



## **Voortgangsrapportage monitoring vogels in de Waddenzee in het kader van de nieuwe gaswinningen over de periode 1990-2010**

**Bruno J. Ens, Maja Roodbergen, Erik van Winden, Kees Koffijberg & Dirk Zoetebier**





# Voortgangsrapportage monitoring vogels in de Waddenzee in het kader van de nieuwe gaswinningen over de periode 1990-2010

Bruno J. Ens, Maja Roodbergen, Erik van Winden, Kees Koffijberg & Dirk Zoetebier



SOVON-rapport 2012/09

## Colofon

© SOVON Vogelonderzoek Nederland 2012

*Wijze van citeren:* Ens B.J., Roodbergen M., van Winden E., Koffijberg K. & Zoetebier D. 2012. Voortgangsrapportage monitoring vogels in de Waddenzee in het kader van de nieuwe gaswinningen over de periode 1990-2010. SOVON-rapport 2012/09. SOVON Vogelonderzoek Nederland, Nijmegen.

*Lay out:* John van Betteray

*Foto's omslag:* Kluten (Arjan Boele), overige Bruno Ens

ISSN 2212-5027

SOVON Vogelonderzoek Nederland

Toernooiveld 1

6525 ED Nijmegen

Tel: 024 7 410 410

E-mail: [info@sovon.nl](mailto:info@sovon.nl)

Homepage: [www.sovon.nl](http://www.sovon.nl)



# Inhoud

Samenvatting	5
1. Inleiding	7
2. Methode	9
2.1. Trends in aantallen watervogels en aantallen broedvogels	9
2.1.1 Onderzoeksopzet algemeen	9
2.1.2 Aantalschattingen watervogels voor niet-getelde gebieden	9
2.1.3 Trendberekening	9
2.1.4 Analyses vogeltellingen in kader nieuwe gaswinning	10
2.1.5 Statistische analyses	11
2.1.6 Correctie voor meervoudig toetsen	13
2.2. Nesthoogtemetingen aan kwelderbroedvogels	13
2.3. Onderzoek aan gezenderde Scholeksters	13
3. Resultaten	15
3.1. Trends in aantallen	15
3.1.1. Watervogels	15
3.1.2. Broedvogels	20
3.2. Nesthoogtemetingen aan kwelderbroedvogels	24
3.3. Onderzoek aan gezenderde Scholeksters	25
3.3.1. Eerste analyse resultaten seizoen 2010-2011	25
3.3.2. Eerste indrukken seizoen 2011-2012	27
4. Discussie en conclusies	31
4.1. Analyse trends	31
4.2. Nesthoogtemetingen aan kwelderbroedvogels	31
4.3. Onderzoek aan gezenderde Scholeksters	31
5. Dankwoord	32
6. Literatuur	33



## Samenvatting

De onderhavige rapportage betreft de derde voortgangsrapportage van de monitoring van mogelijke effecten van bodemdaling op de vogels in de Waddenzee. Er is gepoogd de rapportage kort te houden en zoveel mogelijk te beperken tot de nieuwe informatie. Voor details en meer uitleg over de gevolgde werkwijze wordt dan ook verwezen naar eerdere voortgangsrapportages (Wiersma *et al.* 2011; Wiersma *et al.* 2010).

De rapportage omvat allereerst een analyse van de trends in de aantallen t/m het seizoen 2009/2010 voor de watervogels en voor de broedvogels t/m 2010. Voor watervogels is een vergelijking gemaakt tussen kombergingen met en zonder bodemdaling door nieuwe gaswinning, waarbij telgebieden zo goed mogelijk zijn toegekend aan een bepaalde komberging (Ens *et al.* 2008b). Voor broedvogels zijn de monitoring plots of kolonies gekoppeld aan de verwachte bodemdaling ter plaatste als gevolg van nieuwe gaswinning en is een onderscheid gemaakt tussen plots met en zonder bodemdaling door nieuwe gaswinning. Na toepassing van de Holm-Bonferroni correctie is er voor geen van de in totaal 29 soorten watervogels en 12 soorten broedvogels een significant verschil in de trends binnen en buiten gebieden met gaswinning na het begin van de nieuwe gaswinning, ook niet wanneer eenzijdig getoetst wordt voor een negatief effect van nieuwe gaswinning.

Deze rapportage omvat daarnaast een korte beschrijving van de gegevens die in 2011 werden verzameld over de nesthoogte van de broedvogels in het bodemdalingsgebied en in referentiegebieden in Friesland en Groningen. Een grondige analyse van deze gegevens, incl. een analyse van verspreidingsgegevens van broedvogels op de kwelders, zal plaatsvinden in het kader van de eindrapportage over de periode 2007 t/m 2012 (oplevering in 2013).

Om een aantal voorspellingen te toetsen dat is gedaan aan de hand van het model WEBTICS, dat de draagkracht van wadgebieden voor Scholeksters voorspelt, is onderzoek gedaan aan gezenderde Scholeksters. Op basis van een eerste analyse van de in het seizoen 2010-2011 verzamelde data werd besloten in het seizoen 2011-2012 alle aandacht te richten op het Balgzand. Zowel voor de data verzameld in het seizoen 2010-2011 als het seizoen 2011-2012 is zeer onzeker of de toetsing kan plaatsvinden volgens de oorspronkelijke opzet. De belangrijkste voorspelling die wij willen toetsen is dat de draagkracht vooral bepaald wordt door de lang droogliggende schelpdierbanken, wat betekent dat vooral deze banken in de loop van de winter worden uitgeput. In het seizoen 2010-2011 verspreiden de gezenderde Scholeksters zich over een veel groter gebied dan verwacht, zodat bijna geen waarnemingen werden verzameld van foerageerlocaties binnen intensief op schelpdieren bemonsterde delen van wadplaten. Wij verwachten voor het seizoen 2011-2012 dat de strenge vorstperiode in februari 2012 ons parten zal spelen, omdat WEBTICS geen rekening houdt met de veranderingen in foerageerverspreiding als gevolg van ijsgang op het wad en de verhoogde sterfte onder de schelpdieren als gevolg van de strenge vorst. Ook in het seizoen 2010-2011 was er sprake van een vorstperiode. Desondanks is nu al duidelijk dat het zendermateriaal zeer veel nieuwe kennis over het foerageergedrag van de Scholekster zal opleveren, zoals een koppeling van specifieke foerageergebieden met specifieke hoogwatervluchtplaatsen, die van grote waarde zal blijken bij het beoordelen van de draagkrachtberekeningen met WEBTICS die voor de eindrapportage in 2013 zullen worden uitgevoerd.



# 1. Inleiding

De onderhavige rapportage betreft de derde voortgangsrapportage van de monitoring van mogelijke effecten van bodemdaling op de vogels in de Waddenzee. De rapportage omvat allereerst een analyse van de trends in de aantallen t/m het seizoen 2009/2010 voor de watervogels en voor de broedvogels t/m 2010. Hiermee wordt invulling gegeven aan het principe van “monitoring met de hand aan de kraan” (Ens *et al.* 2008a). Eerder werd beargumenteerd waarom 1990/1991 als beginperiode is gekozen. Voor watervogels is een vergelijking gemaakt tussen kombergingen met en zonder bodemdaling door nieuwe gaswinning, waarbij telgebieden zo goed mogelijk zijn toegekend aan een bepaalde komberging (Ens *et al.* 2008b). Voor broedvogels zijn de monitoring plots of kolonies gekoppeld aan de verwachte bodemdaling ter plaatse als gevolg van nieuwe gaswinning en is een onderscheid gemaakt tussen plots met en zonder bodemdaling door nieuwe gaswinning.

Naast deze “monitoring met de hand aan de kraan” op basis van getelde aantallen watervogels en broedvogels vindt onderzoek plaats naar het mogelijke effect van bodemdaling op (a) de verspreiding van broedvogels over de kwelder en het overstromingsrisico van nesten en (b) de veranderingen in de draagkracht van het wad voor overwinterende Scholeksters.

De kans voor overstromingen van nesten tijdens het broedseizoen houdt rechtstreeks verband met de hoogteligging van de broedplaatsen. Indien door de nieuwe gaswinning bodemdaling optreedt, zal dat effect hebben op de overstromingskans. Door verspreidingsgegevens van kwelderbroedvogels over een reeks van jaren te volgen en af te zetten tegen de nulsituatie in 2006 wordt inzicht verkregen in de respons van broedvogels op eventuele veranderingen in hoogteligging en overstromingskans. Daarvoor is het echter ook noodzakelijk de hoogteligging van nesten te kennen. Voor dat doel worden in 2010, 2011 en 2012 hoogtemetingen aan nesten uitgevoerd, en worden deze vergeleken met het omliggende gebied. Er worden metingen uitgevoerd in het bodemdalingsgebied en in twee referentie gebieden, allemaal gelegen aan de Fries-Groningse Waddenkust. Deze rapportage omvat een beschrijving van de gegevens die in 2011 werden verzameld over de nesthoogte van de broedvogels. Een grondige analyse van de gegevens zal plaatsvinden in het kader van de eindrapportage in 2013.

In 2011 zijn exploratieve berekeningen met het model WEBTICS uitgevoerd om het effect van bodemdaling op

de draagkracht voor overwinterende Scholeksters van de verschillende kombergingen in de Waddenzee te bepalen (Rappoldt and Ens 2011). Onder de aanname dat de bodemdieren hun “droogvalduur gelijk houden” wordt gemiddeld over de verschillende kombergingen een draagkrachtdaling met 1,8% per cm bodemdaling berekend. Voor de komberging Pinkegat veroorzaakt een niet door opslibbing gecompenseerde bodemdaling van 3,9 cm (in de periode 2005-2025) een vermindering van de draagkracht met 1000 Scholeksters. Voor de Zoutkamperlaag veroorzaakt de verwachte bodemdaling van 1,3 cm een vermindering van de draagkracht met 500 Scholeksters. Voor de eindrapportage in 2013 zullen deze verkennende berekeningen herhaald worden op basis van zo realistisch mogelijke inputgegevens. Daarbij speelt ook het onderzoek aan met GPS uitgeruste Scholeksters een belangrijke rol. Doel van dit onderzoek, zoals bij aanvang geformuleerd, is:

1. Een toetsing van de voorspelling van WEBTICS dat de Scholeksters vooral aan het einde van de winter, als hun energiebehoefte hoog is en de conditie van de schelpdieren laag, een groot deel van hun tijd aan foerageren besteden en ook intensief foerageren op de hoog liggende vaak minder aantrekkelijke schelpdierbanken.
2. Een toetsing van de voorspelling van WEBTICS dat de predatiedruk, over de hele winter gemeten, op de lang droogliggende schelpdierbanken hoger is dan op de kort droogliggende schelpdierbanken.
3. Een kwantificering van de individuele variatie in de tijd besteed aan foerageren en de benutting van de verschillende schelpdierbanken.

Over het onderzoek aan de gezenderde Scholeksters zal uitgebreid gerapporteerd worden in de eindrapportage in 2013. In deze voortgangsrapportage wordt slechts een indruk gegeven van de gegevens die het afgelopen seizoen werden verzameld aan met een GPS-zender uitgeruste Scholeksters. Het is zeer de vraag of de oorspronkelijke doelen haalbaar zijn. Daar staat tegenover dat nu al duidelijk is dat het materiaal veel belangrijke nieuwe inzichten oplevert, bijvoorbeeld over de koppeling van specifieke hoogwatervluchtplaatsen met specifieke laagwaterfoeraergegebieden.

Er is gepoogd de onderhavige rapportage kort te houden en zoveel mogelijk te beperken tot de nieuwe informatie. Voor details en meer uitleg over de gevolgde werkwijze wordt verwezen naar eerdere voortgangsrapportages (Wiersma *et al.* 2011; Wiersma *et al.* 2010).





## 2. Methode

### 2.1. Trends in aantallen watervogels en aantallen broedvogels

In dit hoofdstuk wordt een beknopte beschrijving gegeven van de wijze waarop de monitoring van vogels door SOVON wordt uitgevoerd en de manier waarop de statistische bewerking heeft plaatsgevonden. Een en ander conform de voorgaande voortgangsrapportages waarin de methodes uitgebreid worden besproken (Wiersma *et al.* 2011; Wiersma *et al.* 2010).

#### 2.1.1 Onderzoeksofzet algemeen

De monitoring in de Waddenzee is opgedeeld in twee hoofdonderdelen: watervogel- en broedvogeltellingen, beide onderdeel van het nationale Netwerk Ecologische Monitoring (van Dijk *et al.* 2007; van Strien 2007). Onderdeel van deze tellingen zijn onder andere alle zoete en zoute rijkswatersystemen en alle vogelrichtlijngebieden (Hornman *et al.* 2011). Bij ganzen en zwanen wordt ook het agrarisch gebied afgedekt. De watervogeltellingen in de Waddenzee zijn tevens onderdeel van het TMAP-programma, een samenwerkingsverband met de Duitse en Deense Waddenzee (Koffijberg *et al.* 2006). Bij de watervogeltellingen wordt de Waddenzee tijdens hoog water geteld (hoogwatervluchtplaatsen), inclusief de strook binnenlandse gebieden direct achter de dijk. Deze hoogwatertellingen vormen de basis van de hier gepresenteerde watervogelgegevens. 40% van de gebieden wordt maandelijks geteld, de overige gebieden worden in vier vaste maanden van het jaar geteld (september, november, januari en mei). Daarnaast is er jaarlijks een vijfde telling die afwisselend in een van de overgebleven maanden wordt gehouden in een steeds alternerende maand. Op die wijze wordt het gehele jaar met tellingen afgedekt.

Algemeen voorkomende broedvogels worden geteld in steekproefgebieden verspreid over het Waddengebied, als onderdeel van het Broedvogel Monitoring Project – BMP (van Dijk & Boele 2011). Koloniebroedvogels en zeldzame soorten worden jaarlijks integraal in het hele Waddengebied geteld als onderdeel van het Landelijk Soortonderzoek Broedvogels – LSB (van Dijk & Boele 2011). De resultaten van deze broedvogelmonitoring leveren dus een jaarlijkse populatieschatting op van de in de Waddenzee broedende soorten. Tabel 2.1 geeft een overzicht van de soorten die bij de analyse zijn meegenomen, en de wijze waarop ze worden geteld (steekproef of integraal).

#### 2.1.2. Aantalschattingen watervogels voor niet-getelde gebieden

Bij het analyseren van tijdreeksen is het belangrijk dat variaties in telspanning niet doorklinken in de aantalsontwikkeling. Ontbrekende tellingen moeten dus worden ‘bijgeschat’. Bij de watervogeltellingen is dit bovendien een belangrijk aspect omdat niet in alle maanden van het jaar wordt geteld. Voor dit ‘bijschatten’ wordt de ontbrekende telling geschat op grond van (1) de verhouding tussen de

gemiddelde aantallen in het telgebied en de overige gebieden (plotfactor); (2) de verhouding tussen de gemiddelde aantallen in de ontbrekende maand en de andere maanden (maandfactor), en (3) de verhouding tussen de gemiddelde aantallen in het jaar met de ontbrekende telling en de andere jaren (jaarfactor). Telgebieden worden voor deze bewerkingsstappen in een aantal regio’s ingedeeld, die overeenkomen wat betreft habitat, seizoensverloop en aantalsontwikkelingen. De Waddenzee bestaat uit vier strata (regio’s): west, oost, Eems-Dollard en Noordzee stranden. Deze werkwijze levert in het algemeen goede schattingen op voor de niet getelde gebieden, zij het dat ze natuurlijk nooit echte tellingen kunnen vervangen.

De bijschattingen worden uitgevoerd op het laagste niveau, dat van een maandelijks telling in een telgebied, met het programma U-index (Bell 1995). Wanneer voor een bepaalde regio in een bepaalde maand het aandeel van de totale aantallen van telgebieden dat uit geschatte gegevens bestaat meer dan 90% is, dan wordt de schatting onbetrouwbaar geacht en achterwege gelaten. Voor analyses op de schaal van afzonderlijke regio’s worden deze jaren in de trendberekening niet meegenomen. In vergelijking met de trends die in voorgaande jaren zijn berekend (Wiersma *et al.* 2011) kunnen de nieuwe aantallen en trends licht verschillen door het effect van latere tellingen op bijschattingen.

De seizoenssommen die als basis dienen voor de verdere trendanalyse, bevatten alle relevante maanden van het jaar voor een bepaalde soort, d.w.z. alle maanden van het jaar waarin de soort in Nederland in substantiele aantallen niet-broedvogels voorkomt. Maanden kunnen ontbreken als het aantal niet-broedende vogels verwaarloosbaar is, of als alleen broedvogels voorkomen. Onder die aanname wordt de seizoenssom gedeeld door 12 en wordt het seizoensgemiddelde bepaald, dat verder als parameter bij de trendberekening (zie hieronder) wordt gebruikt (in plaats van indexen). Gebruik van dit seizoensgemiddelde om trends uit te drukken is vergelijkbaar met de bekende werkwijze met vogeldagen. Hornman *et al.* (2011) geven een volledig overzicht van de routines die worden gebruikt bij deze imputing.

