



Ontwikkeling en toepassing van een poweranalyse voor de vogelmonitoringgegevens in het kader van de nieuwe gaswinning

Wiersma P., Roodbergen M., Goedhart P.W. & Ens B.J



Onderzoeksrapport

Ontwikkeling en toepassing van een poweranalyse voor de vogelmonitoringgegevens in het kader van de nieuwe gaswinning

Popko Wiersma, Maja Roodbergen, Paul W. Goedhart & Bruno J. Ens



SOVON-onderzoeksrapport 2009/11

Deze rapportage is opgesteld in opdracht van de Nederlandse Aardolie Maatschappij B.V. (NAM) in het kader van het monitoringsplan gaswinning Waddenzee.

Colofon

© SOVON Vogelonderzoek Nederland 2009

Deze rapportage is opgesteld in opdracht van de Nederlandse Aardolie Maatschappij B.V. (NAM) in het kader van het monitoringsplan gaswinning Waddenzee.

Projectteam: Bruno J. Ens, SOVON Vogelonderzoek Nederland (opzet onderzoek)
Paul W. Goedhart, Biometris/Wageningen UR (opzet en faciliteren onderzoek)
Maja Roodbergen, SOVON Vogelonderzoek Nederland (projectmanagement, opzet en rapportage onderzoek)
Popko Wiersma, SOVON Vogelonderzoek Nederland (uitvoering onderzoek en rapportage)

Gelieve dit rapport als volgt te citeren: Wiersma P., Roodbergen M., Goedhart P.W. & Ens B.J. 2009. Ontwikkeling en toepassing van een poweranalyse voor de vogelmonitoringgegevens in het kader van de nieuwe gaswinning. SOVON-onderzoeksrapport 2009/11. SOVON Vogelonderzoek Nederland, Beek-Ubbergen.

Niets uit deze publicatie mag gekopieëerd worden, noch op enigerlei wijze vermenigvuldigd worden op welke manier dan ook zonder schriftelijke toestemming van SOVON en/of haar opdrachtgevers(s).
ISSN: 1382-6271

SOVONVogelonderzoek Nederland
Rijksstraatweg 178
6573 DG Beek-Ubbergen
Telefoon: +31 24 6848111
Fax: +31 24 6848122
Email: info@sovon.nl
Homepage: www.sovon.nl



1. Inhoud

2. Samenvatting	3
3. Inleiding	5
4. Methodes	7
4.1. Globale opzet	7
4.2. Gedetailleerde aanpak	8
4.2.1. Kansverdelingen	8
4.2.2. Simulaties	9
4.2.3. Toekomstige telschema's	10
4.2.4. Effectgrootte en onbetrouwbaarheidsdrempel	10
4.2.5. Telprogramma's water- en broedvogels	11
4.2.6. Classificatie van plots	11
4.2.7. Dataselectie	12
4.2.8. Prioritering van soorten	13
5. Resultaten	17
5.1. Lauwersmeer	17
5.1.1. Watervogels	17
5.1.2. Broedvogels	19
5.1.2.1. Bmp	19
5.1.2.2. Kerngebieden	23
5.1.2.3. Kolonies	24
5.2. Waddengebied	25
5.2.1. Watervogels	25
5.2.2. Broedvogels	27
5.2.2.1. Bmp	27
5.2.2.2. Kerngebieden	30
6. Conclusies en discussie	33
6.1. Overdispersie	33
6.2. Conclusies	33
7. Dankwoord	37
8. Literatuur	39
9. Bijlagen	41
10. Appendix	49

2. Samenvatting

De NAM is in 2007 gestart met nieuwe aardgaswinning in het Waddenzeegebied en de Lauwersmeer. Hierbij wordt het principe van ‘hand aan de kraan’ gehanteerd: de gaswinning moet worden gestaakt wanneer blijkt dat er schadelijke effecten zijn op abiotische, dan wel biotische parameters. Daarom heeft de NAM aan SOVON Vogelonderzoek Nederland de opdracht gegeven vogelsoorten in het Waddengebied en de Lauwersmeer te monitoren en een plan op te stellen om deze gegevens te analyseren. Recent heeft de NAM opdracht gegeven om een poweranalyse met de beschikbare gegevens uit te voeren, om in te kunnen schatten hoe groot effecten op vogelaantallen moeten zijn om statistisch aangetoond te kunnen worden. Het gaat om gegevens van watervogels en broedvogels in de Lauwersmeer (en eventuele referentiegebieden) en het Waddengebied, waarbij onderscheid wordt gemaakt in gebieden met en zonder verwachte bodemdaling.

Bij een poweranalyse wordt onderzocht welk effect, in dit geval een afname in aantallen vogels, statistisch nog aantoonbaar is. Er wordt in beginsel geen uitspraak gedaan over de oorzaak van het effect. Onder statistisch aantoonbaar wordt in dit rapport verstaan dat de nulhypothese dat er geen effect is met een kans van minimaal 70% wordt verworpen als er in de gesimuleerde data wel een effect wordt aangebracht. In die berekeningen wordt de onbetrouwbaarheid (de kans om de nulhypothese ten onrechte te verwerpen) op 5% of 10% gesteld. De hoogte van de power hangt sterk af van de spreiding in de teldata. Hoe groter de variatie of ‘ruis’ in aantallen hoe moeilijker het is om een effect te onderscheiden van deze ‘ruis’.

