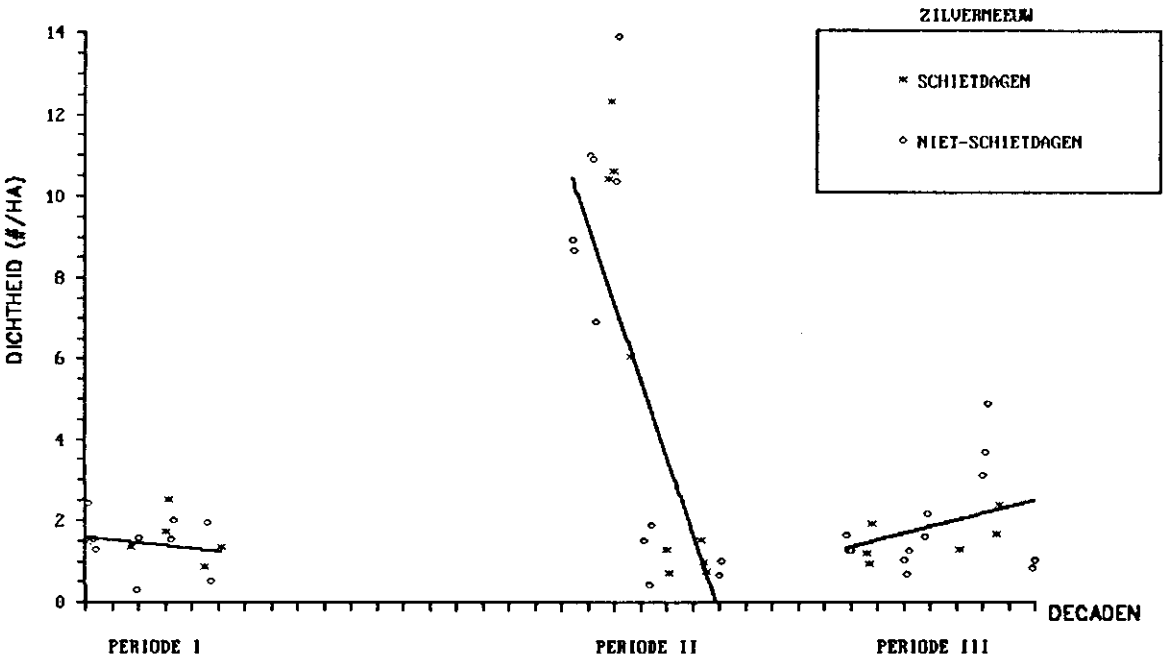

ROSSE GRUTTO
SCHIETDAGEN
NIET-SCHIETDAGEN
DICHTHEID (#/HA)
21
18
15
12
9
6
3
0
DECADEN
PERIODE I
PERIODE II
PERIODE III


WULP
SCHIETDAGEN
NIET-SCHIETDAGEN
DICHTHEID (#/HA)
27
24
21
18
15
12
9
6
3
0
DECADEN
PERIODE I
PERIODE II
PERIODE III


ZWARTE RUITER
* SCHIETDAGEN
◇ NIET-SCHIETDAGEN
DICHTHEID (#/HA)
42
35
28
21
14
7
0
DECADEN
PERIODE I
PERIODE II
PERIODE III


KOKMEEUW
* SCHIETDAGEN
◇ NIET-SCHIETDAGEN
DICHTHEID (#/HA)
32
28
24
20
16
12
8
4
0
DECADEN
PERIODE I
PERIODE II
PERIODE III


STORMMEEUW
* SCHIETDAGEN
◇ NIET-SCHIETDAGEN
DICHTHEID (#/HA)
28
24
20
16
12
8
4
0
DECADEN
PERIODE I
PERIODE II
PERIODE III


ZILVERMEEUW
* SCHIETDAGEN
◇ NIET-SCHIETDAGEN
DICHTHEID (#/HA)
14
12
10
8
6
4
2
0
DECADEN
PERIODE I
PERIODE II
PERIODE III

BIJLAGE B

RESULTATEN
VAN DE COVARIANTIE-ANALYSE
TOEGEPAST OP DE GEGEVENS VAN DE DICHTHEID EN DE OPNAMESNELHEID



DEP VAR: KOKM N: 55 MULTIPLE R: .736 SQUARED MULTIPLE R: .542

ANALYSIS OF VARIANCE

SOURCE	SUM-OF-SQUARES	DF	MEAN-SQUARE	F-RATIO	P
TIME	62.975	1	62.975	3.087	0.085
PERIOD	67.179	2	33.589	1.647	0.203
TIME* PERIOD	64.052	2	32.026	1.570	0.219
SHOOTING	17.006	1	17.006	0.834	0.366
ERROR	979.201	48	20.400		

DEP VAR: STORM1 N: 55 MULTIPLE R: .705 SQUARED MULTIPLE R: .497

ANALYSIS OF VARIANCE

SOURCE	SUM-OF-SQUARES	DF	MEAN-SQUARE	F-RATIO	P
TIME	9.269	1	9.269	0.565	0.456
PERIOD	19.742	2	9.871	0.601	0.552
TIME* PERIOD	10.995	2	5.497	0.335	0.717
SHOOTING	21.365	1	21.365	1.302	0.260

DEP VAR: ZILVERM N: 55 MULTIPLE R: .860 SQUARED MULTIPLE R: .739

ANALYSIS OF VARIANCE

SOURCE	SUM-OF-SQUARES	DF	MEAN-SQUARE	F-RATIO	P
TIME	88.801	1	88.801	22.811	0.000
PERIOD	352.516	2	176.258	45.276	0.000
TIME* PERIOD	232.552	2	116.276	29.868	0.000
SHOOTING	1.467	1	1.467	0.377	0.542
ERROR	186.864	48	3.893		

DEP VAR: MULF N: 55 MULTIPLE R: .981 SQUARED MULTIPLE R: .961

ANALYSIS OF VARIANCE

SOURCE	SUM-OF-SQUARES	DF	MEAN-SQUARE	F-RATIO	P
TIME	33.758	1	33.758	10.600	0.002
PERIOD	257.214	2	128.607	40.393	0.000
TIME*					
PERIOD	259.141	2	129.570	40.686	0.000
SHOOTING	1.514	1	1.514	0.475	0.494
ERROR	152.863	48	3.185		

DEP VAR: SCHOLEKS N: 55 MULTIPLE R: .791 SQUARED MULTIPLE R: .625

ANALYSIS OF VARIANCE

SOURCE	SUM-OF-SQUARES	DF	MEAN-SQUARE	F-RATIO	P
TIME	186.501	1	186.501	13.604	0.001
PERIOD	603.360	2	301.680	22.005	0.000
TIME*					
PERIOD	241.303	2	120.651	8.800	0.001
SHOOTING	7.650	1	7.650	0.558	0.459
ERROR	658.062	48	13.710		

DEP VAR: ROSSEGR N: 55 MULTIPLE R: .751 SQUARED MULTIPLE R: .564

ANALYSIS OF VARIANCE

SOURCE	SUM-OF-SQUARES	DF	MEAN-SQUARE	F-RATIO	P
TIME	157.435	1	157.435	15.306	0.000
PERIOD	409.532	2	204.766	19.907	0.000
TIME*					
PERIOD	112.787	2	56.394	5.482	0.007
SHOOTING	4.464	1	4.464	0.434	0.513
ERROR	493.735	48	10.286		

DEP VAR: POLITESR N: 55 MULTIPLE R: .369 SQUARED MULTIPLE R: .136

ANALYSIS OF VARIANCE

SOURCE	SUM-OF-SQUARES	DF	MEAN-SQUARE	F-RATIO	P
TIME	0.460	1	0.460	0.065	0.799
PERIOD	21.735	2	10.868	1.541	0.225
TIME* PERIOD	25.700	2	12.850	1.822	0.173
SHOOTING	0.762	1	0.762	0.108	0.744
ERROR	338.484	48	7.052		

DEP VAR: ZWORTER N: 55 MULTIPLE R: .667 SQUARED MULTIPLE R: .445

ANALYSIS OF VARIANCE

SOURCE	SUM-OF-SQUARES	DF	MEAN-SQUARE	F-RATIO	P
TIME	6.414	1	6.414	0.153	0.698
PERIOD	179.541	2	89.770	2.137	0.129
TIME* PERIOD	66.971	2	33.485	0.797	0.456
SHOOTING	80.670	1	80.670	1.921	0.172
ERROR	2016.282	48	42.006		

DEP VAR: BOTGANS N: 55 MULTIPLE R: .711 SQUARED MULTIPLE R: .505

ANALYSIS OF VARIANCE

SOURCE	SUM-OF-SQUARES	DF	MEAN-SQUARE	F-RATIO	P
TIME	223.871	1	223.871	10.023	0.003
PERIOD	775.514	2	387.757	17.361	0.000
TIME* PERIOD	454.354	2	227.177	10.171	0.000
SHOOTING	18.600	1	18.600	0.833	0.366
ERROR	1072.072	48	22.335		

DEP VAR:ZILVERPL N: 55 MULTIPLE R: 0.676 SQUARED MULTIPLE R: 0.457

SOURCE	SUM-OF-SQUARES	DF	MEAN-SQUARE	F-RATIO	P
PERIOD	19.964	2	9.982	8.559	0.001
TIME	4.232	1	4.232	3.629	0.063
PERIOD*TIME	12.281	2	6.140	5.265	0.009
SHOOTING	0.025	1	0.025	0.021	0.885
ERROR	55.978	48	1.166		

wulp

DEP VAR: AVDG/S N: 58 MULTIPLE R: 0.392 SQUARED MULTIPLE R: 0.154

SOURCE	SUM-OF-SQUARES	DF	MEAN-SQUARE	F-RATIO	P
PERIOD	.912461E-06	2	.456231E-06	0.120	0.887
TIME	.526317E-07	1	.526317E-07	0.014	0.907
PERIOD*TIME	.100249E-05	2	.501246E-06	0.132	0.877
SHOOTING	.692335E-05	1	.692335E-05	1.818	0.184
ERROR	.194224E-03	51	.380831E-05		