#### 2.1.3. Trendberekening

##### 2.1.3.1. Watervogels

Trendberekeningen worden uitgevoerd op basis van de seizoensgemiddelden (alle maandelijks tellingen opgeteld en gedeeld door 12), waarbij het seizoen loopt van juli in jaar t t/m juni in jaar t+1. De trendanalyses worden berekend met behulp van het programma TrendSpotter van het RIVM (Soldaat *et al.* 2007; Visser 2004). Wij berekenen de trend over de periode van seizoen 1990/91 t/m 2009/10. Voor alle geselecteerde watervogelsoorten zijn de tellingen samengevoegd per type komberging: nieuwe gaswinning of controle (geen dan wel reeds lang bestaande gaswinning). De trendlijnen zijn geïndexeerd (waarbij het gemiddelde op 100 is gesteld). De classificatie van trends volgt de terminologie zoals die inmiddels voor alle meetnetten in het Netwerk Ecologische Monitoring wordt gehanteerd (Tabel 2.2).

Tabel 2.1. Selectie van broedvogels (brv) en watervogels (wavo) die in de trendevaluaties zijn gebruikt, de methode waarmee ze worden geteld, het beginjaar vanaf wanneer trends redelijk lineair verlopen en het aantal gebied/jaar combinaties dat in de analyses van effecten van bodemdaling is gebruikt.

Euring- nr.	Soortnaam	Telmethode	beginjaar	# gebied/ jaar combinaties
720	Aalscholver	wavo	2000	1007
1730	Bergeend	wavo	1990	2492
		brv, steekproef	2000	561
4700	Bontbekplevier	wavo	1994	979
		brv, integraal	1996	840
5120	Bonte Strandloper	wavo	1990	2479
1670	Brandgans	wavo	2000	964
4970	Drieteenstrandloper	wavo	1990	529
4850	Goudplevier	wavo	1990	2070
10110	Graspieper	brv, steekproef	1991	1003
1610	Grauwe Gans	wavo	1990	2229
5480	Groenpootruiter	wavo	1990	1056
6000	Grote Mantelmeeuw	wavo	2001	571
4960	Kanoetstrandloper	wavo	1995	1404
4930	Kievit	wavo	1997	1566
		brv, steekproef	1991	997
4560	Kluut	wavo	1990	1502
		brv, integraal	1991	1084
5820	Kokmeeuw	wavo	1993	2951
		brv, integraal	1991	1331
1820	Krakeend	brv, steekproef	1991	964
1440	Lepelaar	wavo	1990	347
6160	Noordse Stern	brv, integraal	1998	731
1890	Pijlstaart	wavo	2000	808
18770	Rietgors	brv, steekproef	1994	875
5340	Rosse Grutto	wavo	2001	1095
1680	Rotgans	wavo	1990	2446
4500	Scholkster	wavo	1996	2663
		brv, steekproef	1991	1017
1790	Smient	wavo	1996	1946
5610	Steenloper	wavo	1995	1234
5900	Stormmeeuw	wavo	1990	3080
5460	Tureluur	wavo	1990	2016
		brv, steekproef	1991	1005
1860	Wilde Eend	wavo	2000	1775
		brv, steekproef	1991	1006
1840	Wintertaling	wavo	2000	1445
5410	Wulp	wavo	1990	2896
5920	Zilvermeeuw	wavo	1992	2993
4860	Zilverplevier	wavo	1994	1654
5450	Zwarte Ruiter	wavo	1997	412

### 2.1.3.2. Broedvogels

Trends in aantallen zijn berekend met het pakket TRIM (Pannekoek and van Strien 17-1-2001). Hierbij vindt een correctie plaats voor ontbrekende plot\*jaar combinaties. De trends worden uitgedrukt als index, met 1993 als basisjaar (100), omdat er voor 1991 geen aantallen beschikbaar waren voor het gebied met bodemdaling (de Paezemerlannen). Beoordeling van de trends volgt de classificatie in Tabel 2.2. Zowel de trendanalyse als de beoordeling van de trends zijn overeenkomstig de methodiek die ook binnen het Netwerk Ecologische Monitoring wordt

gebruikt en die ontwikkeld is door het Centraal Bureau van de Statistiek. Boele *et al.* (2011) geven een volledig overzicht van de methodiek die wordt gebruikt bij imputing en trendberekeningen.

### 2.1.4. Analyses vogeltellingen in kader nieuwe gaswinning

#### 2.1.4.1. Watervogels

Om het effect van nieuwe gaswinning te toetsen is eerst een soort- en gebiedselectie uitgevoerd. Hierbij is dezelfde soortenlijst gehanteerd en zijn dezelfde selectiecriteria voor gebieden gehanteerd als in de voortgangsrapportage van 2010 (Wiersma *et al.* 2011).

Voor de watervogels zijn deze:

- Per soort moet het telgebied minimaal twee jaar zijn geteld in de relevante periode.
- Per soort moet het gemiddelde werkelijk getelde aantal per telgebied (zonder bijschattingen) in de relevante periode groter zijn dan vier.

De 'relevante periode' verschilt per soort en is gegeven in Tabel 2.1.

Uitgangspunt bij de analyses is dat de met hoogwater getelde vogels toegekend worden aan een kombergingsgebied waar ze met laagwater foerageren (Figuur 2.1). In de Nederlandse Waddenzee worden 10 kombergingsgebieden onderscheiden. Deze zijn in te delen in (1) kombergingen met bodemdaling door nieuwe gaswinning en (2) kombergingen waar zo goed als geen bodemdaling is of zal optreden, of waar deze is opgetreden als gevolg van reeds bestaande gaswinning (Tabel 2.3).

In de beginperiode zijn telgegevens soms niet opgeslagen per telgebied, maar op een veel hoger aggregatie niveau, bijvoorbeeld een heel Waddeneiland. Dergelijke tellingen konden niet redelijkerwijs worden toegekend aan een bepaald kombergingsgebied en zijn dus weggelaten. Daarnaast zijn er telgebieden die op de grens van een kombergingsgebied liggen. Als het om een grens gaat tussen kombergingen van verschillend type dan zijn ook deze gebieden weggelaten in de analyses.

#### 2.1.4.2. Broedvogels

Voor de broedvogels zijn uit het Nationale Meetnet Broedvogels alle steekproefgebieden, telgebieden en kolonielo-

Tabel 2.3. Classificatie van kombergingsgebieden op basis van het al of niet optreden van bodemdaling door gaswinning. De nummering komt overeen met die in Figuur 2.1.

nr	naam komberging	code	gaswinning	
			geen/bestaand	nieuw
I	Marsdiep	2	X	
II	Eierlandse Gat	2	X	
III	Vlie	2	X	
IV	Borndiep	2	X	
V	Pinkegat	1		X
VI	Zoutkamperlaag	1		X
VII	Eilanderbalg	2	X	
VIII	Lauwers	2	X	
IX	Schild	2	X	
X	Eems-Dollard	2	X	

Tabel 2.2. Trendclassificatie voor NEM-meetnetten. De zwarte stippen zijn de berekende trendwaarden, de horizontale lijnen zijn de 95% betrouwbaarheidsintervallen (BI). Ook de beoordeling van de trend en het daarbij behorende symbool is weergegeven.

Beoordeling	Symbool	gemiddelde jaarlijkse verandering			Criteria (BI = betrouwbaarheidsinterval)	Omschrijving
		0,95	1,00	1,05		
<b>sterke toename</b> (strong increase)	<b>++</b>			●	ondergrens BI > 1,05	sign. >5% toename/jaar (verdubbeling in 15 jaar)
<b>matige toename</b> (moderate increase)	<b>+</b>			●	1,00 < ondergrens BI ≤ 1,05	sign. toename, maar niet zeker of deze > 5% / jaar is
<b>stabiel</b> (stable)	<b>0</b>	●	●	●	BI omvat 1,00 maar ondergrens BI ≥ 0,95 en bovengrens BI ≤ 1,05	geen significante aantalsverandering
<b>matige afname</b> (moderate decline)	<b>-</b>	●	●	●	0,95 ≤ bovengrens BI < 1,00	sign. afname, maar niet zeker of deze >5% / jaar is
<b>sterke afname</b> (steep decline)	<b>--</b>	●	●	●	bovengrens BI < 0,95	sign. >5% afname/jaar (halvering in 15 jaar)
<b>onzeker</b> (uncertain)	<b>?</b>	●	●	●	BI omvat 1,00 en ondergrens BI < 0,95 of bovengrens BI > 1,05	BI te groot voor betrouwbare trendclassificatie

- = gemiddelde jaarlijkse verandering (bijv. 0,95 betekent dat de soort ieder jaar gemiddeld met 5% afneemt)
- = betrouwbaarheidsinterval van de berekende gemiddelde jaarlijkse verandering

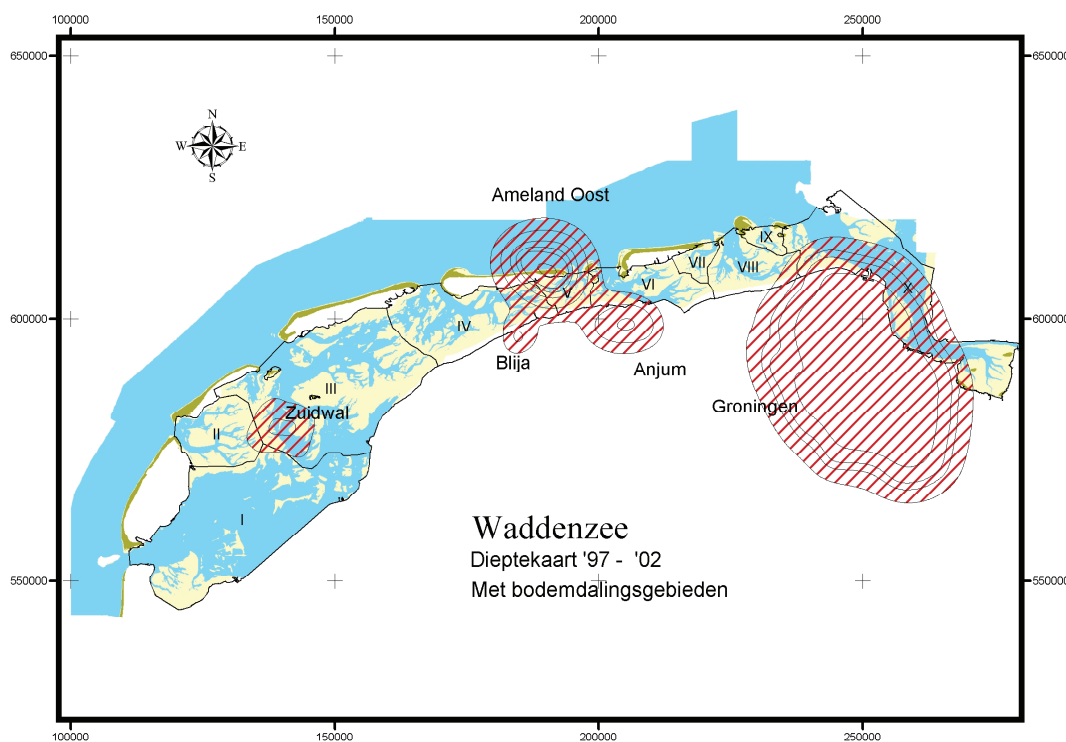
caties geselecteerd die in de Waddenzee zijn gelegen en die onder invloed staan van het getij (meestal kwelders), inclusief de zomerpolders langs de Friese kust. Voor elk telgebied is beoordeeld of er bodemdaling als gevolg van nieuwe gaswinning is opgetreden in de periode 1 januari 2005 tot 1 januari 2009 aan de hand van door de NAM geleverde GIS-bestanden met bodemdalingcontouren met een resolutie van 1 cm (Figuur 2.2). Alleen de Paezemerlannen hebben buitendijks te maken met bodemdaling door nieuwe gaswinning. Alle overige plots en kolonies (57 tot 99)

gelden als referentie.

Ook hier zijn van de steekproefgebieden alleen die gebieden geselecteerd die in tenminste twee jaar in de periode 1991-2011 waren geteld.

### 2.1.5. Statistische analyses

Net als in de vorige voortgangsrapportage gebruiken we nu loglineaire modellen, omdat de gemiddelde aantallen vaak een zeer grote spreiding vertonen en zeer scheef zijn verdeeld (hoge skew). Het statistische model “Aantal is een



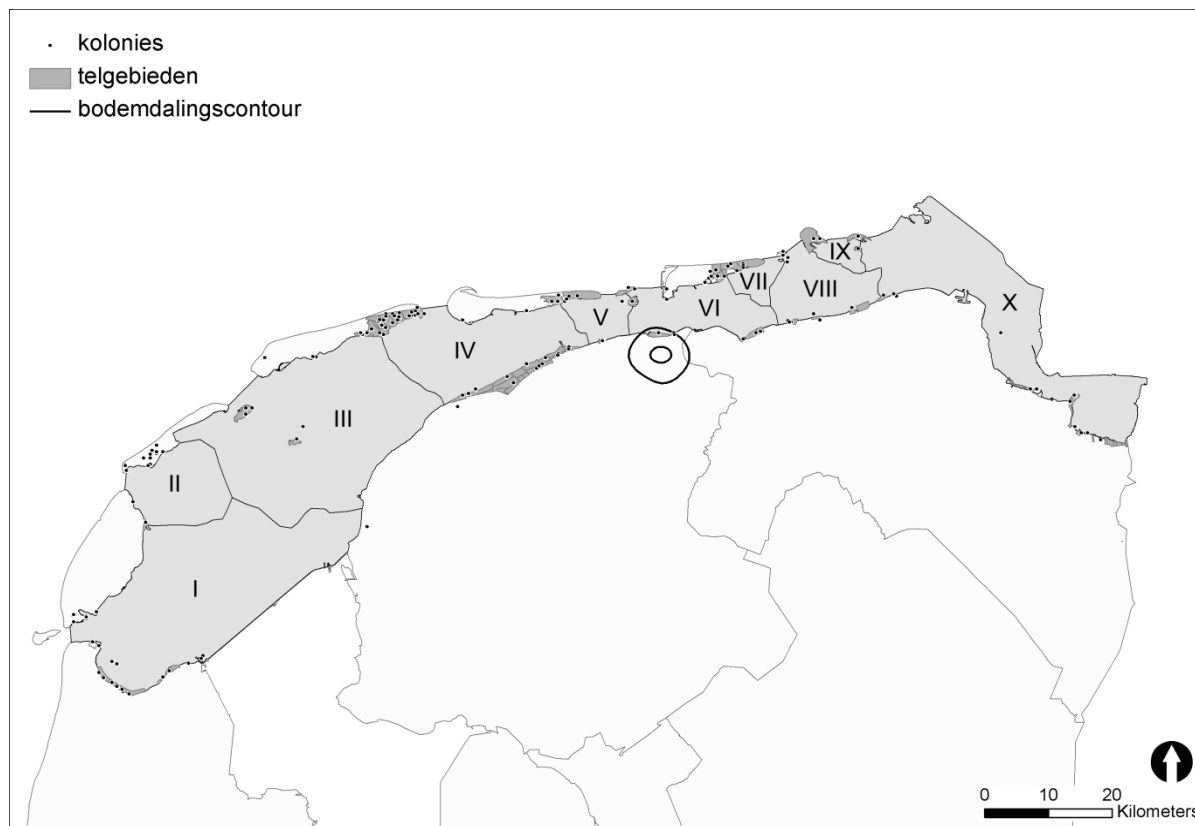
Figuur 2.1. Begrenzing en nummering van de in deze rapportage onderscheiden kombereingsgebieden. Ook de bodemdalingsgebieden van de bestaande gaswinning zijn aangegeven. Overgenomen uit (Hoeksema et al. 2004).

Tabel 2.4. Aantal telgebieden per komberging liggend in gebied met voorspelde bodemdaling t.g.v. recent gestarte booractiviteit (Nieuw) of zonder bodemdaling inclusief eerder gestarte booractiviteit (Controle). Gebieden op de grens van Nieuw en Controle vallen onder de noemer 'Twijfel'. Sommige telgebieden komen meerdere malen in de tabel voor omdat zij ook deel uitmaken van een telgebied dat is samengesteld uit meerdere kleinere telgebieden. De twijfelgebieden zijn in de analyses achterwege gelaten.

