

EFFECTEN VAN DE GASWINNING BIJ MODDERGAT, LAUWERSOOG EN VIERHUIZEN OP DE BROED- EN WATERVOGELS IN HET LAUWERSMEER

M. Roodbergen
R. Kleefstra
P. de Boer
L. Marx
E. van der Winden



Sovon-rapport 2013/20
Dit rapport is samengesteld
in opdracht van
de NAM

Colofon

© Sovon Vogelonderzoek Nederland 2013

Foto's omslag: Peter Eekelder

Wijze van citeren: Roodbergen M., Kleefstra R., de Boer P. Marx L. & van Winden E.. 2013. Effecten van de gaswinning bij Moddergat, Lauwersoog en Vierhuizen op de broed- en watervogels in het Lauwersmeer. Sovon-rapport 2013/20. Sovon Vogelonderzoek Nederland, Nijmegen.

Niets uit dit rapport mag worden vermenigvuldigd en/of openbaar gemaakt door middel van druk, fotokopie, microfilm of op welke wijze dan ook, zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van de Nederlandse Aardolie Maatschappij.

ISSN: 1382-6271

Sovon Vogelonderzoek Nederland

Postbus 6521

6503 GA Nijmegen

Tel: 024-7.410.410

E-mail: info@Sovon.nl

Homepage: www.Sovon.nl

Inhoud

Samenvatting	4
1. Inleiding	5
2. Materiaal en methoden	7
2.1. Gegevens	7
broedvogels	7
watervogels	7
slaapplaatsstellingen	8
2.2. Biotische en abiotische factoren	9
Vegetatiestructuur	9
Begrazing	9
Overstromingskans	9
Bodemdaling	11
2.3. Analyses	11
Trendanalyses	11
2.4. Dataselectie	13
Watervogels	13
Broedvogels	14
Statistische analyses	14
2.5. Regressieanalyses met covariabelen	15
Broedvogels	15
Watervogels	16
Slaapplaatsen	17
3. Resultaten	19
3.1. Trendanalyses	19
Broedvogels	19
Watervogels	26
3.1. Regressieanalyses met covariabelen	31
Broedvogelsoortgroepen	31
Broedvogelsoorten	37
Watervogels	39
Slaapplaatsen	43
4. Conclusies	45
4.1. Deelvragen 1 en 2	47
4.2. Deelvraag 3	48
4.3. Deelvraag 4	48
4.4. Hoofdvraag	48
5. Discussie	49
5.1. Resultaten	49
5.2. Methodologie	50
5.3. Effectiviteit en aanbevelingen monitoring	52
Literatuur	55
Bijlagen	
Bijlage 1	
Bijlage 2	
A Soortgroepen broedvogels	
B Soorten broedvogels	
C Soorten watervogels	

Samenvatting

Sinds 2007 wordt er gas gewonnen uit de gasvelden Moddergat, Lauwersoog en Vierhuizen. De NAM werd onder voorwaarden een vergunning verleend op grond van de Natuurbeschermingswet. In 2012 vinden deze nieuwe winningen reeds 6 jaar plaats, tijd voor een uitgebreide evaluatie. Hierbij worden de tot dan toe verzamelde gegevens geanalyseerd, met als belangrijkste doel het achterhalen van eventuele effecten van de nieuwe gaswinning en de daarmee gepaard gaande bodemdaling op de vogelbevolking van het Lauwersmeer. Daarnaast wil de auditcommissie graag weten of de huidige opzet van de monitoring volstaat om eventuele effecten aan te kunnen tonen. Onderhavig rapport beschrijft de resultaten van deze analyses en evaluatie voor het Lauwersmeer.

Er zijn twee verschillende soorten analyses uitgevoerd; 1) trendanalyses van water- en broedvogelgegevens, waarbij de trends uit de periode voor en na de start van de nieuwe gaswinningen in het Lauwersmeer en in referentiegebieden met elkaar worden vergeleken (toetsing van interactieterm gebied.jaar.voorna), en 2) regressieanalyses met water- en broedvogelgegevens en gegevens van slaapplekken uit de periode 2007-2012 waarin het effect van bodemdaling op de trends in deelgebieden in het Lauwersmeer wordt bepaald, al dan niet gecorrigeerd voor effecten van vegetatiestructuur en begrazing (toetsing van de interactieterm bodemdaling.jaar).

De analyses met covariabelen laten bij enkele vogelsoorten een correlatie zien tussen de mate van bodemdaling en de trends. Bij de broedvogels lijkt dit verband vrijwel zonder uitzondering negatief (hoewel vaak niet significant). Bij watervogels en slaappleksoorten worden naast negatieve ook positieve effecten van bodemdaling aangetroffen. Tegelijkertijd laten de trendanalyses geen alarmerende resultaten zien, voor watervogels noch broedvogels. Dit lijkt erop te duiden dat de trends van de meeste vogels in het Lauwersmeer als geheel niet in negatieve zin afwijken van andere vergelijkbare gebieden, maar dat sommige (broed)vogelsoorten binnen het Lauwersmeer de plekken opzoeken met de minste bodemdaling. Een negatief effect van bodemdaling door de nieuwe winningen is moeilijk te verklaren, aangezien er geen effecten op de vegetatie zijn aangetroffen en de bodemdaling in de periode 2007-2012 vooralsnog geen zichtbare consequenties

heeft gehad voor de maaiveldhoogte (Bijkerk *et al.*, 2013). Het is echter mogelijk dat de oude gaswinningen bij Anjum, Ezumazijl en Munnekezijl, die reeds sinds de jaren '90 plaatsvinden en een sterkere daling veroorzaken dan de nieuwe winningen, de trends beïnvloeden (zie discussie).

Op grond van deze resultaten kan een negatief effect van de gaswinningen op de trends van vogels van het Lauwersmeer vooralsnog niet worden uitgesloten. Hierbij dient echter wel vermeld te worden dat in de analyses geen rekening is gehouden met temporele en ruimtelijke afhankelijkheid in de data, heterogeniteit in de variantie en met het feit dat dezelfde analyses bij meerdere soorten en soortgroepen zijn uitgevoerd. Hierdoor neemt de kans op een significant resultaat toe. Het verdient daarom aanbeveling bij enkele soorten nader uit te zoeken of de gevonden negatieve correlaties werkelijk worden veroorzaakt door bodemdaling.

Op grond van de hier uitgevoerde analyses wordt geconcludeerd dat de huidige monitoring van broeden watervogels kan worden gebruikt om een vinger aan de pols te houden voor ontwikkelingen binnen het Lauwersmeer. De monitoring en de statistische analyses kunnen verder worden verbeterd door:

- de mogelijke mechanismen van effecten van bodemdaling op trends nader te onderzoeken; dit kan bijvoorbeeld door nesten van grondbroeders op te sporen en nesthoogtes en overstromingsrisico te bepalen, zoals op de kwelders in het Waddenzeegebied wordt gedaan, door slaapplekken in te tekenen en informatie over de waterdiepte in het Lauwersmeer te verzamelen en/of door het voorkomen en de diepte van Schedefonteinkruid te meten
- in de toekomst de watervogeltelgebieden op te splitsen in meerdere kleinere telgebieden, waardoor de toekenning van de covariabelen (bodemdaling, begrazing en vegetatiestructuur) nauwkeuriger kan worden uitgevoerd en een relatie met de aantallen sneller kan worden aangetoond
- de analyses uit te voeren met de start van de gaswinningen bij Anjum, Ezumakeeg en Munnekezijl als startpunt/knikpunt in plaats van de start van de nieuwe winningen
- ruimtelijke en temporele autocorrelatie mee te nemen in de analyses

1. Inleiding

De Nederlandse Aardolie Maatschappij (NAM) wint sinds 2007 aardgas uit de velden Moddergat, Lauwersoog en Vierhuizen. Dit zorgt voor bodemdaling in het Lauwersmeer en de Waddenzee. Daarnaast vinden in het Lauwersmeer reeds sinds 1995 winningen plaats in de velden Anjum, Munnekeziel en Ezumazijl, die al langer voor bodemdaling zorgen. De natuur in het Waddengebied wordt onder meer beschermd door de Conventie van Ramsar voor de bescherming van wetlands en door Europese richtlijnen. De duinen van Texel, het eiland Schiermonnikoog en het Lauwersmeer zijn aangewezen als nationaal park. Daarnaast staat de Waddenzee op de Wereldnatuurerfgoedlijst van de Unesco. Zowel de Waddenzee als het Lauwersmeer zijn bovendien belangrijke vogelgebieden die op grond van de Vogel- en Habitatrichtlijn zijn aangewezen als Speciale Beschermingszone (SBZ). De bescherming wordt geregeld via de Natuurbeschermingswet. De NAM is onder voorwaarden een vergunning verleend op grond van de Natuurbeschermingswet. Hiervoor worden met behulp van metingen de bodemdalingsprognoses gecontroleerd. Daarnaast worden via monitoring de ontwikkelingen in de vegetatie en de vogelbevolking bijgehouden. Een en ander is vastgelegd in het monitoringprogramma dat is goedgekeurd door de overheid (Meet & Regelprotocol en Monitoringprogramma 2007-2012). Als blijkt dat de nieuwe gaswinning een negatief effect heeft op de vogelsoorten uit de Waddenzee en het Lauwersmeer, dan kan de NAM verplicht worden de winning te temperen.

In 2012 vinden de nieuwe winningen reeds 6 jaar plaats, tijd voor een uitgebreide evaluatie. Hierbij worden de tot dan toe verzamelde gegevens geanalyseerd, met als belangrijkste doel het achterhalen van eventuele effecten van de nieuwe gaswinning en de daarmee gepaard gaande bodemdaling op de vogelbevolking van het Lauwersmeer. Daarnaast wil de auditcommissie graag weten of de huidige opzet van de monitoring volstaat om eventuele effecten aan te kunnen tonen. Onderhavig rapport beschrijft de resultaten van deze analyses en evaluatie voor het Lauwersmeer. De resultaten voor de Waddenzee worden in de rapporten van Roodbergen *et al.* (2013) en Ens *et al.* (2013) behandeld.

Vraagstelling

Met behulp van de uitgevoerde monitoring van vogelaantallen in het Lauwersmeer is getracht antwoord te geven op de vraag

‘Heeft de nieuwe aardgaswinning in het Lauwersmeer een negatief effect op de vogels die van het gebied gebruik maken?’

Deze vraag is opgesplitst in vier deelvragen:

1. Wijken de trends van vogelsoorten in het Lauwersmeer af van die in de referentiegebieden? Zo ja, verschilt deze afwijking tussen soorten die op grond van hun biotoopeisen naar verwachting gevoelig zullen zijn voor veranderingen van het waterpeil en soorten die hier niet gevoelig voor zijn?
2. Verschillen de trends van broed- en watervogelsoorten ná de start van de nieuwe gaswinning (2007) van de trends vóór de start van de gaswinning? Zo ja, zijn deze verschillen vergelijkbaar voor soorten die op grond van hun biotoopeisen naar verwachting gevoelig zullen zijn voor veranderingen van het waterpeil en voor soorten die hier niet gevoelig voor zijn?
3. Is de tot 2012 ‘gerealiseerde’ bodemdaling in verschillende deelgebieden binnen het Lauwersmeer van invloed op de trends uit de gegevens van de broed- en watervogeltellingen in de periode met bodemdaling door de nieuwe gaswinningen (2007-2012)?
4. Zijn de trends van steltlopers, ganzen, zwanen en sterns op slaapplaatsen in de periode 2007-2012 gecorreleerd aan de mate van bodemdaling?

In de oorspronkelijke opzet was er nog een vijfde deelvraag:

5. Is de mate van cumulatieve jaarlijkse bodemdaling in verschillende deelgebieden binnen het Lauwersmeer van invloed op de jaarlijkse dichtheden van de meetsoorten in de gehele meetperiode (≤ 2012)?

Aangezien er geen gedetailleerde gegevens beschikbaar zijn van de jaarlijkse bodemdaling, konden de benodigde analyses voor deelvraag 5 echter niet worden uitgevoerd.

Tot slot wil de auditcommissie graag weten of de huidige opzet van de monitoring in het Lauwersmeer afdoende is om eventuele (negatieve) effecten aan te kunnen tonen. Hier zal in de discussie van de resultaten nader op in worden gegaan.

2. Materiaal en methoden

In dit hoofdstuk worden eerst de verzamelde gegevens besproken. Dan volgt een beschrijving van de uitgevoerde analyses. Hierbij komen eerst de analyses aan bod die zijn gebruikt om de eerste twee deelvragen te beantwoorden; in het vervolg de 'trendanalyses' genoemd. Dan wordt een beschrijving gegeven van de GIS-bewerkingen en statistische analyses die zijn gebruikt om deelvragen 3 en 4 te kunnen beantwoorden; in het vervolg de 'regressieanalyses met covariabelen' genoemd.

2.1. Gegevens

Broedvogels

De monitoring van broedvogels in het Lauwersmeer loopt al meer dan 40 jaar. In de periode 1981-1998 werd deze uitgevoerd door Rijkswaterstaat en vrijwilligers van onder andere de Rijksuniversiteit Groningen (Zijlstra et al., 1996). Sinds 1999 is de monitoring uitgebreid en wordt deze uitgevoerd door professionele veldmedewerkers van Sovon in opdracht van Staatsbosbeheer (Jager & Kleefstra, 1999; Kleefstra & Jager, 2000; Boer & Kleefstra,

2002; Boer & Kleefstra, 2003; Boer & Kleefstra, 2004; Kleefstra & de Boer, 2005; Kleefstra & de Boer, 2006; Kleefstra & de Boer, 2007; Kleefstra & de Boer, 2008; Kleefstra & de Boer, 2009; Kleefstra & de Boer, 2010; Kleefstra & de Boer, 2011; Kleefstra & de Boer, 2012a). De opzet bestaat uit een combinatie van jaarlijkse, gebiedsdekkende inventarisaties van bijzondere en zeldzame soorten ('meetsoorten') en steekproeftellingen van algemene soorten. De basis vormen zeven vaste BMP-proefvlakken die jaarlijks worden geteld (Ezumakeeg-West en -Oost en Pomspterplaat geïnventariseerd sinds 1999, Kollumerwaard sinds 2004, Zoutkamperplaat in 2000, 2006 en jaarlijks sinds 2008, Schildhoek in 1984 t/m 1997, 1999, 2005 en jaarlijks sinds 2008 en Hoek van de Bant in 1998, 2002, 2007 en jaarlijks sinds 2008-2012) en vijf additionele proefvlakken die om de vier jaar worden geïnventariseerd (Senerplaat en Pompsterplaat-grazig geïnventariseerd in 1984-1997, 2002, 2007 en 2011, Zomerhuisjesbos en Zuidelijke Ballastplaat-grazig en -struweel in 2003, 2008 en 2012). Deze 12 proefvlakken (fig. 1) omvatten de variatie in terrein en beheer, zich uitend in vegetatiestructuren. Het gaat daarbij om de inventarisatie van alle soorten volgens de BMP-methode (Van Dijk & Boele, 2011). Daarnaast wordt jaarlijks in principe het hele gebied (dus ook buiten de plots van dat jaar, sinds 2008 ook inclusief enkele lastig te bereiken eilanden) geïnventariseerd op een vaste selectie van 87 bijzondere soorten: de 'meetsoorten' (Natura 2000 soorten, Rode Lijst soorten, kolonievogels, zeldzame broedvogels, dagroofvogels en Grauwe Gans, Scholekster, zie Appendix 1 voor de volledige lijst). Er wordt uitsluitend gewerkt volgens de 'territoriumkarteringsmethode'. Hierbij worden meerdere bezoeken aan het gebied gebracht in de periode eind maart – begin juli en worden waarnemingen met broedcode op kaart ingetekend. Vervolgens worden de cumulatieve waarnemingen geïnterpreteerd volgens de richtlijnen van het Broedvogel Monitoring Project (Van Dijk & Boele, 2011). Zie voor een uitgebreidere beschrijving van de gehanteerde telmethodiek de broedvogelrapportages van het Lauwersmeer (o.a. Kleefstra & de Boer, 2012a).

Watervogels

Inmiddels ligt er een lange telreeks van niet-broedende watervogels in het Lauwersmeer: in 1971 is gestart met de gebiedsdekkende vogeltellingen onder auspiciën van Rijkswaterstaat. Met name vanaf het seizoen 1980/81 zijn langjarige reeksen van maan-

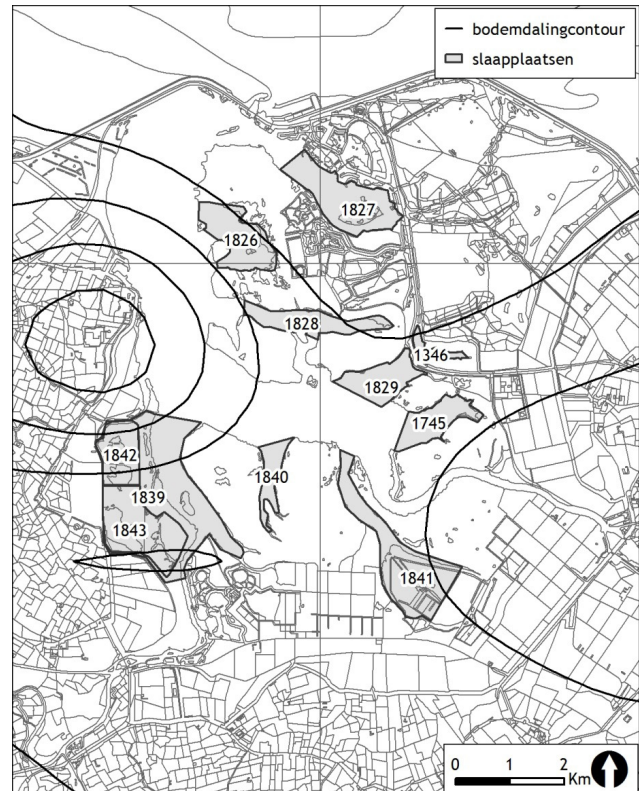


Figuur 1. Ligging van de vaste en additionele BMP-proefvlakken (donkergrijs) in het Lauwersmeergebied (lichtgrijs).



Figuur 2. Ligging van de watervogeltelgebieden in het Lauwersmeergebied (Kleefstra *et al.*, 2011). Het gebied binnen de blauwe begrenzing betreft het Natura 2000-gebied.

delijkse tellingen opgebouwd. Vaak zijn echter niet alle tellingen beschikbaar in de landelijke watervogel-database en varieert het startjaar van de lange termijntrends per soort (Kleefstra *et al.*, 2009). Sinds januari 1997 worden de maandelijkse tellingen gecoördineerd door Staatsbosbeheer. Het Lauwersmeergebied is verdeeld in 17 telgebieden (fig. 2). De tellingen richten zich op alle watervogelsoorten (duikers, reigers, *Anatidae*, steltlopers, meeuwen, sterns), roofvogels en kraaiachtigen (Willems, 2007). Hieronder vallen alle watervogels waarvoor in het kader van de Vogelrichtlijn instandhoudingsdoelstellingen zijn geformuleerd voor het Lauwersmeer (zie voor de volledige lijst Roodbergen, 2008). De landelijke watervogeldatabase bestaat uit tellingen die zijn uitgevoerd met een vaste systematiek en een jaarlijks vergelijkbare telinspanning. Het telprogramma bestaat uit verschillende onderdelen, elk met hun eigen aanpak en dekking van telgebieden (Hustings *et al.* 2008). De watervogeltellingen resulteren in soortspecifieke gegevens over aantallen individuen per telgebied, maand en jaar. Omdat de maandelijkse aantallen niet onafhankelijk zijn van elkaar werd bij de statistische analyses gerekend met seizoensgemiddelden, waarbij een seizoen loopt van juli van jaar 1 t/m juni van jaar 2.



Figuur 3. Ligging van de onderzochte slaapplaatsen in het Lauwersmeergebied. Gebiednummers 1839 (Ezumakeeg), 1827 (Nieuwe Robbengat), 1828 (Oude Robbengat), 1829 en 1326 (Vlinderbalg) en 1841 (Kollumerwaard) betreffen slaapplaatsen van alleen ganzen en zwanen. Gebieden met nummers 1842 (Ezumakeeg-Noord) en 1843 (Ezumakeeg-Zuid) betreffen slaapplaatsen van alleen steltlopers en sterns. In gebieden met nummers 1826 (Achter de Zwarten) en 1745 (Jaap Deensgat) bevinden zich slaapplaatsen van zowel ganzen en zwanen als steltlopers en sterns.

Slaapplaatsstellingen

In het seizoen 2007/2008 is gestart met slaapplaatsmonitoring in het Lauwersmeergebied (fig. 3) in relatie tot de nieuwe aardgaswinning onder het Lauwersmeer. Door de verwachte bodemdaling zal bij een ongewijzigd peilregime het areaal geïnundeerd gebied toenemen, alsook de inundatiehoogte/ waterdiepte. Dit kan effecten hebben op watervogels die op of in ondiep water aanwezig zijn. Ondiep water heeft in het Lauwersmeergebied een belangrijke functie voor tal van soorten waarvoor het gebied gekwalificeerd is als Vogelrichtlijngebied (slaapplaatsen worden expliciet genoemd in het aanwijzingsbesluit). Vaak zijn dit soorten waarvoor watervogeltellingen overdag tekort schieten en juist slaapplaatsstellingen de methode zijn om aantallen in kaart te brengen en trendmatige veranderingen te signaleren, zoals in het geval van ganzen, enkele

steltlopers (o.a. Kempphaan, Grutto en Wulp) en sterns (Reuzenster). De slaapplaatsen worden tweewekelijks geteld. Omdat de tweewekelijkse en maandelijkse aantallen niet onafhankelijk zijn van elkaar werd bij de statistische analyses gerekend met seizoensgemiddelden, door eerst een maandgemiddelde en dan een seizoensgemiddelde te berekenen. Voor de steltlopers werden hierbij alleen de aantallen van de maanden september en oktober van jaar 1 en februari t/m juni van jaar 2 genomen, voor ganzen en zwanen van de maanden september, oktober, december (jaar 1) en januari t/m maart (jaar 2), omdat deze maanden voor deze soorten in alle jaren en plots zijn geteld.

2.2. Biotische en abiotische factoren

Vegetatiestructuur

In het kader van de 'effectmonitoring aardgaswinning Lauwersmeer' zijn door Altenburg & Wymenga ecologisch onderzoek (A&W) vlakdekkende gegevens verzameld over de vegetatiestructuur. De vegetatiestructuur is voor het hele gebied bepaald door middel van luchtfoto-interpretatie en gerichte controle in het veld in de jaren 2005 (uitgangssituatie), 2008 en 2012 (Bijkerk *et al.*, 2013). De kwalitatief beste

kaart is de kaart uit 2012 (mond. meded. W.Bijkerk). De oorspronkelijke indeling van vegetatiestructuur bestond uit zeven klassen. Om het aantal variabelen te beperken is open struweel samengevoegd met dicht struweel en zilte pioniervegetatie (klein oppervlak) met open grasland (tabel 1 en figuur 4). Daar waar de vegetatiestructuur onbekend was, werd handmatig, met behulp van de topografische kaart en nabijgelegen vegetatiestructuren, een klasse toegekend (in totaal 418 ha).

Begrazing

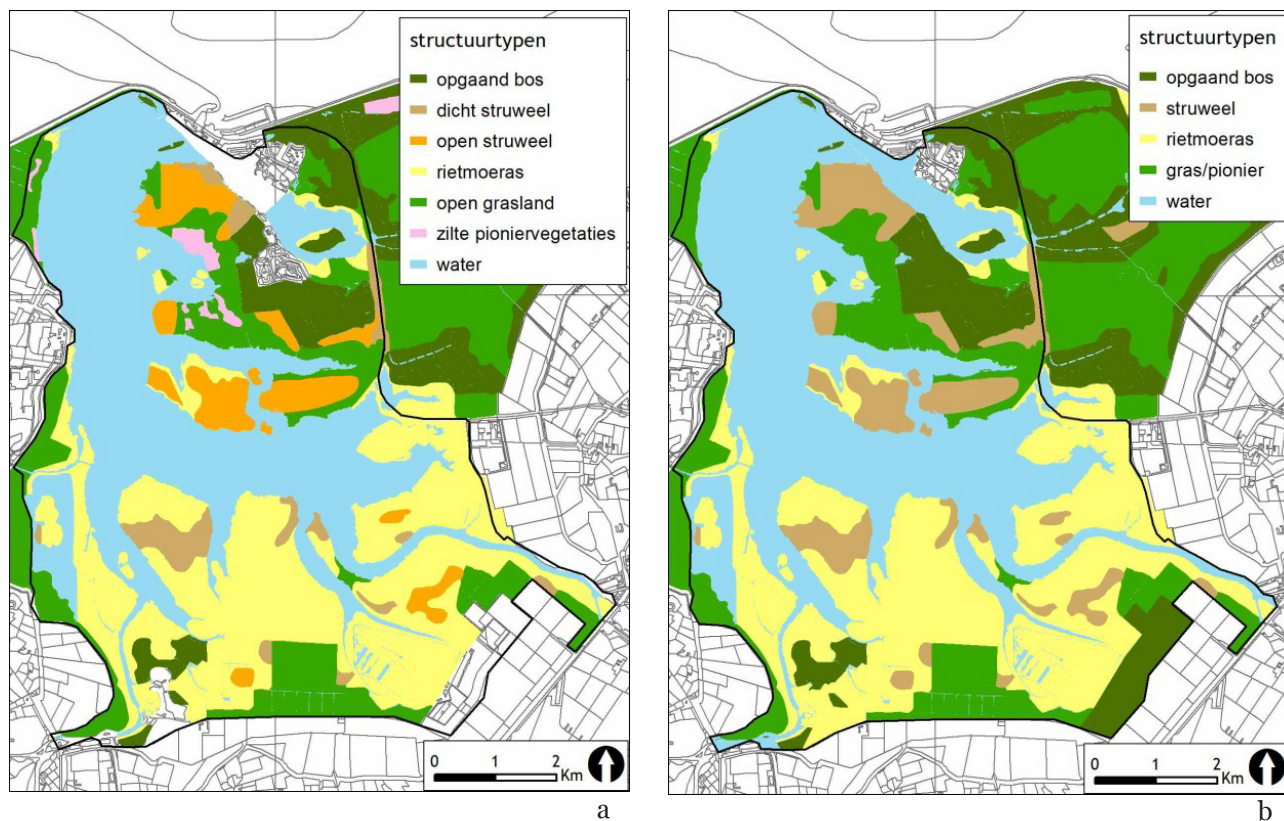
Gegevens over het gevoerde begrazingsbeheer werden opgevraagd bij Staatsbosbeheer (Kleefstra & de Boer, 2012a). De beschrijvingen van het gevoerde beheer zijn zoveel mogelijk gekwantificeerd. Hierbij is per type vee (runderen of paarden) berekend wat de gemiddelde veedichtheid per begrazingsgebied is en of het om periodieke of jaarrondbegrazing gaat. Om het aantal variabelen te beperken is echter alleen gewerkt met wel of geen begrazing (figuur 5).

Overstromingskans

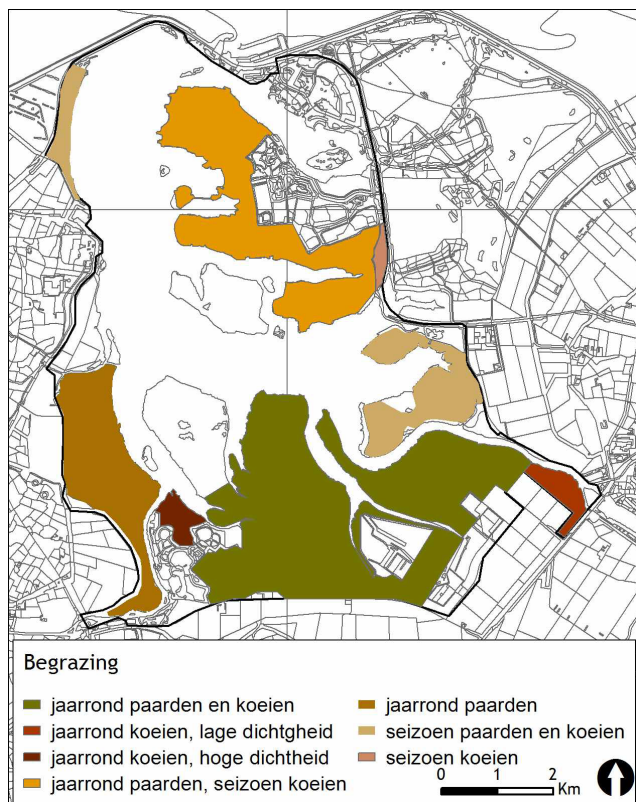
Met behulp van het oppervlaktewaterpijl in de maanden april-juli van de jaren 2002-2012 (Waterschap Noorderzijlvest) en een hoogtekaart van het gebied werd door A&W de gemiddelde overstro-

Tabel 1. Indeling van vegetatiestructuur in oorspronkelijke en nieuwe klassen, met bijbehorend oppervlak. Zie ook figuur 4.

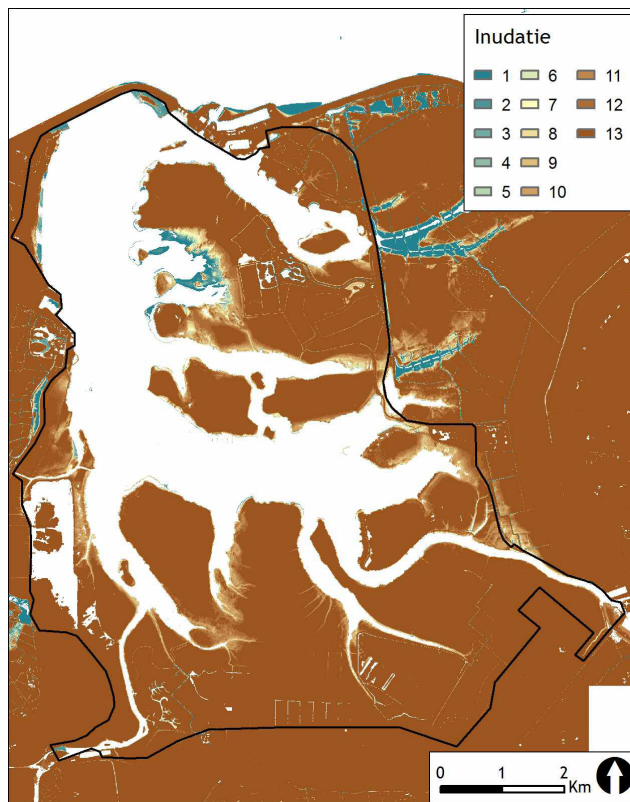
Oude klasse	Opp (ha)	Beschrijving	Nieuwe klasse	Opp (ha)
Onbekend	417,94	nvt	nvt	nvt
Opgaand bos	360,37	voornamelijk bosaanplant en hoger opgaande begroeiingen van Schietwilg	Opgaand bos	575,64
Dicht struweel	182,78	dichte kruipwilgstruwelen, struwelen van smalbladige wilgen	Struweel	564,20
Open struweel	381,44	voornamelijk complexen van kruipwilgstruwelen met schrale graslandvegetaties en complexen van grauwe wilgstruwelen of struweel met smalbladige wilgen met rietruigten of vochtige voedselrijke graslanden		
Rietmoeras	1.818,59	vochtige ruigten met een aspect van Riet, deels rietvegetaties uit de moerasreeks en deels vochtige graslanden met een aspect van Riet	Rietmoeras	1.859,18
Open grasland	802,07	schralere en voedselrijkere graslanden, waaronder ook vochtige tot natte overstromingsgraslanden	Open grasland	862,10
Zilte pioniervegetatie	51,72	de zoute pioniervegetaties met Zeekraal, Schorrekruid en Gewoon kweldergras en graslanden met veel open grond en vegetaties met Zilte rus		
Water	2.342,12	kleinere oppervlakten open water en eventueel waterplantenvegetaties	Water	2.442,52



Figuur 4. De oude (a) en nieuwe (b) klassenindeling van vegetatiestructuren in het Lauwersmeer.



Figuur 5. De gebieden waar begrazing plaatsvindt binnen het Lauwersmeer.



Figuur 6. De inundatiekansen in het Lauwersmeer tijdens het broedseizoen. 1: 100%, 2: 95%, 3: 75%, 4: 50%, 5: 25%, 6: 10%, 7: 5%, 8: 3%, 9: 2%, 10: 1%, 11: 0,5%, 12: 0,25%, 13: 0%.

Tabel 2. Indeling van overstromingskans tijdens het broedseizoen (april-juli) in oorspronkelijke en nieuwe klassen, met bijbehorend oppervlak.

Oude klasse	Oppervlak (ha)	Nieuwe klasse	Oppervlak (ha)	Aantal vogels (2007-2012)
0%	3280,83	0%	3280,83	9920
0,25%	178,06			
0,5%	124,01			
1%	123,37			
2%	91,04			
3%	40,65			
5%	22,91			
10%	20,29	0,25-100%	694,24	176
25%	11,33			
50%	10,17			
75%	13,12			
95%	24,41			
100%	34,86			
water	2381,95	water	2381,95	587

gingskans over het hele jaar en over het broedseizoen per 5 x 5 m gridcel berekend (Bijkerk *et al.*, 2013, fig. 6). De oorspronkelijke klassen waarin de overstromingskans is ingedeeld zijn samengevoegd tot nieuwe klassen, om per klasse voldoende grote oppervlakken te verkrijgen. Dit bleek echter lastig aangezien het overgrote deel van het oppervlak wordt ingenomen door klasse 0% (permanent droog land) en klasse permanent water, samen bijna 90% van het oppervlak. Alle tussenliggende klassen beslaan dus slechts een klein oppervlak. Hoewel de overstromingskans van invloed kan zijn op het voorkomen van vogels en mogelijk beïnvloed wordt door bodemdaling, zijn de variatie in deze variabele en de aantallen vogels per categorie te klein om deze mee te kunnen nemen in de modellen die de aantallen vogels verklaren (tabel 2).