TEST FOR EFFECT CALLED: PERIOD TIME PERIOD*TIME

SOURCE	SS	DF	MS	F	P
HYPOTHESIS	.285670E-04	5	.571340E-05	1.500	0.206
ERROR	.194224E-03	51	.380831E-05		

rosse

DEP VAR: AVDG/S N: 35 MULTIPLE R: 0.697 SQUARED MULTIPLE R: 0.486

SOURCE	SUM-OF-SQUARES	DF	MEAN-SQUARE	F-RATIO	P
PERIOD	.569650E-06	2	.284825E-06	0.466	0.632
TIME	.225140E-05	1	.225140E-05	3.681	0.065
PERIOD*TIME	.680298E-05	2	.340149E-05	5.562	0.009
SHOOTING	.551683E-07	1	.551683E-07	0.090	0.766
ERROR	.171242E-04	28	.611580E-06		

TEST FOR EFFECT CALLED: PERIOD TIME PERIOD*TIME

SOURCE	SS	DF	MS	F	P
HYPOTHESIS	.145260E-04	5	.290519E-05	4.750	0.003
ERROR	.1712423-04	28	.611580E-06		

scholekster

DEP VAR: AVDG/S N: 59 MULTIPLE R: 0.522 SQUARED MULTIPLE R: 0.273

SOURCE	SUM-OF-SQUARES	DF	MEAN-SQUARE	F-RATIO	P
PERIOD	.129086E-05	2	.645430E-06	0.751	0.477
TIME	.123405E-06	1	.123405E-06	0.144	0.706
PERIOD*TIME	.307763E-05	2	.153881E-05	1.791	0.177
SHOOTING	.367657E-06	1	.367657E-06	0.428	0.516
ERROR	.446805E-04	52	.859241E-06		

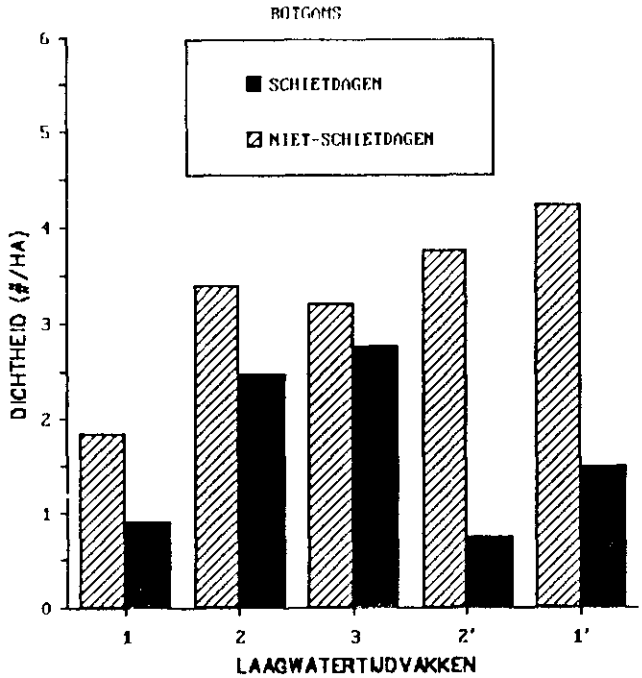
TEST FOR EFFECT CALLED: PERIOD TIME PERIOD*TIME

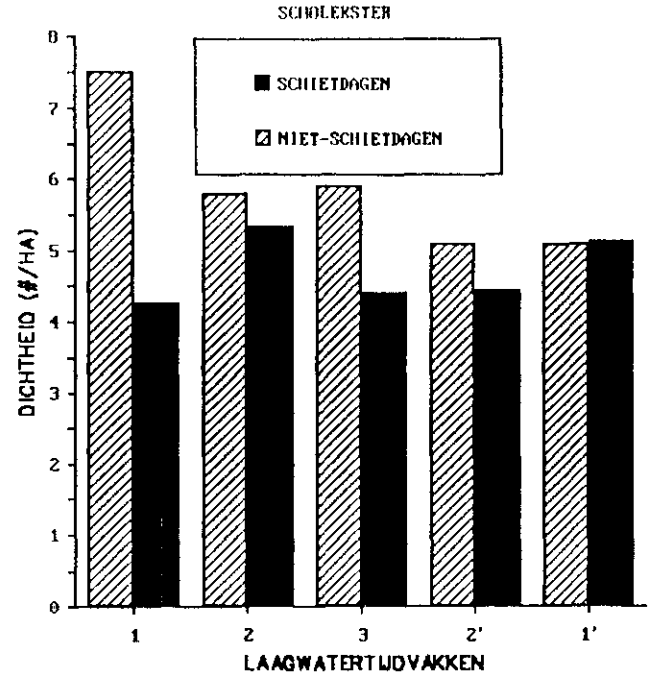
SOURCE	SS	DF	MS	F	P
HYPOTHESIS	.167611E-04	5	.335222E-05	3.901	0.004
ERROR	.446805E-04	52	.859241E-06		

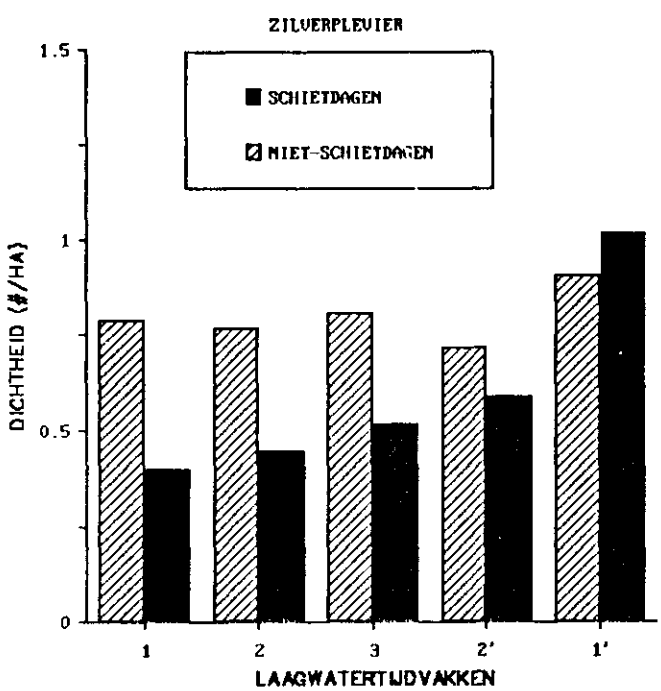
BIJLAGE C

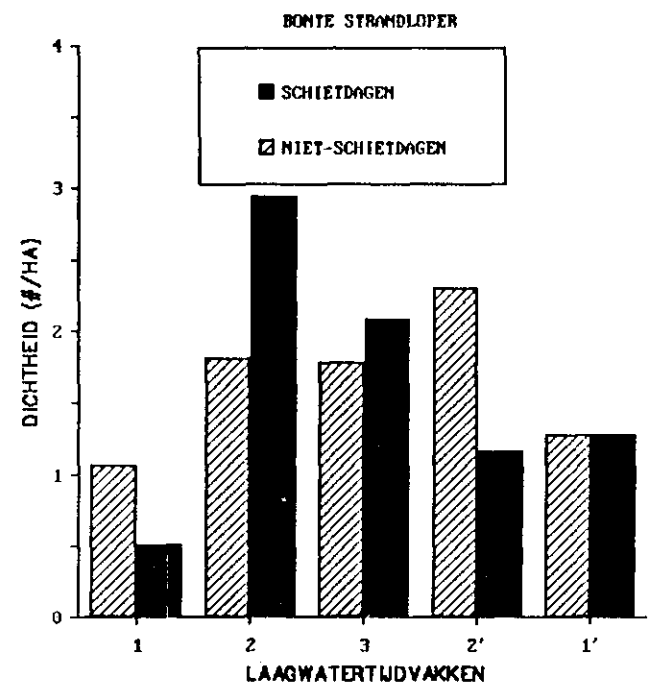
GRAFISCHE WEERGAVE
VAN HET VERLOOP VAN DE DICHTHEID
VAN DE VERSCHILLENDE VOGELSOORTEN TIJDENS
DE LAAGWATERPERIODE VAN SCHIETDAGEN EN NIET-SCHIETDAGEN