Kombergingnr.	Aantal telgebieden Gaswinning		
	Twijfel	Nieuw	Controle
I	0	0	69
II	0	0	18
III	0	0	55
IV	8	0	44
V	3	2	0
VI	0	29	0
VII	4	0	4
VIII	0	0	16
IX	0	0	3
X	0	0	39
Totaal	15	31	248

functie van  $Telgebied + Jaar$ ”, waarin de factor  $Telgebied$  niveaueverschillen tussen telplots modelleert en  $Jaar$  het lineaire effect in de tijd representeert, geeft dan een schatting van de procentuele jaarlijkse toe- of afname. Voor de watervogels wordt aan dit model nog een factor  $Maand$  toegevoegd; deze representeert verschillen in niveau tussen maanden. Daarnaast is een model met  $Jaar$  als factor in plaats van continue variabele meegenomen. In de eerste methode wordt er uitgegaan van vier lineaire effecten (voor en na in zowel referentie- als bodemdalingsgebieden). Als de periode voor begin van bodemdaling erg lang is is de veronderstelling van een lineair jaar-effect mogelijk niet houdbaar en kan  $Jaar$  beter als factor worden meegenomen. Bovenop dit model wordt dan een lineaire tijdtrend voor de NAM-plots aangepast. Door te toetsen of deze trend een knik heeft op het moment van begin van bodemdaling kan een effect worden aangetoond.

Het effect van nieuwe gaswinning hebben we getoetst in een generalised linear model met log-getransformeerde aantallen. Bij de aantallen is 1 opgeteld i.v.m. nullen. Analyses zijn uitgevoerd in GenStat v.11 (Payne 2005) volgens dezelfde methodiek die gevolgd is in de vorige voortgangsrapportages (Wiersma *et al.* 2011; Wiersma *et al.* 2010). De notatie van de formules verschilt hier echter enigszins van de vorige twee voortgangsrapportages, omdat ervoor gekozen is duidelijker aan te geven welke variabelen continu en welke een factor zijn. Daarnaast is in de vorige rapportages per abuis de factor ‘*Gebied*’ weggelaten.



Figuur 2.2. Contouren van bodemdaling t/m 2008 als gevolg van de nieuwe gaswinning (resolutie 1 cm; bron NAM), en ligging van telgebieden en kolonies (zwarte stippen) in gebied met bodemdaling en in controlegebieden. De grijze lijnen geven de begrenzing van kombergingen weer.



Het GLM-model met *Jaar* als continue variabele (*vJaar*) ziet er als volgt uit:

$$\log(Aantal+1) \sim c + fGebied + fMaand + fDaling.vJaar + vJaar[na\ 2006] + vJaar[na\ 2006].fDaling$$

waar de toevoeging *f* staat voor factor en *v* voor continue variabele. *fDaling* heeft twee niveaus: 1='nieuw' dan wel 'bodemdaling' of 0='controle, inclusief oude bodemdaling'. *fMaand* is toegevoegd als factor, alleen in het geval van watervogels, en *vJaar* als continue variabele (covariabele) die maximaal 20 telperiodes codeert, van 1990/91 of later tot en met 2009/10. Voor de watervogeltellingen loopt een telperiode van juli van jaar 1 t/m juni van jaar 2. De term '*vJaar[na 2006]*' duidt op de variabele *Jaar*, maar alleen als jaar (of seizoen) groter is dan 2006(/07). In het model wordt met deze term het tijdstip van de trendbreuk geïntroduceerd.

Het model met *Jaar* als factor (*fJaar*) ziet er als volgt uit:

$$\log(Aantal+1) \sim c + fGebied + fMaand + fJaar + vJaar.fDaling[1] + fDaling[1].vJaar[na\ 2006]$$

waar *fDaling[1]* slaat op de selectie van gebieden waar nieuwe gaswinning plaatsvindt (zie boven). *Jaar* is in de term '*fJaar*' een factor, maar in de laatste twee termen ('*vJaar.fDaling[1]*' en '*fDaling[1].vJaar[na 2006]*') wederom een continue variabele, omdat hier trends voor en na de start van de gaswinning worden vergeleken.

#### 2.1.6. Correctie voor meervoudig toetsen

Doordat er een groot aantal toetsen wordt uitgevoerd, voor elke soort één, dient er een correctie van de significantiedrempelwaarde ( $\alpha=0.05$ ) te worden uitgevoerd. Door veelvuldig testen is de kans groot dat er type-I fouten worden gemaakt, wat betekent dat er significante effecten worden gevonden die niet terecht zijn. Dit effect kan worden vermeden met een Bonferroni-correctie waarbij  $\alpha$  wordt gedeeld door het totaal aantal toetsen, 29 in het geval van de watervogels. Echter, doordat de veranderingen in aantallen van de verschillende soorten niet geheel onafhankelijk zijn maar vermoedelijk deels af zullen hangen van factoren die meerdere soorten op eenzelfde manier beïnvloeden, is deze correctie mogelijk te conservatief. Daarom hebben we er voor gekozen een Holm-Bonferroni-correctie toe te passen die minder conservatief is (Sokal and Rohlf 1995). Met deze correctie wordt  $\alpha$  (0.05) gradueel aangepast: de laagste P-waarde van alle toetsen wordt getoetst tegen een  $\alpha$  van 0.05 gedeeld door het totaal aantal uitgevoerde toetsen (hier 29); de een na laagste P-waarde door  $\alpha/(29-1)$ , tot de hoogste P-waarde, die wordt getoetst tegen een  $\alpha$ -waarde van 0.05/1.

## 2.2. Nesthoogtemetingen aan kwelderbroedvogels

De nesthoogtemetingen in 2011 werden uitgevoerd in drie gebieden: het gebied de Paezemerlannen, gelegen binnen de bodemdalingscontouren van de nieuwe gaswinning, en de gebieden Noorderleeg en Linthorst-Homanpolder, gelegen buiten die bodemdalingscontouren en dus geschikt

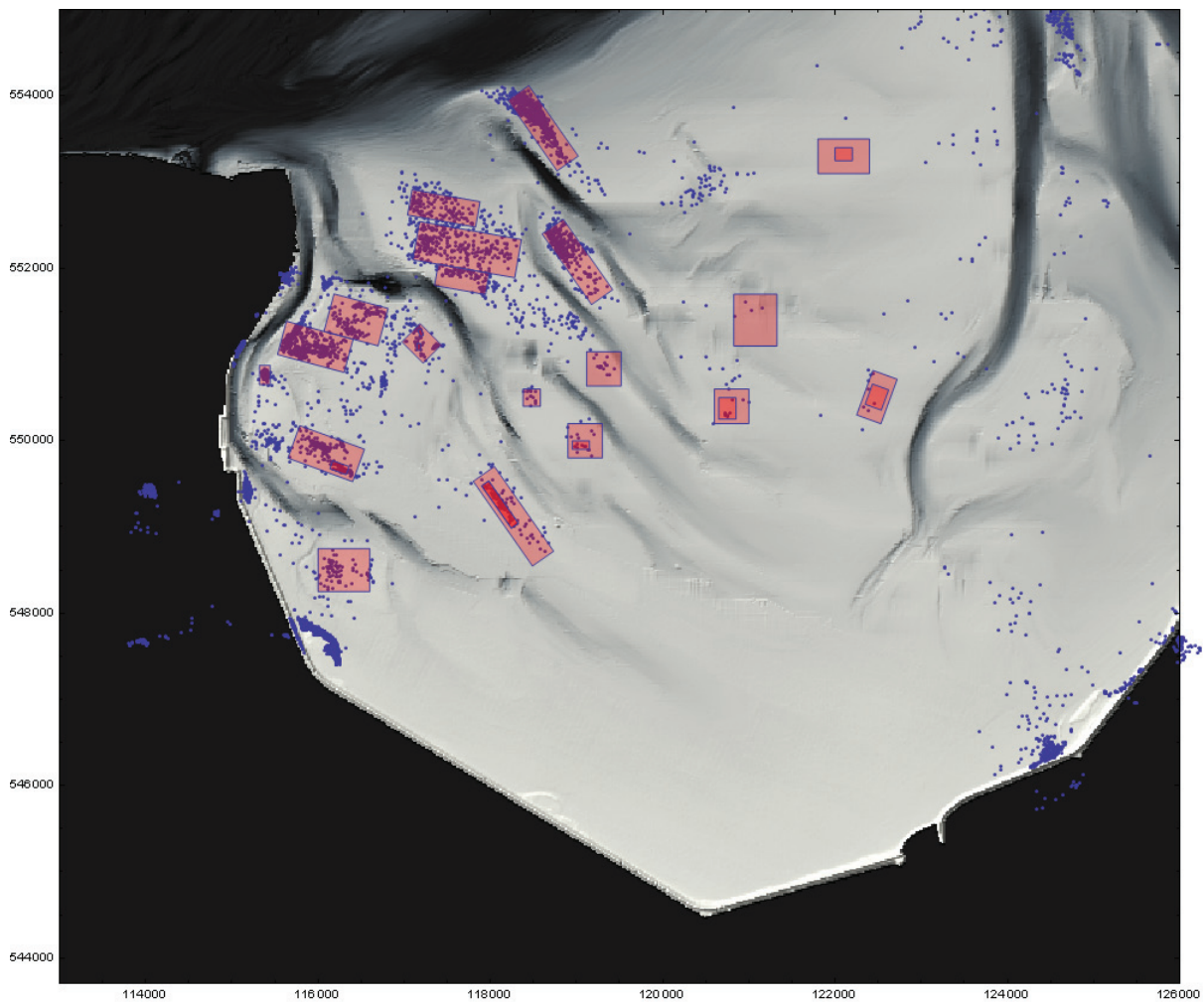
als referentiegebied. De metingen werden vanuit oogpunt van verstoring uitgevoerd na afloop van het broedseizoen in juli, door medewerkers van een gespecialiseerd meetbureau, begeleid door een veldmedewerker van SOVON. De metingen zelf worden uitgevoerd met een digitale GPS (RTK-GPS, Magellan Z-max RTK) met een nauwkeurigheid van 2 cm. De legsels waren gedurende het broedseizoen door medewerkers van SOVON opgespoord en gemarkeerd.

## 2.3. Onderzoek aan gezenderde Scholcksters

Voor de toetsing van de voorspellingen van WEBTICS is het zeer belangrijk de foerageerlocaties van Scholcksters precies te kennen, met name de hoogteligging van de schelpdierbanken die worden bezocht. De door de UvA ontwikkelde GPS-loggers maken dit mogelijk. Ze bestaan uit een klein GPS-systeem gecombineerd met een opslagmedium en een zender/ontvangertje. Dit wordt gevoed door een klein zonnepaneel, waardoor de levensduur niet beperkt wordt door de batterij (die steeds weer wordt opgeladen), maar door slijtage van andere onderdelen. In principe kan de zender een aantal jaren goed functioneren, waarvan ook al voorbeelden zijn (Kleine Mantelmeeuwen die op en neer naar het Iberisch schiereiland zijn getrokken en Wespddieven die op en neer naar de Afrikaanse regenwouden zijn getrokken). Bij elkaar weegt het systeem slechts 14 gram waardoor het zonder al te veel hinder op de rug van een Scholckster (gemiddeld 550 gram) gebonden kan worden. De zenders slaan autonoom posities en registraties van het gedrag van de vogel op en geven deze gegevens door aan een basisstation op het moment dat de vogel binnen het ontvangstbereik van dit station is. Daardoor kan steeds nauwkeurig hun positie, snelheid, gedrag en de omgevingstemperatuur vastgelegd worden, tijdens hun bewegingen over zowel korte als lange afstanden. Het gedrag wordt afgeleid uit de registraties met de ingebouwde accelerometer, die de acceleratie in x, y en z-richting vastlegt met een frequentie van 20 Hz. Het meetprogramma van de GPS-logger kan via een draadloze verbinding worden aangepast en de gegevens kunnen worden uitgelezen, zonder dat de vogel daarvoor opnieuw gevangen hoeft te worden. In 2010 zijn in totaal 39 Scholcksters met een GPS-logger uitgerust, verdeeld over Ameland, Schiermonnikoog en Balgzand. Er is een aanvullende bemonstering van de kokkels uitgevoerd ten zuiden van Schiermonnikoog; zie figuur 29 in Wiersma *et al.* (2011). Vervolgens is een eerste uitwerking uitgevoerd, waarbij de waarnemingen van de Scholcksters zijn gekoppeld aan de hoogteligging van het wad en het in detail gemeten voedselaanbod.

Op basis van de ervaringen in het seizoen 2010/2011 is besloten om de resterende loggers te benutten op het Balgzand. In het najaar van 2011 zijn daar in totaal 15 Scholcksters gevangen en uitgerust met een logger. Vervolgens is een uitgebreide aanvullende bemonstering van belangrijke bodemdieren uitgevoerd (Figuur 2.3). Oorspronkelijk zou deze zich alleen richten op meerjarige Kokkels, maar het bleek dat er in de zomer van 2011 een extreem goede

broedval van Kokkels en Amerikaanse Zwaardschedes had plaatsgevonden. Hierdoor was het nodig om ook deze schelpdieren te bemonsteren.



*Figuur 2.3. Gebieden op het Balgzand waar een intensieve additionele bemonstering in het najaar van 2011 heeft plaatsgevonden van de voor Scholeksters belangrijke schelpdieren (rood gekleurde vakken). In blauw fixes van gezenderde Scholeksters op basis waarvan de gebieden zijn geselecteerd.*

## 3. Resultaten

### 3.1. Trends in aantallen

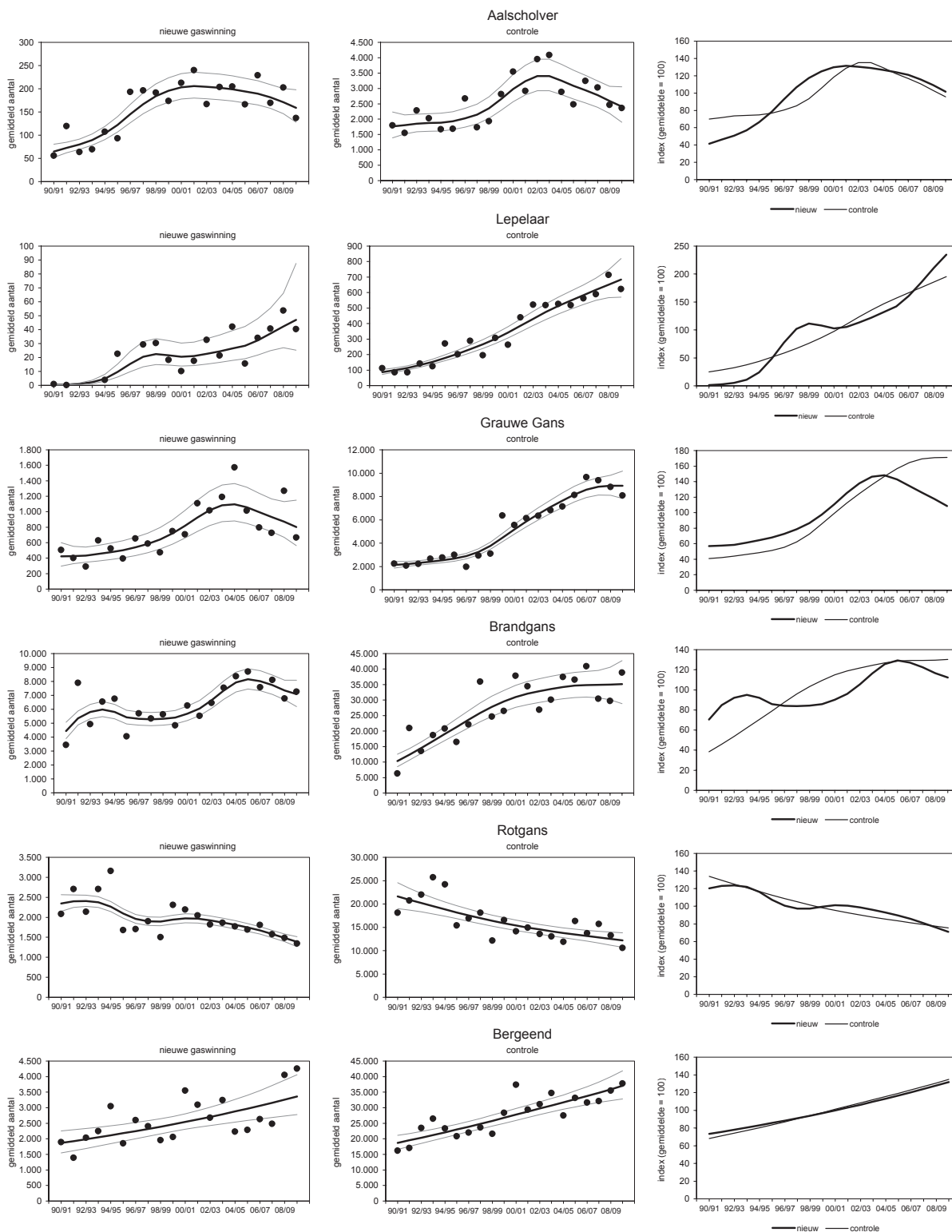
#### 3.1.1. Watervogels

Van de onderzochte watervogels zijn de tellingen grafisch weergegeven in Figuur 3.1 t/m Figuur 3.5. De gemiddelde aantallen zijn gebaseerd op de werkelijk getelde aantallen en de bijgeschatte aantallen. In de linker figuur staan telkens de gemiddelde aantallen en een trendlijn van de gebieden onder invloed van nieuwe gaswinning en in de middelste figuur de aantallen en trendlijn in de controle