Bodemdaling

De bodemdaling is gemeten en gemodelleerd door de NAM. Hierbij zijn kaarten met bodemdalingcontouren gemaakt voor 2007 en 2012, alsook een ver-

schilkaart die de totale bodemdaling weergeeft vanaf 2007 (fig. 7, NAM 2013). De bodemdaling is gegeven in klassen van steeds één centimeter (tabel 3).

2.3. Analyses

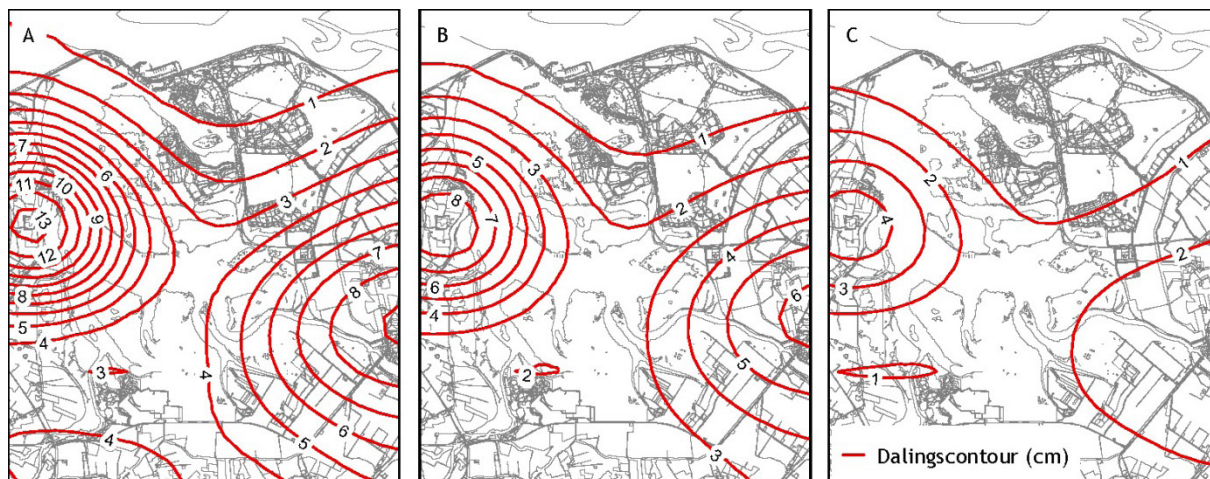
Trendanalyses

Binnen het Lauwersmeergebied zijn geen referentiegebieden aanwezig, aangezien het gehele gebied aan bodemdaling onderhevig is. Voor deze analyses werd daarom gebruik gemaakt van referentiegebieden buiten het Lauwersmeergebied. Voor de broedvogels waren dit IJsselmeer (incl Oostvaardersplassen), Delta en Biesbos; voor de watervogels IJsselmeer, Markermeer, Lepelaarplassen, Oostvaardersplassen, Hollands Diep en Volkerakmeer (fig. 8). Deze gebieden komen het meest overeen met het onderzoeksgebied (rietmoeras, begrazing, brak/zoet, Beemster & Bijkerk, 2005) en hiervan zijn langjarige meetreeksen beschikbaar, vooral voor watervogels en in mindere mate ook voor broedvogels. Trends van de broed- en watervogels in deze gebieden in de periode vóór en ná de start van de aardgaswinning werden vergeleken met trends in het Lauwersmeer in dezelfde twee periodes. Omdat telplots binnen een gebied echter niet onafhankelijk zijn van elkaar werd het aantal getelde vogels/territoria in de telplots per jaar gemiddeld per gebied.

Gegevens van watervogels zijn vanaf 1992/1993 tot en met 2010/2011 digitaal beschikbaar. Dit is een periode van 19 jaar. In een dergelijke lange periode

Tabel 3. Indeling van bodemdaling in klassen met bijbehorend oppervlak.

Bodemdaling-klasse (cm)	Oppervlak (ha)
0-1	1321,30
1-2	3400,44
2-3	1236,93
3-4	329,72
4-5	68,63



Figuur 7. Totale bodemdaling in cm tot 2012 (a), tot 2007 (b) en de bodemdaling die in de periode 2007-2012 heeft plaatsgevonden (c).



a



b



c

Figuur 8. Ligging van de referentiegebieden (BMP-plots) die beschikbaar waren voor de trendanalyses van broedvogels. a) BMP-plots in het deltagebied, b) BMP-plots in de Biesbos en c) BMP-plots in het IJsselmeergebied. Niet alle BMP-plots konden worden gebruikt voor de analyses in verband met ontbrekende tellingen. De plots die in de analyses konden worden meegenomen zijn: Delta: 1092, 1422, 1993, 2289, 3988, 3989, 3996, 3997, 90044, 90046, 90049, 90051, 90220, 90231, 90232, 90273, 90321, 90480, 90518, 90553, 1999, 3606, 4454; Biesbos: 425, 426, 480; IJsselmeer: 1999, 3606, 4454.

is de kans groot dat het aantalsverloop niet lineair is, waardoor het lineaire model het aantalsverloop minder goed 'volgt'. Het is dan moeilijker om aantalsveranderingen statistisch aan te tonen, waardoor de *power* laag is (Wiersma *et al.*, 2009). Als aantallen niet lineair verliepen, maar bijvoorbeeld eerst waren toegenomen en daarna afgenomen, werd daarom alleen de meest recente reeks van aaneengesloten jaren geselecteerd die wel een lineair verloop liet zien. Voorafgaand aan de analyses werd dit voor de water-

vogels visueel beoordeeld. Dit is gedaan aan de hand van de figuren van de trends in het Lauwersmeer en in de referentiegebieden. Hierbij zijn eerst ontbrekende tellingen 'bijgeschat' (zie bijv. Hornman *et al.*, 2013), om te voorkomen dat variatie in telinspanning doorklinkt in de aantalsontwikkeling.

Vervolgens is aan de hand van de figuren bepaald vanaf wanneer de trends in zowel het Lauwersmeer als de referentiegebieden redelijk lineair verlopen. Voor de broedvogels zijn minder data beschikbaar omdat veel plots niet jaarlijks worden geteld en is de periode waarover data beschikbaar zijn korter: 1999-2011, waarbij 2001 niet of nauwelijks is geteld in verband met MKZ. Omdat trends in een lange periode vaak niet-lineair verlopen en vanwege het MKZ-jaar, is bij de broedvogels steeds gerekend met de periode 2002-2011, tenzij ontbrekende tellingen dit niet toelieten (zoals in de Biesbos en het IJsselmeer, zie paragraaf over datasetselectie).

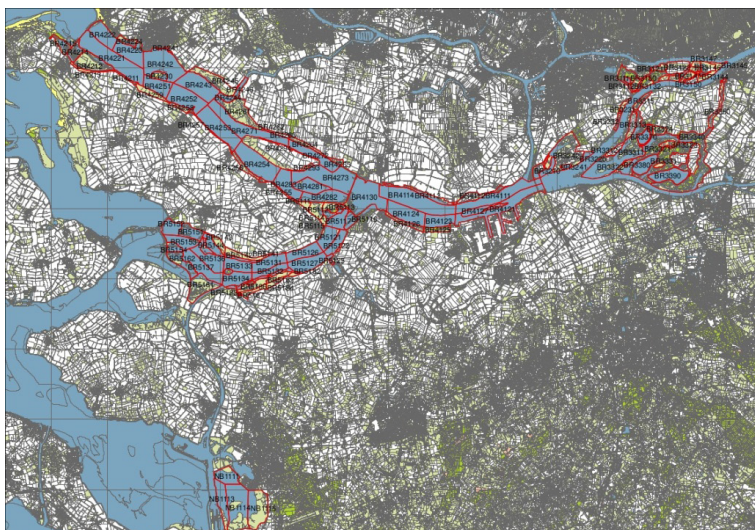
2.4. Datasetselectie

Watervogels

Om het effect van nieuwe gaswinning te toetsen is eerst een soort- en gebiedselectie uitgevoerd. Bij de analyses wordt het gehele Lauwersmeer beschouwd als gebied met bodemdaling en worden de gebieden buiten het Lauwersmeer beschouwd als referentiegebieden. De ligging van de watervogeltelgebieden is te zien in figuur 9. Verder werden dezelfde selectiecriteria voor gebieden gehanteerd als bij de analyses van gegevens uit de Waddenzee (o.a. Wiersma *et al.*, 2010).



a



b

Figuur 9. Ligging van de referentiegebieden (watervogeltelgebieden) die gebruikt zijn in de trendanalyses van watervogeltelgebieden. A) watervogeltelgebieden in het IJsselmeer, b) watervogeltelgebieden in het deltagebied en de Biesbos.

Tabel 4. Het aantal jaren waarin gemiddelden voor watervogels voor het hele gebied konden worden berekend. Per soort kan het aantal jaren echter variëren, aangezien sommige soorten in sommige plots niet of nauwelijks voorkomen.

Gebied	Aantal Jaren
Lauwersmeer	12
Haringvliet	5
HollandsDiep	11
IJsselmeer	18
Lepelaarplassen	14
Markermeer	19
Oostvaardersplassen	19
Volkerakmeer	5

Voor de watervogels zijn deze:

- Per soort moet het gebied 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 5. In tabel 4 is per gebied aangegeven over hoeveel jaren een gebiedsgemiddelde kon worden berekend.

Broedvogels

Veel BMP-plots worden niet elk jaar geteld. Dit betekent dat er gaten in de data zitten. Omdat gebieden alleen van jaar op jaar vergelijkbaar zijn als steeds over dezelfde set van telplots wordt gemiddeld, kon slechts een beperkte set aan telplots en jaren worden gebruikt (tabel 5). Een plot werd alleen meegenomen bij het berekenen van het gebiedsgemiddelde als er gemiddeld over de jaren minimaal één broedpaar aanwezig was. Per soort kon het aantal beschikbare BMP-plots daardoor variëren (zie resultaten).

Tabel 5a geeft een overzicht van de soorten broeden watervogels die bij de trendanalyses zijn meegenomen en het startjaar voor de analyses. De soorten zijn ingedeeld in soorten waarvan verwacht wordt dat zij gevoelig zullen zijn voor bodemdaling (gevoelig) en waarvan verwacht wordt dat zij hier niet op zullen reageren (ongevoelig). De indeling is gemaakt door de veldmedewerkers Romke Kleefstra en Peter de Boer die over gedegen kennis van soorten uit het Lauwersmeergebied beschikken. Hierbij is uitgegaan van de ecologische vereisten van de soorten (foerageer-, broed- en rusthabitat). In totaal zijn 17 broedvogelsoorten geanalyseerd, waarvan 12 naar verwachting gevoelig en 5 ongevoelig, en 13 soorten

Tabel 5. Aantal BMP-plots per gebied en de jaren waarin deze volledig zijn geteld. Per soort kunnen de aantallen plots echter variëren, aangezien sommige soorten in sommige plots niet of nauwelijks voorkomen. Bij meetsoorten is steeds het totale aantal in het Lauwersmeer genomen. Sommige meetsoorten worden pas sinds 2005 integraal geteld (o.a. Graspieper, Veldleeuwerik, Slob-eend). Deze soorten zijn dan ook pas vanaf 2005 meegenomen.

Gebied	Aantal BMP-plots	Jaren
Lauwersmeer	6	2002-2011
Biesbos	3	2002, 2004-2009, 2011
Delta	20	2002-2011
IJsselmeer	3	2004-2009, 2011

watervogels, waarvan 6 naar verwachting gevoelig en 7 ongevoelig.

Statistische analyses

Bij tellingen wordt in statistische modellen vaak de Poissonverdeling gebruikt. Eerder is echter gebleken dat de telgegevens vaak overdispersie vertonen (Wiersma *et al.*, 2009). Daarom is eerst een quasipoisson verdeling gebruikt, waarmee de mate van overdispersie werd bepaald. Vervolgens is op basis van deze overdispersie gekozen tussen een *Generalised Linear Model* (GLM) met de Poisson-verdeling (overdispersie $\leq 1,3$), quasipoisson-verdeling ($1,3 < \text{overdispersie} \leq 3$) of negatief binomiale verdeling (overdispersie > 3). De afhankelijke variabele was steeds het aantal vogels per gebied (afgerond gebiedsgemiddelde), de verklarende variabelen waren ‘gebied’, ‘jaar’, de periode voor of na de start van de nieuwe winningen (‘voorna’) en alle mogelijke interacties. In formulevorm ziet dit er als volgt uit:

$$\text{Aantal} \sim c + f\text{Gebied} + v\text{Jaar} + f\text{Voorna} + f\text{Gebied.vJaar} + f\text{Gebied.fVoorna} + v\text{Jaar.fVoorna} + f\text{Gebied.vJaar.fVoorna}$$

De toevoeging f staat voor factor en v voor continue variabele. De term ‘Voorna’ duidt op de periode voor (<2007) respectievelijk na (≥ 2007) de start van de nieuwe winningen. In het model wordt met deze term het tijdstip van de trendbreuk (start bodemdaling) geïntroduceerd. Door het model met de 3-wegs interactie ($f\text{Gebied.vJaar.fVoorna}$) te vergelijken met het model zonder 3-wegs interactie (maar met alle andere variabelen en 2-wegs interacties), kan getoetst worden of er een trendbreuk is in 2007 en of dit verschilt tussen het Lauwersmeer en de referentiegebieden. De toetsing is uitgevoerd met het statistische programma R (R Core Team, 2013).

Tabel 5a. Selectie van broedvogels (brv) en watervogels (wavo) die in de trendevaluaties zijn gebruikt, het beginjaar vanaf wanneer trends redelijk lineair verlopen, de methode waarmee ze worden geteld, de verwachte gevoeligheid van de soort (o=ongevoelig, g=gevoelig), of het gaat om een meetsoort en/of een Natura 2000 soort.

Euring	Soort	Startjaar	brv/wavo	Gevoelig	Meetsoort	Natura 2000, watervogel
1610	Grauwe gans	2002	brv	g	x	
1730	Bergeend	2002	brv	o		
1820	Krakeend	2002	brv	g		
1860	Wilde Eend	2002	brv	o		
1940	Slobeend	2002	brv	g	x (2005)	
4560	Kluut	2002	brv	g	x	
4930	Kievit	2002	brv	g		
5460	Tureluur	2002	brv	g	x	
9760	Veldleeuwerik	2002	brv	g	x (2005)	
10110	Graspieper	2002	brv	g	x (2005)	
10660	Winterkoning	2002	brv	o		
11060	Blauwborst	2002	brv	g	x	
12430	Rietzanger	2002	brv	g		
13120	Fitis	2002	brv	o		
13640	Baardman	2002	brv	g	x	
16360	Vink	2002	brv	o		
18770	Rietgors	2002	brv	g		
90	Fuut	1994	wavo	o		x
1520	Knobbelzwaan	1999	wavo	o		
1530	Kleine Zwaan	1992	wavo	g		x
1730	Bergeend	1996	wavo	o		x
1790	Smient	1992	wavo	o		
1940	Slobeend	1992	wavo	o		x
1980	Tafeleend	1992	wavo	g		x
4290	Meerkoet	1996	wavo	g		x
4500	Scholekster	2000	wavo	o		
4560	Kluut	1992	wavo	g		x
4700	Bontbekplevier	1992	wavo	g		x
5820	Kokmeeuw	1992	wavo	o		
5900	Stormmeeuw	1998	wavo	o		

Significante verschillen in trends tussen het Lauwersmeer en de referentiegebieden en tussen de periodes duiden op een mogelijk effect van gaswinning. Om hier meer grip op te krijgen werden vervolgens gedetailleerdere analyses binnen het Lauwersmeer uitgevoerd (zie paragraaf over regressieanalyses met covariabelen).

2.5. Regressieanalyses met covariabelen

Broedvogels

Bij de integrale broedvogelkartering van het Lauwersmeer worden territoria in de vorm van gedigitali-

seerde stippenkaarten opgeslagen. Ook de overige (a)biotische factoren (bodemndaling, vegetatiestructuur en begrazing) worden vlakdekkend gemeten. Dit betekent dat het Lauwersmeer met behulp van een GIS kan worden opgedeeld in min of meer homogene plots voor wat betreft bodemdalingsklasse, begrazing en vegetatiestructuur. Het aantal klassen per variabele is gereduceerd (behalve bij bodemdaling, tabellen 1, 2), zodat er een beperkt aantal voldoende grote 'homogene plots' overbleef, met redelijke aantallen vogels per plot. Hierbij zijn snippers kleiner dan 0,1 ha weggelaten. Vaak waren deze ontstaan doordat de contouren van verschillende GIS-bestanden niet exact overlaptten, of doordat het

in het geval van de vegetatiestructuurkaart om gedigitaliseerde luchtfoto's ging, waarbij diffuse grenzen tussen twee vegetatiestructuren vaak bestaan uit zeer vele kleine eilandjes van de twee structuurtypen.

In deze homogene plots werden de aantallen van de meetsoorten bepaald. Getoetst werd of de bodemdalingsklasse (als continue en als categorische variabele) van invloed was op de trend van deze vogels. Plots met gemiddeld minder dan één vogel van deze soorten in de relevante periode (2007-2012) zijn net als bij de trendanalyses weggelaten, omdat de trends in dergelijke vlakken erg variabel kunnen zijn en omdat deze zeer veel nullen opleveren. Voor de toetsing zijn weer GLMs gebruikt, met de Poisson, quasipoisson of negatief binomiale verdeling, afhankelijk van de overdispersie (zie trendanalyses). Eerst is een model met alleen (homogeen) plot, jaar en de interactie tussen jaar en bodemdaling gerund:

$Aantal \sim c + fPlot + vJaar + vDaling.vJaar$
(daling als continue variabele) en
 $Aantal \sim c + fPlot + vJaar + fDaling.vJaar$
(daling als factor)

Vervolgens werd hetzelfde model gerund met daarnaast ook de interacties van de variabelen vegetatiestructuur en begrazing met jaar, om te corrigeren voor eventuele effecten van deze variabelen op de trends:

$Aantal \sim c + fPlot + vJaar + fVegetatietype.vJaar + fBegrazing.vJaar + fDaling.vJaar$

Hierbij werd eerst met behulp van correlatieplots gekeken in hoeverre deze verklarende variabelen met elkaar correleren (bijlage 2A & B).

Een nadeel van deze analyses is dat het Lauwersmeer een gebied met beperkte omvang is, waardoor het aantal waarnemingen beperkt is, zeker wanneer het gebied wordt opgedeeld in homogene plots. Daarom zijn de broedvogels in eerste instantie ingedeeld in soortgroepen. Hiervoor is de hoofdeling in ecologische soortgroepen uit het Avifauna Informatie en evaluatie Systeem (AVIS) gehanteerd (Sierdsema & Holtland, 1997). Daarnaast zijn twee groepen gemaakt op grond van de verwachte gevoeligheid van soorten voor bodemdaling. De indeling in gevoelig/ongevoelig voor bodemdaling is gemaakt door de veldmedewerkers Romke Kleefstra en Peter de Boer die over gedegen kennis van soorten uit het Lauwersmeergebied beschikken. Hierbij is uitgegaan van de ecologische vereisten van de soorten (foerageer-, broed- en rusthabitat). Onder de naar verwachting gevoelige soorten vallen onder andere

soorten met grondnesten in de oeverzone en vogels die naar voedsel duiken of grondelen. Tot slot is ook de soortgroep 'Vogels van de Blauwe lijst' opgenomen. Deze soortgroep is niet gebaseerd op gemeenschappelijke ecologische vereisten van de soorten, maar op het belang van Nederland (en het Lauwersmeer) voor deze soorten. Onder de Blauwe lijst vallen soorten die op wereldschaal bedreigd zijn, met een overwegend Westpalearctische verspreiding waarvan minstens een kwart van de Noordwest-Europese populatie of de Oost Atlantische trekwegpopulatie in Nederland voorkomt (Osieck & Hustings, 1994).

Bij de 10 meest talrijke soortgroepen en zes meest talrijke soorten is vervolgens het effect van bodemdaling en de overige variabelen op de aantallen en trend getoetst.

Indien de interactie van bodemdaling met jaar significant blijkt, wijst dit op een mogelijk effect van bodemdaling op het aantalsverloop van die soort(groep) in het Lauwersmeer.

Watervogels

Voor watervogels kon deze werkwijze niet worden gevolgd omdat hier de aantallen vogels per telgebied en niet per waarneming zijn opgeslagen. Daarom werden voor de watervogels de telgebieden gekoppeld aan de biotische en abiotische gegevens. Hiertoe werd per telgebied per variabele het oppervlak van elke klasse bepaald. Voor de variabelen begrazing en vegetatiestructuur werd voor een plot de klasse met het grootste oppervlak binnen het plot gehanteerd. Voor de variabele bodemdaling werd een gemiddelde berekend, gewogen naar aandeel oppervlak. Vervolgens werd het gewogen gemiddelde als continue variabele in de modellen meegenomen, of werd deze opnieuw in de bestaande klassen voor bodemdaling ingedeeld en als factor meegenomen. De toetsing is op dezelfde manier uitgevoerd als bij de broedvogels.

Bij de watervogels leveren de getelde aantallen over het algemeen geen beperkingen op, maar wel het beperkte aantal telgebieden, vooral nadat een selectie werd gemaakt op grond van een minimum gemiddeld geteld aantal van vier vogels (over de periode 2007-2012).

In de regressieanalyses met covariabelen zijn alleen de soorten uit de trendanalyses meegenomen die in minstens zeven telgebieden met gemiddeld aantal groter dan vier zijn geteld. Hierdoor vielen de soorten Kleine zwaan (5 gebieden met gemiddeld 3-4 waarnemingen), Scholekster (4 gebieden), Kluut (2 gebieden) en Bontbekplevier (3 gebieden) af.

Slaapplaatsen

Ook de gegevens van de slaapplaattellingen worden per telgebied opgeslagen (4 telgebieden voor steltlopers en sterns, 9 voor ganzen en zwanen, figuur 3). De meeste slaapplaatsen bevinden zich echter op het water, waardoor de variabelen vegetatiestructuur, begrazing en overstromingskans weinig relevant zijn. Bij de analyses van de slaapplaattellingen werden daarom alleen de variabelen telgebied, jaar en de interactie van bodemdaling met jaar in de modellen opgenomen. Bodemdaling werd op dezelfde manier als bij de watervogels aan het telgebied gekoppeld. Per telgebied werd de gemiddelde bodemdaling uitgerekend, gewogen naar het aandeel van het oppervlak van de verschillende dalingsklassen. Vervolgens werd het gewogen gemiddelde als continue variabele in de modellen meegenomen. Bodemdaling werd bij de analyses van de slaapplaatsen niet als factor meegenomen, omdat er dan bij zowel ganzen en zwanen als bij steltlopers en sterns maar twee klassen overbleven (ganzen en zwanen: klassen 0-1cm en 1-2cm; steltlopers en sterns: 1-2cm en 2-3 cm) waarbij één van de twee klassen steeds slechts één slaapplaats betrof. Per soort zijn alleen slaapplaatsen met gemiddeld minimaal vier individuen meegenomen in de analyses en alleen soorten met minimaal drie slaapplaatsen zijn geanalyseerd, waaronder ook de slaapplaats met afwijkende bodemdalingsklasse, om een zo groot mogelijk spreiding in bodemdaling te verkrijgen.

Voor de analyses werden *Generalised Linear Models* (GLM) gebruikt, met wederom de Poisson-, quasi-poisson- of negatief binomiale verdeling, afhankelijk van de mate van overdispersie in de data. Deze werd bepaald aan de hand van het model met bodemdaling als factor en zonder de covariabelen vegetatiestructuur en begrazing.

De volledige modellen zagen er als volgt uit:

$$Aantal \sim c + fGebied + vJaar + vDaling.vJaar$$

(daling als continue variabele) en

$$Aantal \sim c + fGebied + vJaar + fDaling.vJaar$$

(daling als factor)

Alleen soorten met minimaal 3 (steltlopers) of minimaal 4 (ganzen en zwanen) telgebieden met gemiddeld geteld aantal ³ 4 en twee verschillende klassen van bodemdaling zijn meegenomen in de analyses (tabel 6).

Tabel 6. De meest talrijke soorten met het aantal slaapplaatsen (periode 2007-2012), die in de analyses van slaapplaattellingen zijn meegenomen.

Euring	Soort	Aantal slaapplaatsen
1530	Kleine Zwaan	6
1540	Wilde Zwaan	4
1590	Kolgans	8
1610	Grauwe Gans	9
4500	Scholekster	4
4560	Kluut	4
4700	Bontbekplevier	4
4850	Goudplevier	3
4930	Kievit	4
5120	Bonte Strandloper	3
5170	Kemphaan	4
5320	Grutto	4
5410	Wulp	3
5460	Tureluur	4

3. Resultaten

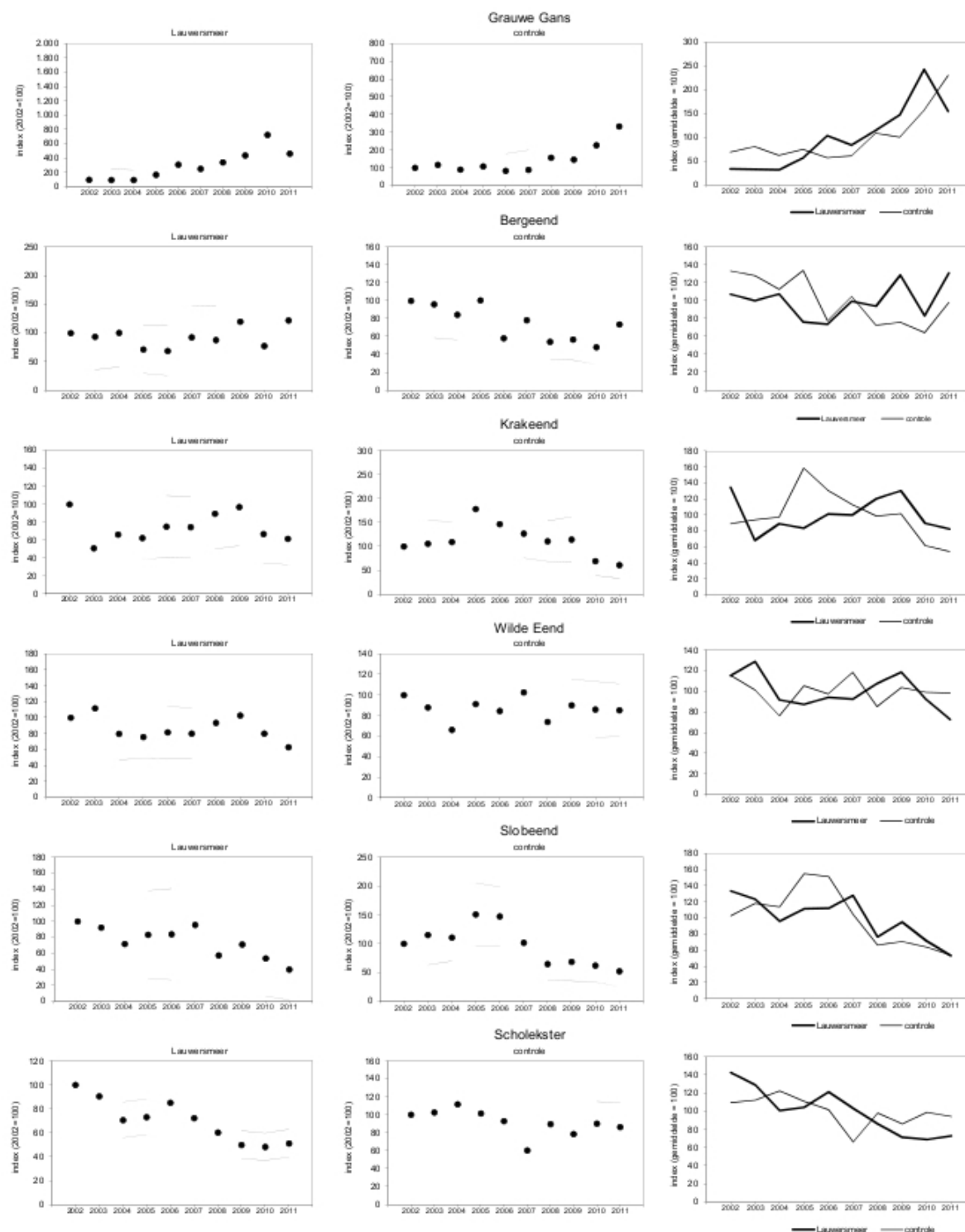
3.1. Trendanalyses

Broedvogels

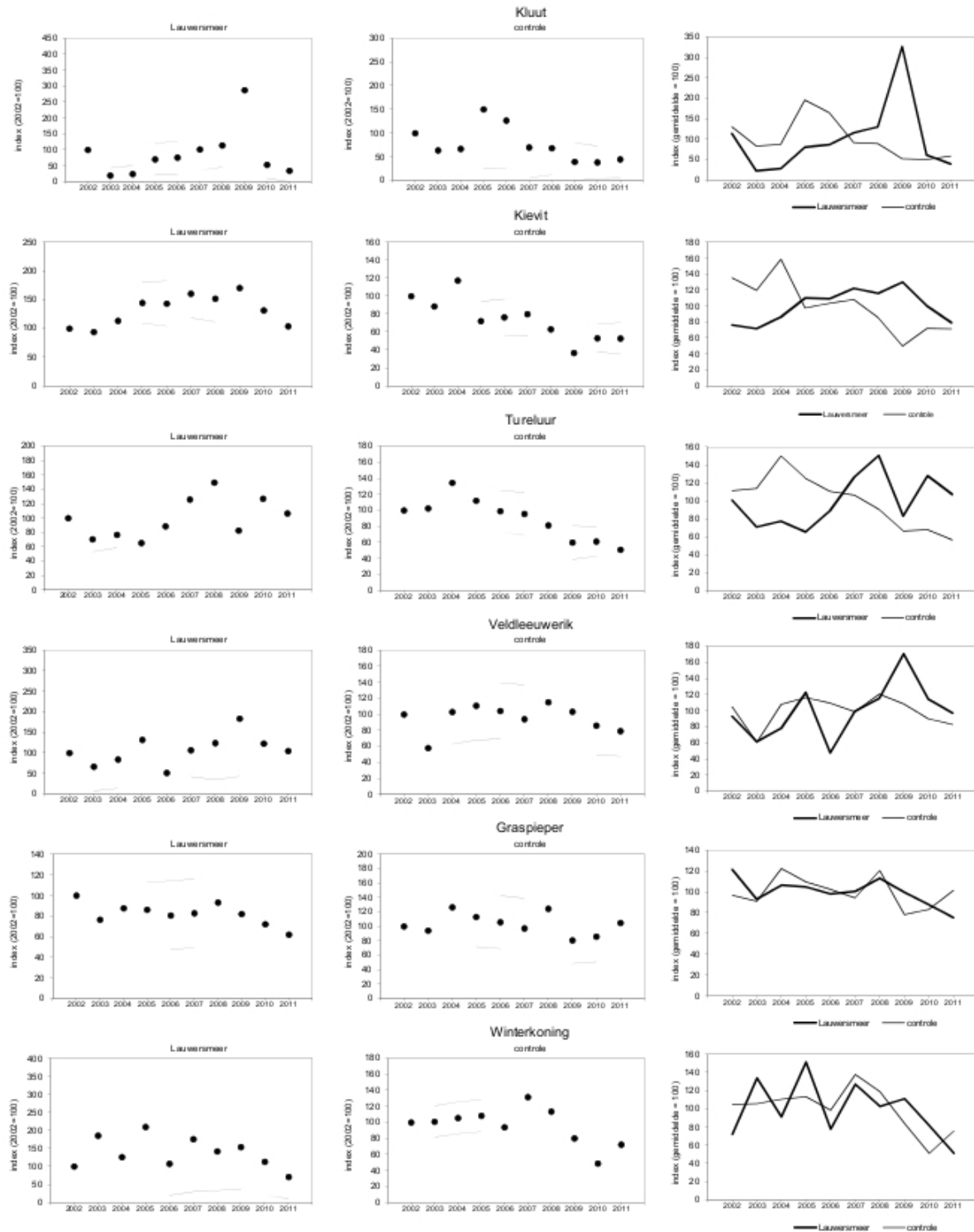
Van de hier behandelde broedvogels zijn de trends grafisch weergegeven in figuren 10 t/m 12. De indexen in deze figuren zijn gebaseerd op de werkelijk getelde aantallen plus de bijgeschatte aantallen. In de linker figuur staan de indexen en trendlijn in het Lauwersmeer (bodemdaling) en in de middelste

figuur in de referentiegebieden (geen 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 samengevat in tabel 7. Ook staan in deze tabel de gemiddelde aantallen (inclusief bijschattingen) per type telgebied (wel of niet met bodemdaling).