De poweranalyses zijn op twee manieren uitgevoerd. In methode 1 is alleen naar het gebied gekeken waar bodemdaling optreedt en is onderzocht hoe groot een trendbreuk moet zijn om nog te kunnen worden ontdekt. In methode 2 worden de ontwikkelingen in het bodemdalingsgebied vergeleken met de ontwikkelingen in vergelijkbare referentiegebieden zonder bodemdaling en wordt onderzocht hoe groot het verschil in trendontwikkeling tussen het bodemdalingsgebied en de referentiegebieden moet zijn om nog statistisch te kunnen worden aangetoond. Methode 1 kan worden toegepast als er geen goede referentiegebieden zijn, maar het nadeel is dat niet kan worden uitgesloten dat een trendbreuk door een andere oorzaak dan bodemdaling wordt veroorzaakt. Methode 2 verkleint dat risico door een vergelijking te maken met referentiegebieden. Helemaal naar nul zal het risico nooit gaan, omdat het hier een louter statistische analyse van de gegevens betreft zonder onderzoek naar de oorzakelijke verbanden. Indien de effecten zichtbaar zijn in meerdere soorten is het aannemelijker dat de oorzaak ook lokaal is en dus veroorzaakt door bodemdaling.

Om de poweranalyses uit te voeren zijn aantallen van

toekomstige tellingen per soort en gebied gesimuleerd, gebaseerd op de eerder getelde aantallen. Voor gesimuleerde tellingen is aangenomen dat de reeds bestaande telschema's worden voortgezet. Wat betreft de watervogeltellingen is er in de simulaties vanuit gegaan dat er in de toekomst elke maand geteld gaat worden, hetgeen niet realistisch is, en waardoor de berekende powers te positief zal zijn.

Gebleken is dat in de Lauwersmeer het monitoren van broedvogels in 9 van de 10 onderzochte soorten een trendbreuk kan aantonen. Voor watervogels geldt dat bij 1 van de 7 onderzochte soorten een effect kan worden aangetoond, waarbij de kanttekening moet worden gemaakt dat de power van de analyses te hoog zijn doordat de gesimuleerde tellingen een hogere frequentie hebben dan realistisch is. Voor Bergeend als broedvogel, en Wilde Eend, Kievit, Scholekster, Tureluur, Slobeend, Rietgors, Krakeend en Graspieper in de watervogeltellingen kunnen effecten van 10% per jaar na 8 jaar met redelijke kans worden aangetoond. Een effect van 10% betekent een jaarlijkse afname met 10% (we onderzoeken alleen afnames). Na 8 jaar resulteert dit in een afname met 47%. Bij acht van deze soorten kan een jaarlijks effect van 10% eerder worden aangetoond, namelijk binnen 6 jaar (Bergeend, Wilde Eend, Kievit, Scholekster, Tureluur, Rietgors, Krakeend en Graspieper), en bij drie van deze soorten binnen 4 jaar (Scholekster, Wilde Eend en Rietgors). Kleinere effecten, van 5% (is afname met 30% in 8 jaar), kunnen bij de Rietgors na acht jaar worden aangetoond en bij de Scholekster na zes jaar. Een afgewogen selectie van gebieden had een sterk positief effect op de power van de analyses.

Wanneer in de analyses voor de Lauwersmeer trends worden vergeleken met referentiegebieden is de power over het algemeen lager. In de Lauwersmeer kunnen bij Stormmeeuw (watervogeltelling) en Krakeend (broedvogeltelling) effecten van 10% na 8 jaar met redelijke kans worden aangetoond, bij Aalscholver (watervogeltelling) en Scholekster (broedvogeltelling) kan dit al na zes jaar. Onder de broedvogels lijkt de Kluut de beste kandidaat: effecten van minimaal 5% kunnen al na twee jaar worden aangetoond, en kleinere effecten waarschijnlijk na 6 of 8 jaar.

In het Waddengebied kunnen bij analyses waar niet wordt vergeleken met referentiegebieden bij een groot aantal, 8 van de 14, onderzochte soorten uit de watervogeltellingen na 6 of 8 jaar effecten worden aangetoond van 10% per jaar (Tabel 6.2). Wanneer wordt vergeleken met referentiegebieden zijn bij 2 van de 3 onderzochte soorten gelijksoortige effecten aantoonbaar. Het betreft hier Bergeend, Wilde Eend, Stormmeeuw, Kokmeeuw, Zilvermeeuw, Kluut, Scholekster, Tureluur en Wulp. Bij Bergeend en Wilde Eend kan een effect van 10% na zes jaar worden aangetoond en bij de Scholekster

(broedvogels) zelfs al na vier jaar. Bij deze laatste kunnen na acht jaar ook effecten van 5% worden aangetoond. Het effect van selectie van gebieden en maanden in analyses zonder referentiegebieden kon, door tijdsbeperkingen, slecht voor een klein aantal soorten worden onderzocht. In de onderzochte gevallen leek het effect op de power gering. Opvallend is dat broedvogelmonitoring in de Lauwersmeer een hogere power heeft dan de broedvogelmonitoring in de Waddenzee, terwijl het omgekeerde geldt voor de watervogeltellingen.

Bij analyses met referentiegebieden kunnen over het geheel ook in het Waddengebied bij minder soorten effecten met voldoende kans worden aangetoond. Uitzonderingen zijn watervogeltellingen van Kokmeeuw (10% na 8 jaar), Bergeend (10% na 6 jaar), en broedvogeltellingen van Krakeend (10% na 4 jaar, 5% na 6 jaar) en Wulp. Bij de laatste kan al na 2 jaar een effect van 10% worden aangetoond en na 6 jaar een effect van 3% per jaar.