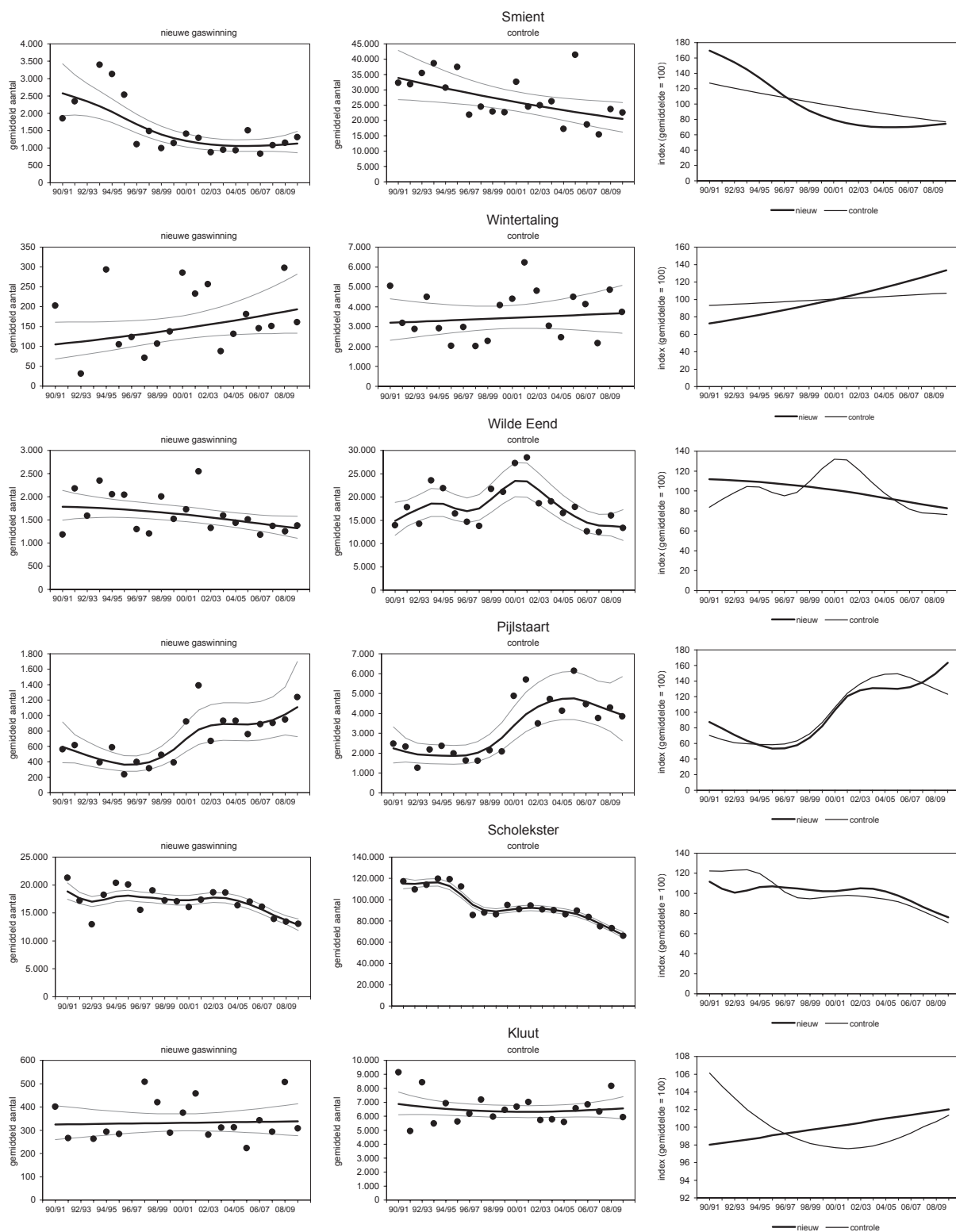
gebieden. De rechter figuur laat beide trendlijnen samen zien waarbij het gemiddelde van elke lijn is gelijk gesteld aan 100 zodat ze goed kunnen worden vergeleken. De resultaten die worden weergegeven in Figuur 3.1 t/m Figuur 3.5 zijn samengevat in Tabel 3.1. Ook staan in Tabel 3.1 de gemiddelde aantallen per type telgebied (wel of niet onder invloed van nieuwe gaswinning). Trends lijken over het algemeen redelijk goed overeen te komen tussen gebieden die wel en gebieden die niet onder invloed zijn van nieuwe gaswinning.

Tabel 3.1. Het gemiddelde aantal getelde vogels per telling, de gemiddelde trend over de periode 1990/91 – 2009/10 en classificatie van die trend (zie Tabel 2.3), voor gebieden met nieuwe gaswinning en controle gebieden. Aantallen gebaseerd op werkelijk getelde aantallen inclusief bijgeschatte aantallen. Tussen soorten varieert de periode waarover trends zijn berekend.

Soort	Gemiddeld aantal (per telling)		Trend (verandering per jaar)		Classificatie van de trend	
	controle	nieuw	controle	nieuw	controle	nieuw
Aalscholver	2556	160	1.02	1.05	0	+
Lepelaar	354	24	1.11	1.31	++	++
Grauwe Gans	5272	764	1.08	1.03	++	+
Brandgans	27454	6384	1.07	1.02	++	+
Rotgans	16351	1974	0.97	0.97	-	-
Bergeend	27652	2600	1.04	1.03	+	+
Smient	27280	1545	0.97	0.96	-	-
Wintertaling	3614	167	1.01	1.03	0	?
Wilde Eend	18072	1637	1.00	0.98	0	-
Pijlstaart	3276	714	1.03	1.03	?	+
Scholekster	94277	16978	0.97	0.98	-	-
Kluut	6548	341	1.00	1.00	0	0
Bontbekplevier	1415	264	1.07	1.15	++	++
Goudplevier	12896	1401	0.97	1.02	-	?
Zilverplevier	16969	2099	1.03	1.02	+	+
Kievit	8038	1044	1.01	1.16	0	++
Kanoet	50163	3459	0.97	1.04	-	+
Drieteenstrandloper	2676	422	1.10	1.08	++	++
Bonte Strandloper	154810	16767	1.02	1.02	+	+
Rosse Grutto	44382	3066	1.04	0.99	+	0
Wulp	69020	9961	1.02	1.00	+	0
Zwarte Ruiter	1036	180	0.95	1.05	-	?
Tureluur	13138	1388	1.01	1.06	0	+
Groenpootruiter	1307	358	1.00	1.02	0	+
Steenloper	1803	328	0.96	1.02	-	0
Kokmeeuw	53766	6353	1.00	1.02	0	0
Stormmeeuw	26693	3514	1.01	1.01	0	0
Zilvermeeuw	33890	2425	0.97	0.99	-	0
Grote Mantelmeeuw	1792	110	0.97	1.02	-	?

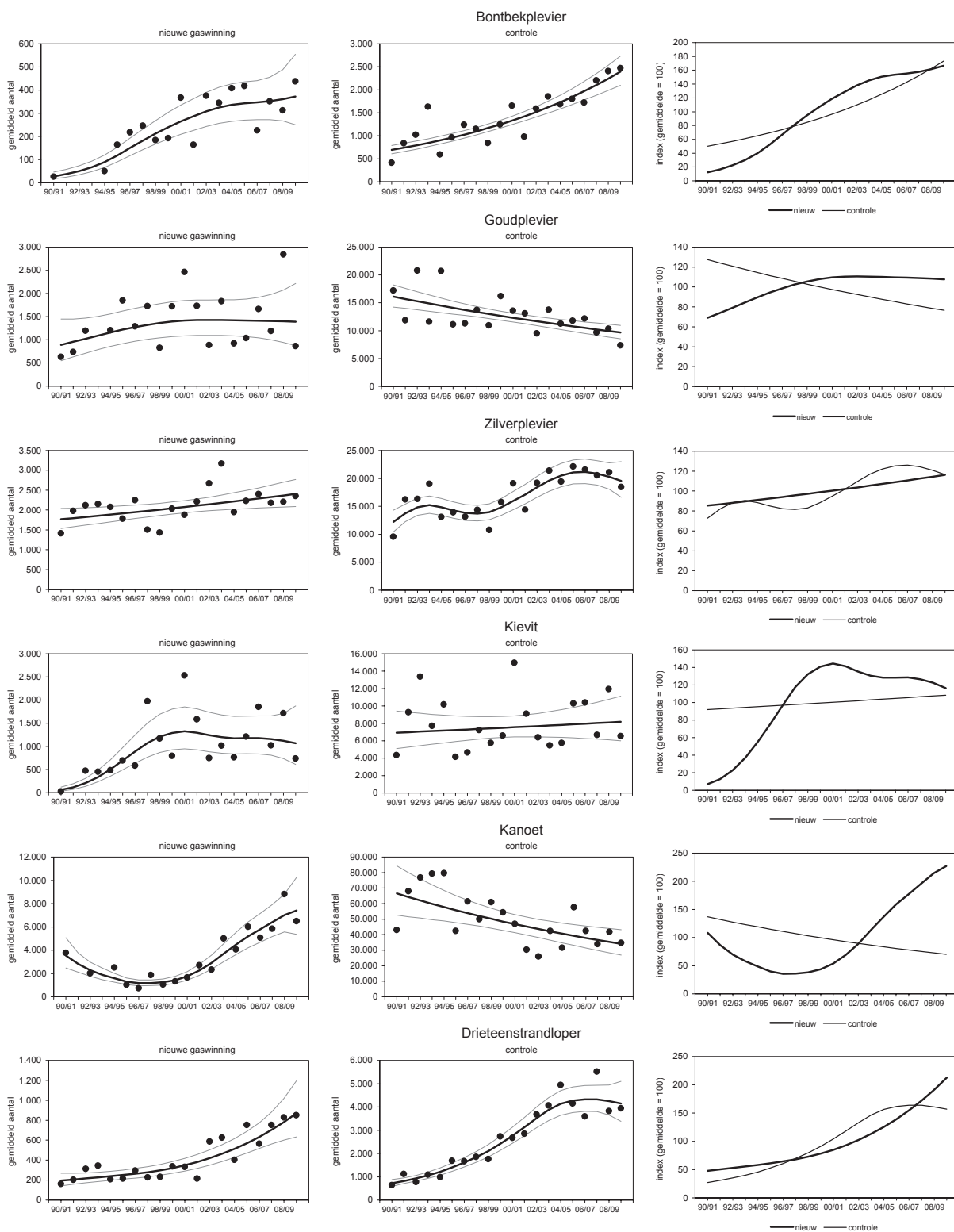


Figuur 3.1. Aantalsontwikkeling (het jaarlijkse gemiddelde is weergegeven als punt, samen met de met trendspotter berekende trendlijn en 95% betrouwbaarheidsinterval) van Aalscholver, Lepelaar, Grauwe Gans, Brandgans, Rotgans en Bergeend, opgesplitst in kombergingen met nieuwe gaswinning en controlegebieden (kombergingen met bestaande gaswinning dan wel zonder gaswinning). In de rechter figuur zijn steeds de twee met trendspotter berekende trendlijnen geïndexeerd met 100 als gemiddelde waarde.

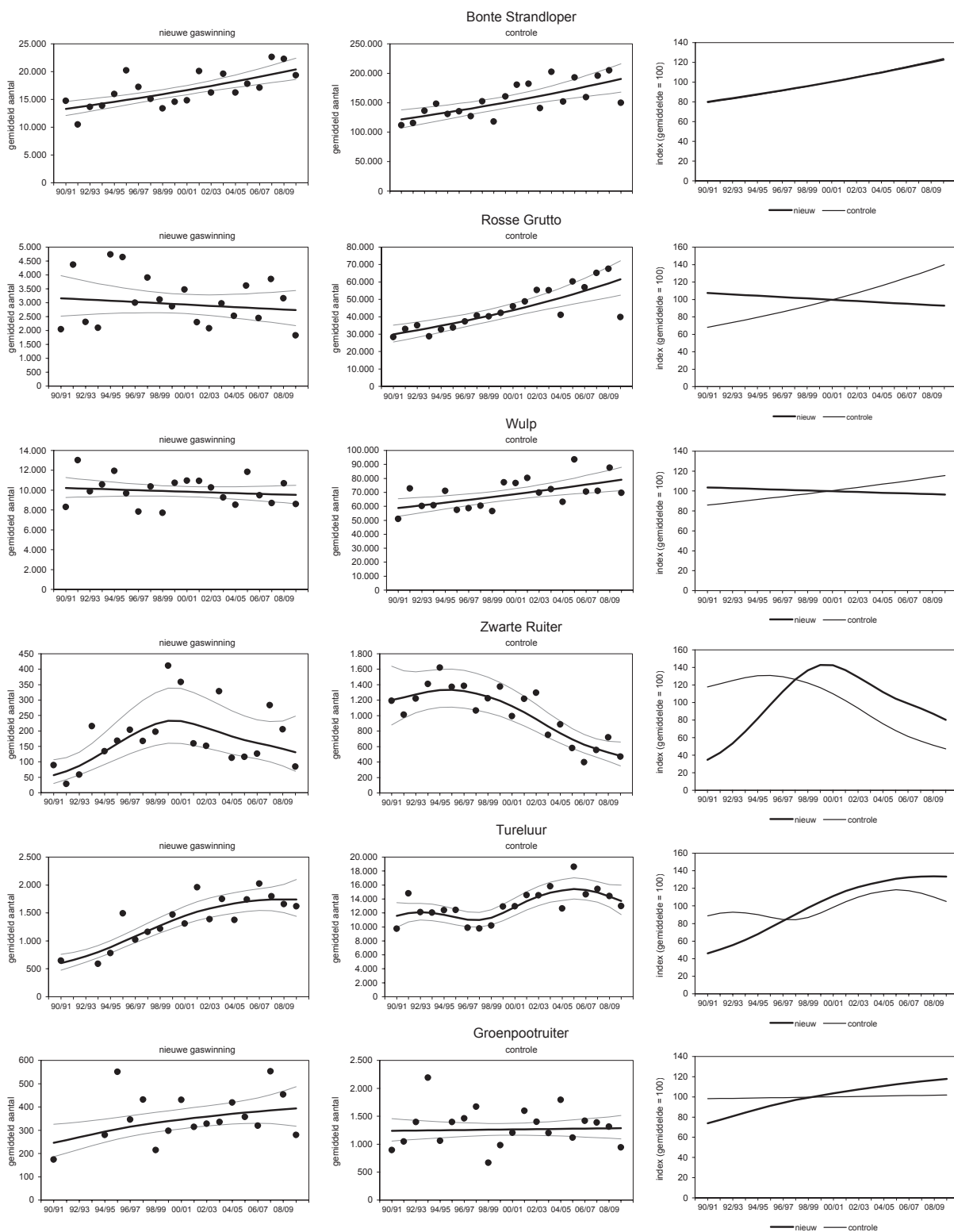


Figuur 3.2. Aantalsontwikkeling (het jaarlijkse gemiddelde is weergegeven als punt, samen met de met trendspotter berekende trendlijn en 95% betrouwbaarheidsinterval) van Smient, Wintertaling, Wilde Eend, Pijlstaart, Scholekster en Kluut, opgesplitst in kombergingen met nieuwe gaswinning en controlegebieden (kombergingen met bestaande gaswinning dan wel zonder gaswinning). In de rechter figuur zijn steeds de twee met trendspotter berekende trendlijnen geïndexeerd met 100 als gemiddelde waarde.