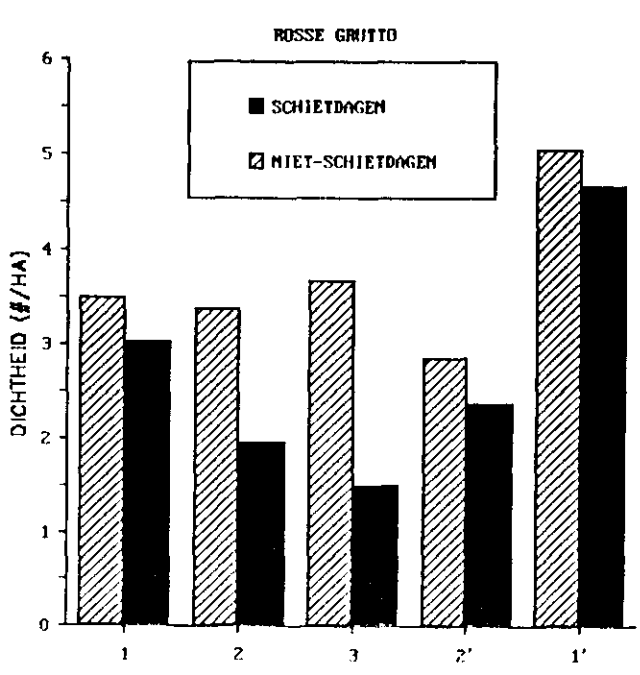


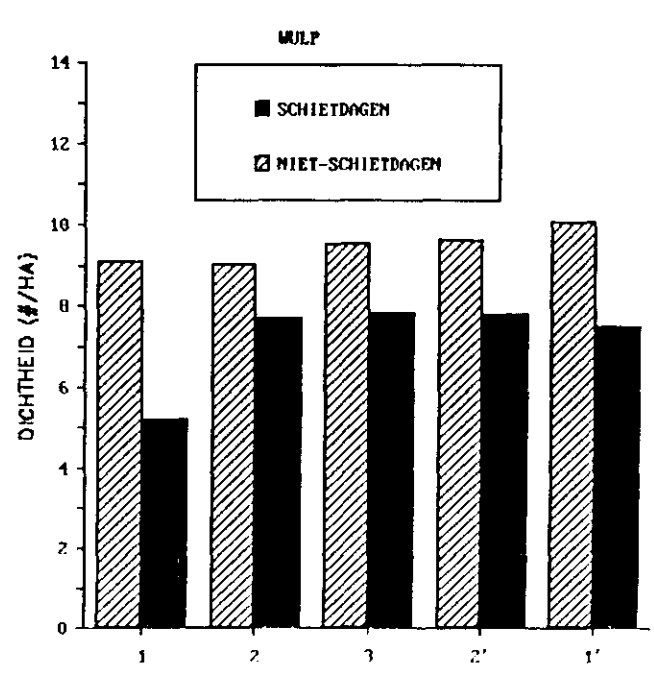

ROTGANS
SCHIETDAGEN
NIET-SCHIETDAGEN
DICHTHEID (#/HA)
0
1
2
3
4
5
6
1
2
3
2'
1'
LAAGWATERTIJDVAKKEN


SCHOLEKSTER
SCHIETDAGEN
NIET-SCHIETDAGEN
DICHTHEID (#/HA)
0
1
2
3
4
5
6
7
8
1
2
3
2'
1'
LAAGWATERTIJDVAKKEN

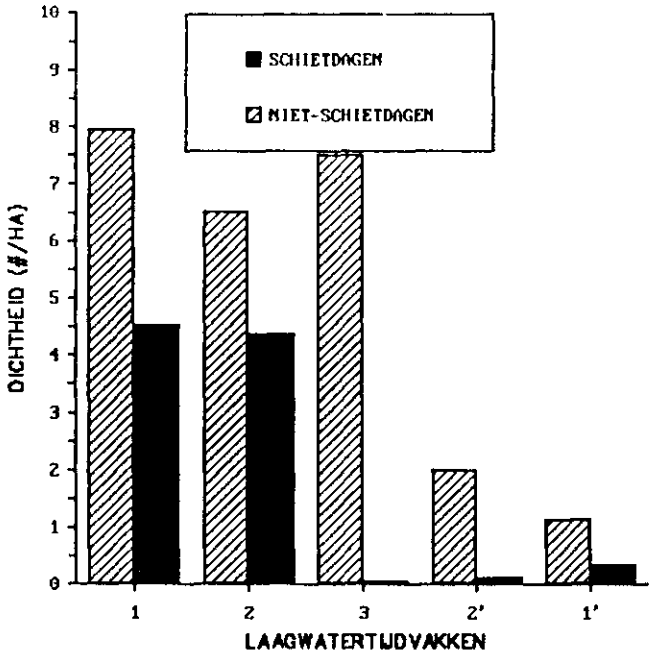

ZILVERPLEVIER
SCHIETDAGEN
NIET-SCHIETDAGEN
DICHTHEID (#/HA)
0
0.5
1
1.5
1
2
3
2'
1'
LAAGWATERTIJDVAKKEN


BONTE STRANDLOPER
SCHIETDAGEN
NIET-SCHIETDAGEN
DICHTHEID (#/HA)
0
1
2
3
4
1
2
3
2'
1'
LAAGWATERTIJDVAKKEN

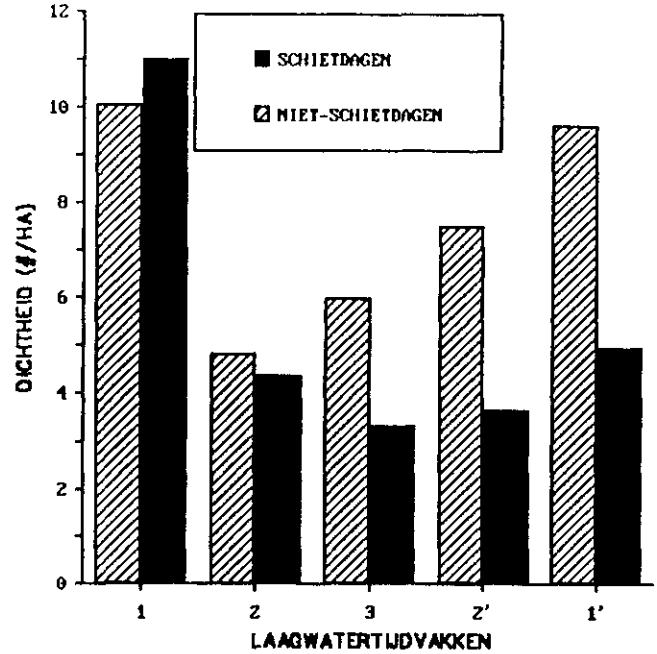

ROSSE GRUTTO
SCHIETDAGEN
NIET-SCHIETDAGEN
DICHTHEID (#/HA)
0
1
2
3
4
5
6
1
2
3
2'
1'


WULP
SCHIETDAGEN
NIET-SCHIETDAGEN
DICHTHEID (#/HA)
0
2
4
6
8
10
12
14
1
2
3
2'
1'