Uit de analyses blijkt dus dat het in het algemeen makkelijker is een trendbreuk in het bodemdalingsgebied aan te tonen (methode 1) dan een verschil in ontwikkeling tussen het bodemdalingsgebied en referentiegebieden (methode 2). Dit wordt vermoedelijk vooral veroorzaakt doordat er meer parameters moeten worden geschat. Verkleinen van het risico dat een statistisch aantoonbare negatieve ontwikkeling onterecht wordt toegekend aan bodemdaling, heeft dus als prijs dat de power omlaag gaat.

De ene soort leent zich makkelijker voor het monitoren van de effecten van bodemdaling door de nieuwe gaswinnings dan de andere. Tabel 6.3 geeft de soorten die geschikt zijn voor deze monitoring. Daar moet bij gezegd worden dat niet alle soorten konden worden meegenomen in de analyses, dus deze lijst is niet uitputtend. Kolonievogels zijn weggelaten omdat geen van deze soorten een effect van minimaal 10% per jaar kon laten zien, hetgeen veroorzaakt wordt door kleine steekproefgrootte.

In het algemeen is het zo dat soorten met hoge aantallen en een relatief gelijkmatige verdeling (zowel in ruimte als tijd) zich beter lenen voor monitoring 'met de hand aan de kraan'. Wat betreft doortrekkende en overwinterende vogels denken we hierbij aan bijvoorbeeld steltlopers en ganzen- en eendensoorten die een vrij voorspelbare *timing* en verspreiding hebben. Veel overwinterende meeuwensoorten daarentegen hebben een groot en onvoorspelbaarder verspreidingspatroon. Algemene en vaak plaatstrouwe broedvogelsoorten, zoals Scholeksters, Kluut, Lepelaar, Eider, en Kievit, lijken ook te voldoen aan eisen voor deze monitoring. Broedende meeuwen lijken minder geschikt omdat die

veelal ook in de broedtijd een zeer groot foerageergebied bestrijken en dus minder afhankelijk zijn van de abiotische factoren in de directe omgeving van de kolonies. Soorten die beter geschikt lijken voor monitoring met 'de hand aan de kraan' zijn dus niet altijd ook de beleidsmatig meest relevante soorten, zoals de soorten van de Rode lijst en/of de soorten waaraan groot belang wordt gehecht in het kader van Natura 2000.

Een onvoorzien groot probleem bij de analyse was dat in veel gevallen de overdispersie in de teldata groot bleek. Dispersie is een maat voor de statistische kansverdeling van data. In plaats van een Poissonverdeling, waarbij variantie en gemiddelde gelijk zijn, moest daarom vaak een negatief-binomiale verdeling worden gebruikt, waarbij de variantie veel groter is dan het gemiddelde. De berekeningen gebaseerd op een negatief-binomiale verdeling bleken erg lang te duren (meestal meerdere dagen), en konden daarom binnen de gestelde tijd slechts voor een beperkt aantal soorten worden uitgevoerd.