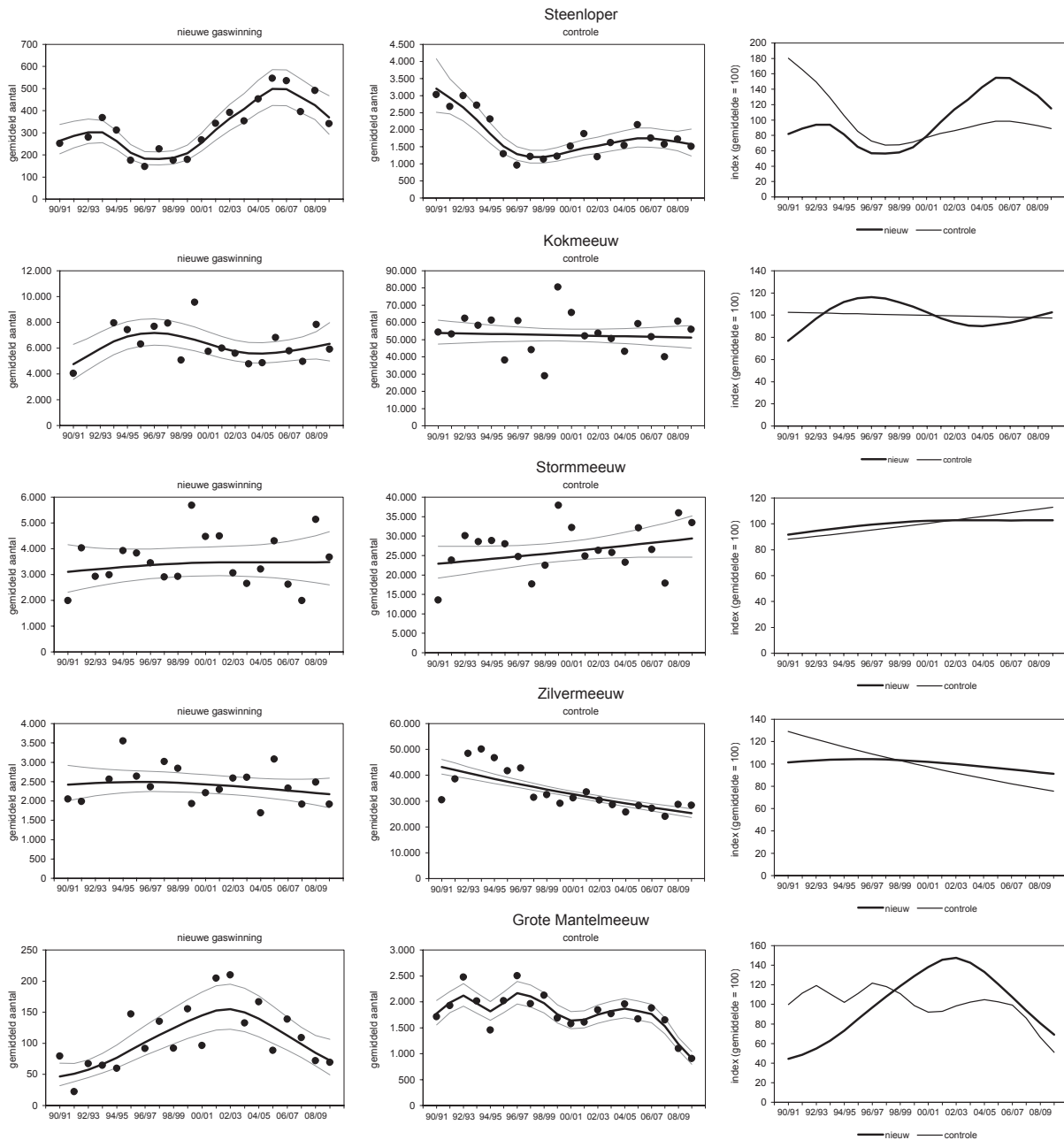




Figuur 3.3. Aantalsontwikkeling (het jaarlijkse gemiddelde is weergegeven als punt, samen met de met trendspotter berekende trendlijn en 95% betrouwbaarheidsinterval) van Bontbekplevier; Goudplevier; Zilverplevier; Kievit; Kanoet en Drietenstrandloper; opgesplitst in kombergingen met nieuwe gaswinning en controlegebieden (kombergingen met bestaande gaswinning dan wel zonder gaswinning). In de rechter figuur zijn steeds de twee met trendspotter berekende trendlijnen geïndexeerd met 100 als gemiddelde waarde.



Figuur 3.4. Aantalsontwikkeling (het jaarlijkse gemiddelde is weergegeven als punt, samen met de met trendspotter berekende trendlijn en 95% betrouwbaarheidsinterval) van Bonte Strandloper, Rosse Grutto, Wulp, Zwarte Ruiter, Tureluur en Groenpootruiter, opgesplitst in kombergingen met nieuwe gaswinning en controlegebieden (kombergingen met bestaande gaswinning dan wel zonder gaswinning). In de rechter figuur zijn steeds de twee met trendspotter berekende trendlijnen geïndexeerd met 100 als gemiddelde waarde.



Figuur 3.5. Aantalsontwikkeling (het jaarlijkse gemiddelde is weergegeven als punt, samen met de met trendspotter berekende trendlijn en 95% betrouwbaarheidsinterval) van Steenloper, Kokmeeuw, Stormmeeuw, Zilvermeeuw en Grote Mantelmeeuw, opgesplitst in kombergingen met nieuwe gaswinning en controlegebieden (kombergingen met bestaande gaswinning dan wel zonder gaswinning). In de rechter figuur zijn steeds de twee met trendspotter berekende trendlijnen geïndexeerd met 100 als gemiddelde waarde.

De resultaten van de statistische analyses van het “effect” van gaswinning op het aantalsverloop van watervogels zijn samengevat in Tabel 3.2. Bij 27 soorten is er geen significant effect van gaswinning aantoonbaar, en alleen bij de Smient en Drieteenstrandloper wel. Dit effect is bij beide soorten positief: in gebieden met gaswinning zijn de aantallen in de periode met gaswinning gestegen, terwijl in de referentiegebieden de aantallen in dezelfde periode zijn gedaald (Smient) of minder gestegen (Drieteenstrandloper). Na een Holm-Bonferroni-correctie is dit effect voor beide soorten echter niet meer significant ( $\alpha$ correctie = 0,003 en 0,004 bij eenzijdige toetsing voor Smient, respectievelijk

Drieteenstrandloper). Samengevat is er in de periode waarin bodemdaling door gaswinning plaatsvond voor geen enkele soort sprake van significante verschillen tussen gebieden met en zonder bodemdaling.

### 3.1.2. Broedvogels

Van de hier behandelde broedvogels zijn de tellingen grafisch weergegeven in Figuur 3.6 en Figuur 3.7. De gemiddelde aantallen zijn gebaseerd op de werkelijk getelde aantallen plus de bijgeschatte aantallen. In de linker figuur staan telkens de gemiddelde aantallen in gebieden met gemeten bodemdaling en in de middelste figuur staan

Tabel 3.2. Resultaten van regressie-analyses van het effect van gaswinning op aantallen. Het regressiemodel houdt rekening met veranderingen in controlegebieden. Resultaten zijn gebaseerd op een selectie van de gegevens. 'b' is de helling van de variabelen-interactie Gebied×Jaar[na 2006] (zie Statische Analyse) en is een maat voor de grootte van het effect van gaswinning, met standaardfout SE. Als  $b < 0$  werden er na de start van de nieuwe gaswinning gemiddeld minder vogels geteld in de betreffende gebieden. Significante resultaten, zonder toepassing van de Holm-Bonferroni correctie, zijn vetgedrukt weergegeven.

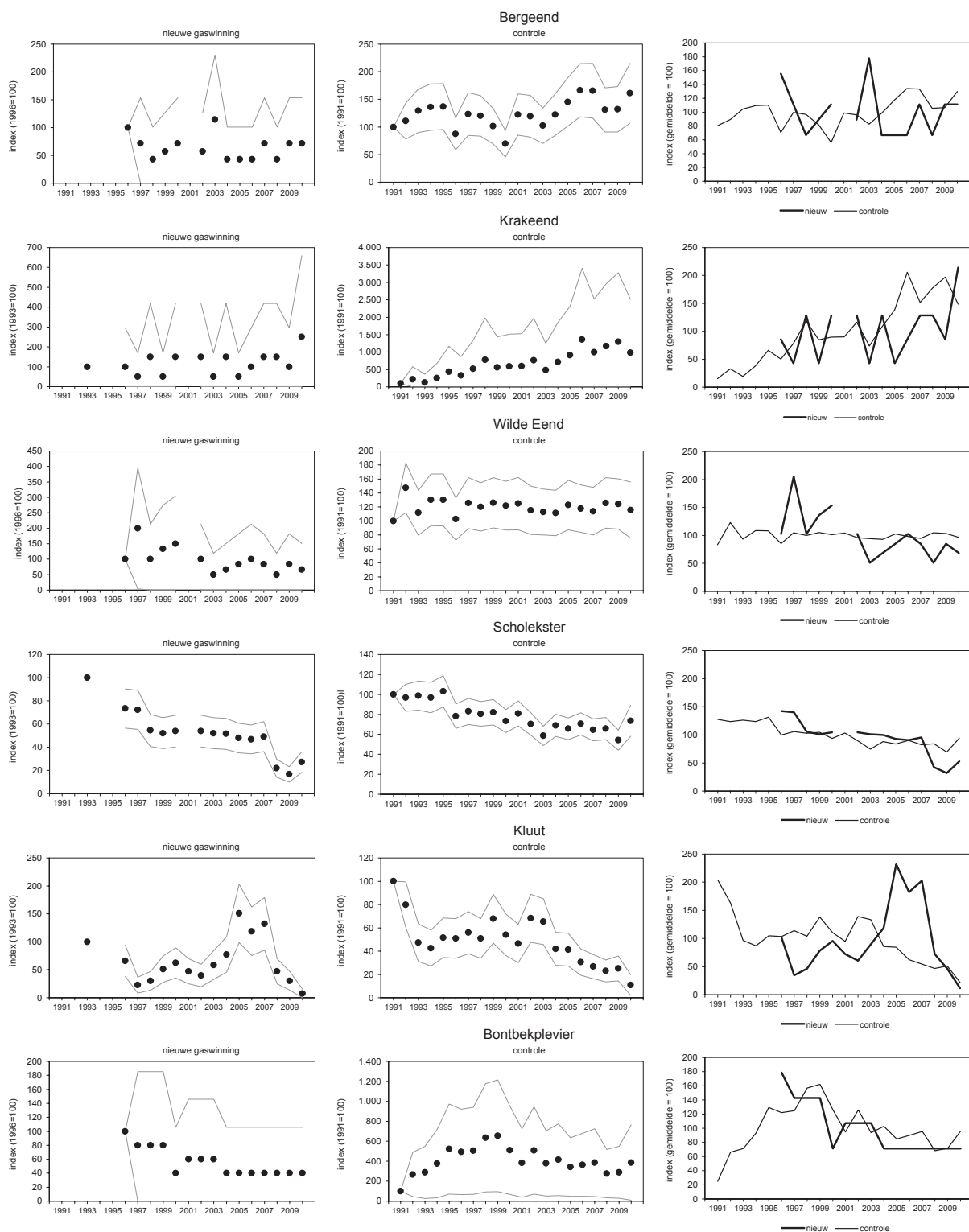
Euring	Soort	Jaar lineair				Jaar als Factor			
		b	SE	t	P	b	SE	t	P
720	Aalscholver	-0.034	0.054	0.630	0.530	-0.036	0.053	-0.670	0.501
1440	Lepelaar	0.062	0.047	-1.310	0.189	0.061	0.047	1.290	0.196
1610	Grauwe Gans	-0.018	0.019	0.930	0.351	-0.019	0.019	-1.000	0.316
1670	Brandgans	-0.122	0.068	1.800	0.072	-0.122	0.068	-1.800	0.071
1680	Rotgans	0.003	0.019	-0.170	0.868	0.002	0.019	0.120	0.908
1730	Bergeend	0.010	0.018	-0.580	0.563	0.013	0.018	0.750	0.456
<b>1790</b>	<b>Smient</b>	<b>0.096</b>	<b>0.039</b>	<b>-2.470</b>	<b>0.014</b>	<b>0.096</b>	<b>0.039</b>	<b>2.460</b>	<b>0.014</b>
1840	Wintertaling	0.004	0.047	-0.070	0.941	0.007	0.047	0.160	0.876
1860	Wilde Eend	0.013	0.048	-0.260	0.794	0.013	0.048	0.270	0.783
1890	Pijlstaart	0.121	0.080	-1.510	0.131	0.122	0.080	1.520	0.129
4500	Scholekster	-0.025	0.027	0.920	0.357	-0.026	0.027	-0.950	0.340
4560	Kluut	0.009	0.030	-0.320	0.751	0.009	0.030	0.310	0.753
4700	Bontbekplevier	-0.028	0.027	1.030	0.302	-0.025	0.027	-0.950	0.341
4850	Goudplevier	0.020	0.025	-0.790	0.428	0.020	0.025	0.770	0.439
4860	Zilverplevier	0.027	0.031	-0.870	0.383	0.031	0.031	1.000	0.318
4930	Kievit	0.000	0.042	-0.010	0.995	-0.001	0.042	-0.020	0.981
4960	Kanoetstrandloper	-0.010	0.046	0.210	0.831	-0.005	0.046	-0.100	0.918
<b>4970</b>	<b>Drieteenstrandloper</b>	<b>0.094</b>	<b>0.041</b>	<b>-2.280</b>	<b>0.023</b>	<b>0.093</b>	<b>0.041</b>	<b>2.260</b>	<b>0.024</b>
5120	Bonte Strandloper	0.032	0.026	1.230	0.218	0.038	0.026	1.470	0.141
5340	Rosse Grutto	-0.023	0.119	-0.200	0.845	-0.020	0.119	-0.160	0.869
5410	Wulp	-0.005	0.020	-0.220	0.822	-0.002	0.020	-0.110	0.913
5450	Zwarte Ruiter	0.052	0.049	1.070	0.287	0.052	0.049	1.050	0.292
5460	Tureluur	-0.004	0.023	-0.160	0.873	0.001	0.022	0.040	0.968
5480	Groenpootruiter	0.010	0.021	0.480	0.631	0.010	0.021	0.500	0.617
5610	Steenloper	-0.003	0.029	-0.090	0.930	0.001	0.028	0.050	0.962
5820	Kokmeeuw	0.013	0.025	0.540	0.590	0.014	0.025	0.560	0.579
5900	Stormmeeuw	0.001	0.020	0.030	0.973	0.003	0.020	0.120	0.904
5920	Zilvermeeuw	0.033	0.022	1.520	0.130	0.033	0.022	1.530	0.125
6000	Grote Mantelmeeuw	0.075	0.112	0.670	0.500	0.071	0.112	0.640	0.524

aantallen en trendlijn in gebieden zonder bodemdaling. De rechter figuur laat beide trendlijnen samen zien waarbij het gemiddelde van elke lijn is gelijk gesteld aan 100 zodat ze goed kunnen worden vergeleken. De resultaten zijn samen-

gevat in Tabel 3.3. Ook staan in Tabel 3.3 de gemiddelde aantallen per type telgebied (wel of niet met bodemdaling door nieuwe gaswinning).

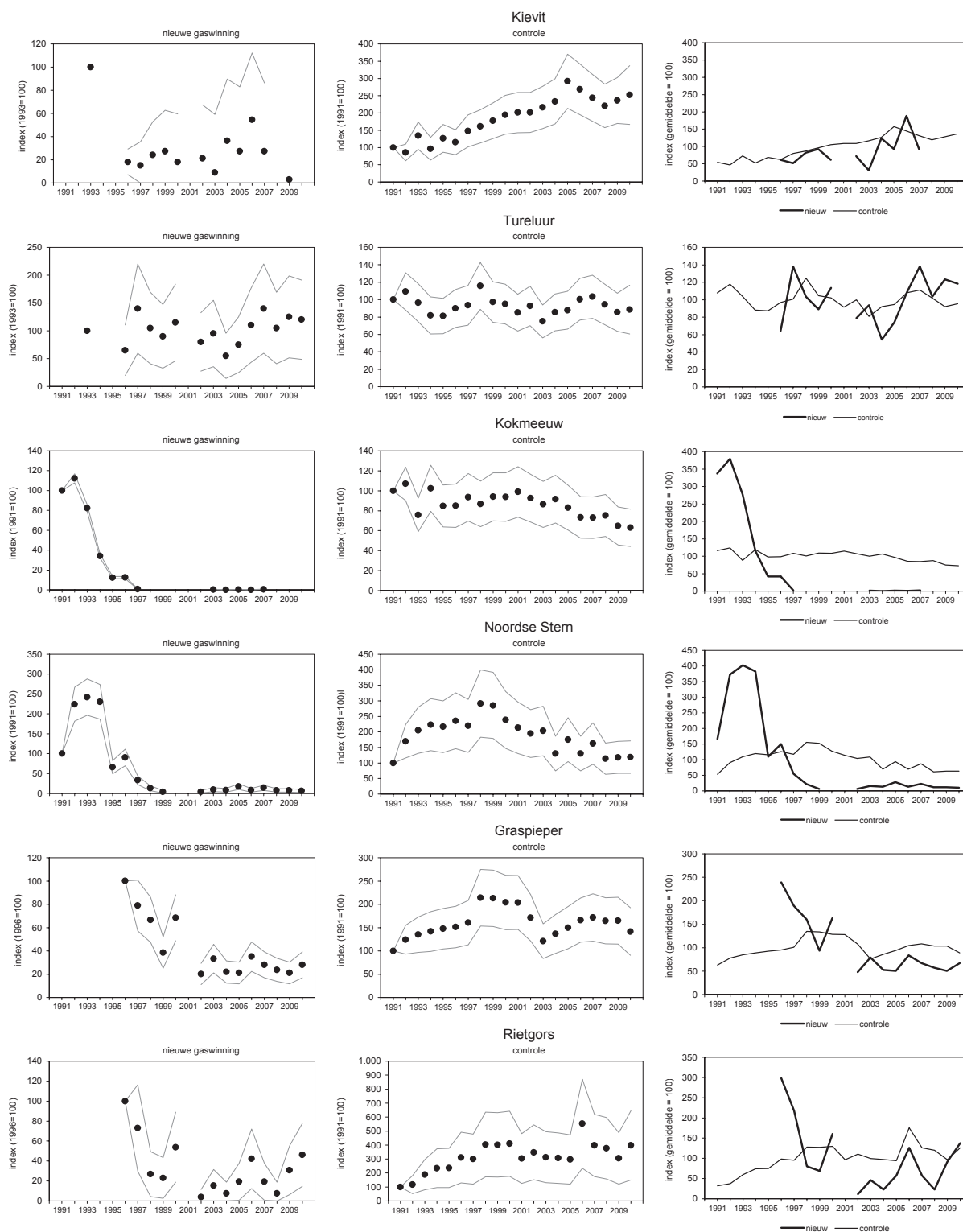
Tabel 3.3. Het gemiddelde aantal broedparen per jaar, de gemiddelde trend over de periode 1991 – 2010 en classificatie van de trend (zie Tabel 2.3), voor het gebied met bodemdaling als gevolg van nieuwe gaswinning (de Paezemerlannen) en de controlegebieden zonder bodemdaling als gevolg van nieuwe gaswinning. Aantal broedparen gebaseerd op werkelijk getelde broedparen plus bijgeschatte broedparen waar tellingen ontbreken.