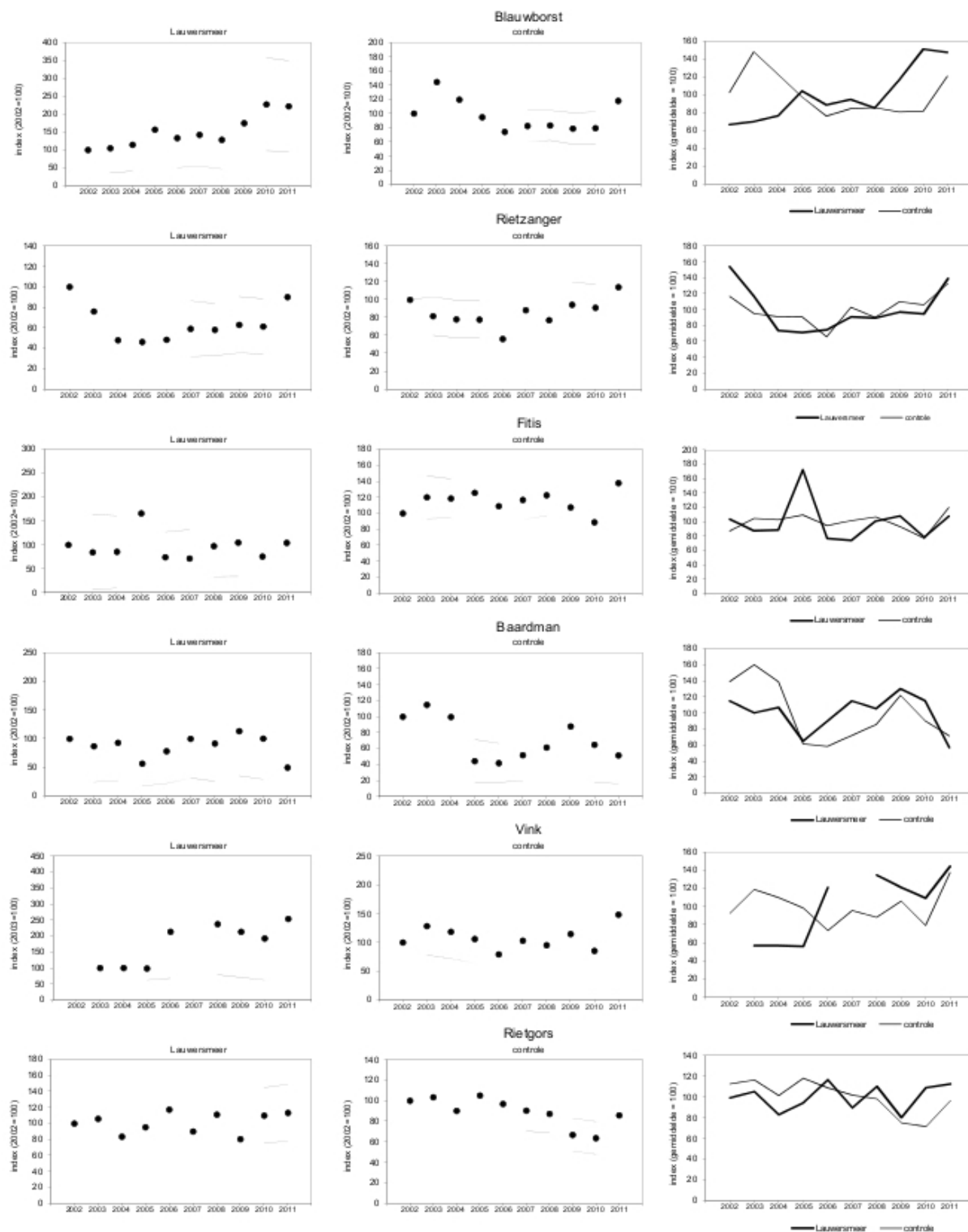
Figuur 10. Aantalsontwikkeling van broedparen, weergegeven als index, van Grauwe gans, Bergeend, Krakeend, Wilde Eend, Slobeend en Scholekster opgesplitst in Lauwersmeer en gebieden zonder bodemdaling door nieuwe gaswinning (controle). De jaarlijkse (gemiddelde) aantalsindex is weergegeven als punt, samen met de met TRIM (Pannekoek & van Strien, 2001) 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 11. Aantalsontwikkeling van broedparen, weergegeven als index, van Kluut, Kievit, Tureluur, Veldleeuwerik, Graspieper en Winterkoning, opgesplitst in Lauwersmeer en gebieden zonder bodemdaling door nieuwe gaswinning (controle). De jaarlijkse (gemiddelde) aantalsindex is weergegeven als punt, samen met de met TRIM (Pannekoek & van Strien, 2001) 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 12. Aantalsontwikkeling van broedparen, weergegeven als index, van Blauwborst, Rietzanger, Fitis, Baardman, Vink en Rietgors opgesplitst in Lauwersmeer en gebieden zonder bodemdaling door nieuwe gaswinning (controle). De jaarlijkse (gemiddelde) aantalsindex is weergegeven als punt, samen met de met TRIM (Pannekoek & van Strien, 2001) 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.



Tabel 7. Het gemiddelde aantal getelde vogels per telling, de gemiddelde trend over de periode 1999 - 2011 en trendclassificatie voor NEM-meetnetten, voor referentiegebieden en het Lauwersmeer. Aantallen gebaseerd op werkelijk getelde aantallen inclusief bijgeschatte aantallen. Trendclassificatie: ++ sterke toename, significante toename >5% per jaar; + matige toename, significante toename maar niet zeker of deze >5% per jaar is; 0 stabiel, geen significante aantalsverandering; - matige afname, significante afname maar niet zeker of deze >5% per jaar is; -- sterke afname, significante afname >5% per jaar; ? onzeker, betrouwbaarheidsinterval te groot voor betrouwbare trendclassificatie.

Euring	Soort	Gemiddeld aantal/jaar		Trend		Classificatie trend	
		Referentie	Lauwersmeer	Referentie	Lauwersmeer	Referentie	Lauwersmeer
1610	Grauwe Gans	532	78	1.19	1.25	++	++
1730	Bergeend	122	17	0.94	1.01	-	0
1820	Krakeend	169	36	0.97	1.00	-	0
1860	Wilde Eend	255	60	0.97	0.97	-	?
1940	Slobeend	92	22	0.90	0.92	--	-
4560	Kluut	146	35	0.92	1.02	-	?
4930	Kievit	359	100	0.91	1.00	--	0
5460	Tureluur	152	58	0.93	1.00	--	0
9760	Veldleeuwerik	128	25	0.98	0.98	0	?
10110	Graspieper	214	56	1.00	0.96	0	-
10660	Winterkoning	405	28	0.96	0.99	-	?
11060	Blauwborst	211	39	0.97	1.06	-	+
12430	Rietzanger	656	210	1.01	0.98	0	?
13120	Fitis	561	92	0.99	1.01	0	0
13640	Baardman	42	43	0.92	0.99	-	?
16360	Vink	69	9	1.02	1.19	0	++
18770	Rietgors	415	117	0.98	0.99	-	0

Tabel 8. Het aantal telplots per gebied, de overdispersie factor in het model met de quasipoisson-verdeling en de gekozen verdeling voor de analyse per broedvogelsoort.

P: Poisson, qP: quasipoisson, NB: negatief binomiaal (met theta, de aggregatieparameter)

Soort	Lauwersmeer	Delta	Biesbos	IJsselmeer	Overdispersie (qP)	Verdeling
Grauwe gans	1	4	2	2	5.13	NB (theta 59.1)
Bergeend	6	5	0	1	1.24	P
Krakeend	6	8	2	1	1.75	qP
Wilde Eend	6	4	3	2	0.64	P
Slobeend	1	6	1	1	0.40	P
Kluut	1	11	0	1	7.26	NB (theta 11.8)
Kievit	5	4	1	1	2.19	qP
Tureluur	1	4	1	1	0.91	P
Veldleeuwerik	1	3	1	0	0.86	P
Graspieper	1	5	1	0	2.14	qP
Winterkoning	4	3	4	1	2.42	qP
Blauwborst	1	4	3	1	0.95	P
Rietzanger	6	4	3	2	1.83	qP
Fitis	5	4	3	1	0.86	P
Baardman	1	0	1	2	2.42	qP
Vink	3	3	2	1	0.62	P
Rietgors	6	4	3	1	0.47	P

De resultaten van de statistische analyses van het effect van gebied op het aantalsverloop van broedvogels zijn samengevat in tabellen 8 t/m 11. Van de 17 geanalyseerde soorten was alleen bij de Grauwe Gans en Kluut de 3-wegs interactie 'gebied.voorna.jaar' significant. Bij de Grauwe Gans was de trend in het Lauwersmeer na de start van de nieuwe winningen minder positief dan in het IJsselmeer, de Biesbos en de Delta, waarbij alleen het verschil met het IJsselmeer significant was. Bij de Kluut was de trend in het Lauwersmeer juist positiever dan in het IJsselmeer en de Delta en waren beide verschillen significant (tabel 11).

Bij de Rietzanger was de 3-wegs interactie net niet significant ($p=0,057$). De trend in het Lauwersmeer was positiever dan in de Biesbos en de Delta, maar negatiever dan in het IJsselmeer. Deze verschillen waren echter niet significant (tabel 10).

Bij 10 van de 17 soorten waren de trends positiever in het Lauwersmeer dan in de andere gebieden in de periode na de start van de nieuwe winningen (Bergeend, Krakeend, Wilde Eend, Kluut, Tureluur, Kievit, Veldleeuwrik, Graspieper, Rietgors en Vink). Bij 5 soorten waren de trends juist negatiever (Fitis, Slobeend, Winterkoning, Baardman en Grauwe Gans). Bij de Blauwborst en Rietzanger lag de trend in het Lauwersmeer tussen die in de andere gebieden in.

Tabel 9. Resultaten van de GLMs met de Poisson-verdeling. In de laatste drie kolommen zijn de resultaten van de χ^2 -test te zien, die toetst of de 3-wegs interactie 'gebied.voorna.jaar' significant is ($p \leq 0,05$). In de eerdere kolommen worden de estimates van de referentiegebieden paarsgewijs vergeleken met de estimate voor het Lauwersmeer (t -test).

Soort	term	estimate	se	t-value	p	d.f.	deviance	p
Blauwborst	Biesbos.na.jaar	0.178	0.177	1.004	0.315	3	1.818	0.611
	Delta.na.jaar	-0.032	0.189	-0.169	0.866			
	IJsselmeer.na.jaar	0.169	0.186	0.909	0.364			
Fitis	Biesbos.na.jaar	0.032	0.171	0.19	0.850	3	0.749	0.862
	Delta.na.jaar	0.108	0.149	0.727	0.467			
	IJsselmeer.na.jaar	0.158	0.311	0.508	0.611			
Bergeend	Delta.na.jaar	-0.175	0.251	-0.696	0.486	2	4.278	0.118
	IJsselmeer.na.jaar	-0.744	0.367	-2.028	0.043			
Wilde Eend	Biesbos.na.jaar	-0.119	0.233	-0.508	0.611	3	0.975	0.807
	Delta.na.jaar	-0.150	0.202	-0.742	0.458			
	IJsselmeer.na.jaar	-0.320	0.386	-0.828	0.408			
Slobeend	Biesbos.na.jaar	0.232	0.510	0.454	0.650	3	0.374	0.946
	Delta.na.jaar	0.177	0.325	0.544	0.587			
	IJsselmeer.na.jaar	0.051	6666.0	0	1.000			
Tureluur	Biesbos.na.jaar	-0.462	0.497	-0.93	0.352	3	1.377	0.711
	Delta.na.jaar	-0.067	0.146	-0.461	0.645			
	IJsselmeer.na.jaar	-0.347	0.639	-0.543	0.587			
Rietgors	Biesbos.na.jaar	-0.078	0.177	-0.438	0.661	3	0.932	0.818
	Delta.na.jaar	-0.187	0.224	-0.835	0.404			
	IJsselmeer.na.jaar	-0.154	0.208	-0.739	0.460			
Vink	Biesbos.na.jaar	-0.075	0.381	-0.198	0.843	3	1.356	0.716
	Delta.na.jaar	-0.319	0.308	-1.036	0.300			
	IJsselmeer.na.jaar	-0.383	0.624	-0.614	0.539			
Veldleeuwrik	Biesbos.na.jaar	-0.683	0.597	-1.143	0.253	2	1.556	0.459
	Delta.na.jaar	-0.075	0.208	-0.361	0.718			

Tabel 10. Resultaten van de GLMs met de quasipoisson-verdeling. In de laatste vier kolommen zijn de resultaten van de F-test te zien, die toetst of de 3-wegs interactie 'gebied.voorna.jaar' significant is ($p \leq 0,05$). In de eerdere kolommen worden de estimates van de referentiegebieden paarsgewijs vergeleken met de estimate voor het Lauwersmeer (t-test).

Soort	term	estimate	se	t-value	p	d.f.	dev.	F	p
Kraakeend	Biesbos.na.jaar	-0.189	0.460	-0.41	0.686	3	5.561	1.059	0.390
	Delta.na.jaar	-0.076	0.405	-0.186	0.854				
	Ijsselmeer.na.jaar	-0.985	0.612	-1.609	0.124				
Kievit	Biesbos.na.jaar	-0.414	0.460	-0.901	0.379	3	2.817	0.429	0.735
	Delta.na.jaar	-0.009	0.210	-0.042	0.967				
	Ijsselmeer.na.jaar	-0.348	0.554	-0.628	0.537				
Graspieper	Biesbos.na.jaar	-0.791	0.756	-1.046	0.315	2	3.365	0.785	0.477
	Delta.na.jaar	-0.273	0.425	-0.642	0.532				
Winterkoning	Biesbos.na.jaar	0.007	0.351	0.021	0.984	3	0.030	0.004	1.000
	Delta.na.jaar	0.005	0.307	0.015	0.988				
	Ijsselmeer.na.jaar	0.071	0.657	0.109	0.915				
Rietzanger	Biesbos.na.jaar	-0.313	0.211	-1.482	0.155	3	16.404	2.994	0.057
	Delta.na.jaar	-0.047	0.204	-0.23	0.821				
	Ijsselmeer.na.jaar	0.273	0.183	1.491	0.152				
Baardman	Biesbos.na.jaar	0.099	0.674	0.147	0.885	2	3.422	0.708	0.511
	Ijsselmeer.na.jaar	0.601	0.522	1.152	0.270				

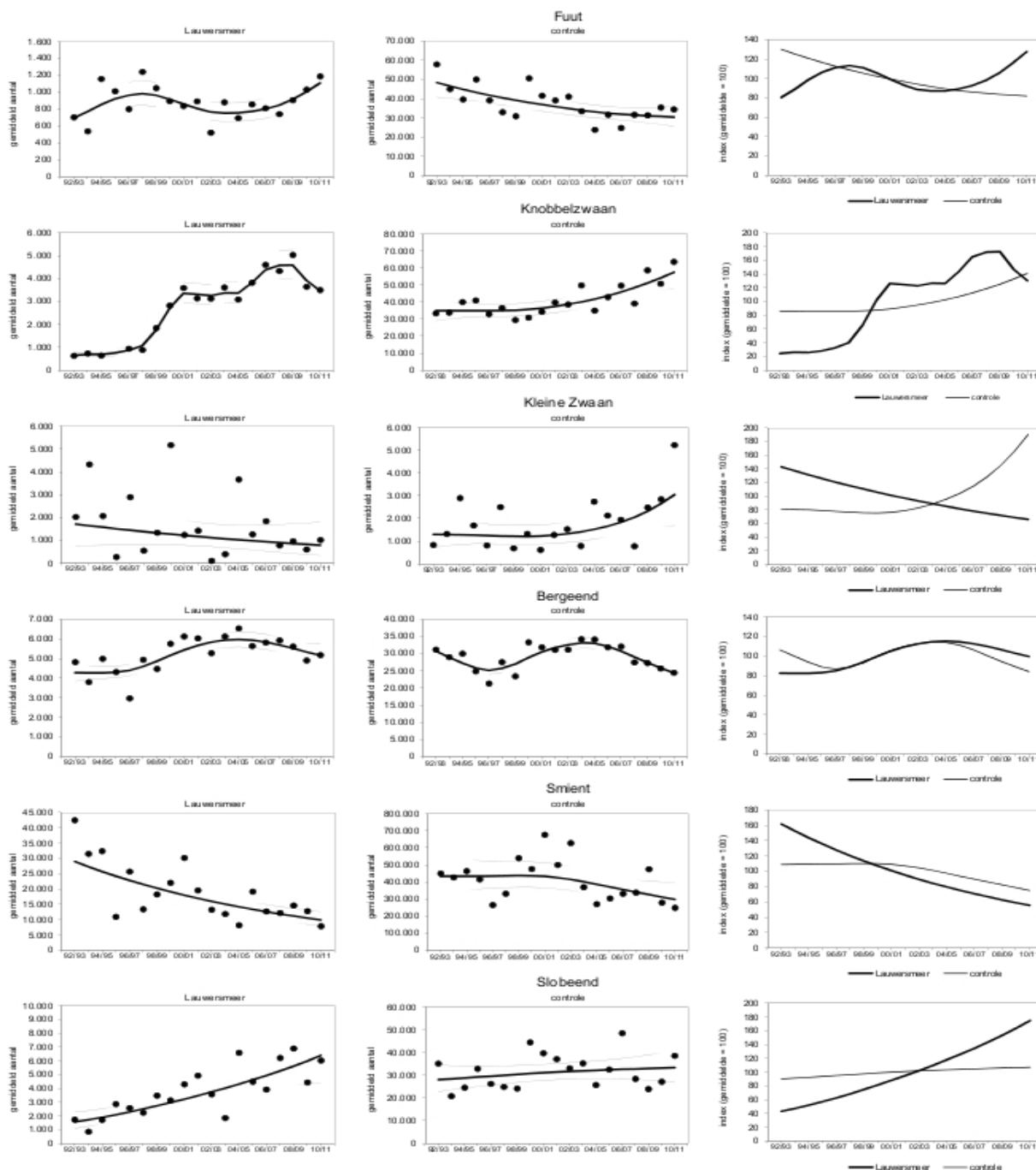
Tabel 11. Resultaten van de GLMs met de negatief binomiale verdeling. In de laatste drie kolommen zijn de resultaten van de χ^2 -test te zien, die toetst of de 3-wegs interactie 'gebied.voorna.jaar' significant is ($p \leq 0,05$). In de eerdere kolommen worden de estimates van de referentiegebieden paarsgewijs vergeleken met de estimate voor het Lauwersmeer (z-test).

Soort	term	estimate	se	z-value	p	d.f.	deviance	p
Grauwe Gans	Biesbos.na.jaar	0.334	0.177	1.892	0.059	3	18.686	0.000
	Delta.na.jaar	0.246	0.187	1.314	0.189			
	Ijsselmeer.na.jaar	0.895	0.178	5.038	0.000			
Kluut	Delta.na.jaar	-0.753	0.208	-3.620	0.000	2	13.147	0.001
	Ijsselmeer.na.jaar	-0.726	0.245	-2.966	0.003			

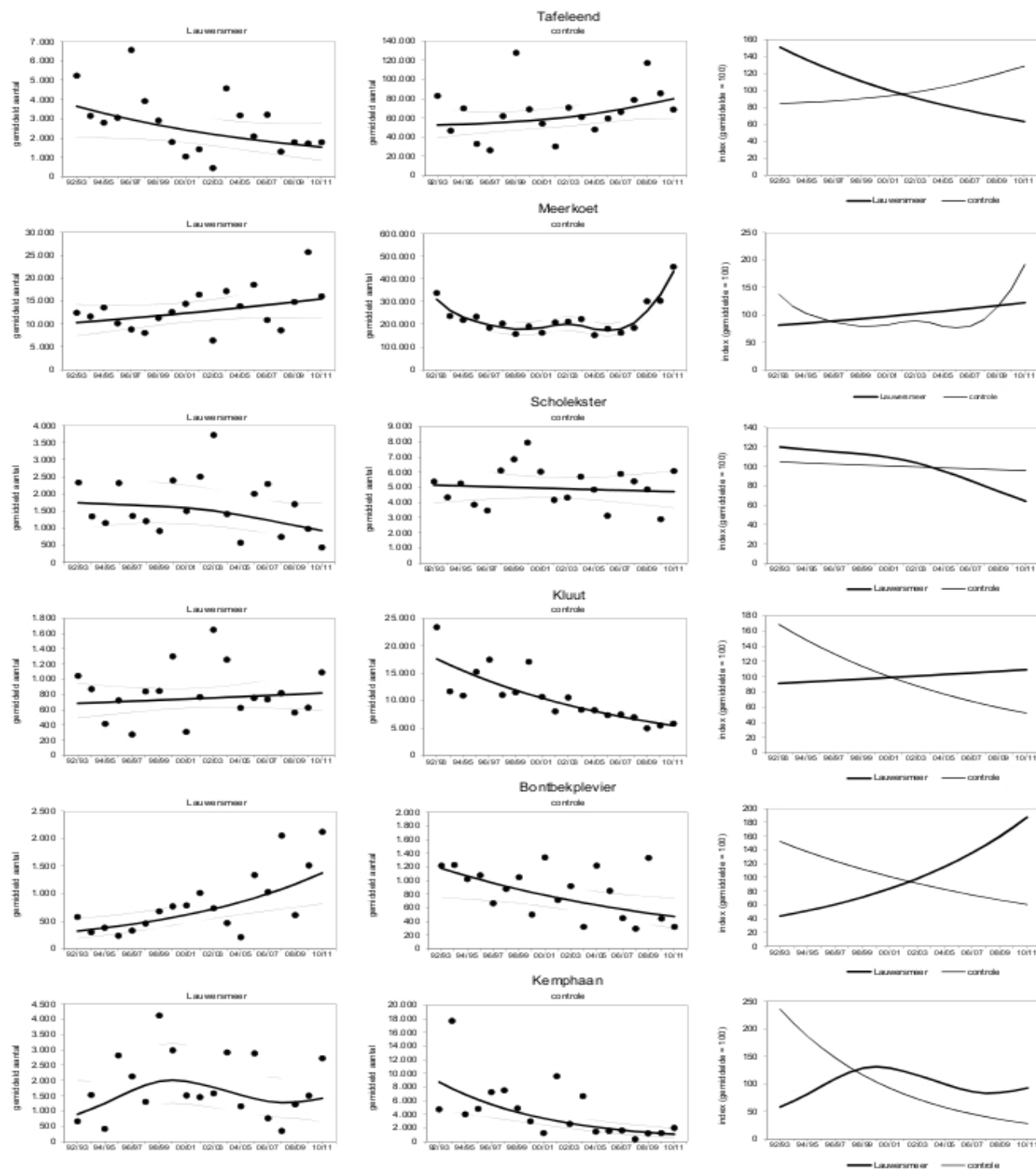
Watervogels

Van alle hier behandelde watervogels zijn de tellingen grafisch weergegeven in figuren 13 t/m 15. De gemiddelde aantallen zijn gebaseerd op de werkelijk getelde aantallen en de bijgeschatte aantallen. In de linker figuur staan de gemiddelde aantallen en trendlijn in het Lauwersmeer (bodemdaling) en in de middelste figuur staan aantallen en trendlijn in

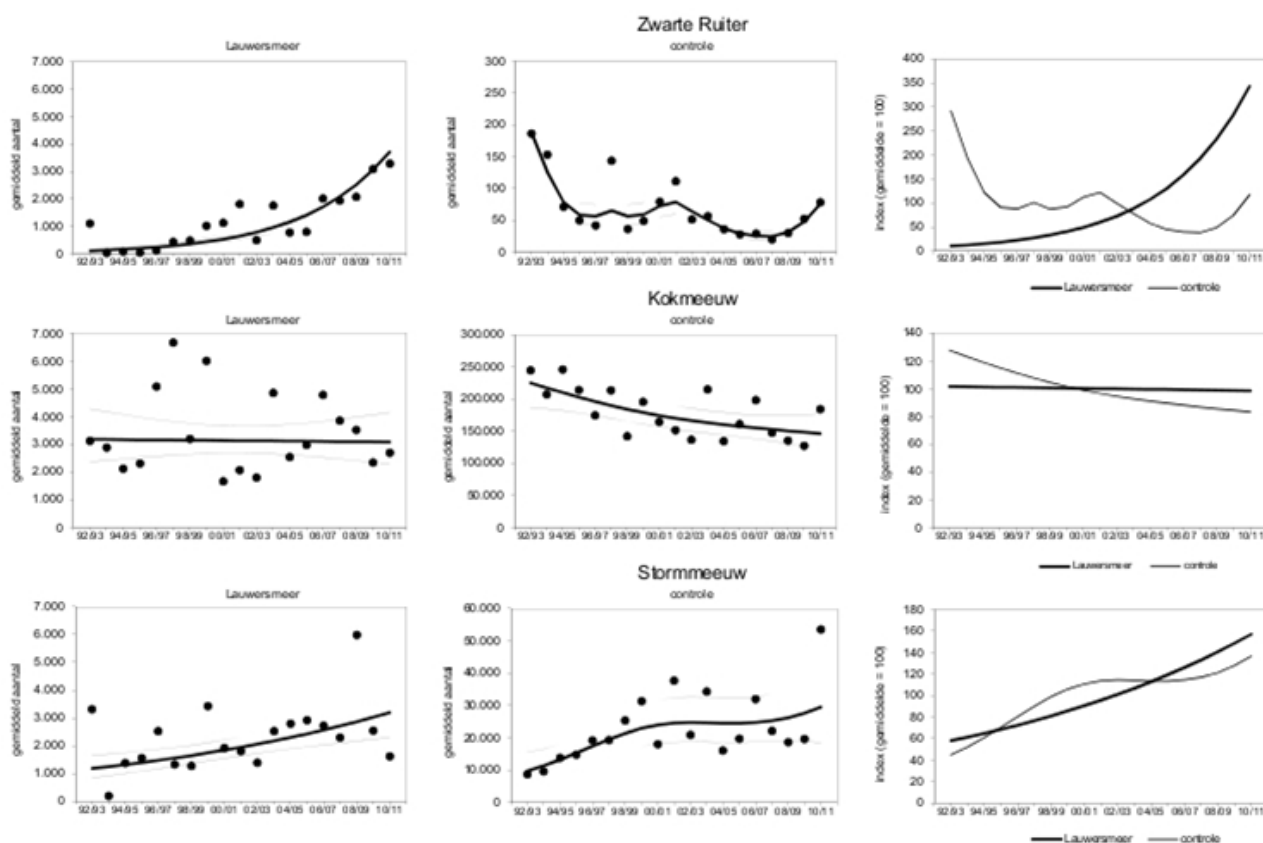
de referentiegebieden. De rechter figuur laat beide trendlijnen samen zien waarbij het gemiddelde van elke lijn is gelijk gesteld aan 100 zodat ze goed kunnen worden vergeleken. De resultaten die worden weergegeven in figuren 13 t/m 15 zijn samengevat in tabel 12. Ook staan in tabel 12 de gemiddelde aantallen (inclusief bijschattingen) per type telgebied (wel of niet onder invloed van gaswinning).



Figuur 13. Aantalsontwikkeling (het jaarlijkse gemiddelde is weergegeven als punt, samen met de met trendspotter berekende trendlijn en 95% betrouwbaarheidsinterval) van Fuut, Knobbeltzwaan, Kleine Zwaan, Bergeend, Smient en Slobeend, opgesplitst in Lauwersmeer en controlegebieden zonder gaswinning. In de rechter figuur zijn steeds de twee met trendspotter berekende trendlijnen geïndexeerd met 100 als gemiddelde waarde.



Figuur 14. Aantalsontwikkeling (het jaarlijkse gemiddelde is weergegeven als punt, samen met de met trendspotter berekende trendlijn en 95% betrouwbaarheidsinterval) van Tafeleend, Meerkooet, Scholekster, Kluut, Bontbekplevier en Kemphaan, opgesplitst in Lauwersmeer en controlegebieden zonder gaswinning. In de rechter figuur zijn steeds de twee met trendspotter berekende trendlijnen geïndexeerd met 100 als gemiddelde waarde.



Figuur 15. Aantalsontwikkeling (het jaarlijkse gemiddelde is weergegeven als punt, samen met de met trendspotter berekende trendlijn en 95% betrouwbaarheidsinterval) van Zwarte ruiter, Kokmeeuw en Stormmeeuw, opgesplitst in Lauwersmeer en controlegebieden zonder gaswinning. In de rechter figuur zijn steeds de twee met trendspotter berekende trendlijnen geïndexeerd met 100 als gemiddelde waarde.

Tabel 12. Het gemiddelde aantal getelde watervogels per telling, de gemiddelde trend over de periode 1992/93 - 2010/11 en trendclassificatie voor NEM-meetnetten (zie tabel 7), voor referentiegebieden en de Lauwersmeer. Aantallen gebaseerd op werkelijk getelde aantallen inclusief bijgeschatte aantallen.

Euring	Soort	Gemiddeld aantal/jaar		Trend		Classificatie trend	
		Referentie	Lauwersmeer	Referentie	Lauwersmeer	Referentie	Lauwersmeer
90	Fuut	37688	884	0.97	1.03	+	-
1520	Knobbelzwaan	41204	2782	1.03	1.10	++	+
1530	Kleine Zwaan	1814	1689	1.05	0.96	?	+
1730	Bergeend	29071	5226	0.99	1.01	+	-
1790	Smient	410857	18971	0.98	0.94	-	0
1940	Slobeend	31794	3794	1.01	1.08	+	0
1980	Tafeleend	66300	2746	1.02	0.95	?	0
4290	Meerkoet	227859	13269	1.02	1.02	?	+
4500	Scholekster	5086	1632	1.00	0.97	?	0
4560	Kluut	10662	818	0.94	1.01	0	--
4700	Bontbekplevier	836	827	0.95	1.08	+	-
5170	Kemphaan	4418	1799	0.89	1.03	?	--
5820	Kokmeeuw	178577	3388	0.98	1.00	0	-
5900	Stormmeeuw	22844	2292	1.06	1.06	+	+

Bij de watervogels bleek de overdispersie in alle gevallen groter dan drie en is dus bij alle soorten gekozen voor de negatief binomiale verdeling (tabel 13). Van de Kempphaan konden geen gebiedsgemiddelden worden berekend; deze soort is dus verder niet meegenomen in de trendanalyses.

De resultaten van de statistische analyses van het gebiedseffect op trends van watervogels voor en na de start van de nieuwe winningen zijn samengevat in tabel 14. Bij 10 van de 13 soorten is er geen significant effect van periode en gebied op de trend aantoonbaar, bij drie soorten is het effect wel (Fuut, Knobbeltzwaan) of bijna (Smient) significant. Bij de Fuut is de trend in het Lauwersmeer na de start van de nieuwe winningen significant positiever dan in het IJsselmeer. De trends in de Lepelaarplassen en in het Markermeer zijn positiever dan in het Lauwersmeer, maar deze verschillen zijn niet significant.

Ook bij de Knobbeltzwaan zijn de trends in deze gebieden positiever dan in het Lauwersmeer. Dit verschil is echter wel significant. In de Oostvaardersplassen is de trend juist negatiever dan in het Lauwersmeer, maar dit verschil is niet significant. Bij de Smient is de 3-wegs interactie 'gebied.voorna.jaar' net niet significant. Uit de paarsgewijze vergelijkingen tussen de gebieden blijkt echter dat de trend in de Lepelaarplassen na de start van de nieuwe winningen significant positiever is dan in het Lauwersmeer.

Tot slot was de 3-wegs interactie term bij de Scholekster en Kokmeeuw niet significant, maar waren er wel significante verschillen bij de paarsgewijze vergelijking tussen het Lauwersmeer en de overige gebieden. Bij de Scholekster was de trend in het IJsselmeer significant positiever dan in het Lauwersmeer en bij de Kokmeeuw was dit het geval met de trend in de Oostvaardersplassen.

Tabel 13. Het startjaar van de analyses, het aantal gebieden en gebied-jaar combinaties, de overdispersie parameter in het model met de quasipoisson-verdeling en de theta (aggregatieparameter) van de negatief binomiale verdeling per watervogelsoort.

Soort	Startjaar	#Gebied	#Gebied/Jaar	Overdispersie (qP)	Theta (NB)
Fuut	1994	5	47	35.9	27.0
Knobbeltzwaan	1999	6	36	3.0	430.6
Kleine Zwaan	1992	3	37	54.2	1.1
Bergeend	1996	6	62	10.1	18.9
Smient	1992	6	63	1522.5	4.9
Slobeend	1992	6	69	72.2	3.1
Tafeleend	1992	6	70	305.4	1.6
Meerkoet	1996	5	58	188.8	6.6
Scholekster	2000	3	27	24.2	2.8
Kluut	1992	5	61	39.0	1.3
Bontbekplevier	1992	2	13	28.2	4.9
Kokmeeuw	1992	5	64	145.2	6.6
Stormmeeuw	1998	4	45	101.4	6.9

Tabel 14. Resultaten van de GLMs met de negatief binomiale verdeling. In de laatste drie kolommen zijn de resultaten van de χ^2 -test te zien, die toetst of de 3-wegs interactie 'gebied.voorna.jaar' significant is ($p \leq 0,05$). In de eerdere kolommen worden de estimates van de referentiegebieden paarsgewijs vergeleken met de estimate voor het Lauwersmeer (z-test).