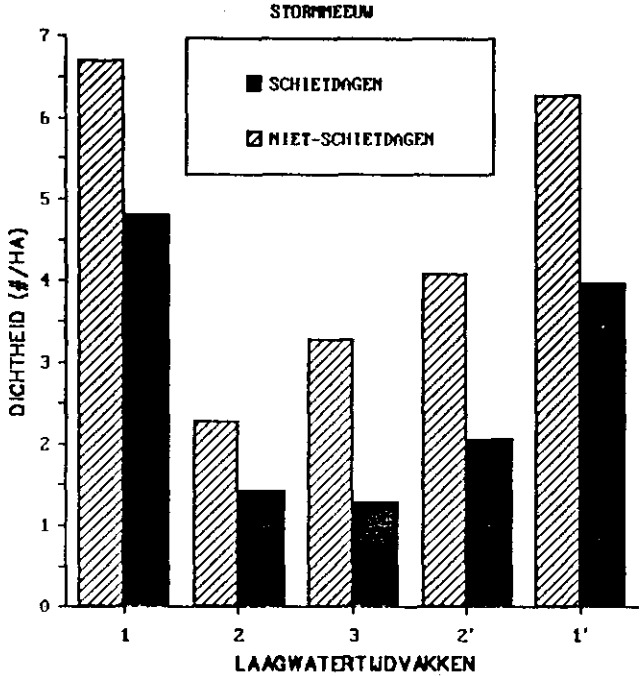
ZWARTE RUITER



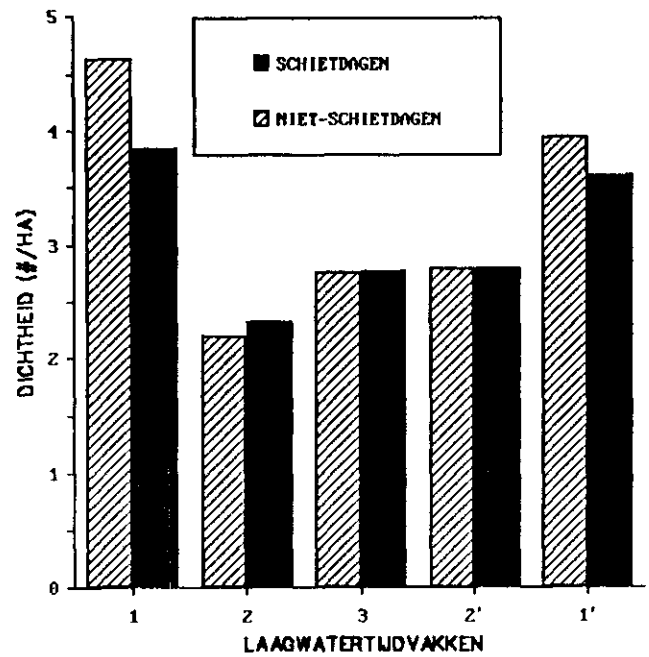
KOKMEEUW



STORMMEEUW



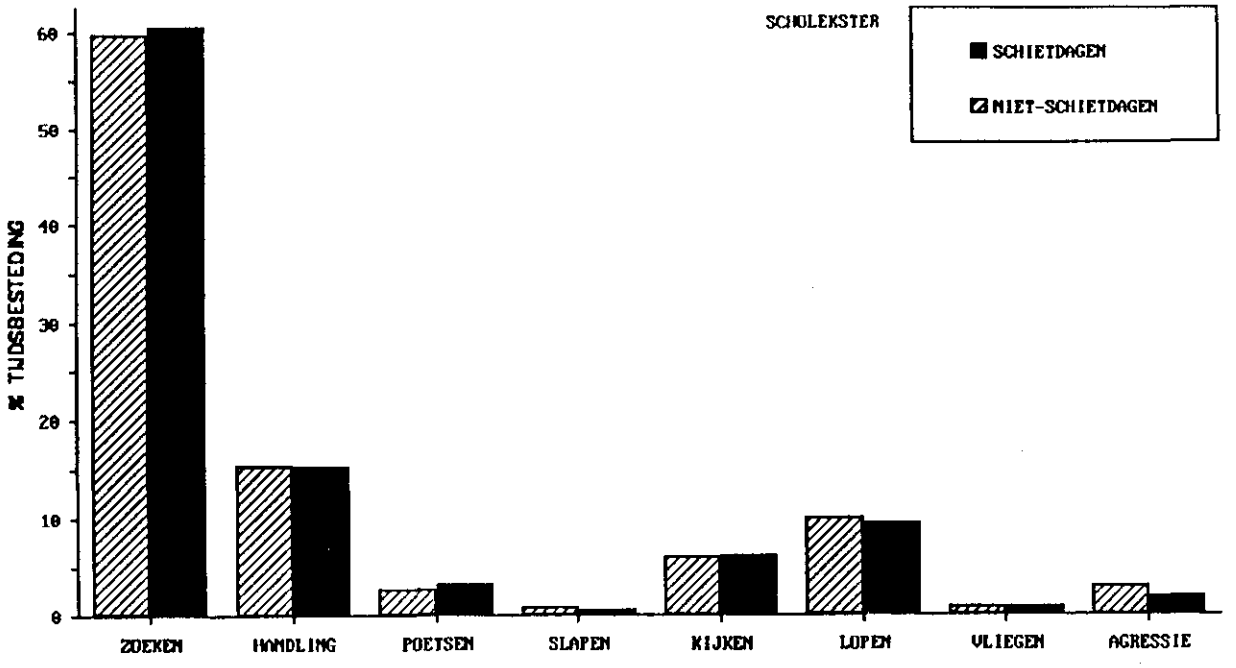
ZILVERMEEUW

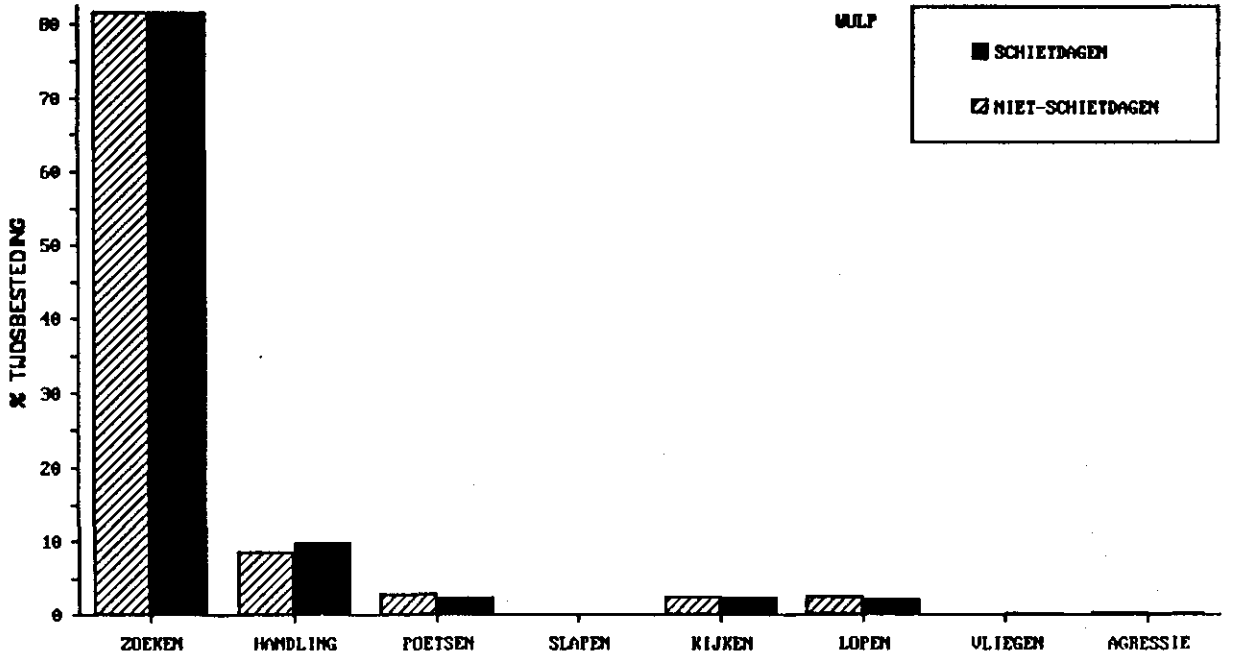


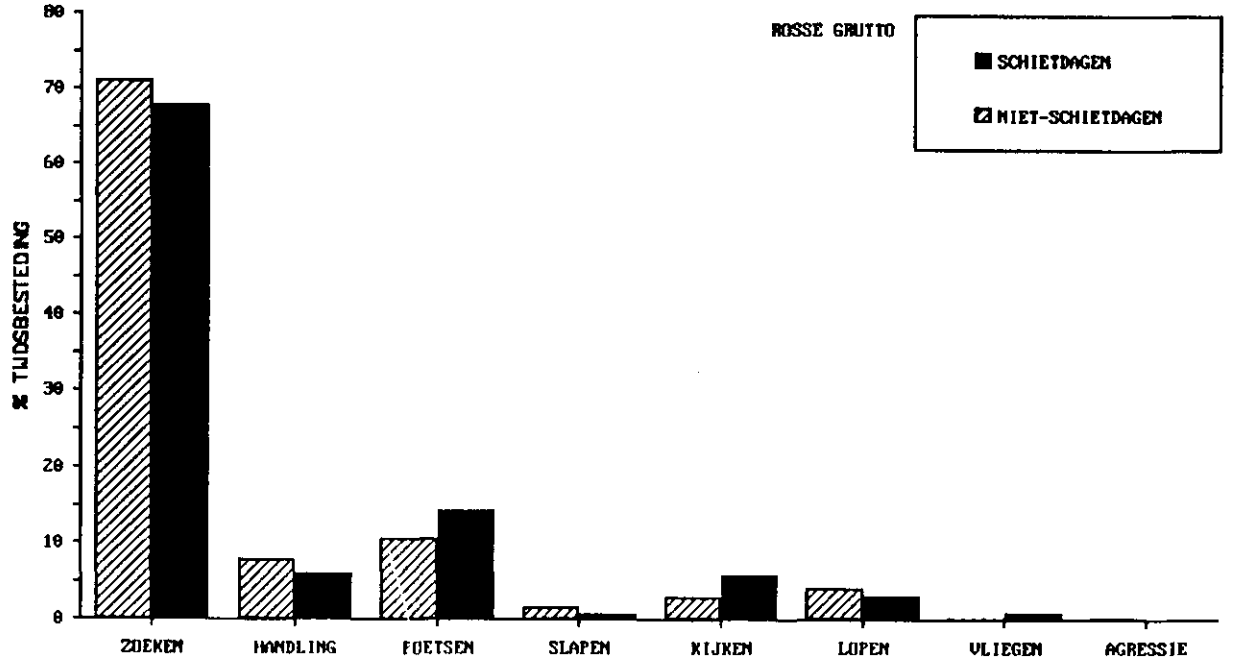
BIJLAGE D

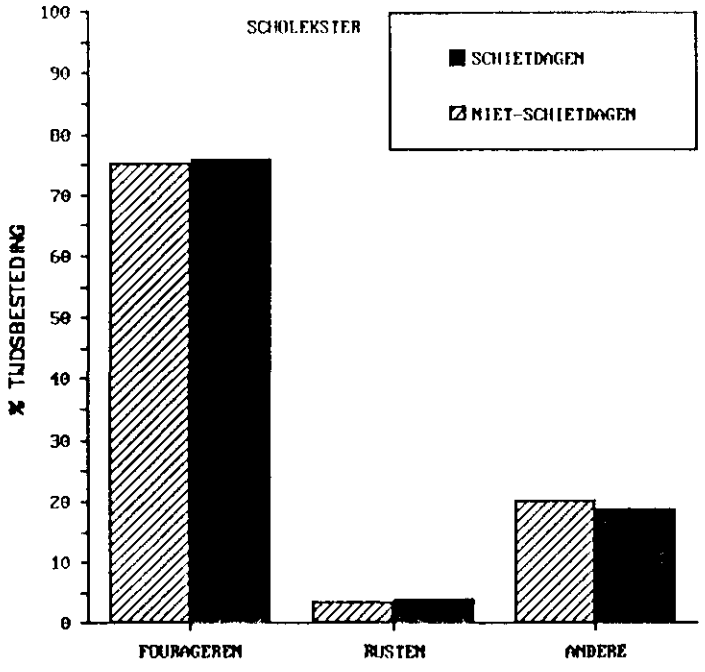
GRAFISCHE WEERGAVE
VAN DE PROCENTUELE TIJDSBESTEDING
VAN SCHOLEKSTERS, WULPEN EN ROSSE GRUTTO'S
OP SCHIETDAGEN EN NIET-SCHIETDAGEN