Soort	Gemiddeld aantal (per jaar)		Trend (verandering per jaar)		Classificatie van de trend	
	controle	daling	controle	daling	controle	daling
Bergeend	436	5	1.02	0.98	+	?
Bontbekplevier	114	3	1.01	0.94	0	?
Graspieper	1215	48	1.01	0.90	0	--
Kievit	580	10	1.06	0.93	+	?
Kluut	3116	35	0.94	0.98	-	?
Kokmeeuw	54696	1317	0.98	0.49	-	--
Krakeend	26	2	1.12	1.04	++	?
Noordse Stern	1444	91	0.98	0.80	-	--
Rietgors	248	9	1.05	0.94	+	-
Scholekster	4089	87	0.97	0.91	-	--
Tureluur	1021	20	1.00	1.02	0	0
Wilde Eend	355	6	1.00	0.94	0	-



Figuur 3.6. Aantalsontwikkeling van broedparen, weergegeven als index, van Bergeend, Krakeend, Wilde Eend, Scholekster, Kluut en Bontbekplevier, opgesplitst in gebieden met bodemdaling door nieuwe gaswinning en gebieden zonder bodemdaling door nieuwe gaswinning (controle). De jaarlijkse (gemiddelde) aantalsindex is weergegeven als punt, samen met de met TRIM berekende 95% betrouwbaarheidsinterval. De eerst beschikbare telling in de reeks is gelijkgesteld aan 100. In de rechter figuur zijn steeds de twee met TRIM berekende trendlijnen geïndexeerd met 100 als gemiddelde waarde.





Figuur 3.7. Aantalsontwikkeling van broedparen, weergegeven als index, van Kievit, Tureluur, Kokmeeuw, Noordse Stern, Graspieper en Rietgors, opgesplitst in gebieden met bodemdaling door nieuwe gaswinning en gebieden zonder bodemdaling door nieuwe gaswinning (controle). De jaarlijkse (gemiddelde) aantalsindex is weergegeven als punt, samen met de met TRIM berekende 95% betrouwbaarheidsinterval. De eerst beschikbare telling in de reeks is gelijkgesteld aan 100. In de rechter figuur zijn steeds de twee met TRIM berekende trendlijnen geïndexeerd met 100 als gemiddelde waarde.

De resultaten van de statistische analyses van het “effect” van bodemdaling op het aantalsverloop van broedvogels zijn samengevat in Tabel 3.4. Bij 3 van de 12 onderzochte soorten is een effect van bodemdaling statistisch significant. In het geval van de Kievit gaat het om een negatief effect: de aantallen nemen in het gebied met bodemdaling sterker af sinds het begin van bodemdaling door gaswinning. In het geval van de Kokmeeuw en Rietgors gaat het juist om een positief effect: de aantallen blijven constant (Kokmeeuw) of nemen licht toe (Rietgors) in het gebied met bodemdaling sinds het begin van de bodemdaling door gaswinning, maar nemen af in de periode voor de bodemdaling en in de referentiegebieden. Bij de Kokmeeuw is dit effect echter bedrieglijk. De aantallen in de Paezemerlanden zijn daar

eind jaren '90 gedaald tot (vrijwel) nul, waardoor deze niet verder kunnen afnemen (Figuur 3.7).

De resultaten van de statistische toetsen komen niet altijd overeen met de resultaten uit Tabel 3.4. Dit heeft te maken met het feit dat het in Tabel 3.4 om een langjarige trend gaat (vanaf 1991), terwijl de toetsen worden uitgevoerd over de periode met bodemdaling (vanaf 2006).

Na Holm-Bonferroni-correctie is het effect van bodemdaling echter bij geen van de soorten significant ( $\alpha_{\text{correctie}} = 0,008, 0,010$  en  $0,009$  bij eenzijdige toetsing voor Kievit, respectievelijk Kokmeeuw en Rietgors). Samengevat is er dus voor geen enkele soort sprake van significante verschillen tussen gebieden met en zonder bodemdaling, in de periode dat er bodemdaling door gaswinning plaatsvond.

Tabel 3.4. Resultaten van regressie-analyses van het effect van gaswinning op aantal broedparen. Het regressiemodel houdt rekening met veranderingen in controlegebieden. Resultaten zijn gebaseerd op een selectie van de gegevens. ‘b’ is de helling van de variabelen-interactie Gebied×Jaar[na 2006] (zie Statistische Analyse) en is een maat voor de grootte van het effect van gaswinning, met standaardfout SE(b). Als  $b < 0$  werden er na de start van de nieuwe gaswinning gemiddeld minder vogels geteld in de betreffende gebieden. Significante resultaten, zonder toepassing van de Holm-Bonferroni correctie, zijn vet gedrukt weergegeven.

Euring	Soort	Jaar lineair				Jaar als factor			
		B	SE(b)	t	P	b	SE(b)	t	P
1730	Bergeend	0.074	0.211	0.350	0.724	0.064	0.209	0.310	0.760
4700	Bontbekplevier	0.058	0.062	0.930	0.354	0.058	0.062	0.930	0.354
10110	Graspieper	-0.034	0.093	-0.360	0.716	-0.041	0.093	-0.440	0.660
<b>4930</b>	<b>Kievit</b>	<b>-0.176</b>	<b>0.070</b>	<b>-2.500</b>	<b>0.013</b>	<b>-0.179</b>	<b>0.070</b>	<b>-2.540</b>	<b>0.011</b>
4560	Kluut	-0.087	0.130	-0.670	0.504	-0.078	0.130	-0.600	0.551
<b>5820</b>	<b>Kokmeeuw</b>	<b>0.456</b>	<b>0.206</b>	<b>2.220</b>	<b>0.027</b>	<b>0.450</b>	<b>0.206</b>	<b>2.190</b>	<b>0.029</b>
1820	Krakeend	0.061	0.038	1.620	0.106	0.063	0.038	1.650	0.099
6160	Noordse Stern	-0.123	0.215	-0.570	0.567	-0.125	0.215	-0.580	0.561
<b>18770</b>	<b>Rietgors</b>	<b>0.216</b>	<b>0.088</b>	<b>2.460</b>	<b>0.014</b>	<b>0.199</b>	<b>0.088</b>	<b>2.280</b>	<b>0.023</b>
4500	Scholekster	-0.020	0.097	-0.200	0.840	-0.017	0.096	-0.170	0.863
5460	Tureluur	0.062	0.082	0.760	0.449	0.054	0.081	0.670	0.505
1860	Wilde Eend	0.041	0.069	0.590	0.555	0.041	0.069	0.600	0.548

### 3.2. Nesthoogtemetingen aan kwelderbroedvogels

Onderstaande Tabel 3.5 geeft per gebied een overzicht van het aantal ingemeten nesten en de bijbehorende soorten. Zowel in het bodemdalingsgebied Paezemerlanden als langs de Groningse kust (Linthorst-Homanpolder) bleek

het lastig voldoende nesten te vinden als gevolg van de daar optredende predatie. Van veel soorten waren wel paren aanwezig, maar konden geen nesten worden gevonden. Analyse van de gegevens zal plaatsvinden bij afronding van het project in 2012-13. Dan zullen ook de gegevens beschikbaar zijn van een grid hoogtemeting van de drie gebieden (een fijnmazige hoogtekaart van het gehele ge-

Tabel 3.5. Aantal ingemeten nesten per soort in het bodemdalingsgebied en de twee referentiegebieden aan de Fries-Groningse Waddenkust.

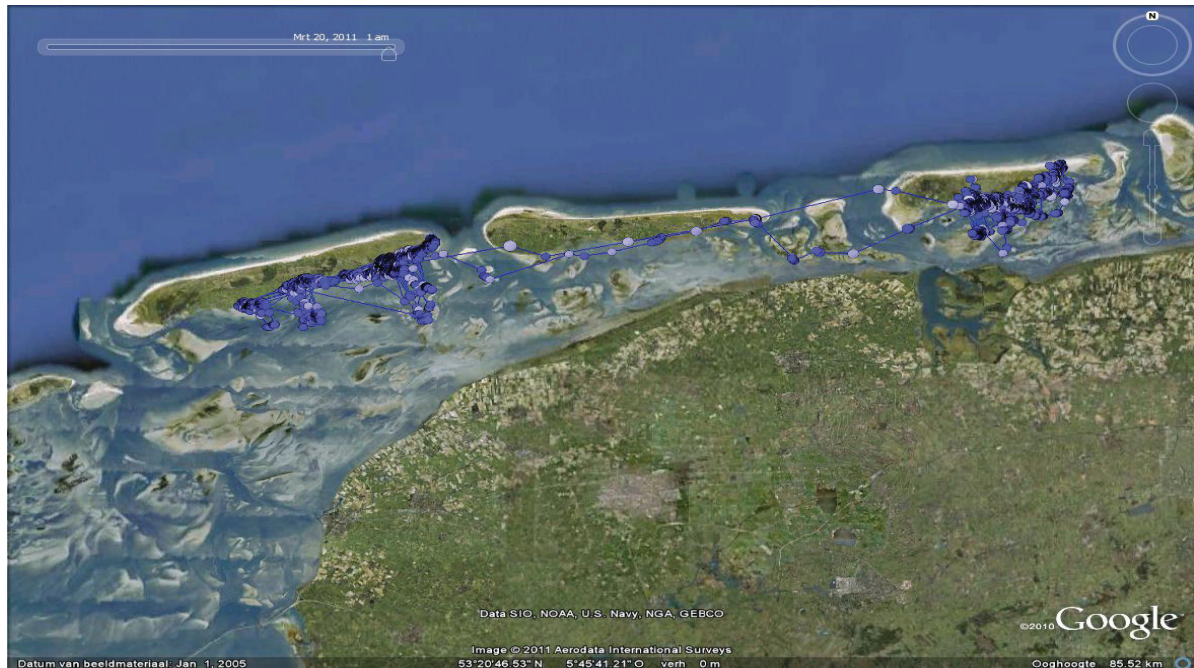
Soort	Bodemdalingsgebied Paezemerlanden FR	Referentiegebied 1 Noorderleeg	Referentiegebied 2 Linthorst-Homanpolder
Kluut	-	2	3
Scholekster	20	22	12
Kievit	3	5	-
Tureluur	1	20	1
Kokmeeuw	-	-	-
Visdief	-	2	-

bied) en kunnen de nesthoogtes worden vergeleken met de directe omgeving. Bovendien zullen in het kader van die analyse ook de verspreidingsgegevens van de broedvogels op de kwelder worden geanalyseerd, zodat nagegaan kan worden in hoeverre zich hier ten opzichte van de referentiesituatie in 2006 veranderingen hebben voorgedaan.

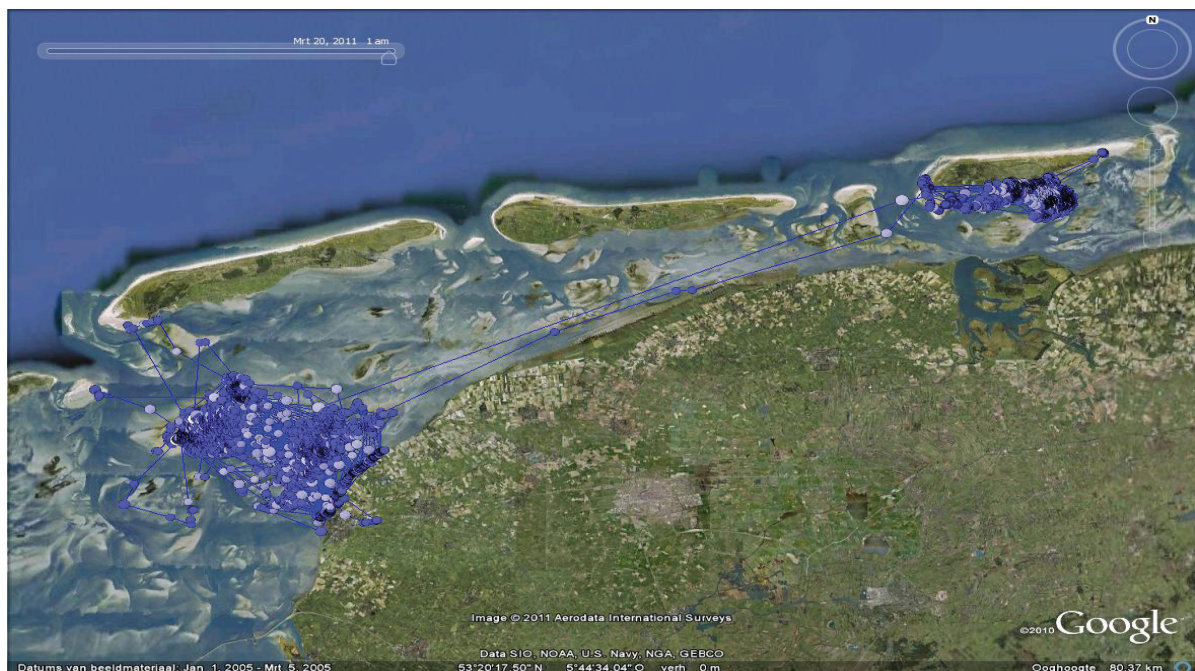
### 3.3. Onderzoek aan gezenderde Scholeksters

#### 3.3.1. Eerste analyse resultaten seizoen 2010-2011

Veel van de op Ameland en Schiermonnikoog op het nest gevangen broedvogels overwinterden de hele winter op het wad ten zuiden van het betreffende eiland. Er waren echter ook een aantal individuen die kortere of langere tijd naar elders in de Waddenzee vertrokken. Het meest extreme voorbeeld was een broedvogel van Schiermonnikoog, die



Figuur 3.8. Terreingebruik van de op Schier op het nest gevangen Scholekster met zender 365 in het seizoen 2010-2011. De vogel verliet Schiermonnikoog op 31 augustus 2010 en keerde weer terug op 11 maart 2011.

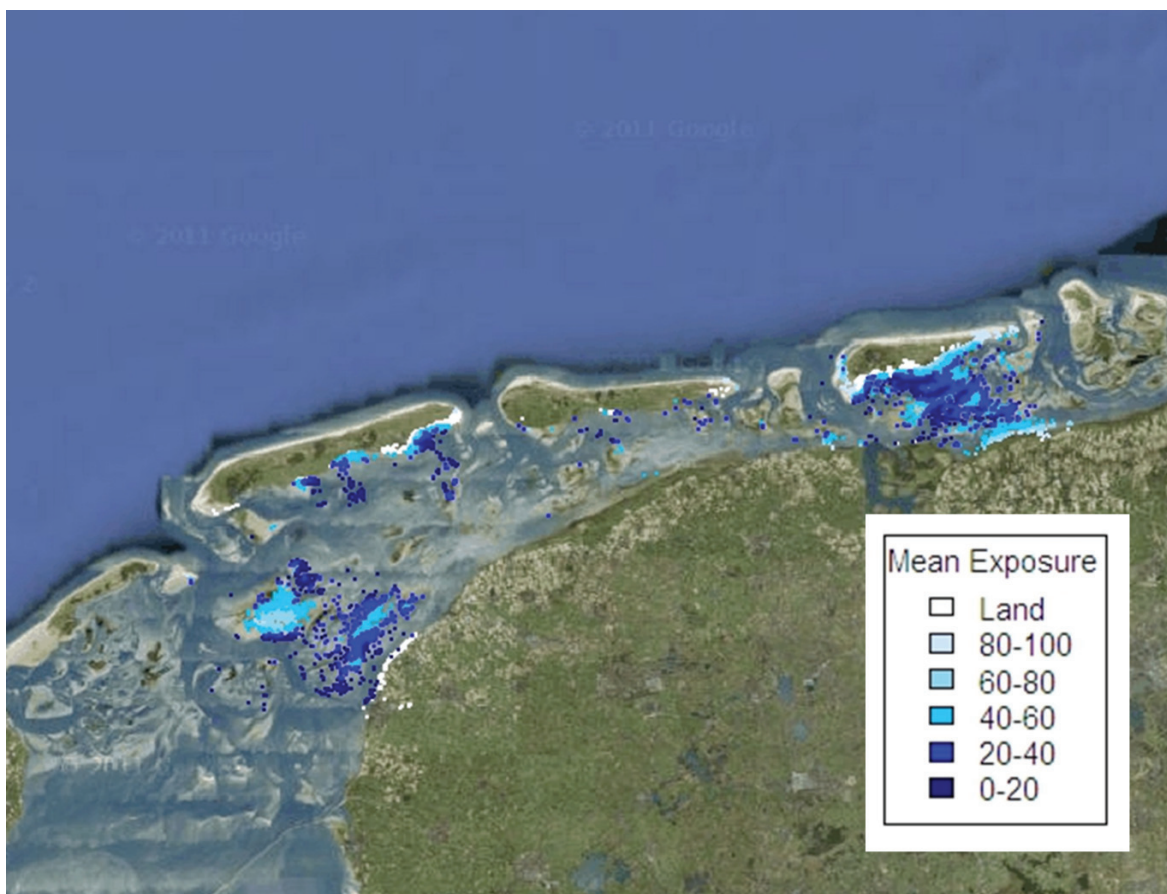


Figuur 3.9. Terreingebruik van de op het nest op Schiermonnikoog gevangen Scholekster met zender 374 in het seizoen 2010-2011. Het dier vertrok op 7 oktober 2010 naar Griend en keerde 9 maart 2011 weer terug naar Schiermonnikoog.