Soort	Gebied	estimate	se	z-value	p	d.f.	dev.	p
Fuut	HollandsDiep.na.jaar	NA	NA	NA	NA	3	12.2	0.007
	IJsselmeer.na.jaar	-0.400	0.143	-2.795	0.005			
	Lepelaarplassen.na.jaar	0.112	0.275	0.409	0.683			
	Markermeer.na.jaar	0.030	0.147	0.202	0.840			

vervolg tabel 14.

Knobbelzwaan	HollandsDiep.na.jaar	NA	NA	NA	NA	3	19.1	0.000
	IJsselmeer.na.jaar	NA	NA	NA	NA			
	Lepelaarplassen.na.jaar	0.443	0.117	3.791	0.000			
	Markermeer.na.jaar	0.406	0.153	2.652	0.008			
	Oostvaardersplassen.na.jaar	-0.061	0.098	-0.630	0.529			
Kleine Zwaan	IJsselmeer.na.jaar	NA	NA	NA	NA	1	0.1	0.774
	Markermeer.na.jaar	0.201	0.630	0.318	0.750			
Bergeend	HollandsDiep.na.jaar	NA	NA	NA	NA	4	5.8	0.217
	IJsselmeer.na.jaar	-0.142	0.161	-0.884	0.377			
	Lepelaarplassen.na.jaar	0.400	0.226	1.767	0.077			
	Markermeer.na.jaar	0.023	0.178	0.129	0.897			
	Oostvaardersplassen.na.jaar	0.028	0.168	0.169	0.866			
Smient	HollandsDiep.na.jaar	NA	NA	NA	NA	4	9.3	0.054
	IJsselmeer.na.jaar	0.059	0.298	0.198	0.843			
	Lepelaarplassen.na.jaar	0.665	0.332	2.005	0.045			
	Markermeer.na.jaar	-0.338	0.298	-1.134	0.257			
	Oostvaardersplassen.na.jaar	-0.285	0.299	-0.953	0.341			
Slobeend	HollandsDiep.na.jaar	NA	NA	NA	NA	4	3.0	0.553
	IJsselmeer.na.jaar	-0.107	0.377	-0.284	0.777			
	Lepelaarplassen.na.jaar	0.404	0.386	1.047	0.295			
	Markermeer.na.jaar	-0.050	0.380	-0.132	0.895			
	Oostvaardersplassen.na.jaar	0.285	0.374	0.763	0.446			
Tafeleend	HollandsDiep.na.jaar	NA	NA	NA	NA	4	3.5	0.478
	IJsselmeer.na.jaar	0.628	0.522	1.203	0.229			
	Lepelaarplassen.na.jaar	-0.134	0.544	-0.246	0.806			
	Markermeer.na.jaar	-0.311	0.522	-0.596	0.551			
	Oostvaardersplassen.na.jaar	0.086	0.538	0.159	0.873			
Meerkoet	IJsselmeer.na.jaar	0.295	0.267	1.107	0.268	4	6.6	0.157
	Lepelaarplassen.na.jaar	-0.116	0.275	-0.423	0.672			
	Markermeer.na.jaar	0.045	0.267	0.169	0.866			
	Oostvaardersplassen.na.jaar	-0.356	0.272	-1.309	0.190			
Scholekster	IJsselmeer.na.jaar	1.228	0.590	2.080	0.038	2	3.6	0.162
	Markermeer.na.jaar	0.985	0.599	1.645	0.100			
Kluut	HollandsDiep.na.jaar	NA	NA	NA	NA	3	3.0	0.387
	IJsselmeer.na.jaar	-0.223	0.584	-0.382	0.703			
	Markermeer.na.jaar	-0.119	0.635	-0.187	0.852			
	Oostvaardersplassen.na.jaar	0.778	0.601	1.295	0.195			
Bontbekplevier	Volkerakmeer.na.jaar	-0.694	0.433	-1.603	0.109	1	2.5	0.114
Kokmeeuw	IJsselmeer.na.jaar	0.123	0.257	0.480	0.632	4	5.9	0.206
	Lepelaarplassen.na.jaar	0.577	0.324	1.781	0.075			
	Markermeer.na.jaar	0.337	0.257	1.312	0.189			
	Oostvaardersplassen.na.jaar	0.571	0.269	2.123	0.034			
Stormmeeuw	IJsselmeer.na.jaar	0.364	0.264	1.381	0.167	3	4.3	0.234
	Markermeer.na.jaar	0.017	0.265	0.063	0.950			
	Oostvaardersplassen.na.jaar	0.571	0.369	1.546	0.122			

3.1. Regressieanalyses met covariabelen

Broedvogels-soortgroepen

De soortsaamenstelling van de soortgroepen en de aantallen broedparen per soort in de dataset zijn gegeven in tabel 15. Per soortgroep wordt eerst de saamenstelling van de soortgroep besproken en dan de resultaten van de regressieanalyses met bodemdaling (zowel continu als categorisch) als verklaren-

de variabele. De steekproefgrootte, mate van overdispersie en gekozen verdeling zijn per soortgroep gegeven in tabel 16. De resultaten worden tot slot samengevat in tabellen 18 en 19.

Hoe de homogene plots per soortgroep zijn verdeeld over de verschillende categorieën van de covariabelen vegetatiestructuur, begrazing en bodemdaling is te zien in bijlage 2A).

Tabel 15. De indeling van meetsoorten naar soortgroepen en de aantallen paren van elke soort in de dataset (totalen over de periode 2007-2012). De indeling naar verwachte gevoeligheid voor bodemdaling (gevoelig/ongevoelig) is gemaakt op grond van de ecologische vereisten van de soorten voor wat betreft foerageer-, broed- en rusthabitat.

Soort	#Paren	Gevoelig	Ongevoelig	Pionier	Weide	Water	Open heide	Riet	Struweel	Water-riet	Blauwe lijst
Gauwe Gans	2267	x				x					
Graspieper	1310	x		x	x		x				
Blauwborst	1307	x						x	x		x
Baardman	762	x						x		x	x
Veldleeuwerik	558	x		x	x		x				
Kneu	441		x						x		
Oeverzwaluw	436	x		x							
Scholekster	392	x		x	x		x				x
Kluut	341	x		x							x
Aalscholver	315		x								
Tureluur	248	x			x		x				
Slobeend	170	x			x	x					
Snor	164	x						x		x	
Blauwe Reiger	142		x								
Roodborsttapuit	141		x						x		
Koekoek	138		x								
Gauwe Vliegenvanger	134		x								
Wielewaal	129		x								
Dodaars	128	x				x					
Nachtegaal	115		x						x		
Bruine Kiekendief	105	x						x		x	
Buizerd	95		x								
Zomertaling	90	x			x	x					
Spotvogel	78		x						x		
Grutto	71	x			x		x				x
Matkop	67		x						x		
Gele Kwikstaart	58		x	x	x		x				
Roek	42		x								
Havik	39		x								
Zomertortel	37		x						x		
Porseleinhoen	36	x						x		x	
Kleine Plevier	35	x		x							
Roerdomp	35	x						x		x	
Torenvalk	29		x								
Wintertaling	29	x			x	x					

vervolg tabel 15

Kwartelkoning	21		x	x	x			x		x	x
Paapje	21		x	x	x		x		x		
Sperwer	18		x								
Buidelmees	16		x								
Brandgans	15		x			x					
Ransuil	14		x								
Grauwe Klauwier	13		x						x		
Grote Karekiet	12		x					x		x	
Bontbekplevier	10	x		x							
Kokmeeuw	10	x				x					
Watersnip	7	x		x	x		x	x		x	
Smient	6		x			x					
Bonte Strandloper	5	x		x							
Groene Specht	5		x								
IJsvogel	5		x								
Grote Zilverreiger	4	x						x		x	
Kemphaan	4	x			x		x				
Visdief	4	x		x	x	x					
Grauwe Kiekendief	2	x		x							
Grote Mantelmeeuw	2		x	x							
Kolgans	2	x				x					
Noordse Stern	2	x		x							
Geoorde Fuut	1	x				x					
Krooneend	1	x				x					
Pijlstaart	1	x				x					
Strandplevier	1	x		x							
Woudaap	1	x						x		x	
Totaal soorten		33	29	17	14	13	9	11	9	10	6
Totaal broedparen		8369	2318	3205	2983	2724	2669	2454	2220	1147	2894

Tabel 16. Het totaal aantal paren (2007-2012), het aantal gebied-jaar combinaties, het aantal plots, de mate van overdispersie in het model met de quasipoisson-verdeling en de gekozen verdeling voor de analyse per soortgroep. P: Poisson, qP: quasipoisson, NB: negatief binomiaal (met theta, de aggregatieparameter)

Soortgroep	#Paren	#Gebied- jaren	#Plots	Overdispersie	Verdeling
Gevoelig	8292	640	108	4.5	NB (theta: 6.3)
Ongevoelig	2038	289	49	1.7	qP
Pioniersoorten	3122	298	50	6.9	NB (theta: 3.8)
Weidevogels	2890	292	49	1.4	qP
Watervogels	2497	376	64	2.3	qP
Vogels van open heide	2599	274	46	1.4	qP
Rietvogels	2330	310	53	1.1	P
Struweelvogels	2128	382	65	1.1	P
Waterrietvogels	1089	188	32	1.3	P
Blauwe Lijst soorten	2761	405	69	1.5	qP

Gevoeligheid voor bodemdaling

Iets meer dan de helft van de getelde soorten werd ingedeeld in de soortgroep 'gevoelig'. De totale aantallen paren waren echter bijna vier keer zo groot in deze groep (8369) als in de groep 'ongevoelig' (2318, tabel 15). De verdeling van aantallen paren uit de twee soortgroepen over de vijf klassen van bodemdaling laat zien dat verreweg de meeste paren zich bevinden in plots met de laagste drie klassen van bodemdaling (tabel 17). Dit heeft vooral te maken met het totale oppervlak van deze drie klassen; ruim 90% van het oppervlak van het Lauwersmeer is met 0-3 cm gedaald en slechts 6% van het oppervlak is sterker gedaald (3-5 cm).

Tabel 17. Aantal paren van de naar verwachting gevoelige en ongevoelige meetsoorten per klasse van bodemdaling (totalen over de periode 2007-2012).

Bodemdaling (cm)	Gevoelig	Ongevoelig
0-1	1190	922
1-2	5299	912
2-3	1412	367
3-4	155	0
4-5	70	0

Gevoelige soorten

Soortgroep 'gevoelig' bestaat vooral uit hoge aantallen Grauwe Ganzen, Graspiepers en Blauwborsten (4884 van de in totaal 8369 broedparen, tabel 15). Hoewel verwacht werd dat deze groep soorten gevoelig zou zijn voor bodemdaling, was het negatieve effect van bodemdaling op de trend niet significant.

Ongevoelige soorten

Bij soortgroep 'ongevoelig' waren vooral Kneu en Aalscholver in hoge aantallen aanwezig (756 van de in totaal 2318 broedparen, tabel 15), maar ook andere soorten waren goed vertegenwoordigd. Er bevonden zich geen territoria van vogels uit deze groep in plots met de twee hoogste bodemdalingklassen. Ook bij deze soortgroep werd geen effect van bodemdaling op de trend gevonden.

Pioniersoorten

De broedparen in soortgroep 'pioniersoorten' behoren vooral tot de soorten Graspieper, Veldleeuwrik, Oeverzwaluw, Scholekster en Kluut (3028 van de in totaal 3180 broedparen, tabel 15). Zonder de covariabelen vegetatiestructuur en begrazing had bodemdaling als factor een significant effect op de trend; de trend in de klassen 1-2 cm en 2-3 cm was 25% en 17% positiever dan in de klasse 0-1 cm. Wanneer ook de andere covariabelen werden

meegenomen verdween dit effect echter, hoewel het verschil in trend tussen klasse 2-3 cm en 0-1 cm nog wel significant was. Bodemdaling als continue variabele had in de modellen met en zonder covariabelen een positief effect op de trend, maar dit effect was net niet significant.

Weidevogels

Ook in soortgroep 'weidevogels' voeren Graspieper, Veldleeuwrik en Scholekster de boventoon (samen 2251 van de in totaal 2974 broedparen, tabel 15). Daarnaast zijn er aanzienlijke aantallen Tureluurs en Slobeenden en nog redelijke aantallen Zomertalingen en Grutto's (samen 579 broedparen). Bij weidevogels werd geen effect van bodemdaling op de trend aangetroffen.

Watervogels

Soortgroep 'watervogels' wordt vooral bepaald door zeer hoge aantallen Grauwe ganzen (2267 van in totaal 2724 broedparen, tabel 15) en in mindere mate door de aantallen Slobeenden (170) en Dodaarzen (128).

Bij soortgroep watervogels werd geen effect van bodemdaling op de trend aangetroffen.

Vogels van open heide

Soortgroep 'vogels van open heide' is een deelverzameling van soortgroep 'weidevogels' en wordt vooral bepaald door hoge aantallen Graspieper, Veldleeuwrik, Scholekster en Tureluur (samen 2499 van in totaal 2660 broedparen, tabel 15). De eenden, Kwartelkoning en Vissdief ontbreken echter in deze soortgroep.

De modellen zonder de andere covariabelen lieten geen effect zien van bodemdaling op de trend. Wanneer ook de andere covariabelen werden meegenomen was het effect van bodemdaling op de trend significant negatief, als deze als continue variabele werd meegenomen. De aantallen namen per centimeter bodemdaling per jaar met 4% af. Als factor was het effect van bodemdaling op de trend niet significant.

Rietvogels

De aantallen broedparen in soortgroep 'rietvogels' worden vooral bepaald door de aantallen van de soorten Blauwborst en Baardman (samen 2069 van in totaal 2454 broedparen, tabel 15), en in mindere mate Snor en Bruine kiekendief (samen 269 broedparen).

Wanneer bodemdaling als factor werd meegenomen was deze zowel in het model met als in het model zonder de covariabelen vegetatiestructuur(.jaar) en begrazing(.jaar) significant. De trends waren in

alle klassen negatiever dan in de klasse 0-1 cm en dit verschil was in alle gevallen significant of bijna significant. Hierbij waren bovendien de trends in de klassen met sterkere bodemdaling negatiever dan in de klassen met minder sterke bodemdaling. Bodemdaling als continue variabele had een negatief effect, maar was niet significant, hoewel dit wel bijna het geval was in het model met alle covariabelen.

Struweelvogels

Soortgroep 'struweelvogels' bestaat voor het merendeel uit broedparen van Blauwborst (1307 van in totaal 2220 broedparen, tabel 15) en verder nog aanzienlijke aantallen broedparen van Kneu, Roodborsttapuit en Nachtegaal (samen 697 broedparen). In de modellen met alleen bodemdaling had deze geen significant effect op de trend. Wanneer echter ook de andere covariabelen werden meegenomen was bodemdaling wel significant, zowel wanneer deze als continue variabele werd meegenomen als wanneer deze als factor werd meegenomen. De aantallen namen met ca 5% per jaar per centimeter bodemdaling af.

Waterrietvogels

Soortgroep 'waterrietvogels' bestaat vooral uit broedparen van Baardman (762 van de in totaal 1147 broedparen, tabel 15) en in mindere mate van Snor en Bruine kiekendief (samen 269 broedparen) en vertoont daarmee veel overlap met soortgroep 'rietvogels'.

Bij waterrietvogels werd geen effect van bodemdaling op de trend aangetroffen.

Blauwe lijst

Soortgroep 'Blauwe lijst' bestaat vooral uit broedparen van Blauwborst en Baardman (samen 2069 van in totaal 2894 broedparen, tabel 15), met daarnaast nog aanzienlijke aantallen Scholeksters en Kluten (samen 733 broedparen).

Bodemdaling als factor heeft een negatief effect op de trend van vogels van de blauwe lijst. In het model waarin wordt gecorrigeerd voor de overige covariabelen zijn de trends in alle hogere bodemdalingsklassen significant negatiever dan in klasse 0-1 cm en is het effect het sterkst in de hoogste dalingsklassen. Wanneer bodemdaling als continue variabele wordt meegenomen en wordt gecorrigeerd voor de andere covariabelen is het negatieve effect net niet significant ($p = 0,075$).

Tabel 18. Resultaten van de modellen met bodemdaling als continue variabele.

Bd: model met alleen de interactie van jaar met bodemdaling; all: model met daarnaast ook de interacties van jaar met vegetatiestructuur en begrazing.

Soortgroep	model	estimate	s.e.	z-/t-value	p
Blauwe lijst	bd	-0.019	0.019	-0.975	0.330
	all	-0.037	0.021	-1.789	0.075
Open heide	bd	-0.015	0.019	-0.821	0.413
	all	-0.045	0.020	-2.213	0.028
Water	bd	-0.013	0.035	-0.370	0.711
	all	-0.017	0.035	-0.482	0.630
Weide	bd	-0.008	0.018	-0.467	0.641
	all	-0.023	0.019	-1.194	0.234
Ongevoelig	bd	-0.008	0.024	-0.347	0.729
	all	-0.013	0.033	-0.395	0.693
Riet	bd	-0.029	0.018	-1.596	0.110
	all	-0.038	0.019	-1.929	0.054
Struweel	bd	-0.013	0.018	-0.696	0.486
	all	-0.055	0.021	-2.620	0.009
Waterriet	bd	0.003	0.028	0.093	0.926
	all	-0.017	0.029	-0.579	0.563
Gevoelig	bd	-0.006	0.016	-0.385	0.700
	all	-0.023	0.017	-1.369	0.171
Pionier	bd	0.054	0.028	1.951	0.051
	all	0.052	0.030	1.738	0.082

Tabel 19. Resultaten van de modellen met bodemdaling als factor. In de laatste vier kolommen zijn de resultaten van de F-test (quasi-Poisson verdeling) of de χ^2 -test (Poisson en negatief binomiale verdeling) te zien, die toetst of de interactie 'bodemdaling.jaar' significant is ($p \leq 0,05$). In de eerdere kolommen worden de estimates van de interactie van jaar met bodemdalingsklassen 1-2 cm, 2-3 cm, 3-4 cm en 4-5 cm paarsgewijs vergeleken met de estimate voor de interactie van jaar met bodemdalingsklasse 0-1 cm (z- of t-test).

Bd: model met alleen de interactie van jaar met bodemdaling; all: model met daarnaast ook de interacties van jaar met vegetatiestructuur en begrazing.

Soortgroep	Model	Dalings-klasse	Estimate	s.e.	z-/t-value	p	d.f.	dev	F	p
Blauwe lijst	bd	1-2cm	-0.076	0.051	-1.506	0.133	4	14.6	2.473	0.044
		2-3cm	-0.017	0.055	-0.314	0.754				
		3-4cm	-0.188	0.093	-2.030	0.043				
		4-5cm	-0.231	0.122	-1.887	0.060				
	all	1-2cm	-0.152	0.058	-2.623	0.009	4	21.1	3.627	0.007
		2-3cm	-0.104	0.063	-1.645	0.101				
		3-4cm	-0.286	0.099	-2.901	0.004				
		4-5cm	-0.335	0.127	-2.628	0.009				
Open heide	bd	1-2cm	-0.001	0.034	-0.042	0.967	4	1.3	0.233	0.919
		2-3cm	-0.031	0.044	-0.691	0.490				
		3-4cm	-0.034	0.109	-0.310	0.757				
		4-5cm	-0.074	0.154	-0.479	0.633				
	all	1-2cm	-0.015	0.035	-0.438	0.662	4	8.0	1.664	0.160
		2-3cm	-0.067	0.047	-1.426	0.155				
		3-4cm	-0.242	0.134	-1.797	0.074				
		4-5cm	-0.259	0.170	-1.524	0.129				
Water	bd	1-2cm	-0.042	0.083	-0.511	0.610	4	5.8	0.621	0.648
		2-3cm	-0.092	0.095	-0.970	0.333				
		3-4cm	-0.019	0.170	-0.114	0.909				
		4-5cm	0.266	0.307	0.865	0.388				
	all	1-2cm	-0.065	0.086	-0.755	0.451	4	3.4	0.375	0.826
		2-3cm	-0.091	0.097	-0.934	0.351				
		3-4cm	-0.091	0.170	-0.536	0.592				
		4-5cm	0.148	0.303	0.488	0.626				
Weide	bd	1-2cm	-0.012	0.033	-0.349	0.727	4	0.6	0.106	0.981
		2-3cm	-0.009	0.041	-0.213	0.831				
		3-4cm	-0.045	0.106	-0.425	0.671				
		4-5cm	-0.073	0.154	-0.472	0.638				
	all	1-2cm	-0.018	0.034	-0.541	0.589	4	2.2	0.447	0.774
		2-3cm	-0.033	0.044	-0.745	0.457				
		3-4cm	-0.127	0.122	-1.037	0.301				
		4-5cm	-0.136	0.164	-0.832	0.406				
Ongevoelig	bd	1-2cm	-0.048	0.038	-1.267	0.207	2	3.4	0.978	0.378
		2-3cm	0.006	0.051	0.111	0.912				
	all	1-2cm	-0.064	0.049	-1.299	0.195	2	3.7	1.035	0.357
		2-3cm	-0.018	0.065	-0.272	0.786				
Riet	bd	1-2cm	-0.148	0.052	-2.840	0.005	4	10.4		0.035
		2-3cm	-0.122	0.057	-2.125	0.034				
		3-4cm	-0.232	0.091	-2.553	0.011				
		4-5cm	-0.193	0.110	-1.747	0.081				
	all	1-2cm	-0.192	0.062	-3.098	0.002	4	12.6		0.013

vervolg tabel 16

		2-3cm	-0.173	0.066	-2.626	0.009			
		3-4cm	-0.300	0.099	-3.036	0.002			
		4-5cm	-0.268	0.117	-2.282	0.022			
Struweel	bd	1-2cm	0.000	0.035	-0.009	0.993	4	6.9	0.142
		2-3cm	0.016	0.040	0.385	0.700			
		3-4cm	-0.272	0.140	-1.947	0.052			
		4-5cm	-0.235	0.159	-1.485	0.137			
	all	1-2cm	-0.119	0.045	-2.642	0.008	4	16.1	0.003
		2-3cm	-0.108	0.050	-2.165	0.030			
		3-4cm	-0.448	0.147	-3.056	0.002			
		4-5cm	-0.411	0.165	-2.500	0.012			
Waterriet	bd	1-2cm	-0.162	0.115	-1.413	0.158	4	2.5	0.651
		2-3cm	-0.138	0.122	-1.133	0.257			
		3-4cm	-0.176	0.154	-1.142	0.253			
		4-5cm	-0.088	0.168	-0.525	0.600			
	all	1-2cm	-0.165	0.115	-1.434	0.152	4	2.4	0.664
		2-3cm	-0.175	0.123	-1.424	0.154			
		3-4cm	-0.209	0.155	-1.341	0.180			
		4-5cm	-0.133	0.171	-0.781	0.435			
Gevoelig	bd	1-2cm	0.032	0.036	0.876	0.381	4	1.4	0.851
		2-3cm	0.006	0.043	0.151	0.880			
		3-4cm	-0.016	0.073	-0.224	0.823			
		4-5cm	-0.015	0.104	-0.144	0.885			
	all	1-2cm	0.009	0.039	0.239	0.811	4	3.2	0.527
		2-3cm	-0.011	0.045	-0.250	0.803			
		3-4cm	-0.092	0.075	-1.219	0.223			
		4-5cm	-0.104	0.105	-0.988	0.323			
Pionier	bd	1-2cm	0.154	0.059	2.638	0.008	4	10.2	0.038
		2-3cm	0.223	0.069	3.218	0.001			
		3-4cm	0.091	0.146	0.624	0.532			
		4-5cm	0.010	0.198	0.051	0.959			
	all	1-2cm	0.101	0.064	1.572	0.116	4	4.7	0.321
		2-3cm	0.170	0.077	2.211	0.027			
		3-4cm	0.078	0.168	0.463	0.643			
		4-5cm	0.043	0.216	0.199	0.843			

Samenvatting broedvogels-soortgroepen

In de modellen waarin gecorrigeerd werd voor de covariabelen vegetatiestructuur(.jaar) en begrazing(.jaar) werd bij vier van de 10 soortgroepen een significant effect van bodemdaling op de trend aangetroffen (struweelvogels: bodemdaling continu en als factor; open heide: bodemdaling continu; rietvogels: bodemdaling als factor, bodemdaling continu bijna significant; Blauwe lijst: bodemdaling als factor, bodemdaling continu bijna significant). Het effect van bodemdaling op de trend van de soortgroep die bestond uit soorten waarvan op grond van hun ecologie verwacht werd dat deze gevoelig

zouden zijn voor bodemdaling (soortgroep 'gevoelig') was negatief, maar niet significant.

Opvallend is dat bij vrijwel alle soortgroepen het effect van bodemdaling (continue variabele) negatief was, behalve bij pioniersoorten, waar het positieve effect bijna significant was.

Een belangrijke kanttekening die bij de toetsing met soortgroepen moet worden geplaatst is echter dat er soms aanzienlijke overlap is in soortsamenvatting tussen soortgroepen. Drie van de vier soortgroepen met significante effecten van bodemdaling ('struweelvogels', 'rietvogels' en 'vogels van de Blauwe

lijst') bestaan voor een groot deel uit hoge aantallen Blauwborst, waarvan de trend ook negatief werd beïnvloed door bodemdaling (zie volgende paragraaf). Bovendien is er veel overlap tussen soortgroepen 'rietvogels' en 'waterrietvogels' en tussen 'weidevogels' en 'vogels van open heide'. Daarnaast delen de soortgroepen 'gevoelig' en 'watervogels' aanzienlijke aantallen Grauwe ganzen. De resultaten van de verschillende soortgroepen zijn dus geenszins onafhankelijk van elkaar.

Broedvogels-soorten

De steekproefgrootte, mate van overdispersie en gekozen verdeling zijn per soort gegeven in tabel 20.

De resultaten worden samengevat in tabellen 21 en 22. Hoe de homogene plots per soort zijn verdeeld over de verschillende categorieën van de covariabelen vegetatiestructuur, begrazing en bodemdaling is te zien in bijlage 2B). Omdat bij de Scholekster bleek dat de laagste bodemdalingsklassen alle werden begraasd en de hoogste klassen niet werden begraasd is ervoor gekozen alleen de begraasde plots mee te nemen, zodat effecten van bodemdaling niet zouden worden beïnvloed door effecten van begrazing. Veldleeuwerikterritoria bevonden zich zonder uitzondering in begraasde plots en in de laagste drie bodemdalingsklassen. Ook bij deze soort werd begrazing daarom niet meegenomen in de analyses.

Tabel 20. Het totaal aantal paren (2007-2012), het aantal gebied-jaar combinaties, het aantal homogene plots, de mate van overdispersie in het model met de quasipoisson-verdeling en de gekozen verdeling voor de analyse per soort. P: Poisson, qP: quasipoisson.

Soort	#Paren	#Gebiedjaren	#Plots	Overdispersie	Verdeling
Grauwe gans	2069	328	56	2.3	qP
Graspieper	1233	202	34	1.1	P
Blauwborst	1193	280	48	0.9	P
Baardman	705	138	23	1.2	P
Veldleeuwerik	524	78	13	1.1	P
Scholekster	331	120	20	0.7	P

Tabel 21. Resultaten van de modellen met bodemdaling als continue variabele.

Bd: model met alleen de interactie van jaar met bodemdaling; all: model met daarnaast ook de interacties van jaar met vegetatiestructuur en begrazing, behalve bij de Scholekster en Veldleeuwerik, omdat daar alleen begraasde plots zijn meegenomen.

Soort	Model	Estimate	S.E.	z-/t-value	p
Grauwe Gans	bd	-0.005	0.040	-0.118	0.906
	all	-0.011	0.041	-0.275	0.783
Graspieper	bd	0.022	0.024	0.929	0.353
	all	-0.017	0.027	-0.613	0.540
Baardman	bd	-0.019	0.034	-0.568	0.570
	all	-0.046	0.037	-1.239	0.215
Blauwborst	bd	-0.055	0.026	-2.149	0.032
	all	-0.075	0.028	-2.687	0.007
Veldleeuwerik	bd	-0.067	0.042	-1.597	0.110
	all	-0.073	0.049	-1.473	0.141
Scholekster	bd	0.010	0.059	0.164	0.870
	all	-0.033	0.068	-0.489	0.625

Tabel 22. Resultaten van de modellen met bodemdaling als factor. In de laatste vier kolommen zijn de resultaten van de F-test (quasi-Poisson verdeling) of de χ^2 -test (Poisson verdeling) te zien, die toetst of de interactie 'bodemdaling.jaar' significant is ($p \leq 0,05$). In de eerdere kolommen worden de estimates van de interactie van jaar met bodemdalingsklassen 1-2 cm, 2-3 cm, 3-4 cm en 4-5 cm paarsgewijs vergeleken met de estimate voor de interactie van jaar met bodemdalingsklasse 0-1 cm (t-test).

Bd: model met alleen de interactie van jaar met bodemdaling; all: model met daarnaast ook de interacties van jaar met vegetatiestructuur en begrazing, behalve bij de Scholekster en Veldleeuwerik, omdat daar alleen begraasde plots zijn meegenomen.

Soort	Model	Dalings-klasse	Estimate	S.E.	z-/t-value	p	d.f.	dev.	F	p
Grauwe Gans	bd	1-2 cm	-0.002	0.105	-0.015	0.988	4	2.37	0.26	0.905
		2-3 cm	-0.028	0.119	-0.236	0.814				
		3-4 cm	-0.067	0.182	-0.367	0.714				
		4-5 cm	0.228	0.312	0.730	0.466				
	all	1-2 cm	0.017	0.111	0.155	0.877	4	1.97	0.22	0.928
		2-3 cm	-0.006	0.125	-0.049	0.961				
		3-4 cm	-0.086	0.186	-0.462	0.645				
		4-5 cm	0.165	0.313	0.529	0.598				
Graspieper	bd	1-2 cm	0.068	0.040	1.695	0.090	4	3.51		0.547
		2-3 cm	0.022	0.055	0.390	0.696				
		3-4 cm	0.114	0.198	0.576	0.565				
		4-5 cm	0.138	0.210	0.657	0.511				
	all	1-2 cm	0.028	0.044	0.647	0.517	4	2.35		0.672
		2-3 cm	-0.044	0.060	-0.737	0.461				
		3-4 cm	-0.038	0.240	-0.158	0.874				
		4-5 cm	-0.014	0.250	-0.057	0.955				
Baardman	bd	1-2 cm	-0.134	0.153	-0.873	0.383	4	1.65		0.842
		2-3 cm	-0.189	0.162	-1.165	0.244				
		3-4 cm	-0.146	0.206	-0.709	0.478				
		4-5 cm	-0.111	0.203	-0.548	0.584				
	all	1-2 cm	-0.160	0.155	-1.037	0.300	4	3.26		0.516
		2-3 cm	-0.253	0.166	-1.524	0.127				
		3-4 cm	-0.237	0.212	-1.116	0.265				
		4-5 cm	-0.202	0.209	-0.965	0.334				
Blauwborst	bd	1-2 cm	-0.059	0.061	-0.960	0.337	4	6.79		0.104
		2-3 cm	-0.080	0.068	-1.179	0.238				
		3-4 cm	-0.322	0.148	-2.177	0.029				
		4-5 cm	-0.260	0.170	-1.530	0.126				
	all	1-2 cm	-0.141	0.078	-1.819	0.069	4	11.06		0.026
		2-3 cm	-0.161	0.082	-1.969	0.049				
		3-4 cm	-0.454	0.160	-2.843	0.004				
		4-5 cm	-0.391	0.180	-2.174	0.030				
Veldleeuwerik	bd	1-2 cm	-0.116	0.070	-1.668	0.095	2	3.34		0.218
		2-3 cm	-0.138	0.084	-1.644	0.100				
	all	1-2 cm	-0.117	0.072	-1.621	0.105	2	2.89		0.236
		2-3 cm	-0.144	0.099	-1.465	0.143				
Scholekster	bd	1-2 cm	-0.052	0.100	-0.522	0.602	2	0.61		0.643
		2-3 cm	0.007	0.119	0.056	0.955				
	all	1-2 cm	-0.086	0.103	-0.829	0.407	2	0.69		0.708
		2-3 cm	-0.073	0.136	-0.536	0.592				

Van de zes soorten die op deze manier zijn geanalyseerd werden alleen bij de Blauwborst significante negatieve effecten van bodemdaling aangetroffen. Dit was het geval bij beide modellen met bodemdaling als continue variabele en bij het model met covariabelen en bodemdaling als factor. De aantallen Blauwborstterritoria namen per centimeter bodemdaling per jaar met 5% minder toe dan in plots zonder bodemdaling het geval zou zijn. Wanneer werd gecorrigeerd voor effecten van andere covariabelen was dit effect nog sterker: 7% minder toename per centimeter per jaar bodemdaling.

Ook bij de overige soorten was het effect van bodemdaling op de trend negatief, wanneer werd gecorrigeerd voor de overige covariabelen.

Watervogels

Het Lauwersmeer is ingedeeld in 17 watervogeltelgebieden (figuur 9). Per telgebied zijn de gemiddelde bodemdalingsklasse, gewogen naar oppervlakteaandeel, alsmede de bijbehorende nieuwe bodemdalingsklasse gegeven in tabel 23. Verreweg de meeste van de telgebieden vallen in de klasse met 1-2 cm bodemdaling (13 van de 17). Er zijn twee telplots met

Tabel 23. Karakterisering van de watervogeltelgebieden naar vegetatiestructuur (klasse met grootste oppervlak), begrazing (klasse met grootste oppervlak), gemiddelde bodemdalingsklasse (gemiddelde, gewogen naar oppervlakteaandeel) en de bijbehorende nieuwe bodemdalingsklasse (gewogen gemiddelde ingedeeld naar klasse).