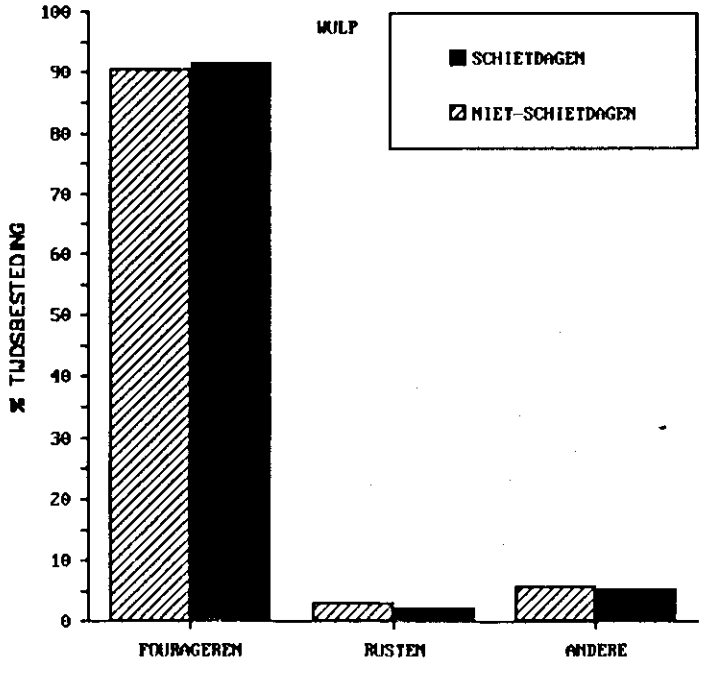


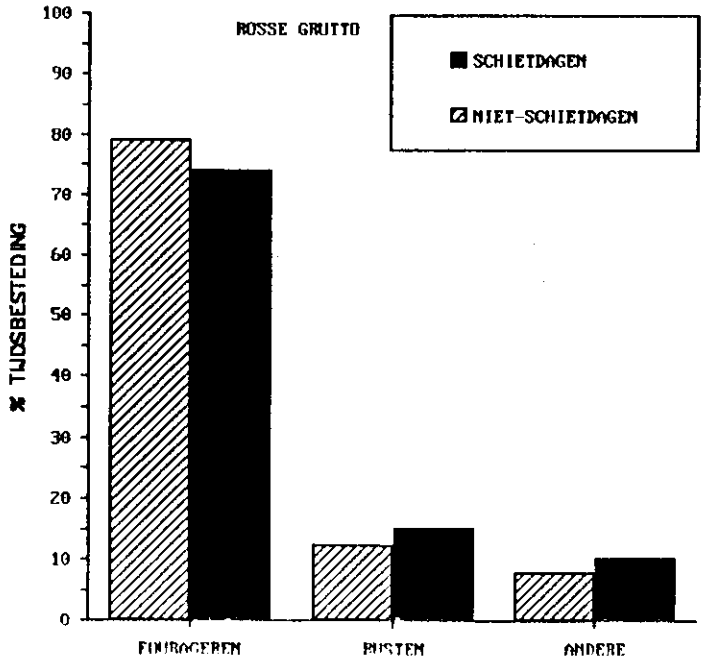

SCHOLEKSTER
SCHIETDAGEN
NIET-SCHIETDAGEN
% TIJDSBESTEDING
0
10
20
30
40
50
60
ZOEKEN
HANDLING
POETSEN
SLAPEN
KIJKEN
LOPEN
VLIEGEN
AGRESSIE


WULP
SCHIETDAGEN
NIET-SCHIETDAGEN
% TIJDSBESTEDING
0
10
20
30
40
50
60
70
80
ZOEKEN
HANDLING
POETSEN
SLAPEN
KIJKEN
LOPEN
VLIEGEN
AGRESSIE


ROSSE GRUTTO
SCHIETDAGEN
NIET-SCHIETDAGEN
% TIJDSBESTEDING
0
10
20
30
40
50
60
70
80
ZOEKEN
HANDLING
POETSEN
SLAPEN
KIJKEN
LOPEN
VLIEGEN
AGRESSIE