Figuur 3.10. Terreingebruik van de op het nest op Schiermonnikoog gevangen Scholekster met zender 370 in het seizoen 2010-2011. Het dier vertrok op 16 november 2010 naar Griend en keerde 31 december 2011 weer terug naar Schiermonnikoog.



Figuur 3.11. Terreingebruik van alle in het broedseizoen 2010 op Schiermonnikoog gezenderde Scholeksters, die de hele winter 2010-2011 gevolgd konden worden. Voor elke plaatsbepaling is de gemiddelde droogligtijd van de betreffende positie weergegeven in klassen van wit (100% droog) tot donderblauw (0-20% droog) (Klunder 2011).

direct na het broedseizoen op 31 augustus 2010 het eiland verliet, om er pas op 11 maart 2011 vlak voor het broedseizoen weer terug te keren. Het dier verbleef de hele winter op het wad ten zuiden van Terschelling (Figuur 3.8). Twee andere vogels vertrokken naar het eiland Griend en omgeving (Figuur 3.9 en Figuur 3.10).

Als eerste stap in de analyse worden de bezoeken van de vogels gekoppeld aan de droogligtijd van het wad. In Figuur 3.11 is dit gebeurd voor alle vogels die in het broedseizoen van 2010 op Schiermonnikoog op het nest werden gevangen en de hele winter gevolgd konden worden.

Voor deze vogels is er geen heel sterke verandering in het gebruik van verschillende droogligtijden in de loop van het seizoen (Figuur 3.12). In de aanloop naar het broedseizoen zitten de vogels wat vaker op land en ze lijken ook iets vaker de gebieden die maar heel kort droogliggen te gebruiken, maar deze variatie is niet significant (Klunder 2011). Voor toetsing van de voorspelling van WEBTICS dat vooral de lang droogliggende kokkelbanken worden uitgeput in de loop van de winter is het echter nodig om de benutting van kokkelbanken met een verschillende droogligtijd te vergelijken met het aanbod van kokkelbanken met een verschillende droogligtijd. Deze vergelijking konden wij niet op een zinvolle wijze maken, omdat maar een heel klein deel van de bezoeken van de gezenderde Scholeksters in vakken viel waar de kokkelbiomassa bemonsterd was (Figuur 3.13).

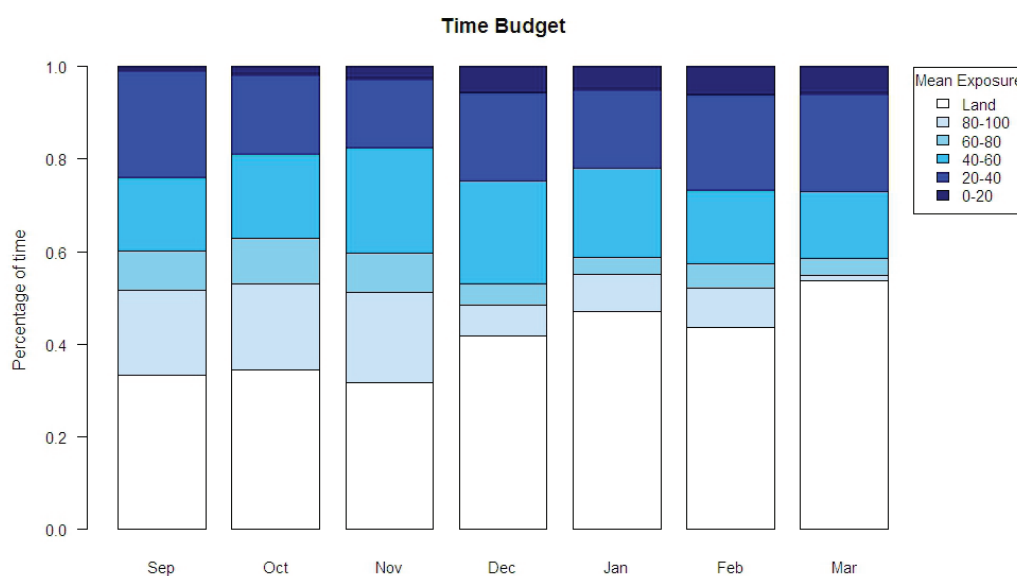
### 3.3.2. Eerste indrukken seizoen 2011-2012

Uit de hierboven beschreven analyse van de in het seizoen 2010-2011 verzamelde data bleek dat bij de gekozen aanpak te weinig data werden verzameld over gezenderde

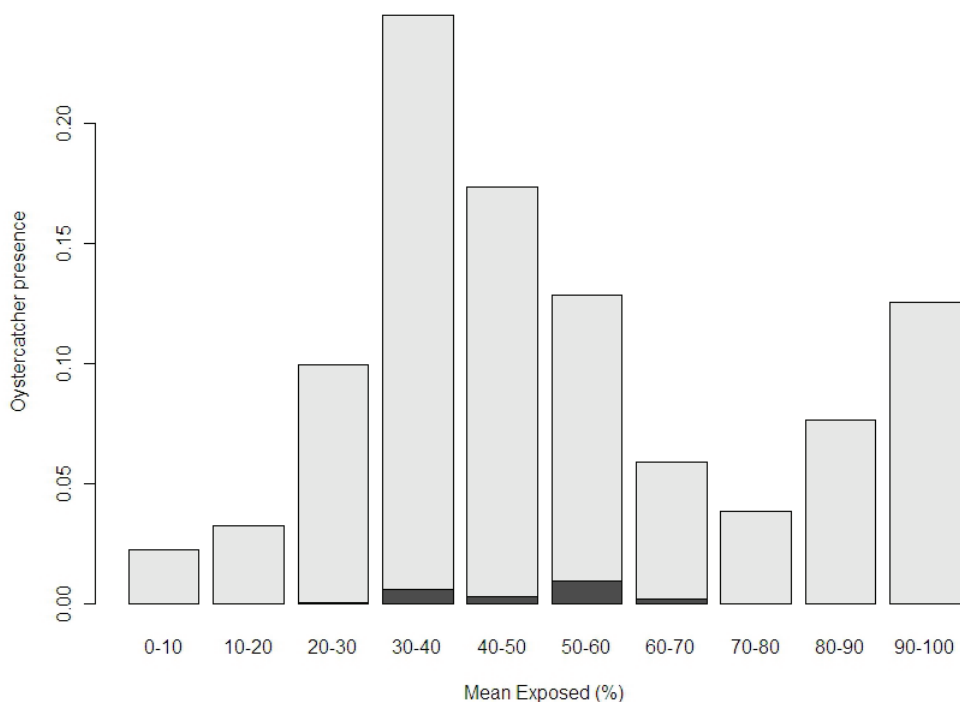
Scholeksters die foerageerden in gebieden waar het voedselaanbod intensief bemonsterd was. Meestal foerageerden de Scholeksters erbuiten. Daarom is voor het seizoen 2011-2012 besloten om alle aandacht te richten op het Balgzand, waar het voedselaanbod door verschillende onderzoekprogramma's intensief bemonsterd wordt en waar in het kader van het door NWO betaalde Zee- en Kustonderzoek een camera de wadvogels dag en nacht volgt. Om de kans te maximaliseren dat de vogels niet naar elders zouden trekken is besloten de vogels aan het begin van het niet-broedseizoen te vangen op het voedselgebied zelf.

Op dit moment is het natuurlijk nog niet mogelijk om een uitgebreide analyse van de data te presenteren. Er kunnen alleen wat eerste indrukken worden gegeven. Tijdens het schrijven van deze rapportage viel de dooi in na een strenge vorstperiode, die eind januari inzette. Scholeksters sterven massaal bij extreem winterweer als het wad dichtvriest, omdat het voedsel dan onbereikbaar wordt, terwijl de voedselbehoefte door de lage temperaturen juist erg hoog is (Camphuysen *et al.* 1996; Duriez *et al.* 2009; Goss-Custard *et al.* 1996; Hulscher 1989; Swennen and Duiven 1983). In totaal zijn al vele honderden dode Scholeksters binnengebracht, waaronder ook vier gezenderde individuen. Ook onder de schelpdieren treedt vaak massale sterfte op bij strenge vorst, vooral onder Kokkels. De vorstperiode zou het wel eens bijzonder moeilijk kunnen maken om de analyses uit te voeren zoals wij die voorzien hadden.

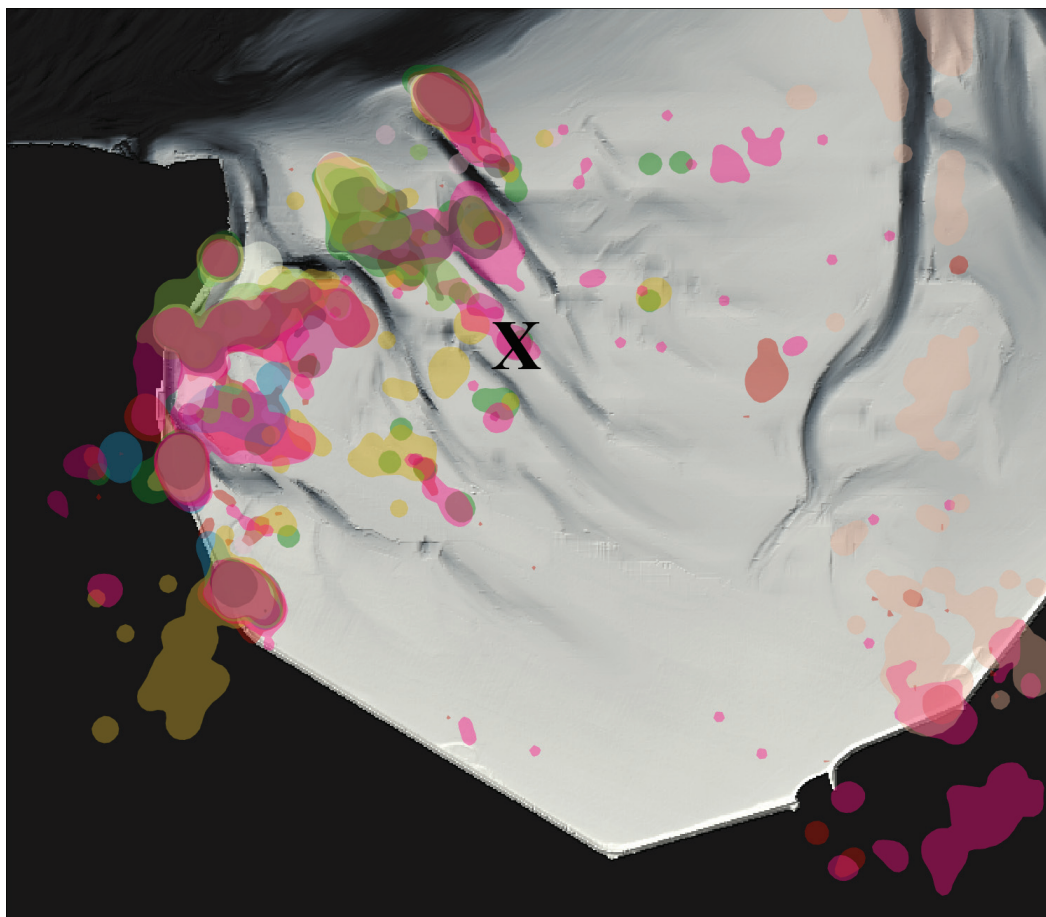
Voorafgaand aan de vorstperiode was de winter juist extreem zacht. Desondanks werd een aantal individuen ook tijdens hoogwater regelmatig foeragerend in de omliggende weilanden waargenomen (Figuur 3.14). Uit eerder onderzoek is bekend dat dit gedrag vooral wordt vertoond door individuen die onvoldoende voedsel kunnen vinden



Figuur 3.12. Tijdbudget van alle in het broedseizoen 2010 op Schiermonnikoog gezenderde Scholeksters, die de hele winter 2010-2011 gevolgd konden worden. Voor elke maand is berekend welk deel van de tijd de vogels aanwezig waren op gebied met een bepaalde droogligtijd. Dit is weergegeven via droogligklassen die lopen van wit (100% droog) tot donkerblauw (0-20% droog) (Klunder 2011).

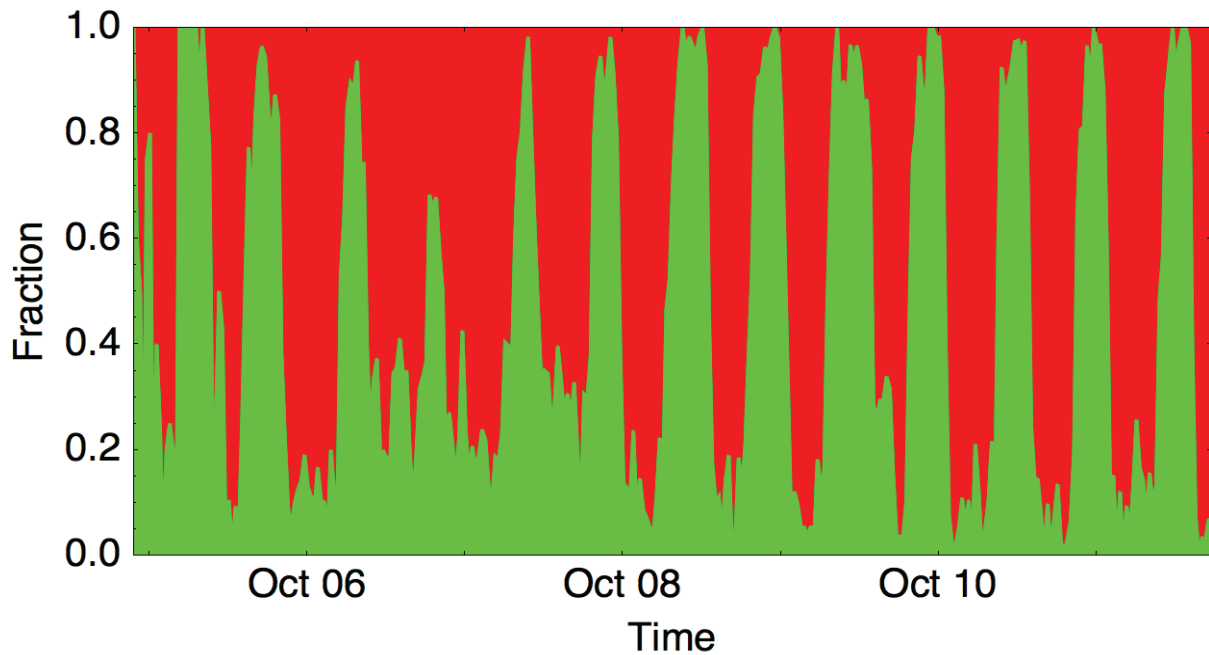


*Figuur 3.13. Verdeling van het terreingebruik van alle in het broedseizoen 2010 op Schiermonnikoog gezenderde Scholeksters, die de hele winter 2010-2011 gevolgd konden worden. Aangegeven is het proportionele gebruik van gebieden met verschillende droogligtijd. In zwart het bezoek aan vakken waar extra informatie over kokkels beschikbaar was (Klunder 2011).*



*Figuur 3.14. Home ranges in de herfst van 2011 van de in de nazomer van 2011 op het Balgzand gezenderde Scholeksters. De vogels werden op het wad gevangen op de locatie aangegeven met een X. Elk individu heeft een eigen kleur. Bron: Adriaan Dokter (pers. med.).*





*Figuur 3.15. Foerageeractiviteit van gezenderde Scholeksters op het Balgzand tijdens drie etmalen in oktober 2011. Voor elk uur is de fractie weergegeven dat de vogels actief waren (groen) of inactief (rood). Bron: Adriaan Dokter (pers. med.).*

tijdens laagwater. Meestal zijn dit de jonge dieren die laag in rang zijn en in tijden van verhoogde concurrentie, door bijvoorbeeld streng winterweer, als eerste overlijden (Ens and Cayford 1996; Goss-Custard *et al.* 1996). Scholeksters kunnen ook een probleem hebben als het wad niet droogvalt als gevolg van een noordwesterstorm.