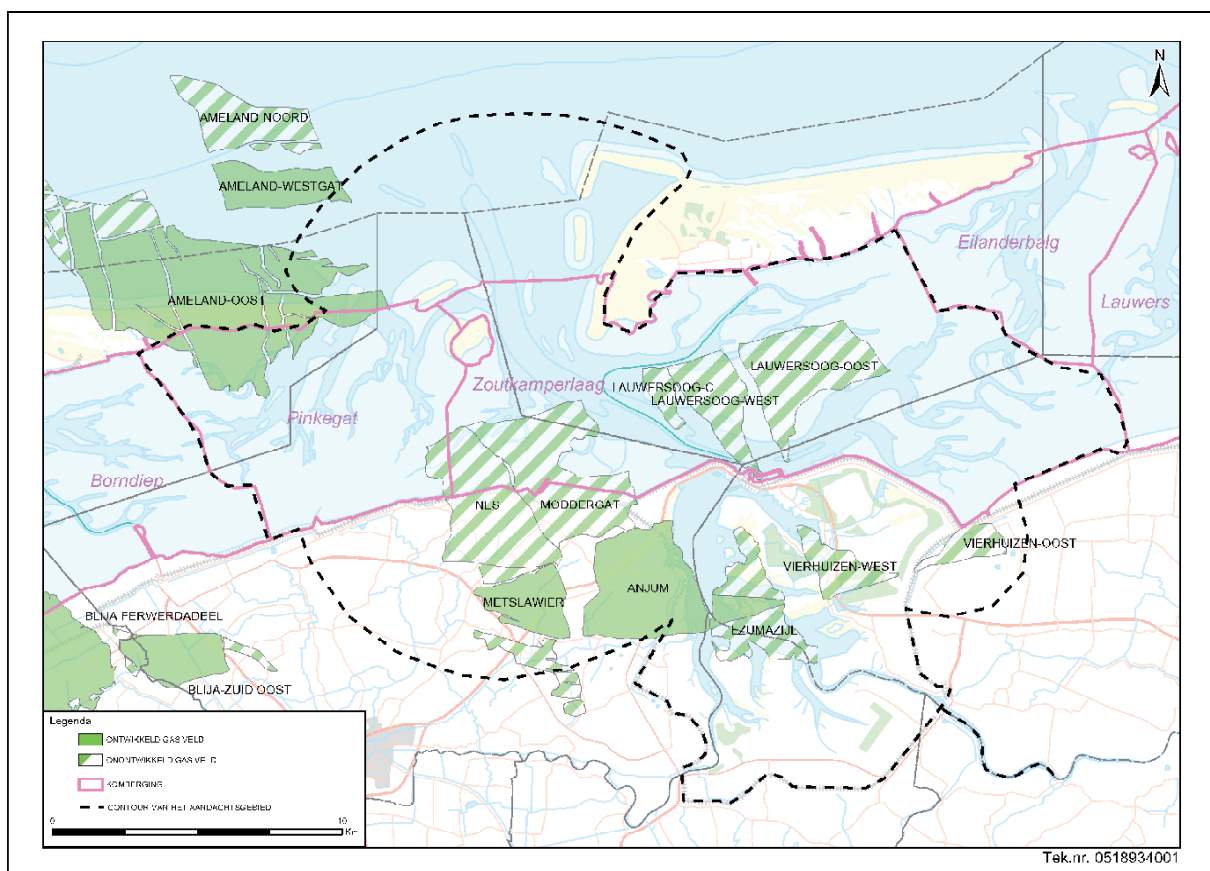
Het gevolg van deze lange rekentijden was ook dat het niet mogelijk was om uitgebreid onderzoek te doen naar manieren om de power te verhogen. In de hier gekozen opzet was het zo dat effecten van 3% afname per jaar of kleiner in het algemeen niet binnen 8 jaar konden worden aangetoond. Grotere effecten bleken aantoonbaar in een selectie van soorten, maar veelal niet al na 4 jaar. Wij vermoeden echter dat de resultaten afhangen van welke gebieden worden geselecteerd voor de analyses. Wanneer marginale gebieden worden weggelaten kan de power van toetsing vermoedelijk worden verhoogd. Gebieden die onregelmatig worden geteld, waar een soort in lage aantallen voorkomt of waar veel nultellingen zijn hebben een sterk negatieve invloed op de power. Daarom zou, alvorens nieuwe analyses worden uitgevoerd voor elke plot, inclusief eventuele referentieplots, moeten worden beoordeeld of die waardevol is voor de analyse van aantalveranderingen in bodemdalinggebieden. Voor de watervogeltellingen op maandbasis geldt *mutatis mutandis* dat marginale maanden kunnen worden weggelaten in een poging de power van de analyses te verhogen. Tenslotte bestaat de mogelijkheid om de wijze van monitoring aan te passen. Bij een aantal berekeningen voor dit rapport, met name voor de broedvogels in het Waddengebied, is aangenomen dat de monitoring wordt voortgezet op de wijze waarop zij ook de afgelopen jaren heeft plaatsgevonden. Daarbij is vaak sprake van ontbrekende tellingen. Vermoedelijk verbetert de power als de fractie ontbrekende tellingen wordt verlaagd, maar hoe groot de winst van zo'n toegenomen telinspanning is kon in het kader van deze rapportage niet worden onderzocht.

3. Inleiding

De NAM beoogt nieuwe aardgaswinning in het Waddenzeegebied en de Lauwersmeer vanaf de locaties Moddergat, Lauwersoog en Vierhuizen (Figuur 3.1). Daartoe is een Milieu Effect Rapportage opgesteld (NAM 2006). In de vergunning voor de nieuwe gaswinning (LNV 2006) is vastgelegd dat er met “de hand aan de kraan” gas gewonnen zal worden. Dit heeft betrekking op abiotische, maar ook op biotische parameters. Wanneer zich in een komberging met gaswinning dramatische afwijkende ontwikkelingen in een biologische parameter voordoen, zal moeten worden aangetoond dat de veranderingen niet het gevolg zijn van bodemdaling door gaswinning. Volgens de door de overheid ingestelde Auditcommissie moet op basis van de monitoringrapportage, na advies van de Auditcommissie, bepaald worden of er wetenschappelijk gezien redelijkerwijs geen twijfel bestaat dat er geen schadelijke gevolgen zijn voor de door gaswinning relevante Natura-2000 gebieden (Auditcommissie 2007). Selectie van parameters voor de biotische monitoring heeft plaatsgevonden op basis van de volgende criteria (NAM 2007):

- De parameter moet een zo direct mogelijke relatie hebben met de beïnvloede abiotische variabelen (hoogteligging, sedimentatie/erosie)
- De parameter moet deel uitmaken van de ‘voorlopige’ instandhoudingsdoelen van de Waddenzee, de soorten of habitats op grond waarvan de Waddenzee als Vogelrichtlijngebied, natuurmonument en Habitatrichtlijngebied is aangewezen, c.q. aangemeld en/of het toetsingskader binnen de PKB Derde Nota Waddenzee.
- De parameter moet deel uitmaken van een bestaand monitoringprogramma met enige historie (i.v.m. aantalsveranderingen) en een zekere dekking (i.v.m. referentie-, of controlegebieden) zodat een temporele trend kan worden bepaald en een vergelijking kan worden gemaakt met referentiegebieden.