SCHOLEKSTER
SCHIETDAGEN
NIET-SCHIETDAGEN
% TIJDSBESTEDING
100
90
80
70
60
50
40
30
20
10
0
FOURAGEREN
RUSTEN
ANDERE


WULP
SCHIETDAGEN
NIET-SCHIETDAGEN
% TIJDSBESTEDING
100
90
80
70
60
50
40
30
20
10
0
FOURAGEREN
RUSTEN
ANDERE

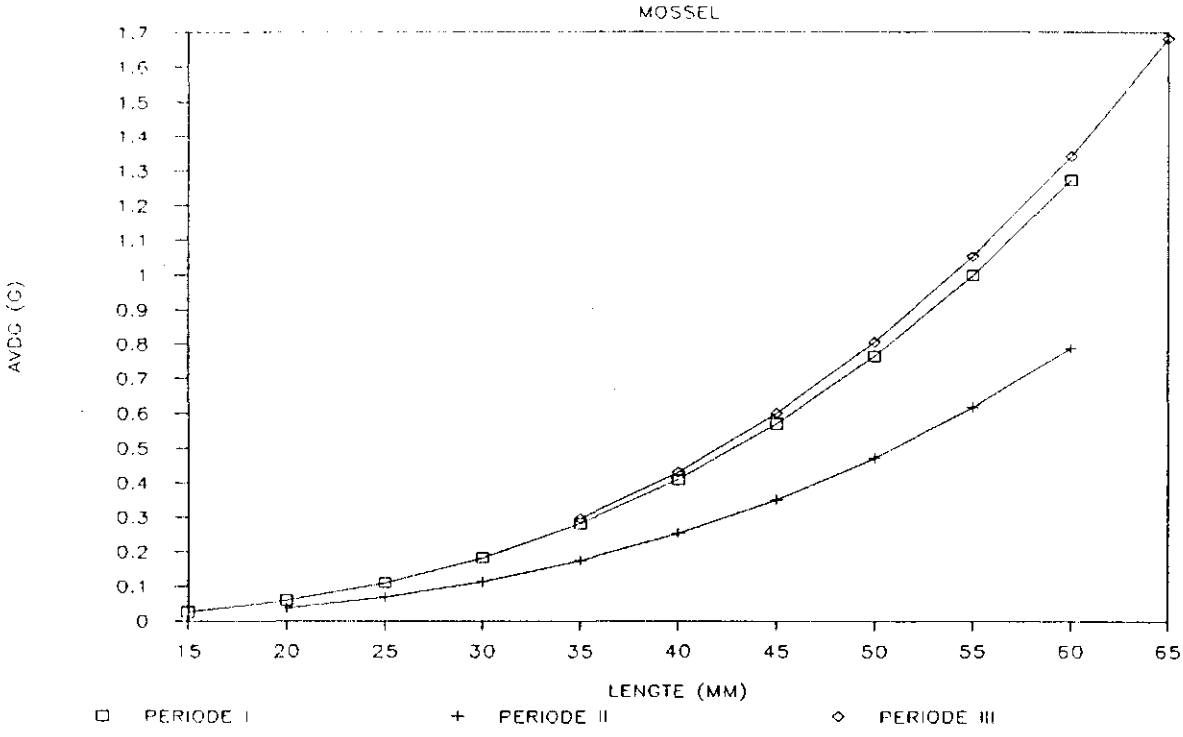

ROSSE GRUTTO
SCHIETDAGEN
NIET-SCHIETDAGEN
% TIJDSBESTEDING
100
90
80
70
60
50
40
30
20
10
0
FOURAGEREN
RUSTEN
ANDERE

BIJLAGE E

IJKLIJNEN VAN
DE LENGTE-GEWICHT RELATIE
VAN DE VERSCHILLENDE PROOIDIEREN

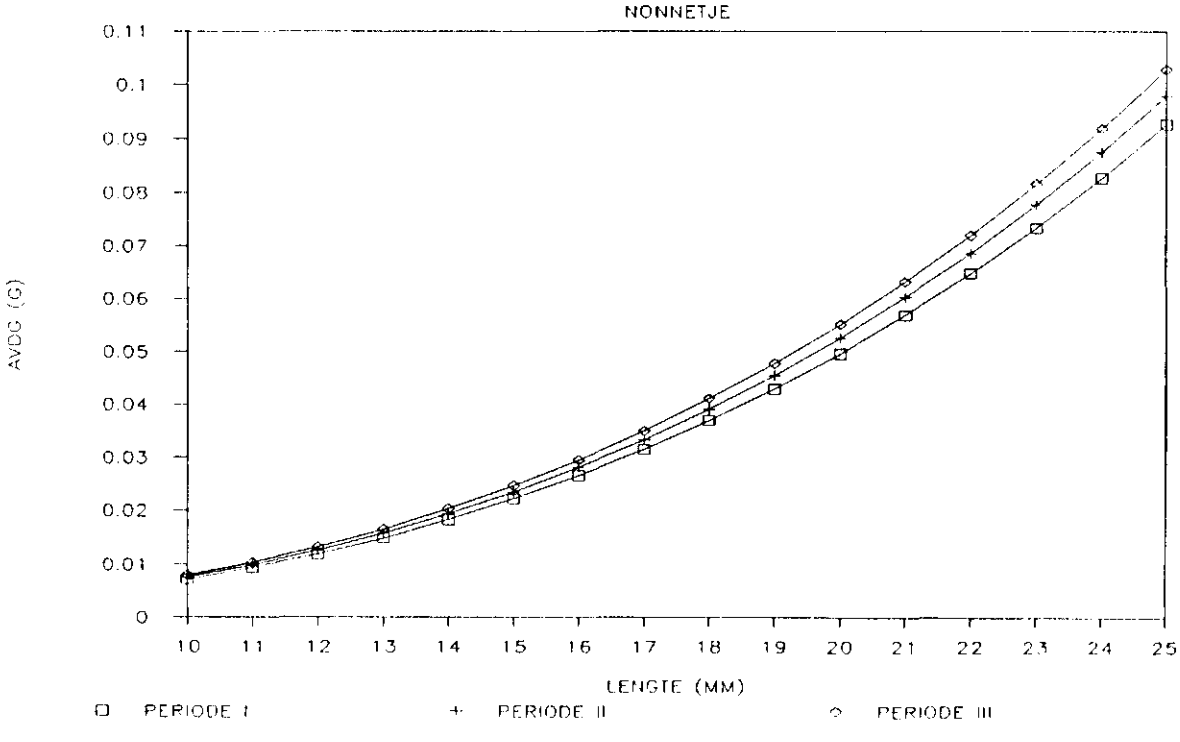
RELATIE LENGTE–AVDG

MOSSEL



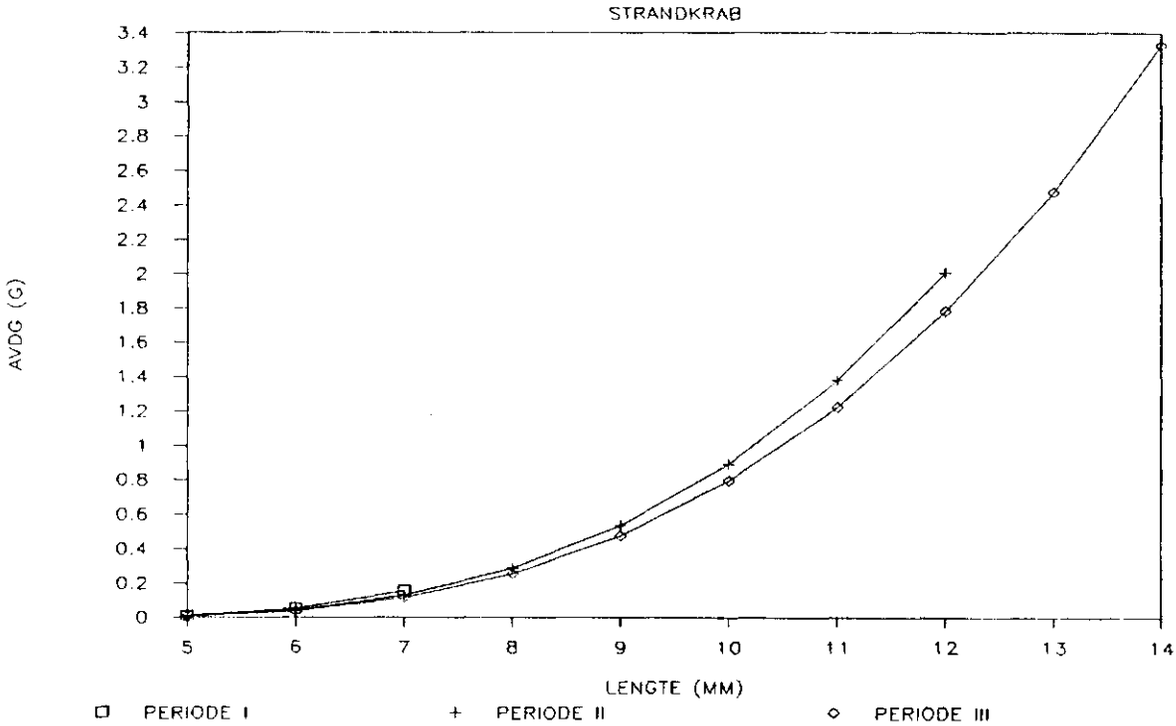
RELATIE LENGTE–AVDG

NONNETJE



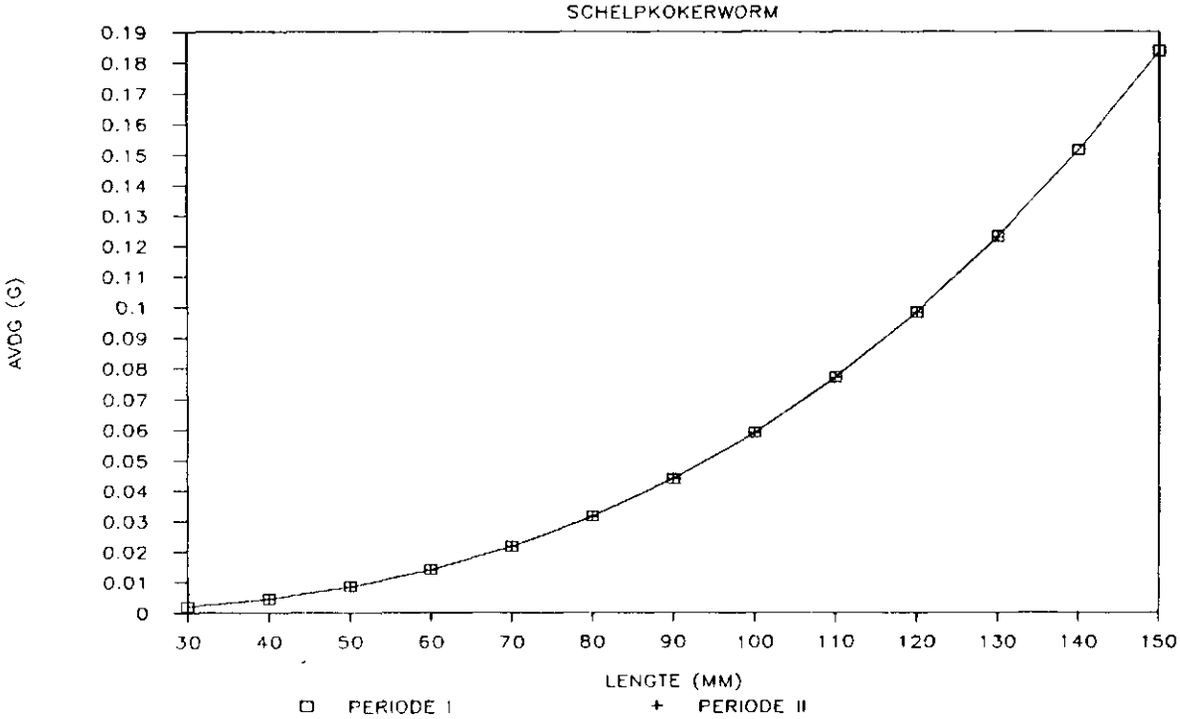
RELATIE LENGTE–AVDG

STRANDKRAB



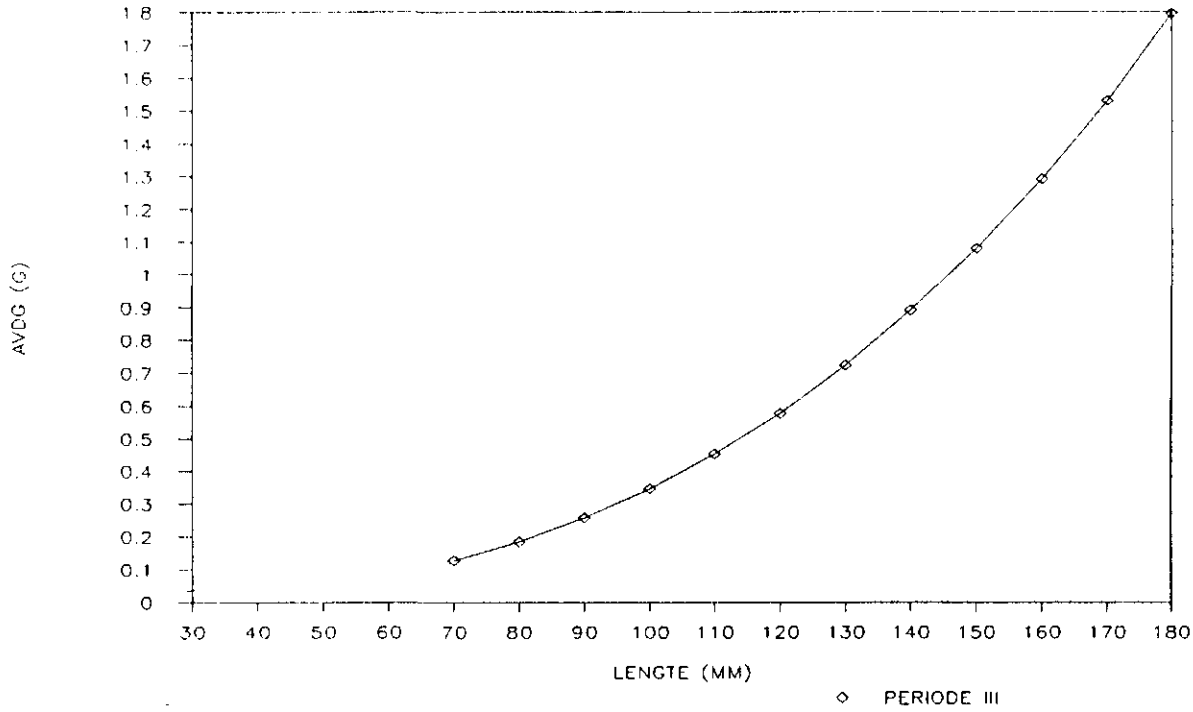
RELATIE LENGTE–AVDG

SCHELPKOKERWORM



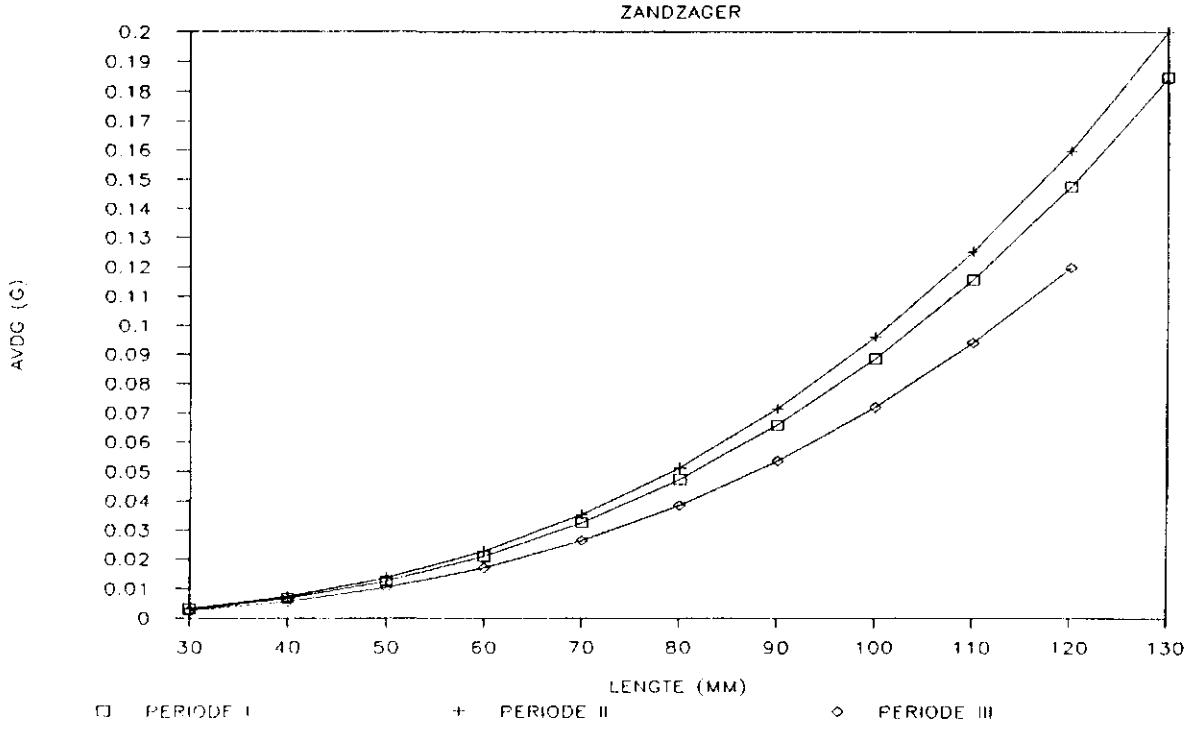
RELATIE LENGTE–AVDG

WADDIER

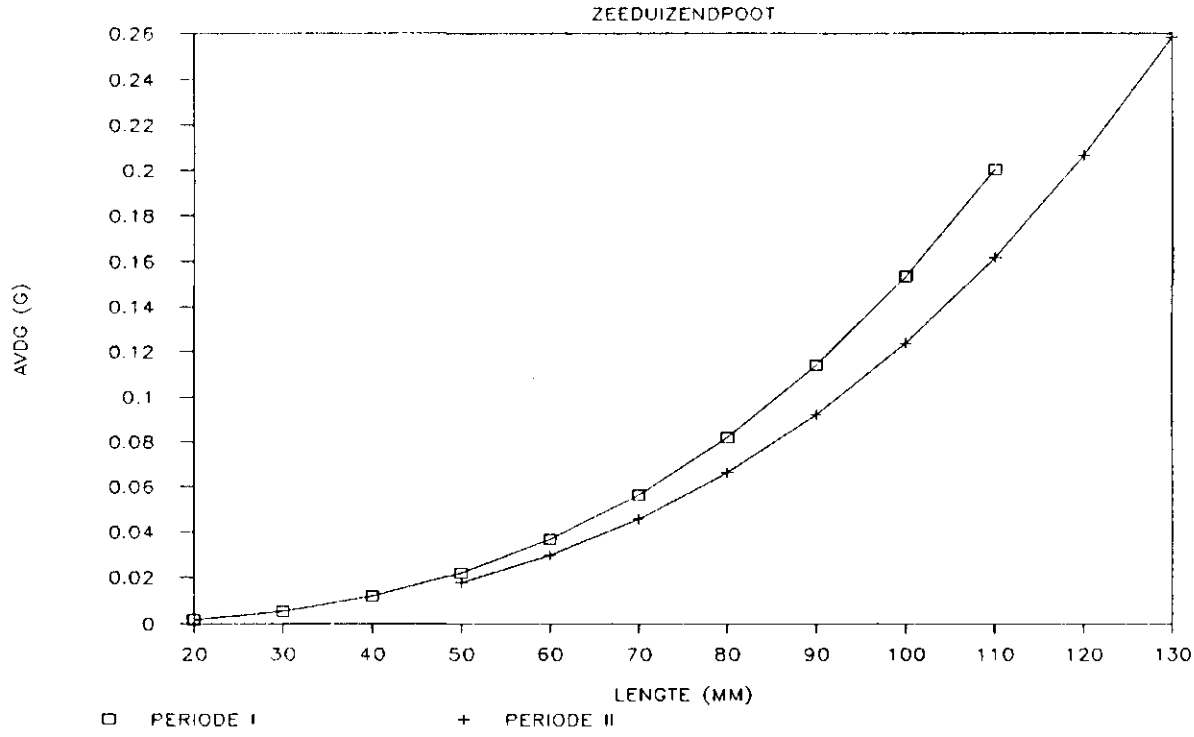


RELATIE LENGTE–AVDG

ZANDZAGER



RELATIE LENGTE–AVDG



De volgende RIN-rapporten kunnen besteld worden door overschrijving van het verschuldigde bedrag op postbanknummer 516 06 48 van het RIN te Leersum onder vermelding van het rapportnummer. Uw overschrijving geldt als bestelformulier; toezending geschiedt franco. Gebruik **geen verzamelgiro** omdat het **adres** van de besteller niet op onze bijschrijving wordt vermeld zodat het bestelde niet kan worden toegezonden.

APRIL 1991

87/1 W.O. van der Knaap & H.F.van Dobben, Veranderingen in de epifytenflora van Rijnmond sinds 1972. 36 p. f 6,-
87/2 A. van Winden et al., Ruimtelijke relaties via vogels in het Strijper-Aagebied gedurende broedtijd en zomer. 97 p. f 14,50
87/6 G.F. Willemsen, Bijzondere plantesoorten in het nationale park de Hoge Veluwe; voorkomen en veranderingen. 92 p. f 14,-
87/9 K.S. Dijkema, Selection of salt-marsh sites for the European network of biogenetic reserves. 30 p. f 5,50
87/14 N. Dankers, K.S. Dijkema, G. Londo & P.A. Slim, De ecologische effecten van bodemdaling op Ameland. 90 p. f 14,-
87/16 J. Wiertz, Modelvorming bij de projecten van WAFLO en SWNBL. 34 p. f 6,-