Gebied-nummer	Opper-vlak	Vegetatie-structuur	Begrazing	Gemiddelde bodemdaling (cm)	Bodemdalingsklasse (cm)
GR1111	73.76	open grasland	ja	1.46	1-2
GR1112	328.46	water	nee	3.53	3-4
GR1113	665.02	water	nee	1.62	1-2
GR1114	316.53	water	nee	1.81	1-2
GR1120	352.35	open grasland	ja	1.26	1-2
GR1131	357.42	water	nee	0.45	0-1
GR1132	388.48	water	ja	0.95	0-1
GR1134	417.32	water	nee	1.73	1-2
GR1151	316.40	struweel	ja	1.14	1-2
GR1160	391.08	rietmoeras	ja	1.45	1-2
GR1171	322.32	water	ja	1.65	1-2
GR1172	326.23	rietmoeras	nee	1.60	1-2
GR1173	472.77	rietmoeras	ja	1.51	1-2
GR1174	589.49	rietmoeras	ja	2.14	2-3
GR1175	207.23	rietmoeras	nee	1.81	1-2
GR1176	285.79	rietmoeras	nee	1.44	1-2
GR1182	213.51	open grasland	ja	1.48	1-2

Tabel 24. Het aantal telplots, totaal aantal vogels (2007-2012), de mate van overdispersie in het model met de quasipoisson-verdeling, de gekozen verdeling voor de analyse per watervogelsoort en de theta van de negatief binomiale verdeling. P: Poisson, NB: negatief binomiale verdeling.

Soort	Aantal plots	Aantal vogels	Overdispersie	Verdeling	Theta
Fuut	8	321	0.7	P	n.v.t.
Bergeend	9	2235	3.5	NB	25.8
Knobbelzwaan	14	1561	5.3	NB	4.9
Kokmeeuw	11	1150	15.0	NB	1.3
Meerkoet	16	5611	70.4	NB	2.0
Slobeend	8	2465	18.8	NB	1.4
Smient	14	4890	47.2	NB	0.8
Stormmeeuw	9	1098	16.0	NB	2.3
Tafeleend	6	547	13.5	NB	1.6

dalingsklasse 0-1 cm, één telplot met klasse 2-3 cm en één telplot met klasse 3-4 cm. Geen van de telgebieden krijgt de zwaarste klasse met 4-5 cm bodemdaling toegekend.

Hoe de telplots per soortgroep zijn verdeeld over de verschillende categorieën van de covariabelen vegetatiestructuur, begrazing en bodemdaling is te zien in bijlage 2C).

Uit de modellen met de quasipoisson verdeling bleek dat de meeste soorten sterke overdispersie vertonen in de aantallen. Bij alle soorten behalve de Fuut werd daarom de negatief binomiale verdeling gebruikt (tabel 24). De aantallen Futen lieten juist onderdispersie zien, daarom is bij deze soort gekozen voor de Poisson verdeling.

Tabel 25. Resultaten van de modellen voor watervogels met bodemdaling als continue variabele.

Bd: model met alleen de interactie van jaar met bodemdaling; all: model met daarnaast ook de interacties van jaar met vegetatiestructuur en begrazing.

Soort	Model	Estimate	S.E.	t/z-value	p
Bergeend	Bd	0.148	0.092	1.618	0.106
	All	0.143	0.094	1.525	0.127
Stormmeeuw	Bd	-0.113	0.103	-1.098	0.272
	All	-0.181	0.103	-1.746	0.081
Kokmeeuw	Bd	0.146	0.124	1.179	0.238
	All	0.183	0.123	1.491	0.136
Smient	Bd	-0.033	0.152	-0.217	0.828
	All	-0.137	0.151	-0.905	0.365
Slobeend	Bd	-0.557	0.135	-4.135	0.000
	All	-0.568	0.144	-3.952	0.000
Knobbelzwaan	Bd	0.184	0.071	2.602	0.009
	All	0.203	0.071	2.867	0.004
Meerkoet	Bd	0.001	0.093	0.011	0.992
	All	0.003	0.093	0.027	0.978
Tafeleend	Bd	-0.249	0.114	-2.179	0.029
	All	-0.270	0.117	-2.307	0.021
Fuut	Bd	0.069	0.047	1.470	0.141
	All	0.078	0.048	1.616	0.106

Tabel 26. Resultaten van de modellen voor watervogels met bodemdaling als factor. In de laatste vier kolommen zijn de resultaten van de χ^2 -test te zien, die toetst of de interactie 'bodemdaling.jaar' significant is ($p \leq 0,05$). In de eerdere kolommen worden de estimates van de interactie van jaar met bodemdalingklassen 1-2 cm, 2-3 cm, 3-4 cm en 4-5 cm paarsgewijs vergeleken met de estimate voor de interactie van jaar met bodemdalingklasse 0-1 cm (t-test). *Bd: model met alleen de interactie van jaar met bodemdaling; all: model met daarnaast ook de interacties van jaar met vegetatiestructuur en begrazing.*

Soort	Model	Dalings-klasse	Estimate	S.E.	t/z-value	p	d.f.	LR-stat	p
Bergeend	bd.f	1-2	0.089	0.068	1.311	0.190	1	1.68	0.194
	all.f	1-2	0.218	0.099	2.196	0.028	1	4.88	0.027
Stormmeeuw	bd.f	1-2	-0.225	0.204	-1.105	0.269	3	5.31	0.151
		2-3	0.159	0.289	0.552	0.581			
		3-4	-0.720	0.302	-2.382	0.017			
	all.f	1-2	0.078	0.234	0.334	0.738	2	3.82	0.148
		2-3	NA	NA	NA	NA			
		3-4	-0.648	0.309	-2.094	0.036			

vervolg tabel 26

Soort	Model	Dalings-klasse	Estimate	S.E.	t/z-value	p	d.f.	LR-stat	p
Kokmeeuw	bd.f	1-2	-0.292	0.232	-1.260	0.208	3	6.80	0.079
		2-3	0.418	0.353	1.185	0.236			
		3-4	0.213	0.356	0.599	0.549			
	all.f	1-2	-0.237	0.249	-0.952	0.341	3	7.62	0.055
		2-3	0.555	0.479	1.160	0.246			
		3-4	0.452	0.351	1.289	0.197			
Smient	bd.f	1-2	-0.725	0.284	-2.549	0.011	3	6.32	0.097
		2-3	-0.292	0.444	-0.658	0.510			
		3-4	-0.427	0.443	-0.962	0.336			
	all.f	1-2	-0.247	0.325	-0.761	0.447	3	3.41	0.333
		2-3	0.330	0.513	0.644	0.520			
		3-4	-0.515	0.447	-1.152	0.249			
Slobeend	bd.f	1-2	-0.460	0.234	-1.963	0.050	2	8.35	0.015
		3-4	-1.616	0.405	-3.994	0.000			
	all.f	1-2	-1.058	0.376	-2.815	0.005	2	9.90	0.007
		3-4	-1.441	0.416	-3.467	0.001			
Knobbelzwaan	bd.f	1-2	-0.059	0.127	-0.466	0.642	3	10.48	0.015
		2-3	0.256	0.240	1.069	0.285			
		3-4	0.526	0.205	2.569	0.010			
	all.f	1-2	0.032	0.137	0.233	0.816	3	11.37	0.010
		2-3	0.380	0.259	1.470	0.142			
		3-4	0.587	0.203	2.884	0.004			
Meerkoet	bd.f	1-2	-0.286	0.176	-1.625	0.104	3	2.24	0.524
		2-3	-0.246	0.282	-0.870	0.384			
		3-4	-0.116	0.280	-0.416	0.677			
	all.f	1-2	-0.071	0.195	-0.361	0.718	3	0.96	0.810
		2-3	0.196	0.317	0.617	0.537			
		3-4	-0.202	0.279	-0.723	0.470			
Tafeleend	bd.f	1-2	-0.203	0.291	-0.699	0.485	2	2.32	0.313
		3-4	-0.760	0.366	-2.078	0.038			
	all.f	1-2	-0.459	0.370	-1.240	0.215	2	2.75	0.252
		3-4	-0.759	0.363	-2.090	0.037			
Poissonverdeling							d.f.	dev.	p
Fuut	bd.f	1-2	0.024	0.098	0.247	0.805	3	3.81	0.122
		2-3	-0.054	0.153	-0.355	0.722			
		3-4	0.258	0.153	1.684	0.092			
	all.f	1-2	0.044	0.101	0.440	0.660	2	3.05	0.217
		2-3	NA	NA	NA	NA			
		3-4	0.258	0.153	1.684	0.092			

Van de negen watervogelsoorten die in deze analyses zijn meegenomen zijn er drie waarbij eenduidige significante resultaten van bodemdaling gevonden werden, zowel in de modellen zonder als in de modellen

met de covariabelen vegetatiestructuur(jaar) en begrazing(jaar): Slobeend, Tafeleend en Knobbelzwaan (tabellen 25 en 26). Bij de eerste twee soorten zijn de effecten van bodemdaling sterk negatief. De

Tabel 27. Karakterisering van de slaappleatsen naar gemiddelde bodemdalingsklasse (gemiddelde, gewogen naar oppervlakteaandeel) en de bijbehorende nieuwe bodemdalingklasse (gewogen gemiddelde ingedeeld naar klasse). In kolom Soorten staat welke soorten geteld worden: gz = ganzen en zwanen, sl = steltlopers en sterns.

Telgebied	Oppervlak	Soorten	Gemiddelde bodemdaling	Bodemdaling-klasse
Vlinderbalg oost	18.32	gz	1.43	1-2
Nieuwe Robbengat	151.68	gz	0.50	0-1
Oude Robbengat	83.87	gz	1.31	1-2
Vlinderbalg	78.71	gz	1.50	1-2
Ezumakeeg	492.11	gz	1.79	1-2
Simonsgat	45.12	gz	1.50	1-2
Kollumerwaard	191.47	gz	1.61	1-2
Jaap Deensgat	75.54	gz & sl	1.50	1-2
Achter de Zwarten	110.47	gz & sl	1.42	1-2
Ezumakeeg-Noord	79.81	sl	2.44	2-3
Ezumakeeg-Zuid	154.22	sl	1.39	1-2

Tabel 28. Resultaten bij steltlopers van slaappleatsen van de modellen met bodemdaling als continue variabele (Model: c) en als factor (Model: f). Gegeven is het aantal plots per soort, de overdispersie-parameter per model, de aggregatie-parameter theta bij de negatief binomiale verdeling, de estimate met standaardfout van de interactie van bodemdaling met jaar en de bijbehorende z-waarde en p-waarde (overschrijdingskans). Bioj het model met bodemdaling als factor wordt dalingsklasse 2-3 cm vergeleken met dalingsklasse 1-2 cm.

Soort	# Plots	Model	Overdispersie	Theta	Term	Estimate	s.e.	z-value	p
Tureluur	4	f	11.9	2.6	jaar.2-3cm	0.057	0.242	0.237	0.813
		c	11.9	2.6	jaar.daling	0.083	0.240	0.345	0.730
Wulp	3	f	18.7	2.4	jaar.2-3cm	0.271	0.269	1.007	0.314
		c	18.6	2.5	jaar.daling	0.267	0.259	1.031	0.303
Grutto	4	f	46.6	2.7	jaar.2-3cm	-0.276	0.225	-1.228	0.219
		c	47.0	2.6	jaar.daling	-0.251	0.224	-1.118	0.264
Kemphaan	4	f	20.8	2.2	jaar.2-3cm	-0.061	0.251	-0.243	0.808
		c	20.5	2.2	jaar.daling	-0.092	0.249	-0.371	0.711
Bonte Strandloper	3	f	6.9	1.4	jaar.2-3cm	0.364	0.371	0.981	0.327
		c	7.1	1.4	jaar.daling	0.330	0.379	0.872	0.383
Kievit	4	f	72.6	1.4	jaar.2-3cm	0.205	0.315	0.652	0.515
		c	72.9	1.4	jaar.daling	0.196	0.313	0.626	0.531
Goudplevier	3	f	31.3	0.7	jaar.2-3cm	1.419	0.536	2.650	0.008
		c	32.9	0.7	jaar.daling	1.321	0.536	2.468	0.014
Bontbekplevier	4	f	8.1	1.8	jaar.2-3cm	-0.210	0.288	-0.728	0.467
		c	8.1	1.8	jaar.daling	-0.175	0.286	-0.614	0.539
Kluut	4	f	6.0	2.1	jaar.2-3cm	0.243	0.268	0.907	0.364
		c	5.9	2.1	jaar.daling	0.252	0.265	0.952	0.341
Scholekster	4	f	7.2	4.4	jaar.2-3cm	-0.477	0.210	-2.275	0.023
		c	7.4	4.2	jaar.daling	-0.454	0.210	-2.163	0.031

aantallen Slobeenden nemen per cm bodemdaling per jaar af met 43%, de aantallen Tafeleenden met 24%. Bij de Knobbelswaan was het effect echter juist positief; de aantallen nemen per centimeter bodemdaling per jaar met 23% toe.

Verder waren bij een aantal soorten de effecten van bodemdaling in de modellen met andere covariabelen bijna significant (Stormmeeuw, bodemdaling continu negatief effect, $p=0,081$ en Kokmeeuw, bodemdaling als factor, $p=0,055$, maar paarsgewijze toetsen niet significant), of alleen significant in het model met bodemdaling als factor en de overige covariabelen (Bergeend, $p=0,027$, klasse 1-2 cm heeft een significant positievere trend dan klasse 0-1 cm).

Slaapplaatsen

In het Lauwersmeer worden negen slaapplaatsen van ganzen en zwanen geteld en vier van steltlopers en sterns (tabel 27, figuur 3). Ook bij de slaapplaatsen vallen verreweg de meeste van de telgebieden in de klasse met 1-2 cm bodemdaling (8 van de 9 bij ganzen en zwanen, 3 van de 4 bij steltlopers en sterns). Bij ganzen en zwanen valt één telgebied (Nieuwe Robbengat) in klasse 0-1 cm bodemdaling, bij steltlopers en sterns valt één slaapplaats in bo-

demdalingklasse 2-3 cm (Ezumakeeg-Noord). Geen van de telgebieden krijgt de twee zwaarste klassen met 3-4 cm of 4-5 cm bodemdaling toegekend.

In totaal zijn 14 slaapplaatssoorten geanalyseerd op effecten van bodemdaling (10 steltlopers 2 ganzen en 2 zwanen). Bij de steltlopers bleek het effect van bodemdaling op de trend significant bij de Goudplevier en de Scholekster (tabel 28). Bij de Goudplevier was het effect sterk positief (per centimeter bodemdaling per jaar nemen de aantallen met een factor 3,7 toe), bij de Scholekster sterk negatief (per centimeter bodemdaling per jaar nemen de aantallen met een factor 0,6 af). In totaal zijn er 6 soorten steltlopers waarbij het effect van bodemdaling op de trend positief is en 4 soorten waarbij het effect negatief is. Bij zwanen en ganzen bleek het effect van bodemdaling op de trend significant negatief bij de Kolgans (tabel 29); de aantallen Kolganzen nemen per centimeter bodemdaling per jaar af met factor 0,3 (68%). Ook de overige soorten ganzen en zwanen nemen af met toenemende bodemdaling, maar dit effect is niet significant, hoewel bijna significant bij de Grauwe Gans.

Tabel 29. Resultaten bij ganzen en zwanen van slaapplaatsen van de modellen met bodemdaling als continue variabele (Model: c) en als factor (Model: f). Gegeven is het aantal plots per soort, de overdispersie-parameter per model, de aggregatie-parameter theta bij de negatief binomiale verdeling, de estimate met standaardfout van de interactie van bodemdaling met jaar en de bijbehorende z-waarde en p-waarde (overschrijdingskans). Bij het model met bodemdaling als factor wordt dalingsklasse 1-2 cm vergeleken met dalingsklasse 0-1 cm.

Soort	# Plots	Model	Over-dispersie	Theta	Term	Estimate	s.e.	z-value	p
Grauwe gans	9	f	154.1	2.5	jaar.1-2cm	-0.401	0.217	-1.849	0.065
		c	155.7	2.5	jaar.daling	-0.382	0.199	-1.919	0.055
Kolgans	8	f	181.5	1.1	jaar.1-2cm	-1.302	0.521	-2.500	0.012
		c	156.2	1.1	jaar.daling	-1.136	0.412	-2.756	0.006
Wilde zwaan	4	f	6.7	1.3	jaar.1-2cm	-0.123	0.373	-0.329	0.742
		c	6.8	1.3	jaar.daling	-0.193	0.372	-0.519	0.604
Kleine zwaan	6	f	19.1	1.2	jaar.1-2cm	-0.409	0.333	-1.228	0.220
		c	20.0	1.1	jaar.daling	-0.237	0.308	-0.767	0.443

4. Conclusies

In dit rapport proberen we antwoord te geven op de hoofdvraag ‘Heeft de nieuwe aardgaswinning in het Lauwersmeer een negatief effect op de vogels die van

het gebied gebruik maken?’. Aangezien de bodemdaling veroorzaakt door de nieuwe gaswinningen niet kan worden gescheiden van de bodemdaling

Tabel 30. Overzicht van de resultaten van de trendanalyses en analyses met covariabelen bij broedvogels. Bij de trendanalyses zijn de gebieden geordend in volgorde van estimate van de 3-wegs interactie ‘gebied.jaar.voorna’. Het Lauwersmeer is onderstreept, de gebieden die in de paarsgewijze vergelijkingen significant verschilden van het Lauwersmeer zijn vet gedrukt. L: Lauwersmeer, B: Biesbos, D: Delta, IJ: IJsselmeer.

Bij de analyses met covariabelen is daling als factor (dalingf) of als continue variabele (dalingc) meegenomen. +: positief effect, -: negatief effect. Bij ‘dalingf x jaar’ waren meerdere klassen aanwezig, waardoor het effect van deze factoren niet als + of - in de tabel kon worden weergegeven. Hier is slechts aangegeven of de factor significant was.

~ $p \leq 0,1$, * $p \leq 0,05$, ** $p \leq 0,01$, *** $p \leq 0,001$.

Niet significante resultaten zijn tussen haken weergegeven.

Soort	Trendanalyses	Analyses met covariabelen	
		Dalingf x Jaar	Dalingc x Jaar
Grauwe gans (g)	IJ>B>D> <u>L</u> ***		(-)
Graspieper (g)	(<u>L</u> >D>B)		(-)
Blauwborst (g)	(B>IJ> <u>L</u> >D)	*	~**
Baardman (g)	(IJ>B> <u>L</u>)		(-)
Veldleeuwerik (g)	(<u>L</u> >D>B)		(-)
Scholekster (g)	nvt		(-)
Bergeend (o)	(<u>L</u> >D>IJ)	nvt	nvt
Krakeend (g)	(<u>L</u> >D>B>IJ)	nvt	nvt
Wilde Eend (o)	(<u>L</u> >B>D>IJ)	nvt	nvt
Slobeend (g)	(B>D>IJ> <u>L</u>)	nvt	nvt
Kluut (g)	<u>L</u> >IJ>D***	nvt	nvt
Kievit (g)	(<u>L</u> >D>IJ>B)	nvt	nvt
Tureluur (g)	(<u>L</u> >D>IJ>B)	nvt	nvt
Winterkoning (o)	(IJ>B>D> <u>L</u>)	nvt	nvt
Rietzanger (g)	IJ> <u>L</u> >D>B~	nvt	nvt
Fitis (o)	(IJ>D>B> <u>L</u>)	nvt	nvt
Vink (o)	(<u>L</u> >B>D>IJ)	nvt	nvt
Rietgors (g)	(<u>L</u> >B>IJ>D)	nvt	nvt
<i>Soortgroep</i>			
Gevoelig	nvt		(-)
Ongevoelig	nvt		(-)
Pioniersoorten	nvt		+~
Weidevogels	nvt		(-) ()
Watervogels	nvt		(-)
Vogels van open heide	nvt		~*
Rietvogels	nvt	*	~
Struweelvogels	nvt	**	~**
Waterrietvogels	nvt		(-)
Blauwe Lijst soorten	nvt	**	~

Tabel 31. Overzicht van de resultaten van de trendanalyses en analyses met covariabelen bij watervogels. Bij de trendanalyses zijn de gebieden geordend in volgorde van estimate van de 3-wegs interactie 'gebied.jaar. voorna'. Het Lauwersmeer is onderstreept, de gebieden die in de paarsgewijze vergelijkingen significant verschillen van het Lauwersmeer zijn vet gedrukt. L: Lauwersmeer, IJ: IJsselmeer, Lp: Lepelaarsplassen, M: Markermeer, O: Oostvaardersplassen, V: Volkerak. Bij de analyses met covariabelen is daling als factor (dalingf) of als continue variabele (dalingc) meegenomen. +: positief effect, -: negatief effect.

Bij 'dalingf x jaar' waren meerdere klassen aanwezig, waardoor het effect van deze factoren niet als + of - in de tabel kon worden weergegeven. Hier is slechts aangegeven of de factor significant was. ~ $p \leq 0,1$, * $p \leq 0,05$, ** $p \leq 0,01$, *** $p \leq 0,001$.

Niet significante resultaten zijn tussen haken weergegeven.

Soort	Trendanalyses	Analyses met covariabelen	
		Dalingf x Jaar	Dalingc x Jaar
Meerkoet (g)	(IJ>M> <u>L</u> >Lp>O)		(+)
Smient (o)	Lp>IJ><u>L</u>>O>M ~		(-)
Slobeend (o)	(Lp>O> <u>L</u> >M>IJ)	**	~***
Bergeend (o)	(Lp>O>M> <u>L</u> >IJ)	*	(+)
Tafeleend (g)	(IJ>O> <u>L</u> >Lp>M)		~*
Knobbeltzwaan (o)	Lp>M><u>L</u>>O ***	**	+*
Fuut (o)	Lp>M><u>L</u>>IJ **		(+)
Stormmeeuw (o)	(O>IJ>M> <u>L</u>)		--
Kokmeeuw (o)	(Lp> O>M>IJ><u>L</u>)	~	(+)
Bontbekplevier (g)	(<u>L</u> >V)	nvt	nvt
Kleine zwaan (g)	(M> <u>L</u>)	nvt	nvt
Kluut (g)	(O> <u>L</u> >M>IJ)	nvt	nvt
Scholekster (o)	(IJ>M> <u>L</u>)	nvt	nvt

Tabel 32. Overzicht van de resultaten van de analyses binnen het Lauwersmeer bij soorten van slaappleatsen. Met gegevens van slaappleatsen konden geen trendanalyses worden uitgevoerd, omdat de slaappleatstellingen pas in 2007 zijn begonnen. Bij 'dalingf x jaar' waren slechts twee klassen aanwezig, waardoor ook de richting van het verband kon worden weergegeven. Voor verklaring van de kolommen zie tabel 30.

Soort	Analyses met covariabelen	
	Dalingf x Jaar	Dalingc x Jaar
Kleine zwaan	(-)	(-)
Wilde zwaan	(-)	(-)
Kolgans	~*	~**
Grauwe gans	--	--
Scholekster	~*	~*
Kluut	(+)	(+)
Bontbekplevier	(-)	(-)
Goudplevier	+**	+*
Kievit	(+)	(+)
Bonte strandloper	(+)	(+)
Kemphaan	(-)	(-)
Grutto	(-)	(-)
Wulp	(+)	(+)
Tureluur	(+)	(+)

veroorzaakt door de oude gaswinningen bij Anjum, Munnekezijl en Ezumazijl (zie discussie), dient deze vraag geherformuleerd te worden tot: 'Heeft de bodemdaling veroorzaakt door gaswinning van de NAM in de periode 2007-2012 in het Lauwersmeer een negatief effect op de vogels die van het gebied gebruik maken?'.

Eerst wordt getracht aan de hand van de resultaten een antwoord te geven op de vier geformuleerde deelvragen. Vervolgens worden de antwoorden gecombineerd om de hoofdvraag te beantwoorden. De resultaten van de verschillende analyses zijn voor de overzichtelijkheid zo goed mogelijk samengevat in tabel 30 (broedvogels), 31 (watervogels) en 32 (slaapplaatsen).

4.1. Deelvragen 1 en 2

1. *Wijken de trends van vogelsoorten in het Lauwersmeer af van die in de referentiegebieden? Zo ja, verschilt deze afwijking tussen soorten die op grond van hun biotoopeisen naar verwachting gevoelig zullen zijn voor veranderingen van het waterpeil en soorten die hier niet gevoelig voor zijn?*
2. *Verschillen de trends van broed- en watervogelsoorten ná de start van de nieuwe gaswinning (2007) van de trends vóór de start van de gaswinning? Zo ja, zijn deze verschillen vergelijkbaar voor soorten die op grond van hun biotoopeisen naar verwachting gevoelig zullen zijn voor veranderingen van het waterpeil en voor soorten die hier niet gevoelig voor zijn?*

De trendanalyses van broedvogels lieten bij twee van de 17 geanalyseerde soorten een significant verschil zien in trend tussen het Lauwersmeer en de andere gebieden in de periode na de start van de nieuwe winningen. Bij de Grauwe Gans was de trend in het Lauwersmeer na de start van de nieuwe winningen minder positief dan in het IJsselmeer, de Biesbos en de Delta, waarbij alleen het verschil met het IJsselmeer significant was. Bij de Kluut was de trend in het Lauwersmeer juist positiever dan in het IJsselmeer en de Delta en waren beide verschillen significant. Beide soorten werden aangemerkt als gevoelig voor bodemdaling, omdat ze vaak in de oeverzone broeden.

De meeste soorten broedvogels (10 van de 17) vertoonden in het Lauwersmeer positievere trends na de start van de winningen dan in de referentiegebieden. Van deze soorten werden er zeven tot de

gevoelige soorten gerekend en drie tot de ongevoelige soorten. Slechts bij vijf soorten was de trend in het Lauwersmeer na de start van de winningen negatiever dan in de andere gebieden. Hier zaten drie gevoelige soorten bij en twee ongevoelige soorten. Er was dus geen duidelijk verschil in resultaten tussen gevoelige en ongevoelige soorten.

De trendanalyses van watervogels lieten bij 10 van de 13 soorten geen significant effect van periode en gebied op de trend zien, bij drie soorten was het effect wel (Fuut, Knobbeltzwaan) of bijna (Smient) significant. Bij de Fuut was de trend in het Lauwersmeer na de start van de nieuwe winningen significant positiever dan in het IJsselmeer. Bij de Knobbeltzwaan was de trend in het Lauwersmeer significant negatiever dan in de Lepelaarsplassen en in het Markermeer. Bij de Smient was de 3-wegs interactie 'gebied.voorna.jaar' net niet significant, maar bleek uit de paarsgewijze vergelijkingen tussen de gebieden dat de trend in het Lauwersmeer na de start van de nieuwe winningen significant negatiever was dan in de Lepelaarsplassen. Tot slot was de 3-wegs interactie term ook bij de Scholekster en Kokmeeuw niet significant, maar waren er wel significante verschillen bij de paarsgewijze vergelijking tussen het Lauwersmeer en de overige gebieden. Bij de Scholekster was de trend in het Lauwersmeer significant negatiever dan in het IJsselmeer en bij de Kokmeeuw was deze significant negatiever dan in de Oostvaarders plassen.

Bij de soorten Knobbeltzwaan, Smient, Scholekster en Kokmeeuw (alle naar verwachting ongevoelig) waren de in de paarsgewijze vergelijkingen significante resultaten negatief, bij de Fuut (ook ongevoelig) was het significante effect positief. Ook bij de watervogels was er dus geen verschil in resultaten tussen gevoelige en ongevoelige soorten.

Er lijken dus geen aanwijzingen te zijn dat de trends in het Lauwersmeer sinds de start van de winningen zich bij de naar verwachting gevoelige soorten broedvogels of watervogels negatiever ontwikkelen dan in andere vergelijkbare gebieden. Wel verdient het aanbeveling nader te onderzoeken waarom bij enkele soorten (broedvogels: Grauwe Gans en Kluut, watervogels: Knobbeltzwaan en Fuut, en eventueel Smient, Kokmeeuw en Scholekster) de trend in het Lauwersmeer verschilt van de trends in enkele andere gebieden in de periode 2007-2012. Dit zou met bodemdaling te maken kunnen hebben, maar ook met andere variabelen. Ook kan het hier om toeval gaan, aangezien de toets bij meerdere soorten is herhaald, wat de kans op significante effecten vergroot.

4.2. Deelvraag 3

3. *Is de tot 2012 'gerealiseerde' bodemdaling in verschillende deelgebieden binnen het Lauwersmeer van invloed op de trends uit de gegevens van de broed- en watervogeltellingen in de periode met bodemdaling door de nieuwe gaswinningen (2007-2012)?*

Uit de regressieanalyses met covariabelen bleek bij de broedvogels dat bodemdaling een significant negatief effect heeft op de trend van Blauwborst. Van deze soort werd verwacht dat deze gevoelig zou zijn voor bodemdaling. Bovendien was ook bij alle overige soorten het effect van bodemdaling op de trend negatief, hoewel niet significant, en werden er significant negatieve effecten gevonden bij soortgroepen 'Vogels van open heide' en 'Struweelvogels' en bijna significant negatieve effecten bij 'Vogels van de Blauwe lijst' en bij 'Rietvogels'. Alleen bij soortgroep 'Pioniervogels' was het net niet significante effect van bodemdaling positief.

Bij de analyses met covariabelen van watervogelsoorten was het effect van bodemdaling op de trend bij Tafeleend en Slobeend significant negatief, bij de Stormmeeuw negatief en bijna significant. Bij de Knobbelzwaan was het significante effect echter positief.

Deze analyses lijken erop te wijzen dat bodemdaling in de periode 2007-2012 in het Lauwersmeer een negatief effect heeft op de trends van broedvogels in het algemeen en de Blauwborst in het bijzonder. Aanbevolen wordt nader uit te zoeken of het hier daadwerkelijk om een effect van bodemdaling gaat. Bij de geanalyseerde watervogels was het effect van bodemdaling minder eenduidig; deze was bij drie soorten significant negatief en bij één soort positief.

4.3. Deelvraag 4

4. *Zijn de trends van steltlopers, ganzen, zwanen en sterns op slaapplaatsen in de periode 2007-2012 gecorreleerd aan de mate van bodemdaling?*

Het effect van bodemdaling op de trends van slaapplaatssoorten was bij acht soorten negatief (twee soorten ganzen, twee soorten zwanen en vier stelt-

lopers). Bij twee van deze soorten, de Kolgans en Scholekster, was dit effect significant, bij één soort bijna (Grauwe Gans). Bij zes soorten steltlopers was het effect van bodemdaling op de trend juist positief; bij de Goudplevier was dit positieve effect zelfs significant. Dit betekent dat bij drie van de 14 geanalyseerde soorten de trend significant correleerde met de mate van bodemdaling, echter niet altijd op dezelfde manier. Ook hier strekt het tot aanbeveling nader uit te zoeken of het hier daadwerkelijk om een effect van bodemdaling gaat.

4.4. Hoofdvraag

Heeft de bodemdaling veroorzaakt door gaswinning van de NAM in de periode 2007-2012 in het Lauwersmeer een negatief effect op de vogels die van het gebied gebruik maken?

De analyses met covariabelen laten een negatief verband zien tussen de mate van bodemdaling en de trends van enkele vogelsoorten. Bij de broedvogels lijkt dit verband vrijwel zonder uitzondering negatief (hoewel niet altijd significant). Bij watervogels en slaapplaatssoorten worden naast negatieve ook positieve effecten van bodemdaling aangetroffen. Tegelijkertijd laten de trendanalyses geen alarmerende resultaten zien, voor watervogels noch broedvogels. Dit lijkt erop te duiden dat de trends van de meeste vogels in het Lauwersmeer als geheel niet in negatieve zin afwijken van andere vergelijkbare gebieden, maar dat sommige (broed)vogelsoorten binnen het Lauwersmeer de plekken opzoeken met de minste bodemdaling. Een negatief effect van bodemdaling door de nieuwe winningen is moeilijk te verklaren, aangezien er geen effecten op de vegetatie zijn aangetroffen en de bodemdaling in de periode 2007-2012 vooralsnog geen zichtbare consequenties heeft gehad voor de maaiveldhoogte (Bijkerk *et al.*, 2013). Het is echter mogelijk dat de oude gaswinningen bij Anjum, Ezumazijl en Munnekezijl, die reeds sinds de jaren '90 plaatsvinden en een sterkere daling veroorzaken dan de nieuwe winningen, de trends beïnvloeden (zie discussie). Op grond van deze resultaten kan een negatief effect van de gaswinningen op de trends van vogels van het Lauwersmeer vooralsnog niet worden uitgesloten.

5. Discussie

5.1. Resultaten

Uit de resultaten van de analyses met covariabelen binnen het Lauwersmeer blijkt dat de trend bij alle zes geanalyseerde broedvogelsoorten en bij negen van de 10 geanalyseerde soortgroepen broedvogels negatief correleert met bodemdaling, hoewel dit effect alleen bij de Blauwborst en de soortgroepen 'Vogels van open heide' en 'Struweelvogels' significant was. Opvallend is dat de soortgroep met de soorten waarvan verwacht werd dat deze gevoelig zouden zijn voor bodemdaling in deze analyses geen significant effect van bodemdaling op de trend laat zien. Hoe bodemdaling verschillende soorten kan beïnvloeden is soms moeilijk in te schatten. De Blauwborst, de enige soort waarbij het negatieve effect van bodemdaling significant was, broedt op de grond in de oeverzone en werd daarom ingedeeld in de groep 'gevoelig voor bodemdaling'. De soort komt daarnaast voor op de Blauwe lijst, wat betekent dat Nederland hier een speciale verantwoordelijkheid voor heeft. De trend van de Blauwborst in het gehele Lauwersmeer is echter positief.