Op basis van deze criteria zijn door de NAM de volgende door SOVON gecoördineerde monitoringprogramma's geselecteerd: broedvogels van het intergetijdegebied/kwelders/ Lauwersmeer. Deze programma's bieden goede indicatoren voor hoogteveranderingen en zijn tevens onderdeel van bestaande monitoringpro-



Figuur 3.1. Overzicht studiegebied met producerende en beoogde nieuwe velden (het veld Vierhuizen-West wordt niet aangesloten).

gramma's. En er is gekozen voor wad/watervogeltellingen. Deze vogels zijn in veel gevallen goede indicatoren voor sedimentveranderingen, en tevens maken zij onderdeel uit van bestaande monitoringprogramma's. Beide programma's vormen onderdeel van het Netwerk Ecologische Monitoring (NEM). De kwaliteit van de monitoringprogramma's van het NEM wordt jaarlijks door het CBS beoordeeld (CBS 2007). Een belangrijk punt is dat de vogelmonitoring in het kader van NEM niet is opgezet met als doel om trendbreuken als gevolg van bodemdaling te signaleren. Er zullen dus aanvullende gegevens verzameld en nieuwe analysemethoden ontwikkeld moeten worden om de lopende vogelmonitoring hiervoor te gebruiken. Dit is nader uitgewerkt in drie rapporten, twee voor de Waddenzee (Ens *et al.* 2008a en b) en één voor de Lauwersmeer (Roodbergen 2008). In de laatste twee rapporten wordt gesproken over de noodzaak van de uitvoering van een poweranalyse.

De nulhypothese in het monitoringonderzoek is dat bodemdaling door gaswinning die binnen de vastgestelde 'gebruiksruimte' blijft geen significant effect heeft op de aantallen broedvogels en watervogels die afhankelijk zijn van de Waddenzee en de Lauwersmeer. In de analyses van de monitoringgegevens zal getoetst worden of deze nulhypothese verworpen dient te worden. Hiervoor moet het monitoringprogramma in staat zijn tijdig vast te stellen dat de nulhypothese fout is en dat er dus toch een effect is van bodemdaling. Bovendien moet ook een klein effect kunnen worden vastgesteld. Met een zogenaamde poweranalyse kan een schatting worden gemaakt van de effectgrootte die leidt tot een verwerping van de nulhypothese dat bodemdaling geen effect heeft. Echter, als er al een effect is, dan verwachten we dat dit effect klein zal zijn en dus moeten ook kleine effecten gedetecteerd kunnen worden. In voorliggend rapport worden de resultaten van deze poweranalyse beschreven.

Opzet rapport

Het rapport is ingedeeld per deelgebied (Lauwersmeer en Waddengebied) en per type teldata (watervogels en broedvogels).

Watervogels

De monitoring van doortrekkende en overwinterende watervogels vindt plaats door middel van 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). Over het algemeen wordt getracht om elke maand in het winterhalfjaar een integrale telling van het gebied uit te voeren. Voor de Waddenzee lukt dat maar voor een beperkt aantal steekproefgebieden, maar vinden tegenwoordig wel minimaal vijf integrale tellingen per jaar plaats. Gegevens uit dit monitoringprogramma zijn dus per maand beschikbaar en zijn gebruikt voor de poweranalyse van watervogelsoorten. Dit is inclusief de gegevens die in januari worden verzameld tijdens de internationale midwintertelling.

Broedvogels

Broedvogels worden op twee verschillende manieren geteld. Het Landelijk Soortonderzoek Broedvogels (LSB) richt zich op het landelijk tellen van 17 in kolonies broedende soorten en 78 zeldzame soorten (Van Dijk *et al.* 2004). In dit rapport worden deze tellingen, gericht op individuele kolonies resp. grote telgebieden met vaste begrenzing, onder de noemer 'kolonies' en 'kerngebieden' behandeld. Het Broedvogel Monitoring Project (BMP) richt zich op onderzoek van algemene en schaarse soorten in kleine steekproefgebieden (Van Dijk 2004).

4. Methodes

4.1. Globale opzet

Uitgangspunt vormen bestaande telgegevens van een groot aantal plots (broedvogels) of telgebieden (watervogels), in zowel bodemdalings- als referentiegebieden. Tellingen zijn beschikbaar per jaar (broedvogels) of per maand (watervogels). Omdat niet alle plots in alle jaren of maanden zijn geteld, zijn er ontbrekende waarnemingen. Zulke telgegevens worden veelal geanalyseerd met een loglineair model waarbij meestal verondersteld wordt dat de tellingen een Poissonverdeling volgen (ter Braak *et al.* 1994, Thomas 1996). In tegenstelling tot getallen uit een normale verdeling zijn getallen uit een Poissonverdeling nooit negatief en is de variantie gelijk aan het gemiddelde. Het statistische model “Aantal is een functie van Plot + LinJaar”, waarin de factor Plot niveauverschillen tussen telplots modelleert en LinJaar het lineaire effect in de tijd representeert, geeft dan een schatting van de procentuele jaarlijkse toe- of afname. Voor maandelijks tellingen wordt aan dit model nog een factor Maand toegevoegd; deze representeert verschillen in niveau tussen maanden. In de uitgevoerde power-berekeningen speelt de gemiddelde procentuele jaarlijkse verandering, verder tijdtrend genoemd, een centrale rol.

In het vervolg worden onder NAM-plots die plots verstaan waar bodemdaling door gaswinning optreedt. Dit kan een proefvlak in de Lauwersmeer zijn maar ook een kombergingsgebied of een plot op een kwelder. Als tegenhanger wordt onder Controleplots verstaan die plots waar geen bodemdaling optreedt en die verder goed vergelijkbaar zijn met de NAM-plots. We onderscheiden twee analyse-opties; deze worden grafisch weergegeven in Figuur 4.1.