87/18 Effecten van de kokkelvisserij in de Waddenzee. 23 p. f 5,-
87/19 H. van Dam, Monitoring of chemistry, macrophytes, and diatoms in acidifying moorland pools. 113 p. f 16,50
87/22 B. van Dessel, Te verwachten ecologische effecten van pekellozing in het Eems-Dollardgebied. 71 p. f 10,-
87/23 W.D. Denneman & R. Torenbeek, Nitraatemissie en Nederlandse ecosystemen: een globale risico-analyse. 164 p. f 21,50
87/24 M. Buil, Begrazing van heidevegetaties door edelhert en moeflon; een literatuurstudie. 31 p. f 5,60
87/26 H.A.T.M. van Wezel, Heidefauna in het nationale park de Hoge Veluwe. 54 p. f 8,-
88/30 P.F.M. Verdonschot & R. Torenbeek, Lettercodering van de Nederlandse aquatische macrofauna voor mathematische verwerking. 75 p. f 10,-
88/31 P.F.M. Verdonschot, G. Schmidt, P.H.J. van Leeuwen & J.A. Schot, Steekmuggen (Culicidae) in de Engbertsdijksvenen. 109 p. f 16,-
88/33 H. Eijsackers, C.F. van de Bund, P. Doelman & Wei-chun Ma, Fluctuerende aantallen en activiteiten van bodemorganismen. 85 p. f 13,50
88/35 A.J. de Bakker & H.F. van Dobben, Effecten van ammoniakemissie op epifytische korstmossen; een correlatief onderzoek in de Peel. 48 p. f 7,50
88/36 B. van Dessel, Ecologische inventarisatie van het IJsselmeer. 82 p. f 13,-
88/38 P. Opdam & H. van den Bijtel, Vogelgemeenschappen van het landgoed Noordhout. 65 p. f 9,-
88/39 P. Doelman, H. Loonen & A. Vos, Ecotoxicologisch onderzoek in met Endosulfan verontreinigde grond: toxiciteit en sanering. 34 p. f 6,-
88/40 G.P. Gonggrijp, Voorstel voor de afwerking van de groeve Belvédère als archeologisch-geologisch element. 13 p. f 3,-

88/41 J.L. Mulder (red.), De vos in het Noordhollands Duinreservaat. Deel 1: Organisatie en samenvatting. 32 p.
88/42 J.L. Mulder, idem. Deel 2: Het voedsel van de vos. 78 p.
88/43 J.L. Mulder, idem. Deel 3: De vossenpopulatie. 129 p.
88/44 J.L. Mulder, idem. Deel 4: De fazantenpopulatie. 59 p.
88/45 J.L. Mulder & A.H.Swaan, idem. Deel 5: De wulpenpopulatie. 76 p.
De rapporten 41-45 worden niet los verkocht maar als serie van vijf voor f 25.