Dankzij de accelerometer kunnen wij voor de gezenderde vogels vaststellen wat hun reactie was. Op 7 oktober 2011 viel het wad nauwelijks droog door een zware storm en die dag was er sprake van een sterk verminderde foerageeractiviteit (Figuur 3.15).





## 4. Discussie en conclusies

### 4.1. Analyse trends

Na toepassing van de Holm-Bonferroni correctie is er voor geen van de in totaal 29 soorten watervogels en 12 soorten broedvogels een significant verschil in de trends binnen en buiten gebieden met gaswinning na het begin van de nieuwe gaswinning, ook niet wanneer eenzijdig getoetst wordt op een negatief effect van nieuwe gaswinning.

Wanneer geen correctie zou worden toegepast zou dit verschil bij twee soorten watervogels en drie soorten broedvogels significant zijn, maar ook dan kan nauwelijks worden gesproken van een negatief effect van bodemdaling; zowel Smient als Drieteenstrandloper (watervogels) en Kokmeeuw en Rietgors (broedvogels) vertonen een positievere trend in de periode en gebieden met bodemdaling. Alleen bij de Kievit is de correlatie met bodemdaling negatief.

Ook in de voortgangsrapportage van 2011 (Wiersma et al. 2011) was er een significant effect van bodemdaling op de Drieteenstrandloper, Kokmeeuw en Kievit. Bij de Smient was dit effect toen net niet ( $p < 0,1$ ) en bij de Rietgors niet ( $p < 0,2$ ) significant. De grotere steekproef zorgt er bij deze soorten waarschijnlijk voor dat het effect nu wel significant is.

Aangezien de significantie van de effecten verdwijnt na toepassing van de Holm-Bonferroni correctie lijkt het echter aannemelijk dat hier sprake is van toeval en niet van een daadwerkelijk effect van bodemdaling.

Dat er tot op heden geen duidelijk effect van bodemdaling wordt aangetroffen heeft deels te maken met het feit dat bodemdaling door gaswinning (oud dan wel nieuw) naar verwachting een klein effect zal hebben, als het effect al meetbaar is. Allerlei andere activiteiten in de Waddenzee zullen waarschijnlijk een veel groter effect hebben (bijvoorbeeld handmatige kokkelvisserij en verstoring door recreanten). Wanneer de steekproef groot genoeg is zullen deze storende effecten uitmiddelen, maar de vraag is of dit hier het geval is, zeker voor de broedvogels, waar in slechts één gebied (de Paezemerlannen) bodemdaling plaatsvindt.

### 4.2. Nesthoogtemetingen aan kwelderbroedvogels

Veel broedvogels in de Waddenzee zijn voor hun nestgelegenheid aangewezen op de kwelders en andere buitendijkse gebieden in de Waddenzee. Op de grens van water en land bieden de buitendijkse gebieden doorgaans geschikt broedhabitat dat op korte afstand van de voedselgebieden ligt. Het broeden op de kwelder is echter niet zonder risico's. Uit gegevens van het reproductiemeetnet van waddenbroedvogels van SOVON blijkt dat nesten geregeld wegspoelen of kuikens verdrinken als gevolg van stormvloeden in het broedseizoen. Uit een eerder gepubliceerde studie blijkt dat klimaatverandering en zeespiegelstijging leiden tot frequentere en steeds extremere hoogwaterstan-

den (van de Pol et al. 2010). Dat is vooral van half mei tot eind juli het geval, juist op het moment dat doorgaans veel legfels op punt van uitkomen staan of er kleine kuikens aanwezig zijn. In 2010 leden veel soorten verliezen door een stormvloed op 19 juni, op een moment dat zowel legfels als kuikens aanwezig waren (van Kleunen et al. 2012). In 2011 waren er twee stormvloeden, op 24 mei en 18-19 juni. De eerste zorgde voor plaatselijke verliezen en viel op een tijdstip dat veel soorten een nieuwe broedpoging starten. De tweede had grotere gevolgen en leidde bij veel Scholeksters, Kluten, Kokmeeuwen, Grote Sterns, Visdieven, Noordse Sterns en Dwergsterns tot een mislukt broedseizoen (Koffijberg & de Boer 2011).

Voor Scholeksters, waarvan uit studies op Schiermonnikoog over een lange reeks van jaren het broedsucces nauwgezet is gevolgd, blijkt dat het voorspelde overstromingsrisico in de komende jaren zo groot wordt dat er niet meer voldoende jongen groot komen om de populatie op peil te houden (van de Pol et al. 2010). Met de in het kader van deze studie verzamelde gegevens zijn dergelijke berekeningen niet mogelijk. Wel kunnen we het overstromingsrisico berekenen zoals ook gebeurd voor de bodemdalingstudie op Ameland (Hallmann & Ens 2011). In de onderhavige studie kunnen we dat overstromingsrisico vergelijken met referentiegebieden langs de Friese en Groningse kust.

### 4.3. Onderzoek aan gezenderde Scholeksters

Een eerste analyse van de in het seizoen 2010-2011 verzamelde gegevens laat zien dat de lokale broedvogels van Ameland en Schiermonnikoog ook 's winters zeer plaatsrouw zijn, maar desondanks een aanzienlijk terrein benutten. Een aantal dieren vertrok naar andere delen van de Waddenzee, om daar langdurig in hetzelfde gebied te verblijven. Het gevolg hiervan was dat we elk waarnemingspunt konden koppelen aan een hoogteligging, maar dat we slechts een hele kleine fractie van die punten vervolgens ook konden koppelen aan een meting van het voedselaanbod. Dat laatste is nodig om te toetsen of het inderdaad zo is dat in de loop van de winter vooral de hoog liggende schelpdierbanken worden uitgeput. Om deze reden is besloten om in de winter van 2011-2012 slechts in één gebied te werken en de vogels op het voedselgebied zelf te vangen, namelijk midden op het Balgzand. Daar werden in totaal 15 dieren gevangen en van een zender voorzien. Probleem met de winter van 2011-2012, wat in mindere mate ook speelde in de winter van 2010-2011, is een periode met strenge vorst, die het wad langdurig bedekte met ijs, als gevolg waarvan de vogels niet bij het voedsel konden. De periode met vorst viel in het seizoen 2011-2012 pas eind januari in en eindigde 12 februari, maar maakte in die periode een groot aantal vorstslachtoffers. Het is dus ook onzeker of het met de gegevens uit het seizoen 2011-2012 wel zal lukken om de voorspellingen van WEBTICS te

toetsen op de wijze zoals oorspronkelijk voorzien (zie inleiding en methode). In WEBTICS wordt de verspreiding van de Scholeksters gestuurd door de schelpdierbestanden en speelt uitputting van de schelpdierbestanden een belangrijke rol. Het model voorspelt dat de draagkracht vooral bepaald wordt door de hooggelegen schelpdierbanken en dat het vooral die banken zijn die in de loop van de winter worden uitgeput. In de vorstperiode zouden de laaggelegen delen wel eens heel belangrijk kunnen zijn, omdat die als laatste dichtvriezen. Daarnaast kan vorst aanleiding geven tot extra sterfte onder de schelpdieren.

Ook als de toetsing van WEBTICS zoals oorspronkelijk voorzien niet mocht lukken is nu echter al duidelijk dat het zendermateriaal zeer veel nieuwe kennis over het foeraergedrag van de Scholekster zal opleveren, die van grote waarde zal blijken bij het beoordelen van de draagkrachtberekeningen met WEBTICS die voor de eindrapportage in 2013 zullen worden uitgevoerd. Nu al is bijvoorbeeld duidelijk dat we voor heel veel gebieden in de Waddenzee zullen kunnen aangeven welke voedselgebieden gekoppeld zijn met welke hoogwatervluchtplaatsen.

---

## 5. Dankwoord

Lise Klunder analyseerde de gegevens van de gezenderde Scholeksters uit het seizoen 2010-2011. Adriaan Dokter analyseerde de gegevens van het seizoen 2011-2012 en

hield als een ware cerberus het functioneren van het UvA Bird Tracking systeem in de gaten.

---

## 6. Literatuur

- BELL M.C. 1995. UINDEX4: a computer programme for estimating population index numbers by the Underhill method.
- BOELE A., VAN BRUGGEN J., VAN DIJK A.J., VERGEER J.-W. & PLATE C. 2011. Broedvogels in Nederland in 2009. SOVON-monitoringsrapport 2011/01.
- CAMPHUYSEN C.J., ENS B.J., HEG D., HULSCHER J.B., VAN DER MEER J. & SMIT C.J. 1996. Oystercatcher *Haematopus ostralegus* winter mortality in The Netherlands: the effect of severe weather and food supply. *Ardea*. 84A:469-492.
- DURIEZ O., SAETHER B.E., ENS B.J., CHOQUET R., PRADEL R., LAMBECK R.H.D. & KLAASSEN M. 2009. Estimating survival and movements using both live and dead recoveries: a case study of oystercatchers confronted with habitat change. *J Appl Ecol*. 46:144-153.
- ENS B.J. & CAYFORD J.T. 1996. Feeding with other Oystercatchers. In: Goss-Custard J.D., editors. *The Oystercatcher: From Individuals to Populations*. Oxford: Oxford University Press. p. 77-104.
- ENS B.J., GOEDHART P.W., KOFFIJBERG K. & RAPPOLDT C. 2008a. Monitoring van vogels in de Waddenzee met de hand aan de kraan. SOVON-onderzoeksrapport 2008/19:1-94.
- ENS B.J., KOFFIJBERG K., OOMEN D., VAN ROOMEN M., VAN WINDEN E. & ZOETEBIER, D. 2008b. Nulrapportage monitoring vogels Waddenzee (1991-2006) in het kader van de nieuwe gaswinningen. SOVON-onderzoeksrapport 2008-07:1-61.
- GOSS-CUSTARD J.D., DIT DURELL SEALV, GOATER C.P., HULSCHER J.B., LAMBECK R.H.D., MEININGER P.L. & URFI J. 1996. How Oystercatchers survive the winter. In: Goss-Custard JD, editors. *The Oystercatcher: From Individuals to Populations*. Oxford: Oxford University Press. p. 155-185.
- HALLMANN C. & ENS BJ. 2011. Overstromingsrisico en broedsucces van Scholeksters op de kwelder van Ameland en Schiermonnikoog. Monitoring effecten van bodemdaling op Ameland-Oost 2005-2010. Assen: NAM. p. 67-92.
- HOEKSEMA H.J., MULDER H.P.J., ROMMEL M.C., DE RONDE J.G. & DE VLAS J. 2004. Bodemdalingstudie Waddenzee 2004. Vragen en onzekerheden opnieuw beschouwd. Rapport RIKZ/2004.025:1-138.
- HORNMAN M., HUSTINGS F., KOFFIJBERG K., VAN WINDEN E., SOVON GANZEN- EN ZWANENWERK GROEP & SOLDAAT L. 2011. Watervogels in Nederland in 2008/2009. SOVON-monitoringsrapport 2011/03:
- HULSCHER J.B. 1989. Sterfte en overleving van Scholeksters *Haematopus ostralegus* bij strenge vorst. *Limosa*. 62:177-181.
- KLUNDER L. 2011. Space use of wintering oystercatchers (*Haematopus ostralegus*) fitted with GPS-loggers. MSc. thesis Conservation Biology:1-42.
- KOFFIJBERG K. & DE BOER P. 2011. Waddenbroedvogels verder in het nauw? Sovon-Nieuws. 24:16-17.
- KOFFIJBERG K., DIJKSEN L., HÄLTERLEIN B., LAURSEN K., POTEL P. & SÜDBECK P. 2006. Breeding Birds in the Wadden Sea in 2001 - Results of the total survey in 2001 and trends in numbers between 1991-2001. *Wadden Sea Ecosystem* No. 22:1-132.
- PANNEKOEK J. & VAN STRIEN A. 17-1-2001. TRIM 3 Manual (TRENDS & INDICES FOR MONITORING DATA). CBS research paper no. 0102:1-57.
- PAYNE R.W. 2005. *The guide to Genstat Release 8. Part 2: Statistics*. Oxford: VSN International.
- RAPPOLDT C. & ENS B.J. 2011. Het effect van bodemdaling op het aantal scholeksters dat kan overwinteren in de Waddenzee; Exploratieve berekeningen met het model WEBTICS. *EcoCurves* rapport 12; SOVON-onderzoeksrapport 2011/05: 1-57.
- SOKAL R.R. & ROHLF F.J. 1995. *Biometry: the Principles and Practice of Statistics in Biological Research*. New York: Freeman.
- SOLDAAT L., VISSER H., VAN ROOMEN M. & VAN STRIEN A. 2007. Smoothing and trend detection in waterbird monitoring data using Structural Time-Series Analysis and the Kalman filter. *Journal for Ornithology*. DOI 10.1007/s10336-007-0176-7:
- SWENNEN C. & DUIVEN P. 1983. Characteristics of Oystercatchers killed by cold-stress in the Dutch Wadden Sea Area. *Ardea*. 71:155-159.
- VAN DE POL M., ENS B.J., HEG D., BROUWER L., KROL J., MAIER M., EXO K.M., OOSTERBEEK K., LOK T., EISING C.M. & KOFFIJBERG K. 2010. Do changes in the frequency, magnitude and timing of extreme climatic events threaten the population viability of coastal birds? *J Appl Ecol*. 47:720-730.
- VAN DIJK A.J. & BOELE A. 2011. Handleiding SOVON broedvogelonderzoek: 1-60.
- VAN DIJK A.J., BOELE A., VAN DEN BREMER L., HUSTINGS F, VAN MANEN W., VAN KLEUNEN A., KOFFIJBERG K., TEUNISSEN W., VAN TURNHOUT C., VOSLAMBER B., WILLEMS F., ZOETEBIER D. & PLATE C.L. 2007. Broedvogels in Nederland 2005. SOVON-monitoringsrapport 2007/01:1-144.
- VAN KLEUNEN A., KOFFIJBERG K., NIENHUIS J., DE BOER P., SMIT C.J., OOSTERBEEK K., VAN ROOMEN M. 2012. Broedsucces van kustbroedvogels in de Waddenzee in 2009 en 2010. Sovon-rapport 2012-04.
- VAN STRIEN A. 2007. Landelijke Natuurmeetnetten van het NEM in 2006. Kwaliteitsrapportage NEM.
- VISSER H. 2004. Estimation and detection of flexible trends. *Atmospheric Environment*. 38:4135-4145.
- WIERSMA P., VAN WINDEN E., KOFFIJBERG K., OOSTERBEEK K., ZOETEBIER D. & ENS B.J. 2011. Voortgangsrapportage monitoring vogels in de Waddenzee in het kader van de nieuwe gaswinningen over de periode 1990-2009. SOVON-onderzoeksrapport 2011-01:1-47.
- WIERSMA P., VAN WINDEN E., KOFFIJBERG K., ZOETEBIER D. & ENS B.J. 2010. Voortgangsrapportage monitoring vogels in de Waddenzee in het kader van de nieuwe gaswinningen over de periode 1990-2008. SOVON-onderzoeksrapport 2010-04:1-38.











SOVON Vogelonderzoek Nederland

Natuurplaza (gebouw Mercator 3)  
Toernooiveld 1  
6525 ED Nijmegen

T 024-7 410 410  
E [info@sovon.nl](mailto:info@sovon.nl)  
I [www.sovon.nl](http://www.sovon.nl)



Deze rapportage betreft de derde voortgangsrapportage van de monitoring van mogelijke effecten van bodemdaling op de vogels in de Waddenzee. Er is gepoogd de rapportage kort te houden en zoveel mogelijk te beperken tot de nieuwe informatie. Voor details en meer uitleg over de gevolgde werkwijze wordt dan ook verwezen naar eerdere voortgangsrapportages (Wiersma et al. 2011; Wiersma et al. 2010).

SOVON Vogelonderzoek Nederland organiseert vogeltellingen en -onderzoek volgens gestandaardiseerde methoden ten behoeve van natuurbeheer, natuurbeleid en wetenschappelijk onderzoek. De onderwerpen die in de rapporten aan de orde komen zijn divers. Het gaat om onder andere het opzetten van meetnetten en verspreidingsonderzoek, verklarend onderzoek naar oorzaken van veranderingen in voorkomen, graadmeterontwikkeling voor natuurbeleid en onderbouwend onderzoek voor soortbeschermingsprojecten. De omvangrijke gegevensbestanden die gebaseerd zijn op grotendeels door vrijwilligers uitgevoerde vogeltellingen vormen vaak een belangrijke basis. Daarnaast worden ook specifieke veldonderzoeken uitgevoerd, waarbij allerlei ecologische gegevens over soorten en hun habitats worden verzameld.