Analyse-optie (1). Indien gaswinning en de daarmee gepaard gaande bodemdaling geen effect heeft, mag verwacht worden dat de tijdtrend in de NAM-plots vóór de nieuwe gaswinning (N1) gelijk is aan de tijdtrend in diezelfde plots ná de gaswinning (N2). Het alternatief is dat de tijdtrend verandert met bijvoorbeeld +5% of -5%. In statistische termen is de nulhypothese (H_0) die getoetst wordt dan $H_0 : N2 - N1 = 0$, en het alternatief $H_1 : N2 - N1 = \text{effect} (\neq 0)$.

Analyse-optie (2). Bij optie (1) wordt impliciet verondersteld dat de tijdtrend slechts beïnvloed wordt door de nieuwe gaswinning. Het is echter goed mogelijk dat gelijktijdig met de nieuwe gaswinning andere externe factoren wijzigen waardoor er een verandering in tijdtrend plaatsvindt (bv. veranderingen in beheer). Bij optie (1) zou dat ten onrechte de nieuwe gaswinning worden aangerekend. Daarom wordt in optie (2) de wijziging in de tijdtrend in de NAM-plots vergeleken met

de wijziging in de tijdtrend in de Controleplots. Laat C1 de tijdtrend in de Controleplots zijn vóór de nieuwe gaswinning en C2 de tijdtrend in deze plots ná de nieuwe gaswinning. De nulhypothese wordt dan gegeven door $H_0 : N2 - N1 = C2 - C1$ en het alternatief door $H_1 : (N2 - N1) - (C2 - C1) = \text{effect} (\neq 0)$. De nulhypothese specificeert dus dat de verandering in de NAM-plots gelijk is aan de verandering in de Controleplots. De alternatieve hypothese specificeert dat deze veranderingen niet aan elkaar gelijk zijn.

In beide analyses hangt de kans om de nulhypothese te verwerpen, de power, af van de volgende drie punten.

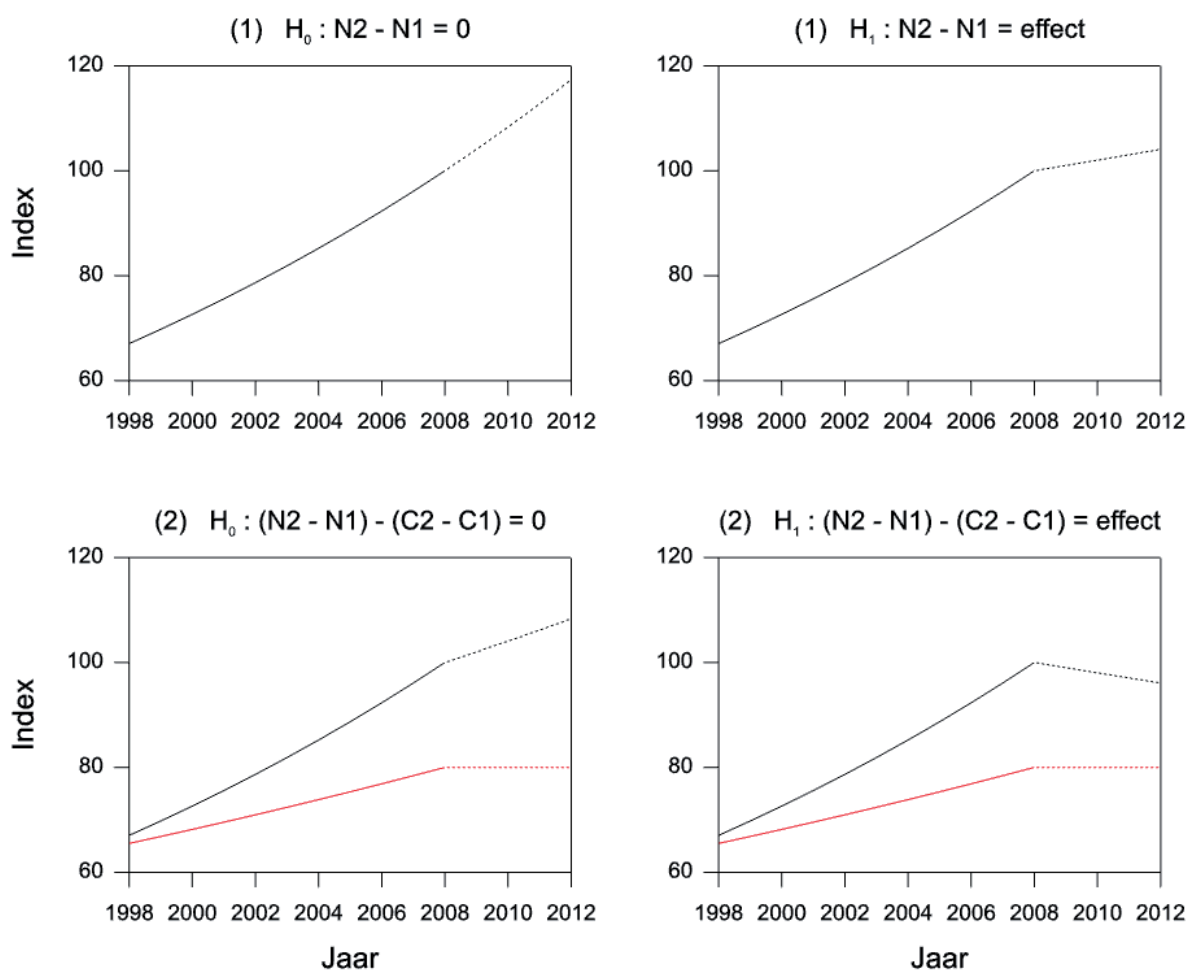
1. De grootte van het effect, oftewel de grootte van de verandering in aantallen. Bij kleine effecten zal de verwerpskans niet veel hoger zijn dan de onbetrouwbaarheidsdrempel van de toets, bij grote effecten gaat de kans om de nulhypothese te verwerpen naar 1;
2. Het aantal plots, het aantal jaren dat geteld wordt en het patroon van ontbrekende tellingen. Deze bepalen immers de nauwkeurigheid waarmee de verschillende trends worden geschat. Daarbij geldt dat grotere aantallen plots, die geteld worden in een hogere frequentie gedurende een langere reeks van jaren, de power ten goede komen.
3. De kansverdeling van de getelde aantallen. De Poissonverdeling veronderstelt dat de variantie gelijk is aan het gemiddelde. Tellingen aan veel vogelsoorten vertonen echter meer variatie dan verwacht volgens de Poissonverdeling; dit fenomeen wordt overdispersie genoemd. Zulke gegevens worden veelal geanalyseerd met een quasi-Poisson verdeling. Deze heeft een variantie ($\sigma^2\mu$) die evenredig is met het gemiddelde (μ). Een alternatief in het geval van veel overdispersie is de negatief-binomiale verdeling met variantie $\mu + \mu^2/\kappa$ met extra parameter κ . Een grotere overdispersie resulteert in een lagere power. Anders dan de punten 1 en 2 is dit een gegeven en kan dit niet ingesteld worden. Wel kan mogelijk selectie van gebieden en selectie van jaren of maanden de variantie gunstig beïnvloeden.