In tegenstelling tot de broedvogels waren de effecten van bodemdaling bij de analyses met covariabelen bij de watervogels niet eenduidig. Dat de effecten van bodemdaling minder negatief zijn dan bij broedvogels is mogelijk te verklaren doordat overwinterende en doortrekkende watervogels niet gebonden zijn aan een nest dat kan overstromen.

Verwacht werd dat bij watervogels vooral de trends van soorten die naar waterplanten of tubers van fonteinkruiden grondelen (Meerkoet, Tafelend, Kleine Zwaan, Knobbelzwaan en Wilde Zwaan) mogelijk negatief zouden worden beïnvloed door bodemdaling. Dit was echter niet het geval bij de Meerkoet, Tafelend en Kleine Zwaan (trendanalyses). De Wilde Zwaan kon in de trendanalyses niet worden meegenomen door de lage aantallen binnen het Lauwersmeer. Bij de Knobbelzwaan waren de trends in het Lauwersmeer na de start van de nieuwe winningen wel significant negatiever dan in de Lepelaarsplassen en het Markermeer, maar binnen het Lauwersmeer correleerde de trend juist positief met bodemdaling. Bij deze soort lijkt dus iets anders aan de hand. Bij de Tafelend was het effect van bodemdaling op de trends binnen het Lauwersmeer wel significant negatief. Tot slot correleerden de trends van de Kleine en de Wilde Zwaan op slaapplaatsen binnen het Lauwersmeer negatief met bodemdaling, maar deze effecten waren niet significant.

Bodemdaling zou op verschillende manieren van invloed kunnen zijn op de trends en verspreiding van grondelende watervogels. De bodemgesteldheid van het Lauwersmeer en de aanwezigheid van voedselplanten kunnen hierin een rol spelen. Zo is bekend dat de verspreiding van Schedefonteinkruid wordt beïnvloed door waterdiepte, bodemsubstraat en predatie door Kleine Zwanen en dat Kleine Zwanen bij voorkeur in zandige en niet in kleiige bodem foerageren (Hangelbroek, 2004). Daarnaast vindt er competitie tussen zwanen onderling plaats (hoge aantallen Knobbelzwanen in de zomer die op blaadjes van fonteinkruid foerageren zorgen ervoor dat de hoeveelheid beschikbare knolletjes voor Kleine Zwanen in het najaar afneemt, Hidding *et al.*, 2009) en facilitatie van Tafelenden door Kleine Zwanen, waarbij Tafelenden de bovendrijvende knolletjes eten die Kleine Zwanen loswoelen van de bodem (Gyimesi *et al.*, 2012). Bodemdaling kan de verspreiding van Schedefonteinkruid en de beschikbaarheid voor vogels dus op verschillende manieren beïnvloeden, waardoor het effect van bodemdaling op soorten die hier afhankelijk van zijn moeilijk te voorspellen is. Mogelijk is het oppervlak met water van de optimale diepte voor fonteinkruid juist genomen door de bodemdaling, wat het positieve effect van bodemdaling bij de analyses met covariabelen op de Knobbelzwaan zou kunnen verklaren. Bij steile oevers en verdergaande bodemdaling zou het effect van bodemdaling dan echter alsnog negatief kunnen worden, omdat de zone met de juiste waterdiepte voor zowel vogels als voedselplanten dan niet verder kan opschuiven. Toekomstige monitoring zou dit uit kunnen wijzen.

De resultaten van de trendanalyses en analyses met covariabelen zijn voor sommige soorten vrij consistent (Grauwe Gans, Baardman, Blauwborst, Smient, Fuut en Stormmeeuw), maar voor andere soorten lijken de resultaten tegenstrijdig (Veldleeuwrik, Bergeend, Slobeend, Knobbelzwaan en Kokmeeuw). Toevalsfactoren kunnen bij de ogenschijnlijk tegenstrijdige resultaten een grote rol spelen, aangezien de steekproeven vaak klein zijn, ondanks de strenge selectie van soorten en gebieden. De soorten waarbij de uitkomsten consistent negatief zijn (trend na de start van de nieuwe winningen in Lauwersmeer al dan niet significant lager dan in vergelijkbare gebieden én al dan niet significant negatief effect van bodemdaling op de trend) verdienen in eventuele toekomstige monitoring en analyses nadere aan-

dacht. Dit zijn Grauwe Gans, Baardman en Blauwborst (broedvogels) en Smient en Stormmeeuw (watervogels). Daarnaast is extra aandacht gewenst voor de soorten Slobbeend (broed- en watervogels), Tafelleend en Knobbelswaan (watervogels), Scholtekster (watervogels en slaapplaatsen) en de Kleine en Wilde Zwaan (slaapplaatsen), omdat deze bij minimaal één van de analyses significante negatieve resultaten lieten zien, of naar verwachting gevoelig zijn voor bodemdaling en een (niet significante) negatieve correlatie met bodemdaling vertonen.

Eventuele verschillen in uitkomsten van de analyses binnen het Lauwersmeer van watervogels en slaapplaatssoorten (Bontbekplevier en Kleine Zwaan) kunnen deels worden verklaard door verschillen in functie van slaapplaatsen en watervogelgebieden, alsook verschillen in timing van de tellingen en van de piekaantallen van verschillende soorten (Kleefstra & de Boer, 2012b).

Hoewel hier niet getoond, is een opvallend resultaat van de analyses het (vaak sterk) negatieve effect van begrazing op de trends van veel broedvogelsoorten en -soortgroepen. Bij de vier broedvogelsoorten waarbij het effect van begrazing op de trend kon worden getoetst (Grauwe gans, Graspieper, Blauwborst en Baardman) was het effect negatief en significant of bijna significant. Bij drie van de 10 soortgroepen was het effect van begrazing op de trend ook significant negatief ('Gevoelig', 'Vogels van open heide' en 'Watervogels') en bij drie bijna significant ('Waterriet-', 'Riet-' en 'Stuweelvogels'). Slechts bij één soortgroep was het effect positief ('Pioniervogels'), maar net niet significant. Uit de broedvogelrapportages blijkt dat de veedichtheid sinds 1999 sterk is toegenomen, wat mogelijk een negatief effect heeft op de aantallen broedvogels in het Lauwersmeer (o.a. Kleefstra & de Boer, 2012a). Momenteel wordt begrazing in het gebied ingezet als beheersmaatregel. Het strekt tot aanbeveling de effecten van begrazing nader te onderzoeken en begrazing als beheersmaatregel te heroverwegen, zoals reeds geopperd in de broedvogelrapporten (o.a. Kleefstra & de Boer, 2010; Kleefstra & de Boer, 2011; Kleefstra & de Boer, 2012a).

5.2. Methodologie

De effecten van een bepaalde ingreep dienen idealiter experimenteel te worden vastgesteld. Bij een experiment kunnen effecten van andere variabelen die de trends kunnen beïnvloeden worden uitgesloten,

of op zijn minst worden gecontroleerd. In het geval van bodemdaling is dit echter niet mogelijk. Een alternatief is een zogenaamde BACI-benadering; *Before-After Control-Impact*. Hierbij wordt de situatie in het gebied met de ingreep (Lauwersmeer) na de ingreep (bodemdaling) vergeleken met de situatie in hetzelfde gebied vóór de ingreep en met de situatie vóór en na de ingreep in controlegebieden waar de ingreep niet heeft plaatsgevonden. Voor deze aanpak is gekozen bij de trendanalyses. Een nadeel hierbij is echter dat er binnen het Lauwersmeer geen controlegebieden aanwezig zijn waar geen bodemdaling heeft plaatsgevonden, aangezien de bodem in het hele Lauwersmeergebied is gedaald. De vergelijking in trends is dan ook uitgevoerd met controlegebieden buiten het Lauwersmeer, die in meerdere opzichten kunnen afwijken van het Lauwersmeer. Daarom is bij de vervolganalyses het Lauwersmeer meer in detail bekeken en werd onderscheid gemaakt in de mate van bodemdaling en in andere potentieel relevante variabelen. Het aantal extra variabelen dat kon worden meegenomen is echter beperkt, omdat deze niet direct voor handen zijn (waterdiepte), maar ook omdat de vogeldata niet eindeloos over verschillende variabelen kunnen worden uitgesmeerd. Ook bij deze analyses is het dus mogelijk dat eventuele significante effecten van bodemdaling in werkelijkheid worden veroorzaakt door andere variabelen die niet in de analyses zijn meegenomen en die hetzelfde gradiënt binnen het gebied vertonen als bodemdaling. Het gaat ook in deze analyses namelijk om een correlatief en niet noodzakelijkerwijs om een causaal verband. Een effect van bodemdaling is dan echter wel goed mogelijk en kan niet worden uitgesloten. Dit betekent dat bij significante negatieve effecten van bodemdaling nader dient te worden uitgezocht waardoor deze correlatie wordt veroorzaakt.

Aangezien in dit rapport getracht wordt alleen de effecten van nieuwe winningen te beoordelen, is het jaar 2007 (start van de nieuwe winningen) als omslagpunt gehanteerd bij de trendanalyses en als startpunt bij de analyses met covariabelen. In het Lauwersmeer wordt het merendeel van de bodemdaling in de periode 2007-2012 echter veroorzaakt door de winningen bij Anjum, Ezumazijl en Munnekezijl, allen oude winningen. De bodemdaling veroorzaakt door de oude en nieuwe winningen kan echter niet uit elkaar worden getrokken. We bekijken dus toch vooral effecten van oude winningen, maar dan over een kortere periode. Dit betekent ook dat de BACI aanpak niet snel resultaten zal opleveren, aangezien in de periode vóór de start van de nieuwe gaswinningen reeds bodemdaling heeft plaatsgevon-

den, waardoor het verschil in trends in de periode vóór en na 2007 gering zal zijn. Er kan dus niet echt van een ‘*before impact*’ situatie worden gesproken. Wanneer de totale cumulatieve bodemdaling vanaf de start van de oude winningen wordt bepaald dan blijkt dat deze binnen het Lauwersmeergebied maximaal 12-13 cm is (bij Anjum). Dit is veel meer dan de 4-5 cm daling die in de periode 2007-2012 heeft plaatsgevonden en die vooralsnog niet terug te vinden was in het verloop van de maaiveldhoogte (Bijkerk *et al.*, 2013). Het is mogelijk dat deze oude daling nog steeds doorwerkt op de trends in de periode 2007-2012. Het strekt daarom tot aanbeveling vergelijkbare analyses uit te voeren met als omslagpunt de start van de *oude* gaswinningen bij Anjum, Ezumazijl en Munnekezijl. Bovendien maakt dit de gevonden negatieve effecten van bodemdaling op enkele soort(groep)en aannemelijker; een daling van meer dan 10 centimeter zal eerder effect hebben op de trends dan een daling van slechts enkele centimeters. Dit betekent ook dat het zeer wenselijk is om een langere tijdreeks te hebben van de aantallen broed-, slaapplaats- en watervogels om de analyses in de toekomst te kunnen herhalen. De kans op het aantonen van effecten (de statistische *power*) zal dan aanzienlijk toenemen, doordat er meer bodemdaling heeft plaatsgevonden (groter effect), maar ook doordat er meer gegevens van vogelaantallen beschikbaar zijn (betrouwbaarder data).

Bij de analyses met covariabelen kon het Lauwersmeer voor de integraal gekarteerde broedvogels worden ingedeeld in min of meer homogene plots voor wat betreft de verklarende variabelen (bodemdaling, begrazing en vegetatiestructuur), omdat de exacte locatie van de waarnemingen bekend was. De waarnemingen konden dus worden toegekend aan de nieuwe plots.

Bij watervogels en slaapplaatsen was dit echter niet mogelijk, omdat de gegevens op het niveau van telgebieden zijn opgeslagen, niet op het niveau van individuele waarnemingen. Slaapplaatsen worden weliswaar sinds 2011 op kaart ingetekend, maar de periode waarover dit gedaan wordt is nog te kort om deze gegevens in de analyses mee te nemen. Dit betekent dat bij de analyses van watervogel- en slaapplaatstellingen moest worden gewerkt met plot-gemiddelde waarden voor de verklarende variabelen. Hierdoor gaat detailinformatie verloren en wordt het moeilijker eventuele verbanden tussen de verklarende variabelen en de trends aan te tonen. Een voorbeeld is een telgebied dat vooral uit grasland en een beetje water bestaat. Een dergelijk telgebied krijgt voor de vegetatiestructuur de klasse met het grootste

oppervlak toegekend (grasland), maar veel watervogels zullen zich vooral op het water bevinden.

Daarnaast is de spreiding in toegekende bodemdalingsklassen hierdoor beperkt; bij watervogels werden de meeste telgebieden (13 van de 17) toegekend aan dalingsklasse 1-2 cm, werden maar 2 gebieden toegekend aan dalingsklasse 0-1 cm, één aan klasse 2-3 cm en één aan klasse 3-4 cm. Dit geldt in nog sterkere mate voor de slaapplaatstellingen, omdat de slaapplaatstellingen niet het hele Lauwersmeer bestrijken; bij ganzen- en zwanenslaapplaatsen viel één slaapplaats in dalingsklassen 0-1 cm en de overige acht slaapplaatsen in klasse 1-2 en bij steltloper- en sternslaapplaatsen viel één slaapplaats in klasse 2-3 cm en de overige drie in klasse 1-2 cm.

Een voordeel van watervogel- en slaapplaatstellingen is dat de aantallen over het algemeen erg hoog zijn. Dit gaat echter vaak gepaard met een grotere spreiding in aantallen, mede omdat de vogels niet gebonden zijn aan een nestplaats.

Bij de slaapplaatsen werd sinds 2011 de exacte locatie van de slaapplaats ingetekend. Dit betekent dat eventuele verplaatsingen van slaapplaatsen doordat de waterdiepte toeneemt als gevolg van bodemdaling kunnen worden vastgesteld. Zo werd bijvoorbeeld bij hoge waterstanden in begin december 2011 vastgesteld dat ganzen afwezig waren op de gebruikelijke plekken, waarschijnlijk door te diep water met golfslag, en zich hadden verplaatst naar hogere delen van platen waar nieuwe ondiepten ontstonden (Kleefstra & de Boer, 2012b). Voor analyses van verplaatsingen van slaapplaatsen door bodemdaling is echter ook nauwkeurige informatie over de waterdiepte nodig. Deze informatie is momenteel niet direct beschikbaar, maar zou waarschijnlijk wel kunnen worden achterhaald aan de hand van dieptemetingen en waterstanden, of de waterdiepte zou alsnog kunnen worden opgemeten. Met dergelijke informatie en langere telreeksen van slaapplaatsen met exacte locaties zouden veel gedetailleerdere analyses van de slaapplaatstellingen kunnen worden uitgevoerd.

Al met al mag om bovengenoemde redenen verwacht worden dat de analyses met covariabelen bij broedvogels momenteel meer en betrouwbaarder resultaten opleveren dan de analyses van watervogels en slaapplaatsen. Omdat de aantallen broedvogels relatief laag zijn is ervoor gekozen om naast de analyses met soorten ook analyses met soortgroepen uit te voeren; dit zorgt voor grotere aantallen. Een nadeel hiervan is echter dat er vaak aanzienlijke overlap in soortensamenstelling bestaat tussen soortgroe-

pen, waardoor de resultaten niet onafhankelijk zijn van elkaar. Zo bevatten drie van de vier soortgroepen waar een (bijna) significant negatief effect van bodemdaling werd aangetroffen, 'Struweelvogels', 'Rietvogels' en 'Soorten van de Blauwe lijst', alle drie grote aantallen Blauwborst, waarbij in de soortanalyses een significant negatief effect van bodemdaling werd vastgesteld. Anderzijds bevat ook de soortgroep 'Gevoelig voor bodemdaling' veel Blauwborsten (17%), maar werden bij deze soortgroep geen effecten van bodemdaling aangetroffen. Bij deze soortgroep werden de resultaten vooral bepaald door de grote aantallen Grauwe ganzen. Ook verschillen de resultaten tussen soortgroepen 'Vogels van open heide' (negatief effect bodemdaling) en 'Weidevogels' (geen effect bodemdaling), hoewel de eerste soortgroep een deelverzameling is van de tweede. Soortgroep weidevogels bevat echter ook redelijke aantallen van enkele eendensoorten (Slobeend, Zomertaling, Wintertaling); blijkbaar zorgen deze voor het verschil in resultaat.

Van sommige soorten is bekend dat ze gevoelig zijn voor strenge winters (bijv. sneeuwbedekking bij Baardman en Blauwborst, of ijs bij Dodaars en Scholekster). Dit kan van invloed zijn op de trend, zeker in een korte periode als zes jaar. Ook het waterpeil in het gebied kan de trends beïnvloeden. In de toetsen zou het wenselijk zijn hiervoor te corrigeren, aangezien een deel van de variatie in de trend dan wordt verklaard. Dit zou echter weer voor extra verklarende variabelen zorgen die ook extra vrijheidsgraden kosten. Bovendien was de beschikbare tijd voor analyses beperkt en mag verwacht worden dat invloeden van weer en waterpeil binnen het gehele Lauwersmeer gelijk zouden zijn. Daarom is ervoor gekozen deze effecten niet mee te nemen in de modellen. Overwogen kan worden dit alsnog te doen.

In tegenstelling tot de trendanalyses voor de Waddenzee (Wiersma *et al.*, 2010; Wiersma *et al.*, 2011; Ens *et al.*, 2012) is er hier voor gekozen de trendanalyses niet op het niveau van telplots, maar op het niveau van hele gebieden (gebiedsgemiddelden) uit te voeren. Dit omdat telplots binnen één gebied niet onafhankelijk zijn van elkaar. Deze aanpak zorgt er bij broedvogels echter voor dat het aantal telplots dat per gebied kan worden geanalyseerd klein is, vooral in de referentiegebieden, aangezien veel BMP-plots in wisselende jaren worden geteld en het gebiedsgemiddelde wel steeds over dezelfde set telplots dient te worden bepaald. Dit zorgt ervoor dat de trends per gebied minder betrouwbaar zijn, wat weer voor

een lagere statistische *power* zorgt. Een alternatief zou zijn toch met de aantallen per telplot te rekenen, maar te corrigeren voor de ruimtelijke afhankelijkheid.

Het is wenselijk een dergelijke correctie ook voor de analyses met covariabelen uit te voeren, aangezien ook de trends in de plots binnen het Lauwersmeer ruimtelijk gecorreleerd zijn. Dit betekent dat de variantie in aantallen mogelijk lager lijkt, waardoor eerder significante verbanden worden gevonden.

Een ander probleem met onafhankelijkheid dat bij beide typen analyses speelt, is temporele autocorrelatie. Het getelde aantal vogels in een plot in jaar x is immers voor een groot deel afhankelijk van het aantal in datzelfde plot in jaar $x-1$. Ook hierdoor kan de variantie lager lijken en worden mogelijk eerder significante effecten gevonden. Hiervoor zou kunnen worden gecorrigeerd door de analyses met programma TRIM uit te voeren (Pannekoek & van Strien, 2001). Dit programma is ontwikkeld door het CBS voor het analyseren van tijdreeksen en houdt rekening met temporele autocorrelatie en met overdispersie.

Tot slot dient te worden vermeld dat dezelfde analyses steeds bij meerdere soorten en soortgroepen zijn uitgevoerd. Dit zorgt ervoor dat de kans op een significant resultaat toeneemt, aangezien deze bij afwezigheid van een effect 5% is. Bij afwezigheid van een effect zal dan ook gemiddeld één op de twintig toetsen toch een significant resultaat opleveren. Als hiervoor gecorrigeerd zou worden zouden minder effecten als significant uit de bus komen. Aan de andere kant zijn wij hier alleen geïnteresseerd in eventuele negatieve effecten en zou dus éézijdig kunnen worden getoetst, wat de kans op een significant resultaat juist weer zou vergroten. Al met al dient de nadruk bij de resultaten dus vooral te liggen bij de richting en grootte van de effecten en minder bij de p-waarden voor significantie.

5.3. Effectiviteit en aanbevelingen monitoring

Ondanks de naar verwachting lage *power* werden er significante verschillen in trends na de start van de nieuwe winningen gevonden tussen het Lauwersmeer en vergelijkbare gebieden en werd binnen het Lauwersmeer bij enkele soorten een significante correlatie tussen bodemdaling en trends aangetroffen. Hoewel dit deels te maken kan hebben met de ruimtelijke en temporele autocorrelatie (zie boven),

lijkt dit te ondersteunen dat de huidige monitoring van broed- en watervogels kan worden gebruikt om een vinger aan de pols te houden voor aantalsontwikkelingen binnen het Lauwersmeer.

Hierbij blijft het echter de vraag in hoeverre het hier daadwerkelijk om effecten van bodemdaling gaat. De mogelijkheid bestaat dat de gevonden effecten worden veroorzaakt door één of meerdere andere variabelen dan bodemdaling, die eenzelfde temporeel en ruimtelijk gradiënt vertonen. Daarom is het wenselijk om naast het verzamelen en analyseren van aantallen, aanvullende informatie te verzamelen over het mechanisme achter de aantalsveranderingen. Dit zou bijvoorbeeld kunnen worden gedaan door bij gevoelige soorten (grondbroeders van de oeverzone, bijvoorbeeld Blauwborst, Baardman en Veldleeuwerik) de nesten op te sporen en de hoogte en het overstromingsrisico van deze nesten te meten, zoals ook bij broedvogels op de kwelders in het Waddenzeegebied wordt gedaan (Hallmann & Ens, 2011; Krol & Hallmann, 2011). Ook kan (de verandering in) de verspreiding van Schedefonteinkruid binnen het Lauwersmeer in kaart worden gebracht, alsmede de waterdiepte waarop deze planten voorkomen. Tot slot is het wenselijk het intekenen van de slaapplaatsen op kaart te continueren en aanvullende gegevens over de waterdiepte in het Lauwersmeer te achterhalen of verzamelen, zodat gedetailleerdere analyses van de slaapplaatsgegevens kunnen worden uitgevoerd. Dan kan worden bepaald wat de optimale waterdiepte is voor verschillende soorten die van slaapplaatsen gebruik maken en hoe bodemdaling de beschikbaarheid van deze ondieptes beïnvloedt. Met dergelijke gegevens wordt extra informatie verzameld over het mechanisme achter een eventueel effect van bodemdaling op de aantallen en zouden zelfs effecten in de toekomst voorspeld kunnen worden.

Zoals eerder vermeld, waren de resultaten van de verschillende analyses niet altijd consistent. Dit kan erop wijzen dat de analyses verschillen in statistische *power*. Deze zal variëren al naar gelang de steekproefgroottes. Een langere tijdreeks, gepaard met een sterkere mate van bodemdaling, zal de *power* in de toekomst verder doen toenemen.

Er bestaat echter reeds een langere tijdreeks van telgegevens. Zoals in de discussie besproken, verdient het aanbeveling om de effecten van bodemdaling niet alleen in de periode met nieuwe bodemdaling te bepalen, maar ook in de periode vanaf de start van de gaswinning bij Anjum. De gegevens voor dergelijke analyses zijn voor een groot deel reeds aanwezig, al zou een deel van de historische telgegevens nog moeten worden achterhaald en ingevoerd. Bij dergelijke analyses zou extra rekening moeten worden gehouden met niet-lineaire trends.

De monitoring van watervogels binnen het Lauwersmeer zou tot slot kunnen worden verbeterd door de watervogeltelgebieden in de toekomst op te splitsen in meerdere kleinere telgebieden. De toekenning van de covariabelen (bodemdaling, begrazing en vegetatiestructuur) zou dan nauwkeuriger kunnen worden uitgevoerd, waardoor een relatie met de aantallen sneller kan worden aangetoond. Dit is in de afgelopen jaren echter niet gedaan, waardoor over de kleinere telgebieden geen langjarige trends zullen kunnen worden berekend.

Samenvattend:

- Mogelijke mechanismen van effecten van bodemdaling op trends nader onderzoeken; dit kan bijvoorbeeld door nesten van grondbroeders op te sporen en nesthoogtes en overstromingsrisico te bepalen, zoals op de kwelders in het Waddenzeegebied wordt gedaan, door slaapplaatsen in te tekenen en informatie over de waterdiepte in het Lauwersmeer te verzamelen en/of door het voorkomen en de diepte van Schedefonteinkruid te meten
- Telplots van watervogels opdelen in kleinere telplots
- Analyses uitvoeren met de start van de gaswinningen bij Anjum, Ezumakeeg en Munnekeziel als startpunt/knikpunt in plaats van de start van de nieuwe winningen
- Ruimtelijke en temporele autocorrelatie meenemen in de analyses

Literatuur

- BEEMSTER, N. & BIJKERK, W., 2005. Natuurwaarden in het Lauwersmeergebied en mogelijke effecten van bodemdaling door gaswinning. A&W rapport 703, Altenburg & Wymenga ecologisch onderzoek bv, Veenwouden
- BIJKERK, W., BAKKER, R., & BUIS, R., 2013. Monitoring effecten van bodemdaling op vegetatie in de Lauwersmeer, Eindrapportage. A&W-rapport 1885, Altenburg & Wymenga ecologisch onderzoek, Feanwâlden
- BOER, P.D. & KLEEFSTRA, R., 2002. Broedvogels van het Lauwersmeer in 2002. 2002/17,
- BOER, P.D. & KLEEFSTRA, R., 2003. Broedvogels van het Lauwersmeer in 2003. 2003/40,
- BOER, P.D. & KLEEFSTRA, R., 2004. Broedvogels van het Lauwersmeer in 2004. 2004/31,
- ENS, B.J., ROODBERGEN, M., VAN WINDEN, E., KOFFLIJBERG, 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
- GYMESI, A., VAN LITH, B., & NOLET, B.A., 2012. Commensal foraging with Bewick's Swans *Cygnus bewickii* doubles instantaneous intake rate of Common Pochards *Aythya ferina*. *Ardea* 100: 55-62
- HALLMANN, C. & ENS, B., 2011. Overstromingsrisico en broedsucces van Scholeksters op de kwelder van Ameland en Schiermonnikoog. Monitoring effecten van bodemdaling op Ameland-Oost 2005-2010. NAM, Assen
- HANGELBROEK, H.H., 2004. Local spatial structure in pondweed populations: the role of propagule size. Katholieke Universiteit Nijmegen, Nijmegen
- HIDDING, B., NOLET, B.A., DE BOER, T., DE VRIES, P.P., & KLAASSEN, M., 2009. Compensatory growth in an aquatic plant mediates exploitative competition between seasonally tied herbivores. *Ecology* 90: 1891-1899
- HORNMAN, M., HUSTINGS, F., KOFFLIJBERG, K., KLAASSEN, O., VAN WINDEN, E., SOVON GANZEN EN ZWANENWERKGROEP, & SOLDAAT, L., 2013. Watervogels in Nederland 2010/2011. Sovon-rapport 2013/02, Sovon, Nijmegen
- JAGER, K. & KLEEFSTRA, R., 1999. Broedvogels van het Lauwersmeer in 1999. 99/22,
- KLEEFSTRA, R. & DE BOER, P., 2005. Broedvogelmonitoring in het Lauwersmeer in 2005. 2005/38, SOVON Vogelonderzoek Nederland, Beek-Ubbergen
- KLEEFSTRA, R. & DE BOER, P., 2006. Broedvogelmonitoring in het Lauwersmeer in 2006. SOVON-inventarisatierapport 2006/37, SOVON Vogelonderzoek Nederland, Beek-Ubbergen
- KLEEFSTRA, R. & DE BOER, P., 2007. Broedvogelmonitoring in het Lauwersmeer in 2007. 2007/19, SOVON Vogelonderzoek Nederland, Beek-Ubbergen
- KLEEFSTRA, R. & DE BOER, P., 2008. Broedvogels in het Lauwersmeer in 2008. 2008/24,
- KLEEFSTRA, R. & DE BOER, P., 2009. Broedvogelmonitoring in het Lauwersmeer in 2009. 2009/27, SOVON Vogelonderzoek Nederland, Nijmegen
- KLEEFSTRA, R. & DE BOER, P., 2010. Broedvogelmonitoring in het Lauwersmeer in 2010. SOVON-inventarisatierapport 2010/26, SOVON Vogelonderzoek Nederland, Nijmegen
- KLEEFSTRA, R. & DE BOER, P., 2011. Broedvogelmonitoring in het Lauwersmeer in 2011. SOVON-inventarisatierapport 2011/24, SOVON Vogelonderzoek Nederland, Nijmegen
- KLEEFSTRA, R. & DE BOER, P., 2012a. Broedvogelmonitoring in het Lauwersmeer in 2012. SOVON-inventarisatierapport 2012/39, SOVON Vogelonderzoek Nederland, Nijmegen
- KLEEFSTRA, R. & DE BOER, P., 2012b. Watervogels in het Lauwersmeer in 2011/2012. Sovon-rapport 2012/40, Sovon Vogelonderzoek Nederland, Nijmegen
- KLEEFSTRA, R., DE BOER, P., & WILLEMS, J., 2009. Watervogels in het Lauwersmeer in 2008/2009. SOVON-inventarisatierapport 2009/26, SOVON Vogelonderzoek Nederland, Nijmegen

- KLEEFSTRA,R., DE BOER,P., & WILLEMS,J., 2011. Water-
vogels in het Lauwersmeer in 2010/2011. 2011/23,
SOVON, Nijmegen
- KLEEFSTRA,R. & JAGER,K., 2000. Broedvogels van het
Lauwersmeer in 2000. 2000/23,
- KROL,J. & HALLMANN,C., 2011. Effect van bodemdaling
op situering, hoogteligging en overstromingsrisico
van broedkolonies op De Hon. Monitoring effecten
van bodemdaling op Ameland-Oost 2005 - 2010.
NAM, Assen
- OSIECK,E.R. & HUSTINGS,F., 1994. Rode lijst van be-
dreigde en kwetsbare vogelsoorten in Nederland. 12,
Vogelbescherming, Zeist
- PANNEKOEK,J. & VAN STRIEN,A., 2001. TRIM 3 Manual
(Trends and Indices for Monitoring data). Research
paper 0102, CBS, Voorburg
- R CORE TEAM, 2013. R: A language and environment
for statistical computing. R Foundation for Statistical
Computing, Vienna, Austria
- ROODBERGEN,M., 2008. Meet- en analyseplan vogel-
monitoring Lauwersmeer in relatie tot aardgaswin-
ning. SOVON-informatierapport 2008/07, SOVON
Vogelonderzoek Nederland, Beek-Ubbergen
- ROODBERGEN,M., VAN WINDEN,E., MARX,L., & ENS,B.,
2013. Trendanalyses van vogels in de Waddenzee in
het kader van de nieuwe gaswinningen over de pe-
riode 1990-2011. Sovon Vogelonderzoek Nederland,
Nijmegen
- SIERDSEMA,H. & HOLTLAND,J., 1997. AVIS: de koppe-
ling tussen broedvogelgegevens en natuurbeheer. De
Levende Natuur 136-141
- VAN DIJK,A. & BOELE,A., 2011. Handleiding SOVON
Broedvogelonderzoek. SOVON Vogelonderzoek Ne-
derland, Nijmegen
- WIERSMA,P., VAN DER WINDEN,W.E., KOFFIJBERG K.,
ZOETEBIER,D., & B.ENS, 2010. Voortgangsrapportage
monitoring vogels in de Waddenzee in het kader van
de nieuwe gaswinningen over de periode 1990-2008.
SOVON-onderzoeksrapport 2010-04, Sovon Vogel-
onderzoek Nederland, Nijmegen
- WIERSMA,P., ROODBERGEN,M., GOEDHART,P.W., &
ENS,B.J., 2009. Ontwikkeling en toepassing van een
poweranalyse voor de vogelmonitoringsgegevens in
het kader van de nieuwe gaswinning. 11,
- WIERSMA,P., WINDEN,E.V., KOFFIJBERG,K.,
OOSTERBEEK,K., ZOETEBIER,D., & ENS,B.J., 2011. Voort-
gangsrapportage monitoring vogels in de Waddenzee
in het kader van de nieuwe gaswinningen over de
periode 1990 - 2009. 2011/01, SOVON Vogelonder-
zoek Nederland, Nijmegen
- WILLEMS,J., 2007. Vogels in het Lauwersmeergebied:
seizoensverslag 2005/2006. Staatsbosbeheer Regio
Noord, Groningen
- ZIJLSTRA,E.F., VAN EERDEN,M.R., BEEMSTER,N., &
ZIJLSTRA,M., 1996. Het Lauwersmeergebied, een wet-
land in beweging; 13 jaar vogeltellingen (1981-1994).
Rijkswaterstaat, Lelystad

Bijlagen

Bijlage 1: Soorten die in het kader van het broedvogelmonitoringproject in het Lauwersmeergebied integraal worden gekarteerd (meetsoorten)

Bijlage 2:

- A Soortgroepen broedvogels
- B Soorten broedvogels
- C Soorten watervogels

Bijlage 1

Soorten die in het kader van het broedvogelmonitoringproject in het Lauwersmeergebied integraal worden gekarteerd (meetsoorten). Bij iedere soort is aangegeven op basis waarvan deze is geselecteerd. Toelichting: RL'05 = Rode Lijst uit 2005 (van Beusekom et al. 2005), RL'94 = Rode Lijst uit 1994 (Osieck & Hustings 1994), N2000 = Vogelrichtlijn-soorten, MB = soorten uit het Beschermingsplan moerasvogels 2000-2004 (den Boer 2000), RV = dagroofvogels, LSB = te inventariseren kolonie- en zeldzame broedvogels i.h.k.v. het Landelijk Soortonderzoek Broedvogels (van Dijk et al. 2004).