88/46 J.E. Winkelman, Methodologische aspecten vogelonderzoek SEP-proefwindcentrale Oosterbierum (Fr.). Deel 1. 145 p. f 19,50

88/48 J.J. Smit, Het Eemland en de polder Arkemheen rond het begin van de twintigste eeuw. 64 p. f 9,-
88/49 G.W. Gerritsen, M. den Boer & F.J.J. Niewold, Voedselecologie van de vos in Nederland. 96 p. f 14,50
88/50 G.P. Gonggrijp, Permanente geologische ontsluitingen in de taluds van Rijksweg A 1 bij Oldenzaal. 18 p. f 4,50
88/52 H. Sierdsema, Broedvogels en landschapsstructuur in een houtwallandschap bij Steenwijk. 112 p. f 16,-
88/54 H.W. de Nie & A.E. Jansen, De achteruitgang van de oevervegetatie van het Tjeukemeer tussen Oosterzee (Buren) en Echten. 18 p. f 4,50
88/56 P.A.J. Frigge & C.M. van Kessel, Adder en zandhagedis op de Hoge Veluwe: biotopen en beheer. 16 p. f 3,50
88/62 K. Romeyn, Estuariene nematoden en organische verontreiniging in de Dollard. 23 p. f 5,-
88/63 S.E. van Wieren & J.J. Borgesius, Evaluatie van bosbegrazingsobjecten in Nederland. 133 p. f 18,50
88/66 K.S. Dijkema et al., Effecten van rijzendammen op opslibbing en omvang van de vegetatiezones in de Friese en Groninger landaanwinningswerken. Rapport in samenwerking met RWS Directie Groningen en RIJP Lelystad. 130 p. f 19,-
88/67 G. Schmidt & J.C.M. van Haren, Achtergronden van een steekmuggenplaag; steekmuggen (Culicidae) in de Engbertsdijksvenen 2. 162 p. f 21,-
88/68 R. Noordhuis, Maatregelen ter voorkoming en beperking van schade door zilvermeeuwen. 48 p. f 7,50

89/3 F. Maaskamp, H. Siepel & W.K.R.E. van Wingerden, Een monitoring experiment met ongewervelde dieren in graslanden op zandgrond. 44 p. f 13,50
89/5 R.J. Bijlsma, Remote sensing voor classificatie van de vegetatie en schatting van de biomassa op ganzenpleisterplaatsen in het waddengebied. 62 p. f 8,50
89/7 R. Ketner-Oostra, Lichenen en mossen in de duinen van Terschelling. 157 p. f 21,-
89/8 A.L.J. Wijnhoven, Effecten van aanleg, beheer en gebruik van golfbanen en mogelijkheden voor natuurtechnische milieubouw. 19 p. f 4,50
89/9 N. Dankers, K. Koelemaij & J. Zegers, De rol van de mossel en de mosselcultuur in het ecosysteem van de Waddenzee. 66 p. f 9,-
89/10 P.G.A. ten Den, Patrijzen op en rond De Hoge Veluwe. 40 p. f 6,50
89/11 C.J. Smit & G.J.M. Visser, Verstoring van vogels door vliegverkeer, met name door ultra-lichte vliegtuigen. 12 p. f 3,50
89/12 R. van Halewijn, Bescherming van zeevogels op het Lago-rif, Aruba, in 1988. 73 p. f 10,-
89/13 K. Lankester, Effecten van habitatversnippering voor de das (*Meles meles*); een modelbenadering. 101 p. f 15,-
89/14 A.J. de Bakker, Monitoring van epifytische korstmossen in 1988. 53 p. f 8,-
89/15 J.E. Winkelman, Vogels en het windpark nabij Urk (NOP): aanvarings-slachtoffers en verstoring van pleisterende eenden, ganzen en zwanen. 169 p. f 22,-
89/16 J.J.M. Berdowski et al., Effecten van rookgas op wilde planten. 108 p. f 16,-
89/17 E.C. Gleichman-Verheijen & W. Ma, Consequenties van verontreiniging van de (water)bodem voor natuurwaarden in de Biesbosch. 91 p. f 14,-
89/18 A. Farjon & J. Wiertz, Milieu- en vegetatieveranderingen in het schraal-land van Koolmansdijk (gemeente Lichtenvoorde); 1952-1988. 134 p. f 18,50
89/19 P.G.A. ten Den, Achtergronden en oorzaken van de recente aantals-ontwikkeling van de fazant in Nederland. 168 p. f 22,-

90/1 R.J. Bijlsma, Het RIN-bosecologisch informatiesysteem SILVI-STAR; documentatie van FOREYE-programmatuur en subprogramma's. 96 p. f 14,50
90/2 J.E. Winkelman, Vogelslachtoffers in de Sep-proefwindcentrale te Oosterbierum (Fr.) tijdens bouwfase en half-operationele situaties (1986-1989). 74 p. f 10,-
90/4 J.M. de Graaf, De stinzenflora van Leiden en noordelijke omgeving. 95 p. f 14,50
90/5 G.M. Dirkse & P.A. Slim, Naar een methode voor het monitoren van vegetatieontwikkeling in het waddengebied. 40 p. f 6,50
90/6 J.C.M. van Haren & P.F.M. Verdonschot, Steekmuggen (Culicidae) in de Engbertsdijksvenen 3. 61 p. f 8,50
90/7 H. Eijsackers & D. van den Ham, Kieming van Amerikaanse vogelkers (*Prunus serotina* Ehrh.) in relatie tot vegetatietype en bodembewerking. 24 p. f 5,-
90/9 J.E. Winkelman, Verstoring van vogels door de Sep-proefwindcentrale te Oosterbierum (Fr.) tijdens bouwfase en half-operationele situaties (1984-1989). 157 p. f 21,-
90/11 M. Elbers & P. Doelman, Studie naar de mogelijke effecten op flora en fauna als gevolg van de inrichting van de Noordpunt Oost-Abtspolder als definitieve opslagplaats voor verontreinigde grond. 128 p. f 18,-
90/12 K. Kramer & P. Spaak, meadowsim, een evaluatie-instrument voor de kwaliteit van graslandgebieden voor weidevogels. 51 p. f 7,50
90/13 P.A. Slim & L.J. van Os, Effecten van natuurbeheer op de vegetatie in het veenweidegebied van de Donksche Laagten (Alblasserwaard). 45 p. f 7,-
90/14 F. Fennema, Effects of exposure to atmospheric SO_2, NH_3 and $(NH_4)_2SO_4$ on survival and extinction of *Arnica montana* and *Viola canina*. 60 p. f 8,50
90/16 J. Wiertz, Ontstaanswijze, grondwater en bijzondere plantesoorten van enkele duinvalleien op Oost-Ameland. 49 p. f 7,50
90/17 J.E. Winkelman, Nachtelijke aanvaringskansen voor vogels in de Sep-proefwindcentrale te Oosterbierum (Fr.). 209 p. f 26,50
90/18 N.J.M. Gremmen & R.J.B. Zwanikken, De haalbaarheid van een kennissysteem voor heidebeheer. 49 p. f 7,50
90/19 N. Dankers, K.S. Dijkema, P.J.H. Reijnders & C.J. Smit, De Waddenzee in de toekomst - waarom en hoe te bereiken? 137 p. f 18,50
90/21 W.J. Wolff, Verslag van de workshop op 2 oktober 1990 te Wageningen gewijd aan het Rapport van de Werkgroep II van het Intergovernmental Panel on Climate Change. 63 p. f 9,-

91/1 L.M.J. van den Bergh, De grauwe gans als broedvogel in Nederland. 31 p. f 5,50
91/2 W.A. Teunissen, De uitstralingseffecten van geluidsproduktie van de militaire 25 mm schietbaan in de Marnewaard op plaatskeuze en gedrag van watervogels in het Lauwersmeergebied binnendijks. 101 p. f 15,-
91/7 G.M. Dirkse, H.F. van Dobben & C.O. Tamm 1991. Effects of fertilization on herb and moss layers of a scots pine stand in Lisselbo (Sweden); a multivariate analysis. 40 p. f 6,50

Ecologie van kleine landschapselementen

Kleine landschapselementen vormen voor veel soorten planten en dieren van het cultuurlandschap biotoop en ecologische infrastructuur. In 1986 wijdde het RIN een studiedag aan dit thema. In het verslag hiervan werd een overzicht gegeven van de stand van het onderzoek en er is ruime aandacht besteed aan praktijkproblemen van de landinrichting.

88 pagina's, geïllustreerd
prijs *f* 20,-
bestelcode: KLE



Ecologische karakterisering van oppervlaktewateren in Overijssel

Dit boek is een produkt van een jarenlange samenwerking tussen het Rijksinstituut voor Natuurbeheer en de provincie Overijssel. Een ecologische indeling van wateren is nodig voor goed waterbeheer. Met dit boek kunnen ecologische doelstellingen op korte en middellange termijn gerealiseerd worden; het bevat praktische adviezen voor een gedifferentieerd waterbeheer. Ook kunnen de maatregelen op hun ecologische effecten worden beoordeeld.

301 pagina's
prijs *f* 40,-
bestelcode: EKOO



De boeken zijn te bestellen door het verschuldigde bedrag over te schrijven op postbanknummer 516 06 48 van het RIN te Leersum onder vermelding van de bestelcode. Uw overschrijving geldt als bestelformulier. De portokosten zijn voor onze rekening.