De power van normaal verdeelde data hangt slechts af van de grootte van het effect (Cochran en Cox 1957). Dit komt doordat gemiddelde en variantie van een normale verdeling ongerelateerd zijn. Dit geldt echter niet voor de Poisson-, de quasi-Poisson- of de negatief-binomiale verdeling, daarvoor geldt dat de variantie afhangt van het gemiddelde.

De aanpak die wij hebben gekozen is het schatten van de power via Monte-Carlosimulatie. Daartoe wordt een groot aantal datasets gegenereerd (hier steeds 1000) volgens een vooraf gekozen grootte van het effect, een vooraf gekozen monitoringschema én een vooraf

bepaalde kansverdeling. Voor elke dataset wordt dan de nulhypothese getoetst, en wordt gekeken hoe vaak de nulhypothese wordt verworpen. De waargenomen

fractie datasets waarvoor de nulhypothese verworpen wordt is dan de power van de toets.



Figuur 4.1. Grafische voorstelling van de twee analyse-opties (zie tekst) waarvoor de power berekend kan worden. Zwarte lijnen representeren zogenaamde NAM-plots, rode lijnen de Controleplots. Het verloop vóór de nieuwe gaswinning wordt weergegeven met een doorgetrokken lijn, en ná de ingreep door een gestippelde lijn. In optie (1) is de nulhypothese dat de tijdtrend in de NAM-plots niet verandert tegen het alternatief dat dit wel gebeurt. In optie (2) is de nulhypothese dat de verandering in de NAM-plots gelijk is aan de verandering in de Controleplots.

4.2. Gedetailleerde aanpak

4.2.1. Kansverdelingen

Allereerst zijn bestaande data, dat wil zeggen tellingen van vóór de gaswinning, geanalyseerd met het loglineaire model “Plot + Linjaar”, eventueel aangevuld met een Maand-factor indien tellingen per maand beschikbaar zijn. Voor elke soort en elke analyse-optie (met of zonder referentiegebieden) is zo de dispersiefactor (D) geschat. Dit is van belang om te bepalen welke kansverdeling moet worden gehanteerd voor het simuleren van toekomstige data. D is geschat door middel van de zogenaamde *residual mean deviance* van het loglineaire model met de Poissonverdeling. Als D groter is dan 1 is er sprake van overdispersie. Afhankelijk van

de geschatte dispersiefactor is, conform Tabel 4.1, gekozen voor een Poisson-, quasi-Poisson- of negatief-binomiale verdeling.

Tabel 4.1. Gehanteerde vuistregel voor de keuze van een kansverdeling.

Dispersiefactor (D)	Verdeling
$0 < D \leq 1.3$	Poisson
$1.3 < D \leq 3.0$	quasi-Poisson
$D > 3.0$	negatief-binomiaal

4.2.2. Simulaties

De data zijn vervolgens opnieuw geanalyseerd met de gekozen verdeling en die analyse geeft schattingen met standaardafwijkingen voor de plot-parameters en de tijdtrend-parameter, en eventueel voor de maand-parameters. De onzekerheid in deze schattingen is een essentieel onderdeel van de power-berekeningen. Immers een grote onzekerheid in de tijdtrend van vóór de gaswinning moet zich vertalen in een grotere spreiding in de gesimuleerde, toekomstige aantallen, en dus ook in een lagere power van de statistische toets.