Soort	RL '05	RL '94	N 2000	MB	RV	LSB	Soort	RL '05	RL '94	N 2000	MB	LSB
<i>Dodaars</i>		x	x				<i>Kemphaan</i>	x	x	x		
<i>Roodhalsfuut</i>	x					x	<i>Watersnip</i>	x	x	x		
<i>Geoorde Fuut</i>		x	x			x	<i>Grutto</i>	x	x	x		
<i>Aalscholver</i>			x			x	<i>Tureluur</i>	x	x			
<i>Roerdomp</i>	x	x	x	x		x	<i>Zwartkopmeeuw</i>			x		x
<i>Woudaap</i>	x	x	x	x		x	<i>Dwergmeeuw</i>	x				x
<i>Kwak</i>	x	x		x		x	<i>Kokmeeuw</i>					x
<i>Kleine Zilverreiger</i>	x					x	<i>Stormmeeuw</i>					x
<i>Grote Zilverreiger</i>	x		x			x	<i>Kleine Mantelmeeuw</i>			x		x
<i>Blauwe Reiger</i>						x	<i>Zilvermeeuw</i>					x
<i>Purperreiger</i>	x	x	x	x		x	<i>Grote Mantelmeeuw</i>	x				x
<i>Lepelaar</i>		x	x	x		x	<i>Visdief</i>	x	x	x		x
<i>Kolgans</i>						x	<i>Noordse Stern</i>		x	x		x
<i>Grauwe Gans</i>							<i>Zwarte Stern</i>	x	x	x	x	x
<i>Indische Gans</i>						x	<i>Zomtertortel</i>	x				
<i>Grote Canadese Gans</i>						x	<i>Koekoek</i>	x				
<i>Brandgans</i>						x	<i>Ransuil</i>	x				
<i>Casarca</i>						x	<i>Velduil</i>		x	x		x
<i>Smient</i>						x	<i>IJsvogel</i>		x	x		x
<i>Wintertaling</i>	x						<i>Groene Specht</i>	x	x			
<i>Pijlstaart</i>	x					x	<i>Veldleeuwerik</i>	x				
<i>Zomertaling</i>	x	x					<i>Oeverzwaluw</i>		x	x		x
<i>Slobeend</i>	x						<i>Graspieper</i>	x				
<i>Krooneend</i>		x		x		x	<i>Gele Kwikstaart</i>	x				
<i>Rosse Stekelstaart</i>						x	<i>Rouwkwikstaart</i>					x
<i>Bruine Kiekendief</i>			x		x	x	<i>Nachtegaal</i>	x				
<i>Blauwe Kiekendief</i>	x	x	x	x	x	x	<i>Blauwborst</i>			x	x	
<i>Grauwe Kiekendief</i>	x	x	x		x	x	<i>Paapje</i>	x	x	x		x
<i>Havik</i>					x		<i>Roodborsttapuit</i>		x	x		
<i>Sperwer</i>					x		<i>Tapuit</i>	x	x	x		x
<i>Buizerd</i>					x		<i>Graszanger</i>					x
<i>Torenvalk</i>					x		<i>Snor</i>	x	x	x	x	
<i>Boomvalk</i>	x				x		<i>Rietzanger</i>		x	x		
<i>Porseleinhoen</i>	x	x	x	x		x	<i>Grote Karekiet</i>	x	x	x	x	x
<i>Klein Waterhoen</i>						x	<i>Spotvogel</i>	x				
<i>Kleinst Waterhoen</i>	x					x	<i>Grauwe Vliegenvanger</i>	x				
<i>Kwartelkoning</i>	x	x	x			x	<i>Baardman</i>		x		x	x
<i>Scholekster</i>							<i>Matkop</i>	x				

vervolg bijlage 1

Soort	RL '05	RL '94	N 2000	MB	RV	LSB	Soort	RL '05	RL '94	N 2000	MB	LSB
Steltkluit	x					x	Buidelmees					x
Kluit		x	x			x	Wielewaal	x				
Kleine Plevier						x	Grauwe Klauwier	x	x	x		x
Bontbekplevier	x	x	x			x	Roek					x
Strandplevier	x	x	x			x	Kneu	x				
Bonte Strandloper	x					x	Grauwe Gors	x	x			x

Bijlage 2

A Soortgroepen broedvogels

Correlatieplots voor de 10 soortgroepen broedvogels.

De punten zijn steeds een stukje ten opzichte van elkaar verschoven, zodat beter te zien is hoeveel punten in elke categorie vallen.

Vegetatietype:

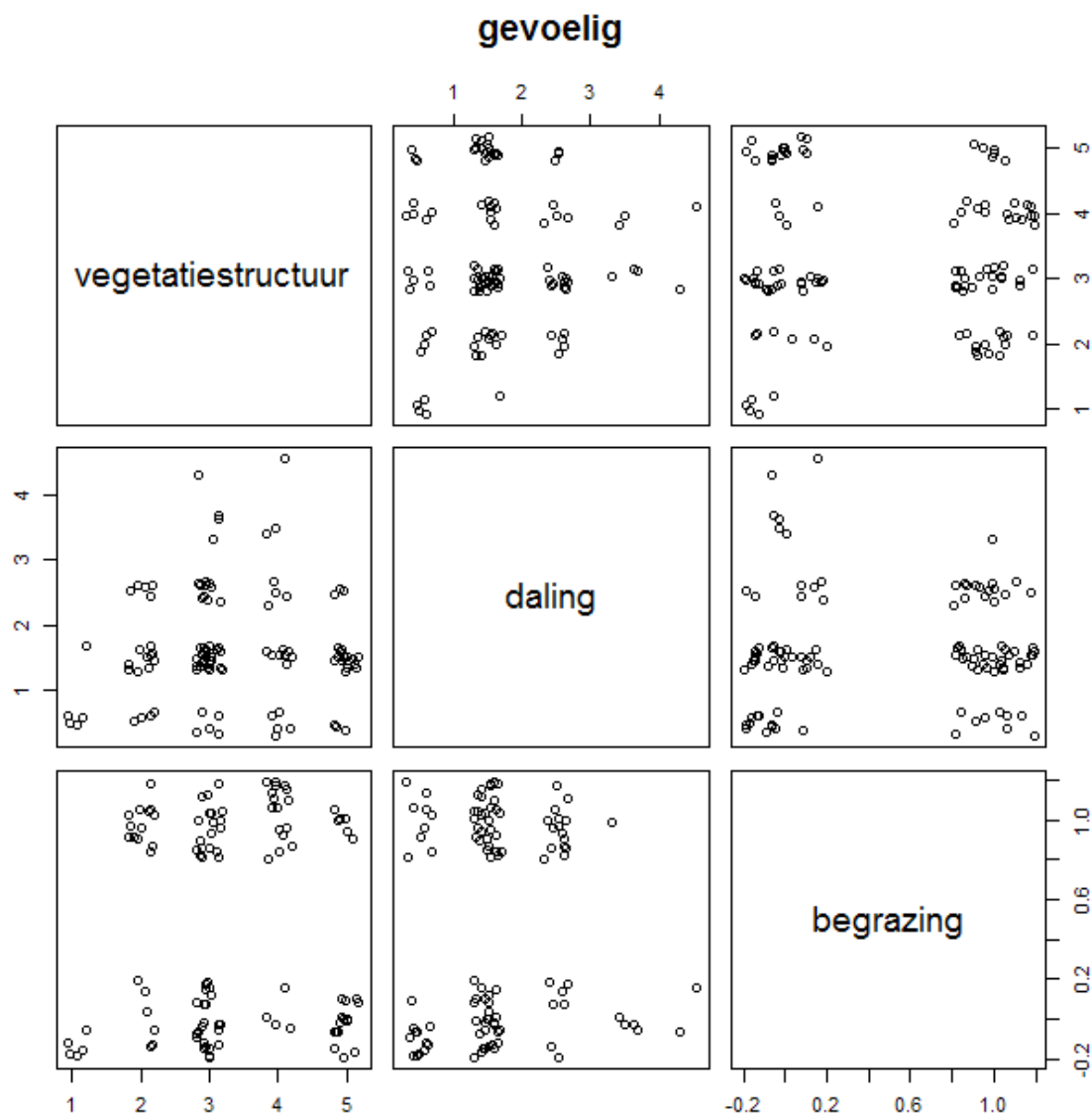
- 1 bos
- 2 struweel
- 3 rietmoeras
- 4 grasland
- 5 water

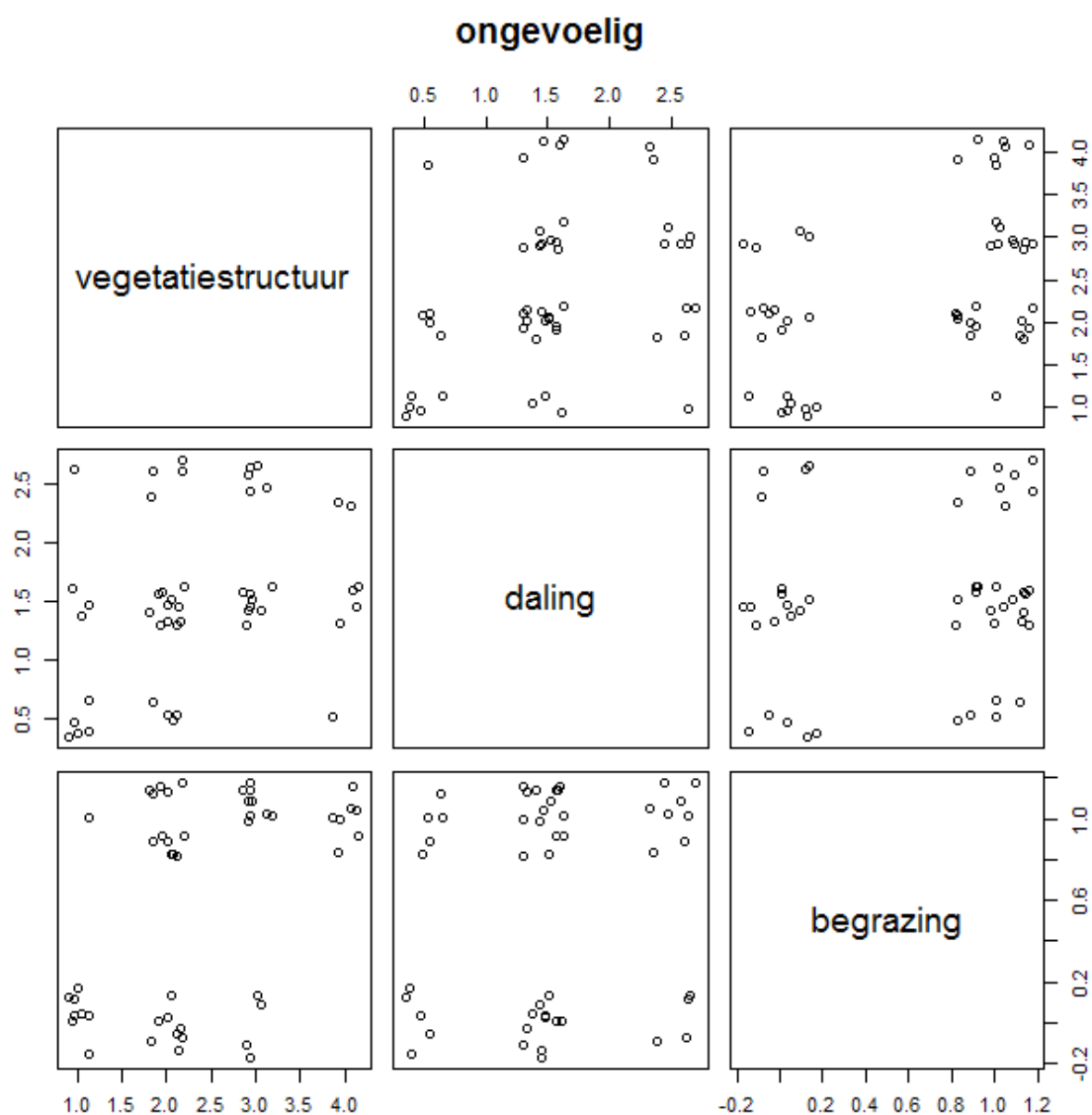
Begrazing:

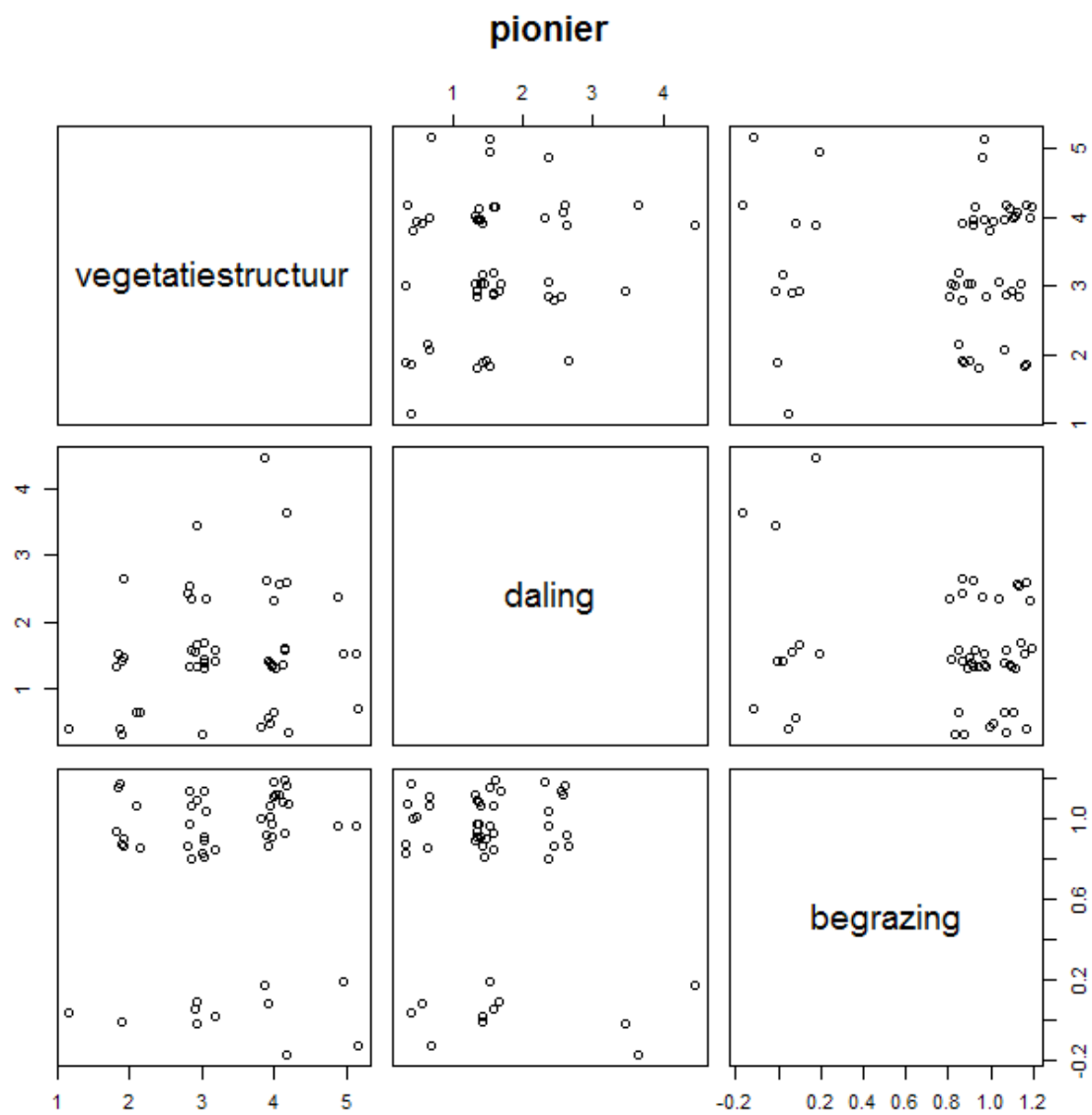
- 0 niet begraasd
- 1 wel begraasd

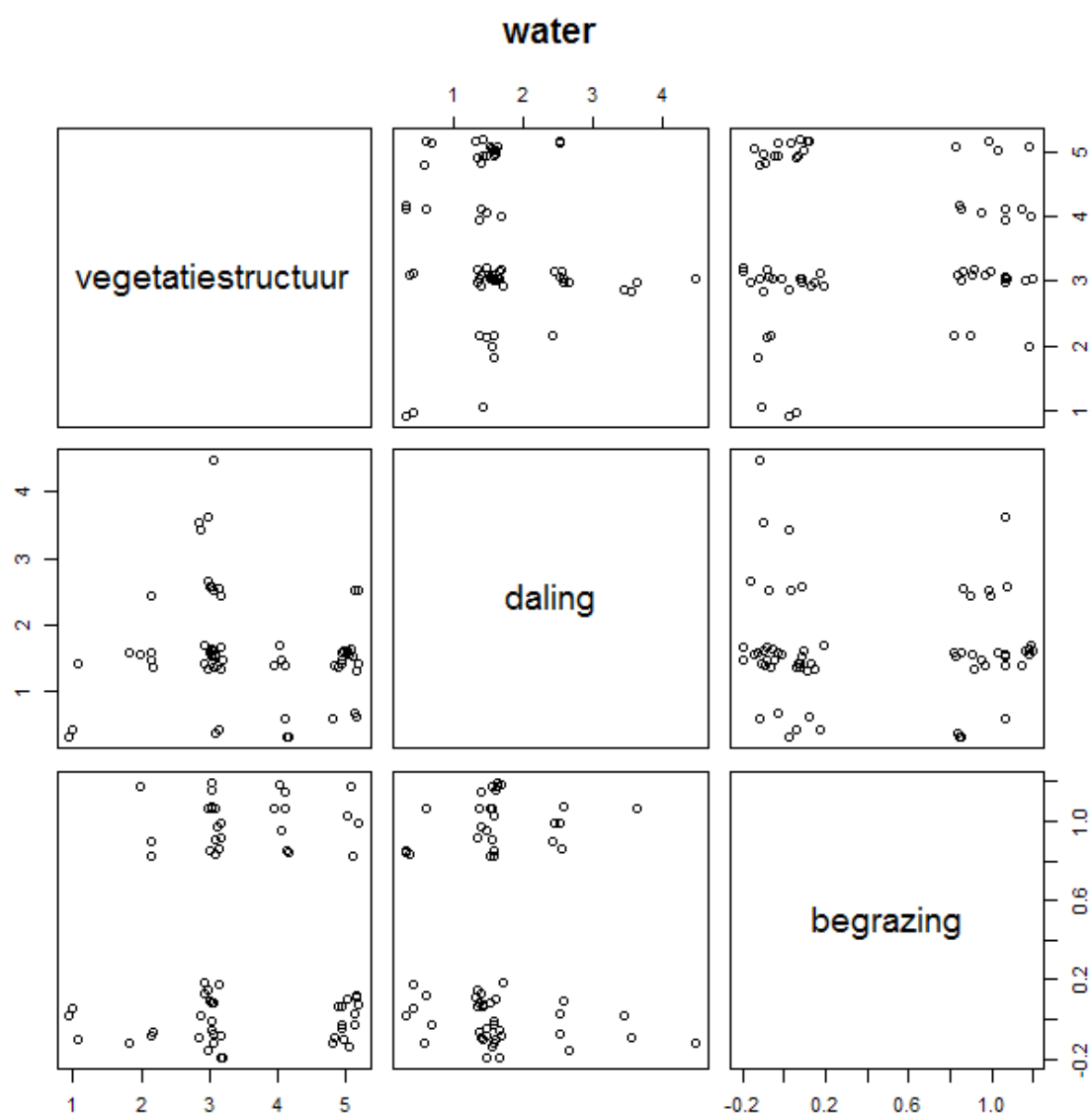
Bodemdaling:

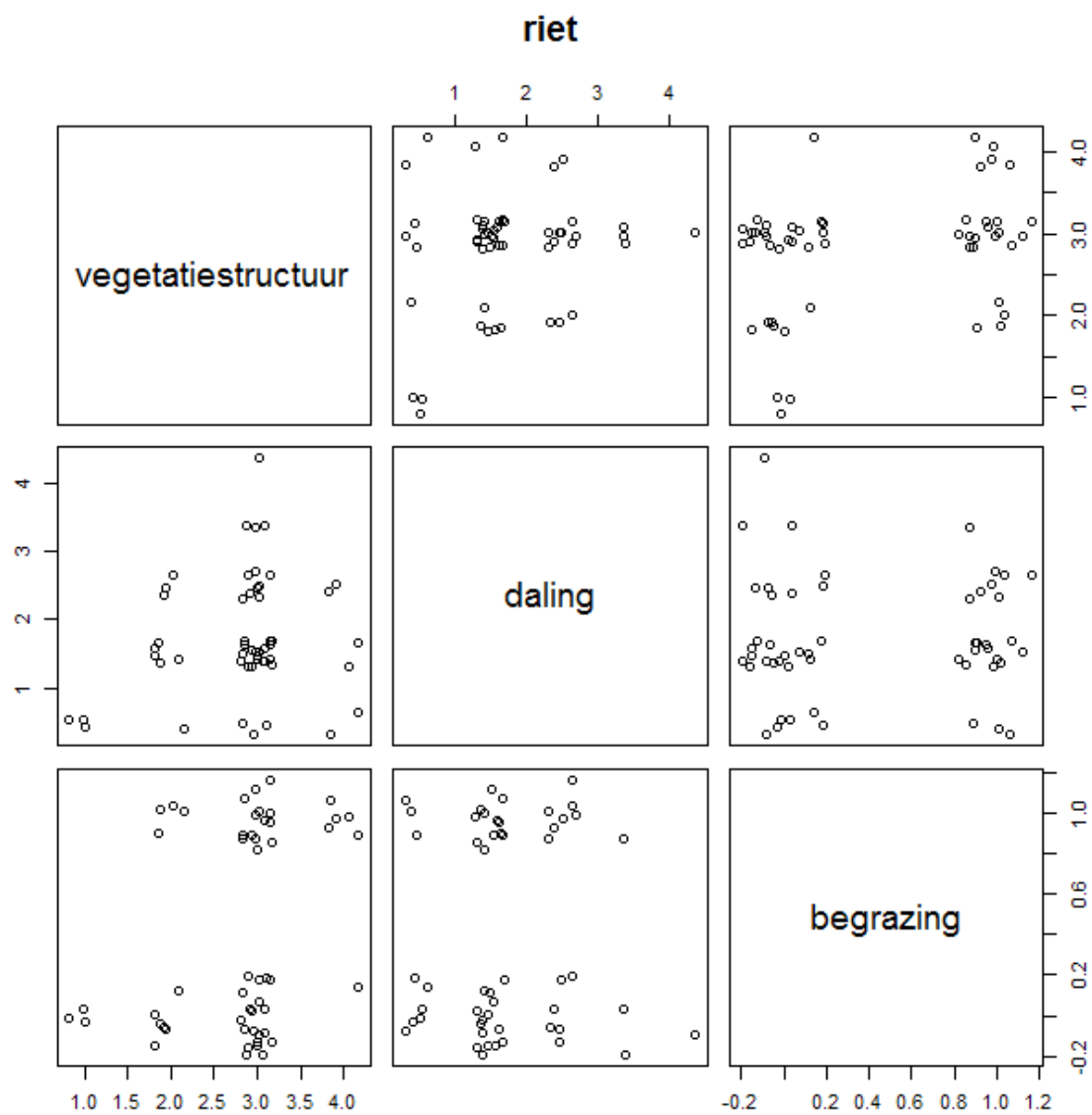
- 0,5 0-1 cm
- 1,5 1-2 cm
- 2,5 2-3 cm
- 3,5 3-4 cm
- 4,5 4-5 cm

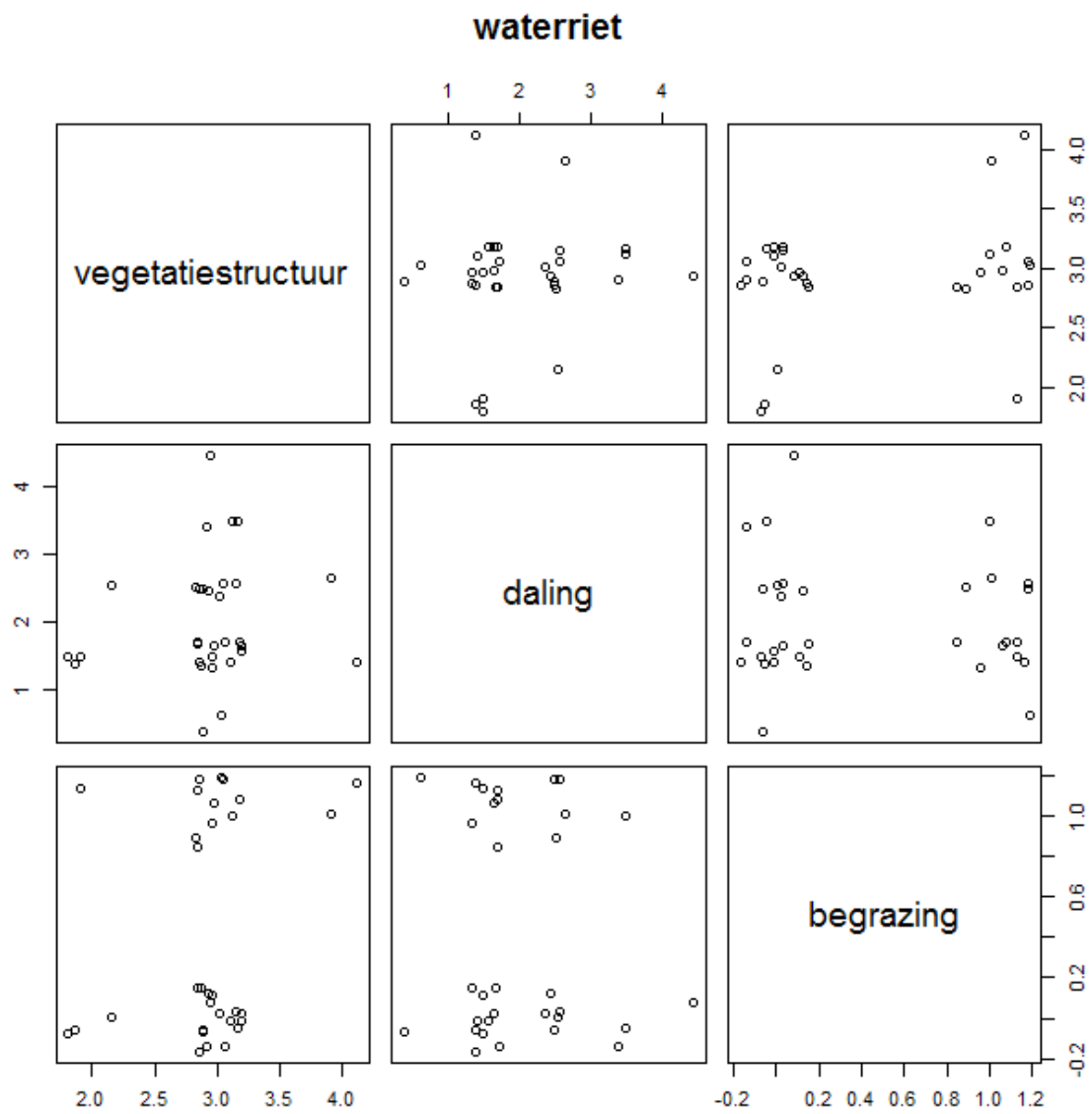


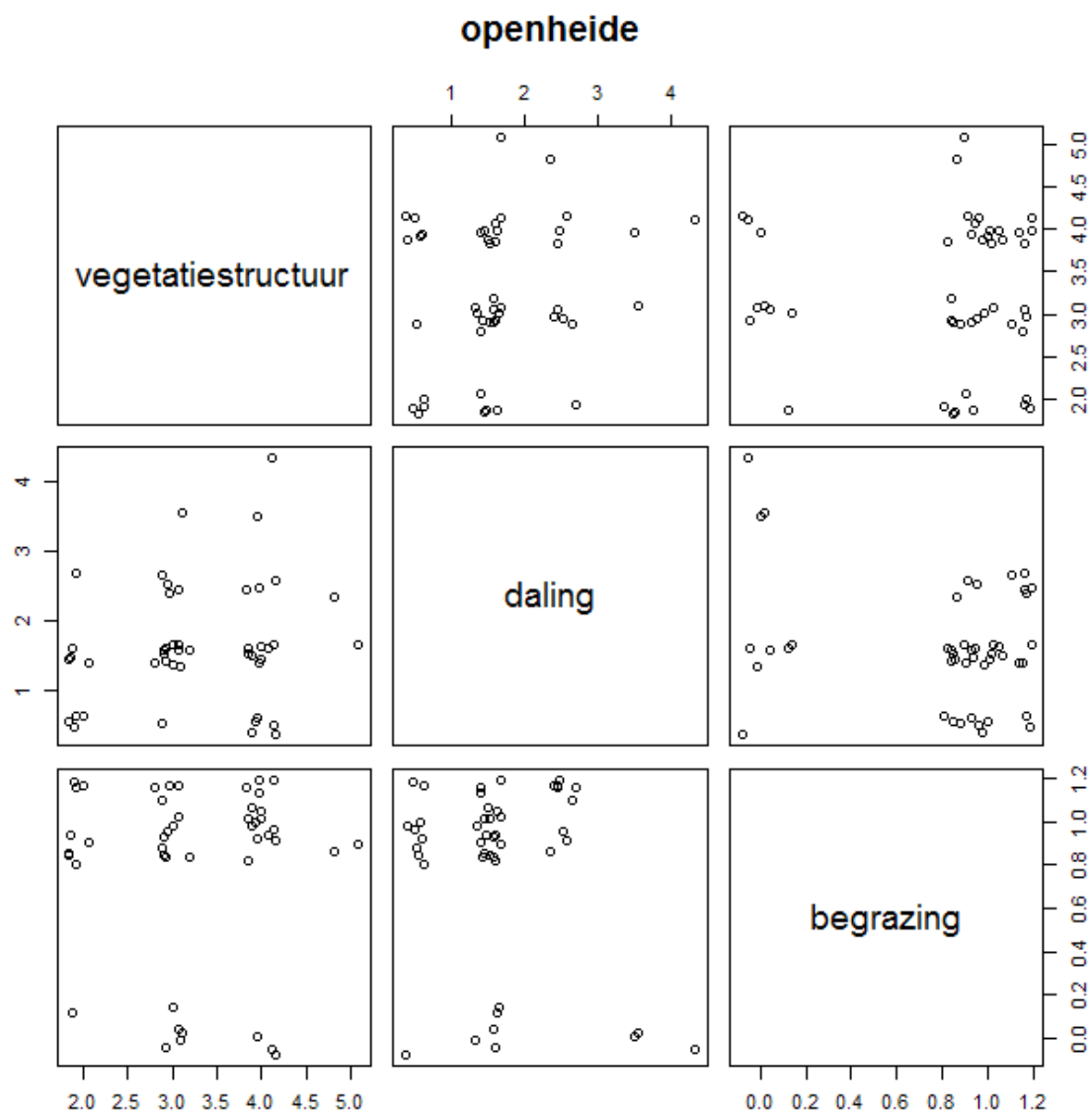


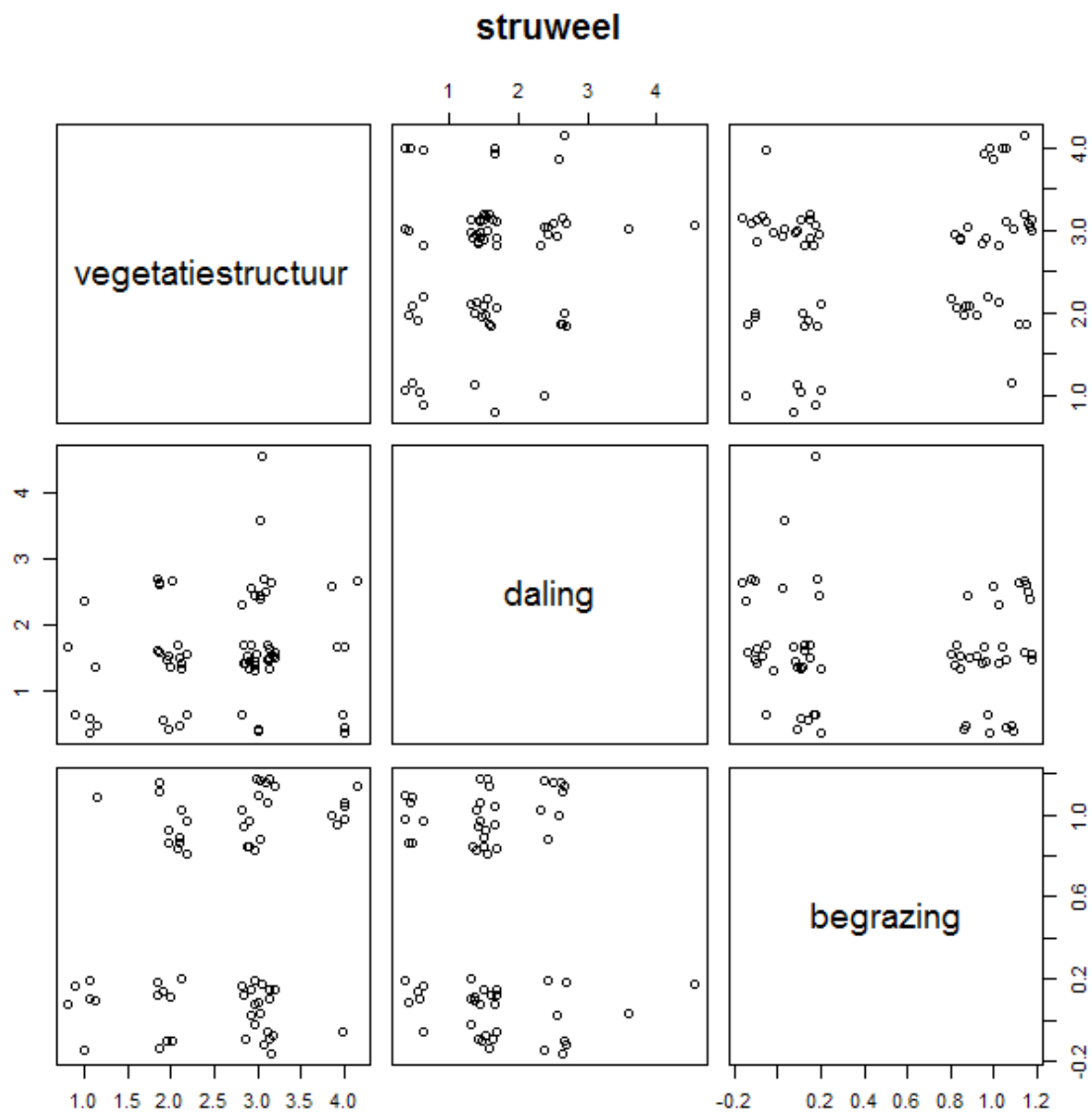


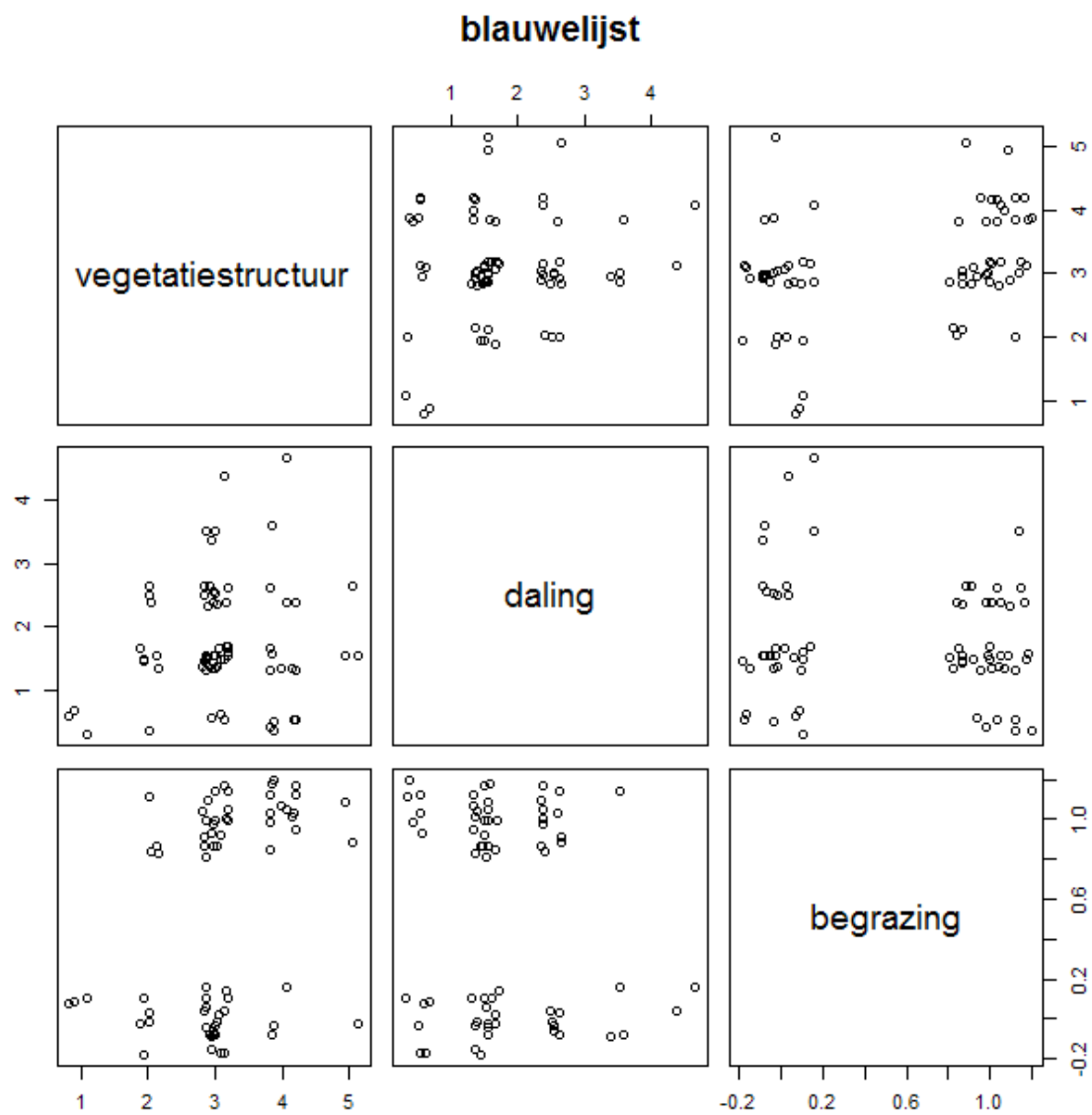












B Soorten broedvogels

Correlatieplots voor de zes soorten broedvogels.

De punten zijn steeds een stukje ten opzichte van elkaar verschoven, zodat beter te zien is hoeveel punten in elke categorie vallen.

Vegetatietype:

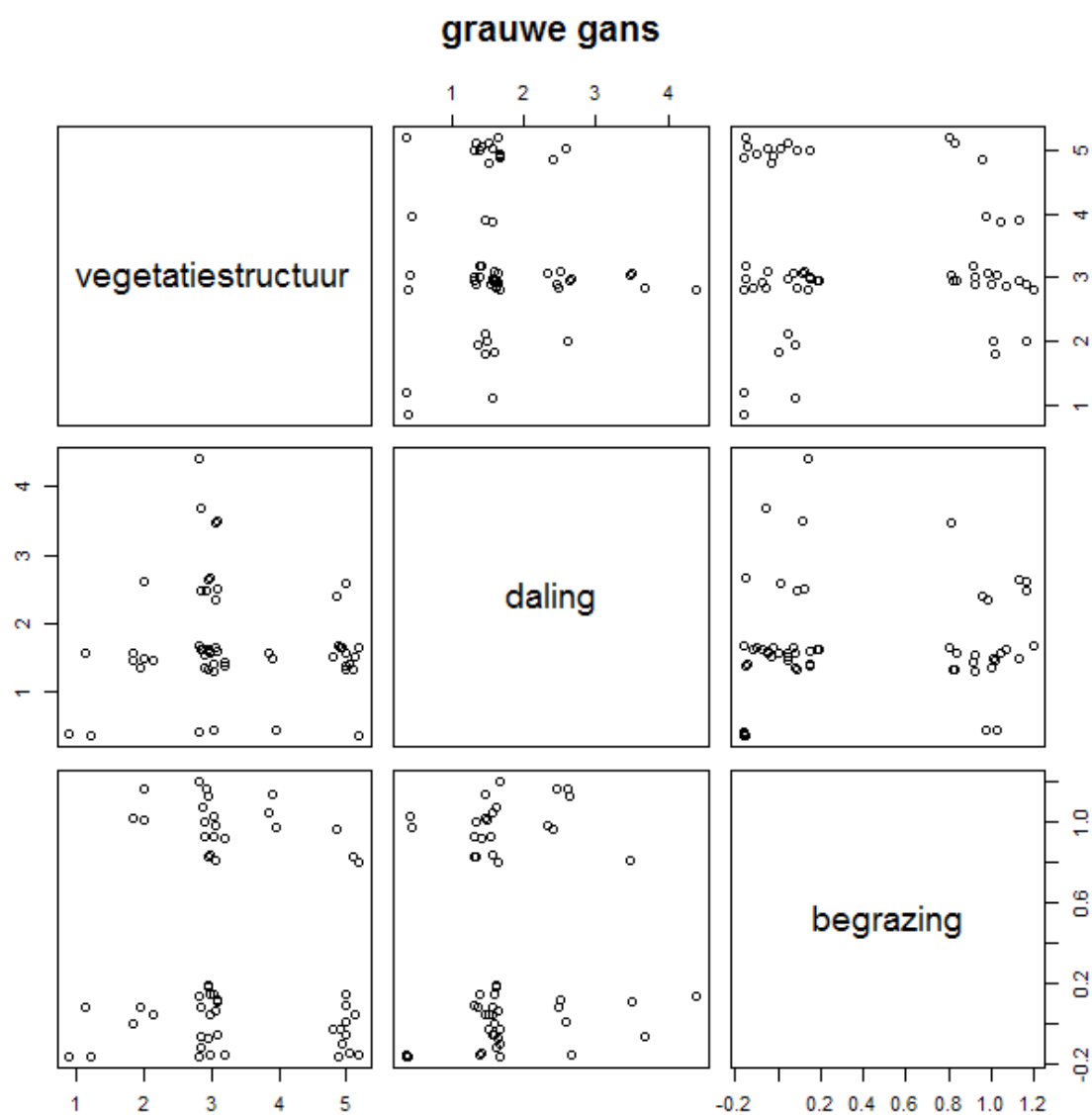
- 1 bos
- 2 struweel
- 3 rietmoeras
- 4 grasland
- 5 water

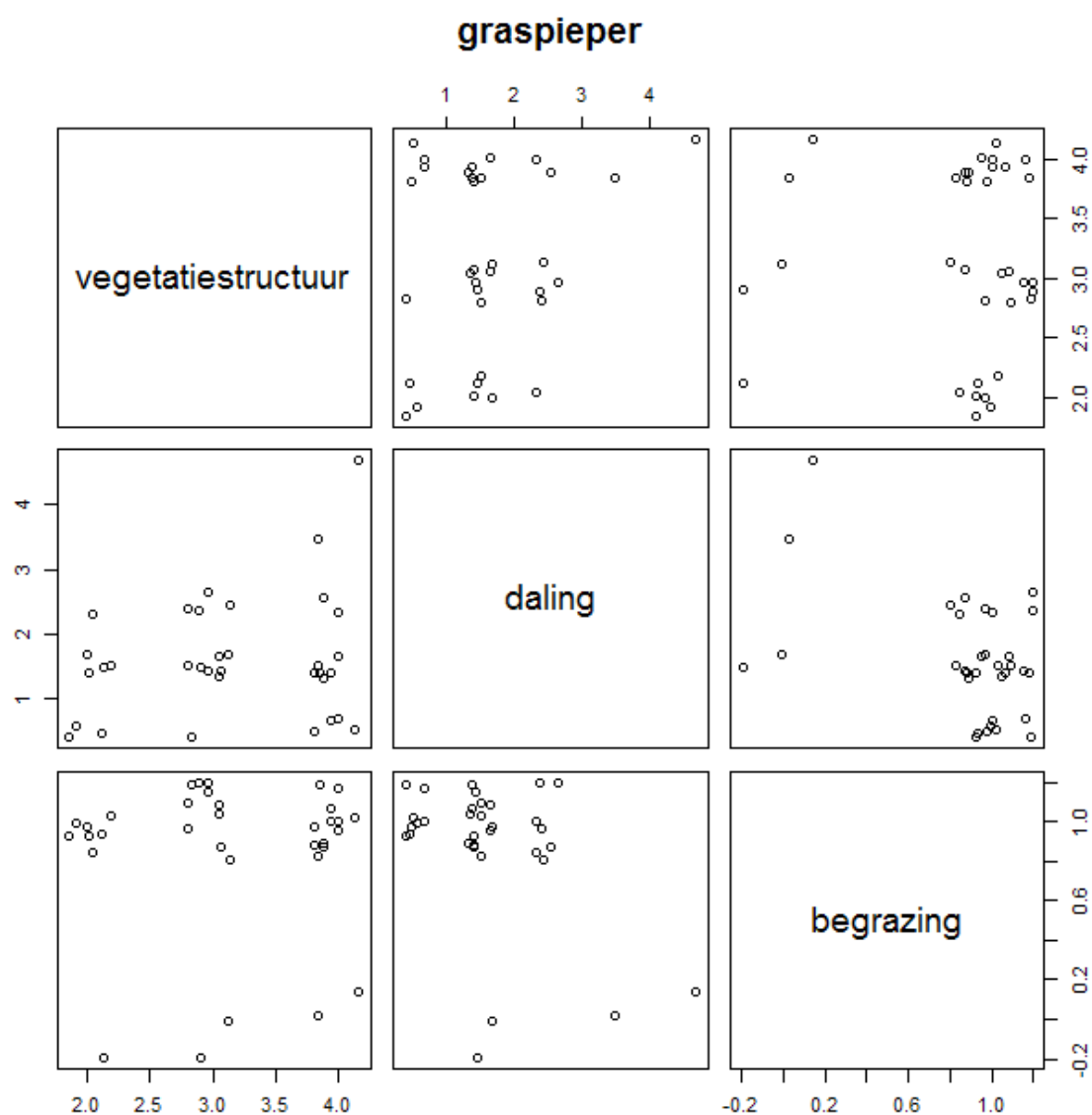
Begrazing:

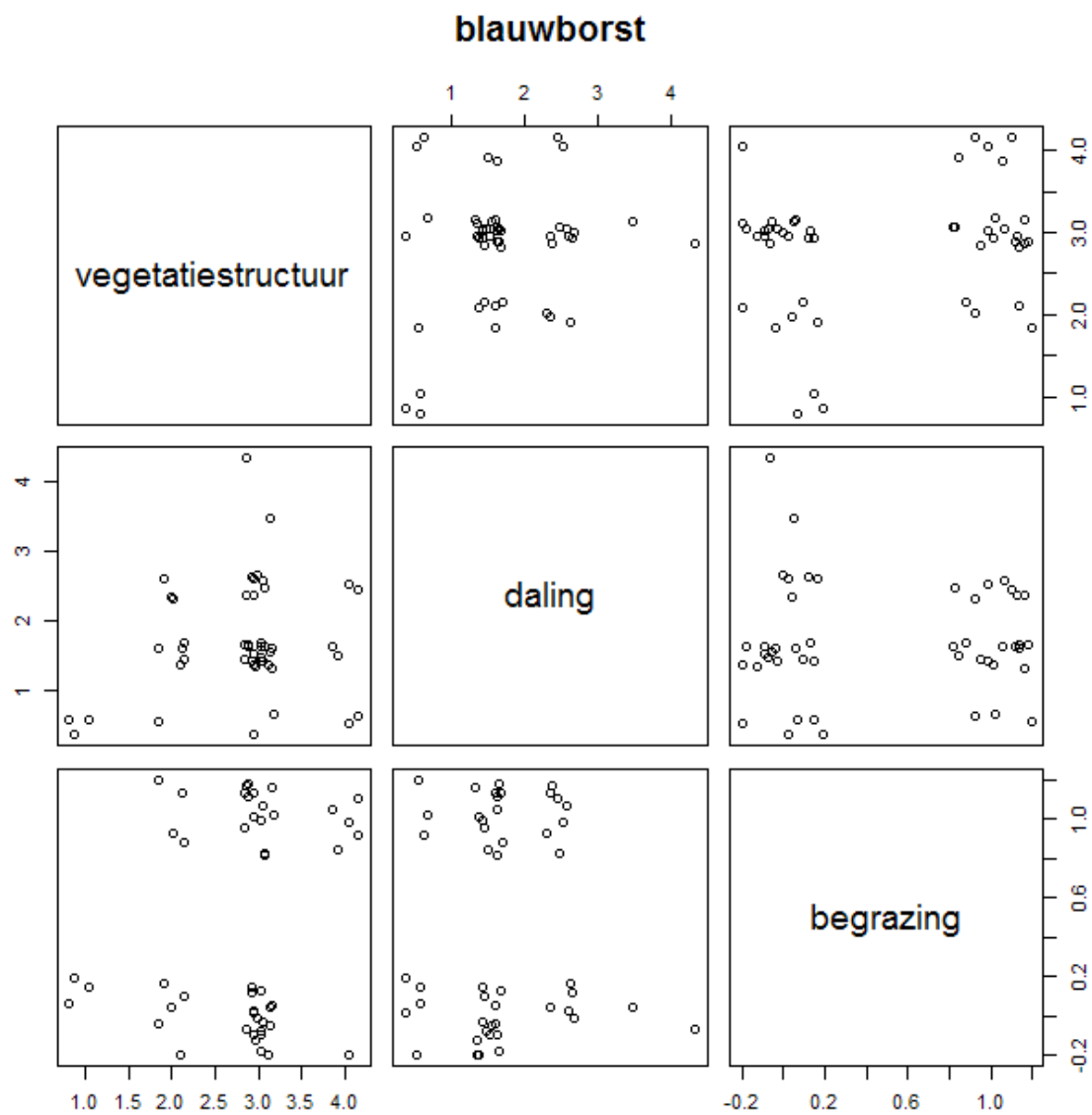
- 0 niet begraasd
- 1 wel begraasd

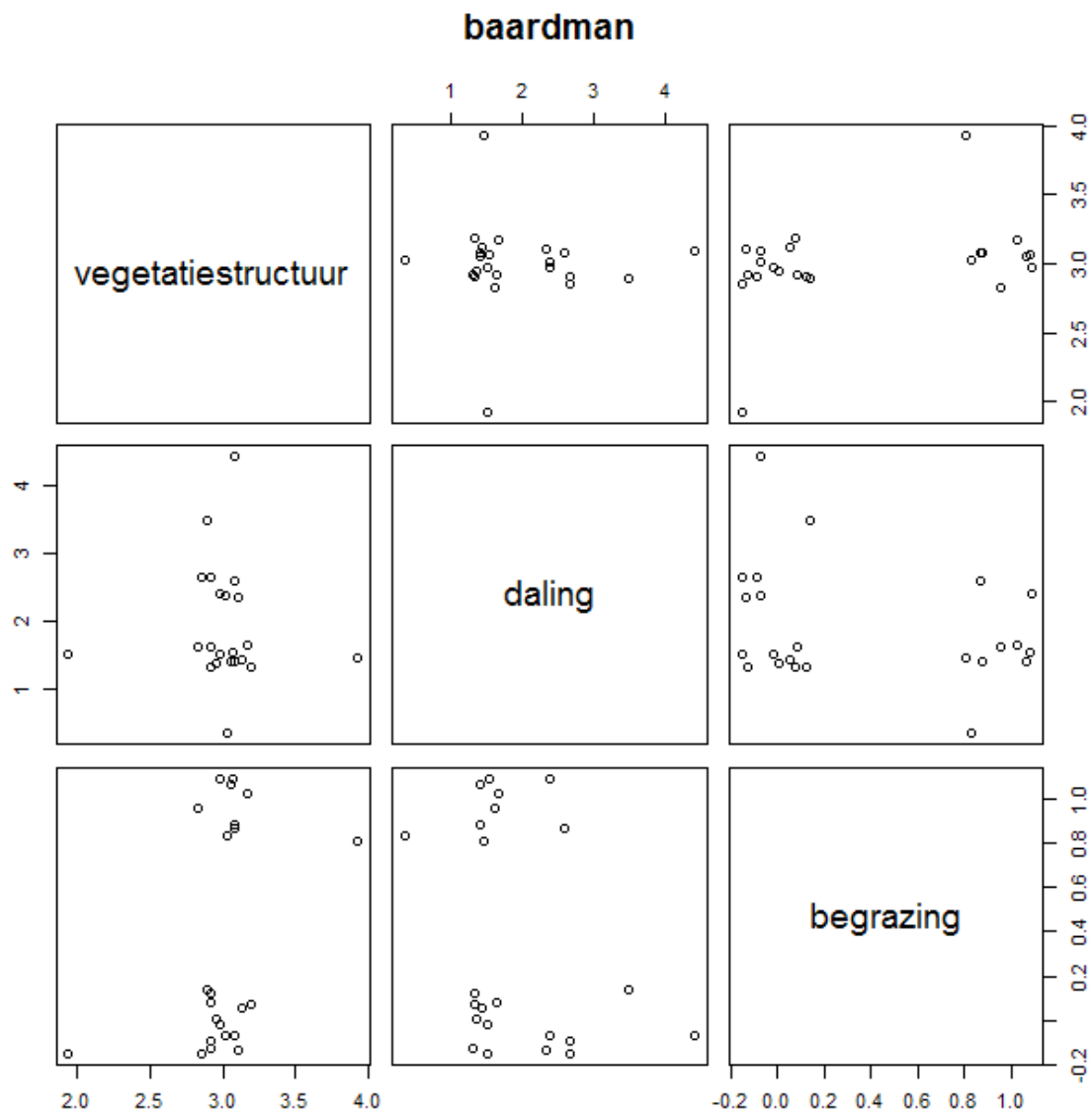
Bodemdaling:

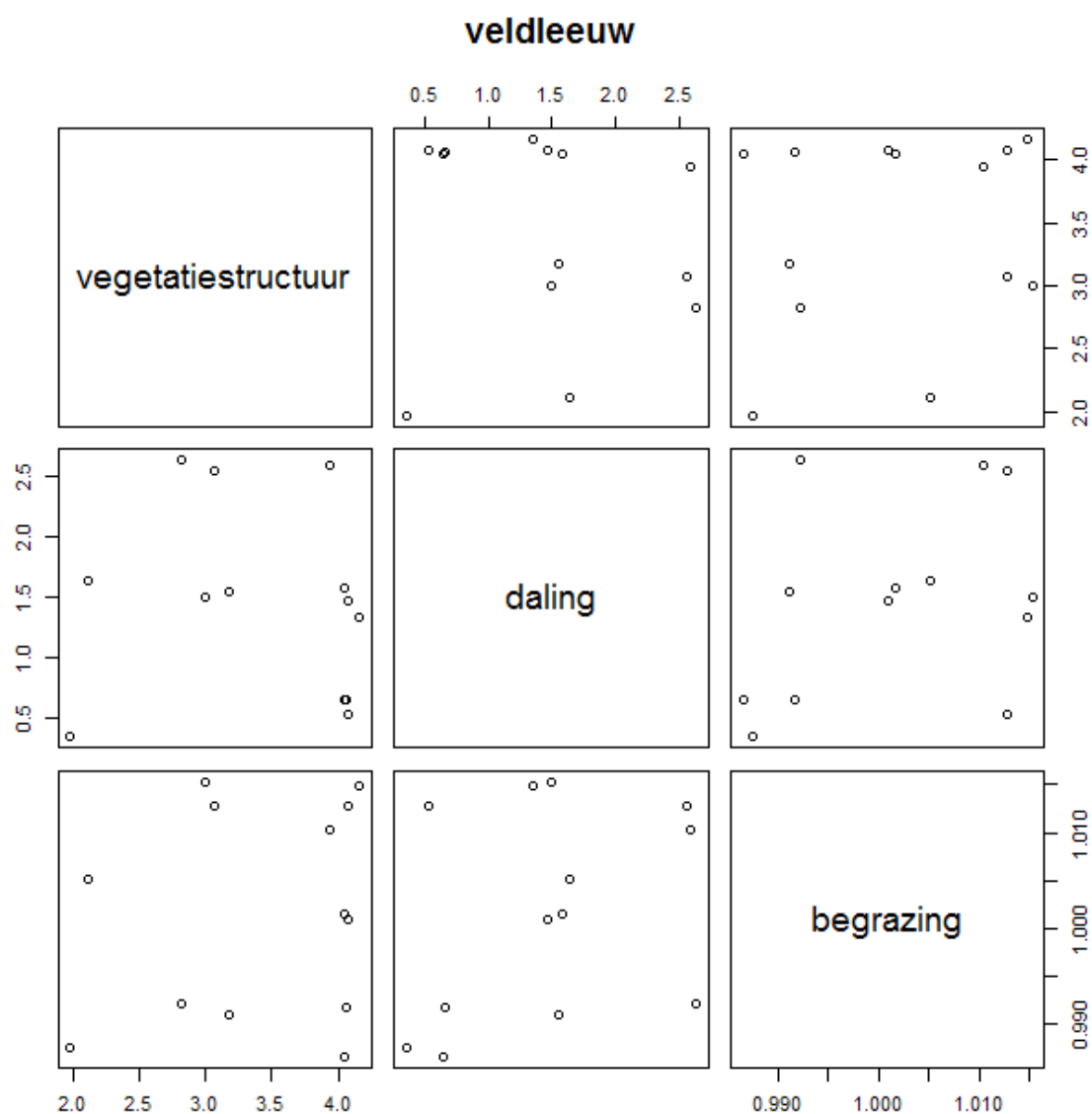
- 0,5 0-1 cm
- 1,5 1-2 cm
- 2,5 2-3 cm
- 3,5 3-4 cm
- 4,5 4-5 cm



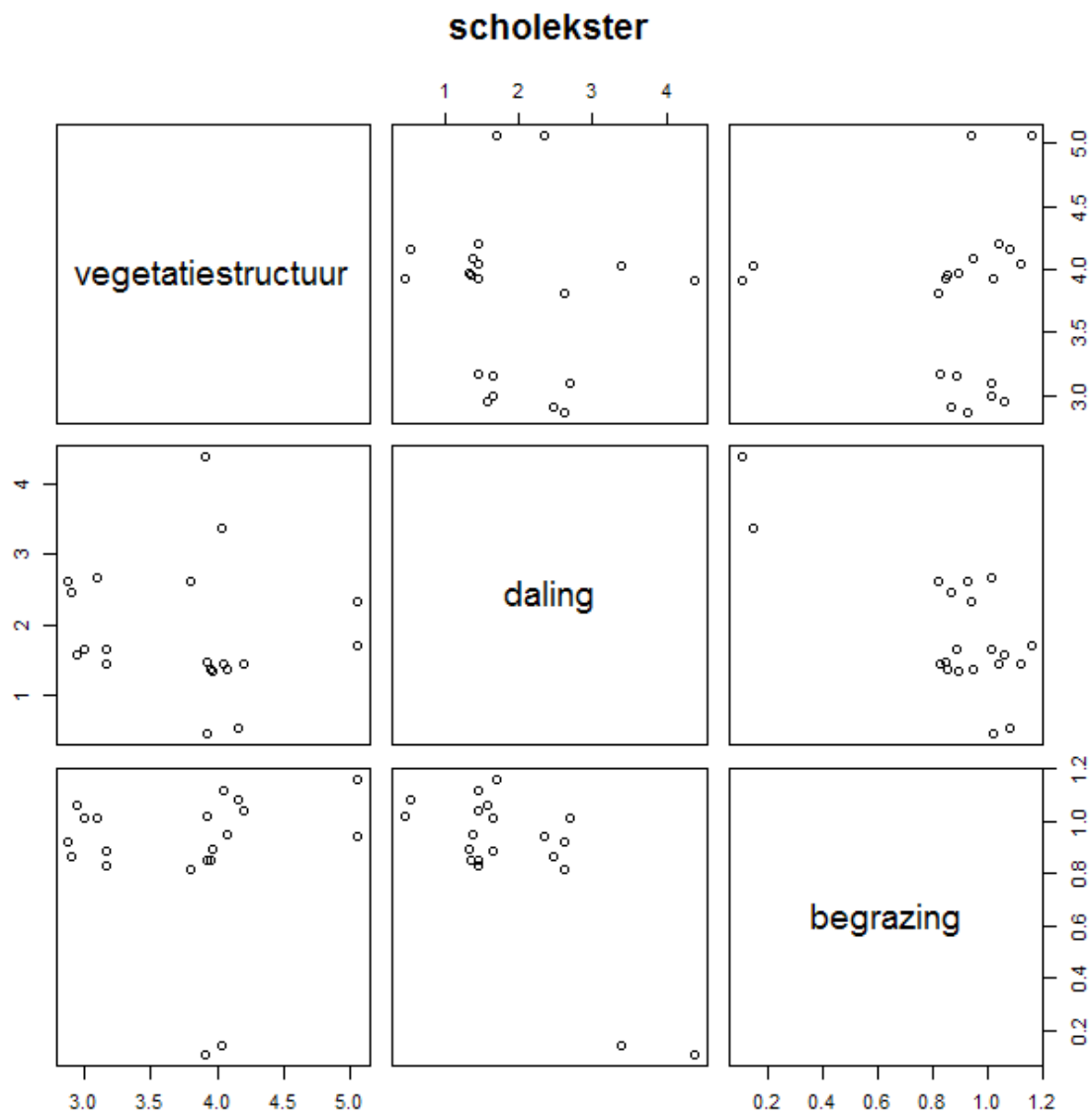




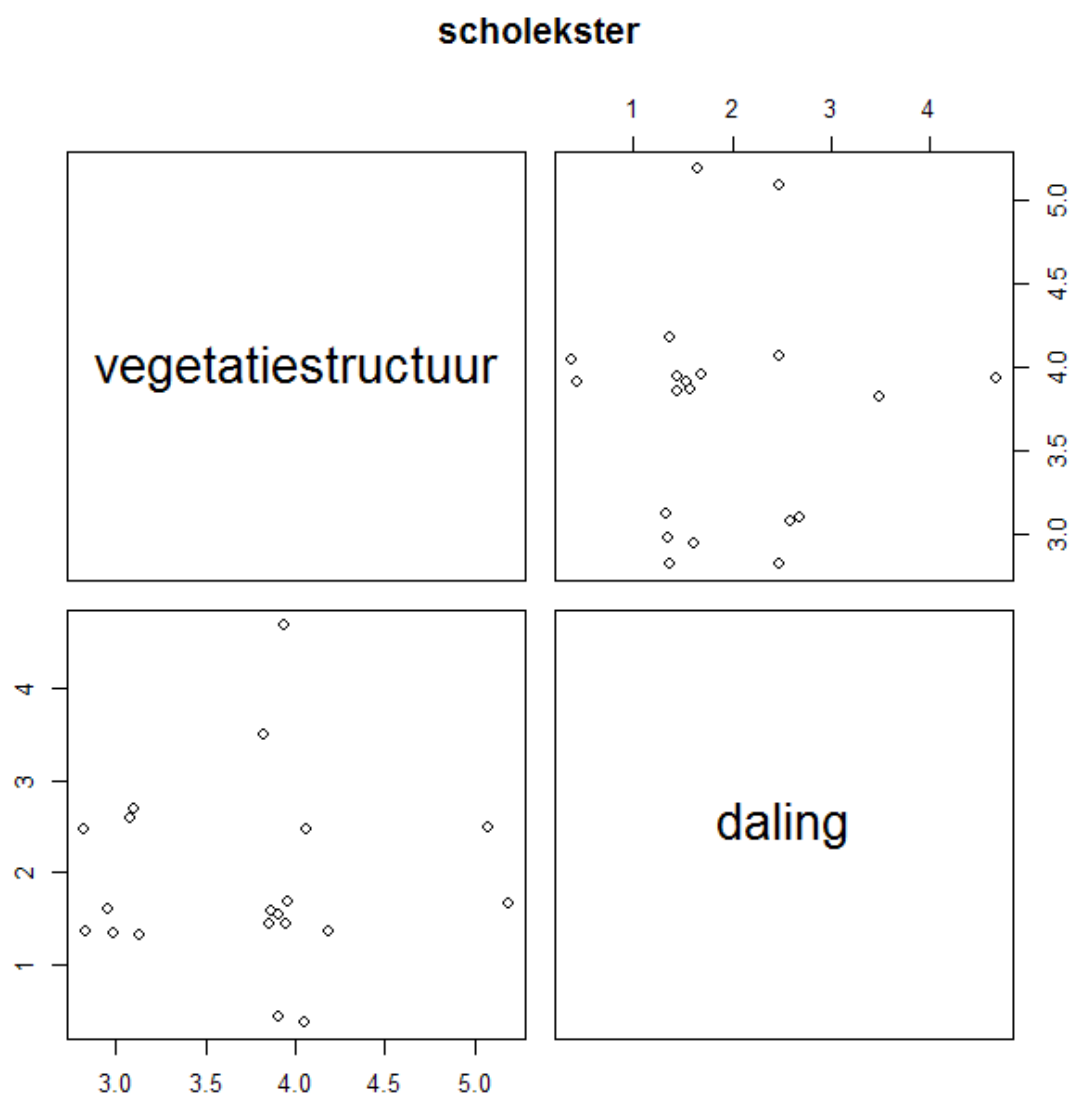




Scholekster met onbegraasde plots



Scholekster zonder onbegraasde plots



C Soorten watervogels

Correlatieplots voor de 10 soorten watervogels.

Vegetatietype:

- 1 bos
- 2 struweel
- 3 rietmoeras
- 4 grasland
- 5 water

Begrazing:

- 0 niet begraasd
- 1 wel begraasd

Bodemdaling: gemiddelde