Vervolgens wordt via simulatie de power berekend. Daartoe wordt een groot aantal hypothetische datasets gegenereerd gebaseerd op de geschatte parameters uit de originele dataset, waarbij steeds de bestaande data aangevuld worden met gesimuleerde toekomstige data. Dit gebeurt als volgt: allereerst wordt een trekking gedaan uit de simultane verdeling van alle parameterschattingen. Daarbij wordt verondersteld dat deze een multivariate normale verdeling volgen met gemiddelde en variantie-covariantie zoals verkregen uit de analyse van de bestaande data. Voor analyse-optie (1) wordt dan de zo verkregen tijdtrend-parameter vermeerderd met het veronderstelde effect. Voor analyse-optie (2) wordt de tijdtrend-parameter voor NAM- en Controleplots beide aangepast door een gemeenschappelijke trendbreuk en de NAM-plots met het additionele veronderstelde effect. Daarmee ligt voor toekomstige waarnemingen het gemiddelde voor elke combinatie van plot, jaar, en eventueel maand, vast. Vervolgens wordt voor elke toekomstige (plot, jaar) combinatie een nieuwe waarneming getrokken uit de gespecificeerde kansverdeling. Voor de quasi-Poissonverdeling en de negatief-binomiale verdeling is daarvoor ook nog de overdispersie-parameter (σ^2 respectievelijk κ) van belang. Omdat ook deze geschat zijn uit bestaande data, dus met onzekerheid, worden ook voor deze parameters waarden gesimuleerd. Een trekking voor σ^2 wordt verkregen uit een met de overdispersie-parameter geschaalde Chi-kwadraat-verdeling. Voor κ wordt een trekking verkregen uit een lognormale verdeling omdat deze garandeert dat de trekking van κ positief is. Trekkingen uit de Poissonverdeling worden gegenereerd door de Fortran IMSL routine RNPOI (IMSL 1979). Trekkingen uit de quasi-Poissonverdeling worden gegenereerd via de Gamma-Poisson mengverdeling op pagina 199 van McCullagh & Nelder (1989) waarbij gebruik gemaakt wordt van IMSL routi-

ne DRGAM voor de Gammaverdeling en RNPOI voor de Poissonverdeling. Deze twee IMSL routines worden ook gebruikt voor trekkingen uit de negatief-binomiale verdeling omdat ook deze verkregen kan worden via een (andere) Gamma-Poisson-mengverdeling. De gesimuleerde dataset wordt vervolgens geanalyseerd waarbij de nulhypothese van geen effect getoetst wordt door een *likelihood*-ratio toets. De toetsingsgrootheid is het verschil in *deviance* tussen het model conform H_0 en het model conform H_1 ; deze toetsingsgrootheid volgt onder de nulhypothese een Chi-kwadraat-verdeling met 1 vrijheidsgraad. Voor de quasi-Poissonverdeling wordt als toetsingsgrootheid de quasi-*likelihood*-ratio gebruikt die onder de nulhypothese een F-verdeling volgt met 1 vrijheidsgraad in de teller en het aantal rest-vrijheidsgraden in de noemer.

Op deze wijze wordt een groot aantal, hier steeds 1000, datasets gegenereerd en het aantal malen dat de nulhypothese wordt verworpen is dan een schatting voor de power van de toets. Bij afwezigheid van een effect, dus als de nulhypothese waar is, zou de power precies gelijk moeten zijn aan de onbetrouwbaarheidsdrempel α van de toets. Omdat de power via simulatie berekend wordt zal dit niet exact gelden, en tevens zullen afwijkingen optreden omdat de kansverdeling van de gebruikte *likelihood*-ratio toets slechts bij benadering bekend is. De mogelijke afwijkingen ten opzichte van de nominale onbetrouwbaarheidsdrempel α als functie van het aantal simulaties is weergegeven in Tabel 4.2.

Bovenstaande procedure is geïmplementeerd in vier GenStat (Payne *et al.* 2008) procedures voor a) analyse-optie (1) met jaargegevens; b) analyse-optie (1) met maandgegevens; c) analyse-optie (2) met jaargegevens en d) analyse-optie (2) met maandgegevens. Voor het aanpassen van het loglineaire Poisson- en quasi-Poisson-model wordt gebruik gemaakt van de standaard GenStat-faciliteiten. Het aanpassen van de negatief-binomiale verdeling gaat met een robuuste variant van GenStat-procedure RNEGBINOMIAL die speciaal voor dit project is geschreven. Deze procedure gebruikt *maximum likelihood* om alle parameters, inclusief κ , te schatten. Trekkingen uit de Poisson-, quasi-Poisson- en negatief-binomiale verdeling worden verkregen door koppeling van een Fortran-dll via de GenStat OVN *directive*.

Tabel 4.2. Afwijkingen in overeenkomst van power en α bij afwezigheid van effect bij verschillende aantallen simulaties.

Aantal Simulaties	95% betrouwbaarheidsinterval voor Power bij $\alpha=0.10$	95% betrouwbaarheidsinterval voor Power bij $\alpha=0.05$
100	0.050 - 0.160	0.010 - 0.100
500	0.074 - 0.128	0.032 - 0.070
1000	0.082 - 0.119	0.037 - 0.064
2000	0.087 - 0.113	0.040 - 0.060

4.2.3. Toekomstige telschema's

De GenStat implementatie kent de mogelijkheid om in één keer data te simuleren voor bijv. 8 toekomstige jaren en de power te berekenen net alsof er slechts 2, 4, 6 of 8 toekomstige jaren zijn. Op deze wijze kan het verloop van de power als functie van het aantal monitoringsjaren in kaart worden gebracht. Er zijn twee manieren om het toekomstige monitoringsschema te specificeren. De eerste manier is om alle plot-jaar combinaties waarop geteld gaat worden expliciet aan de procedures door te geven. De tweede manier is om de procedure zelf te laten bepalen welke plot-jaar combinaties in de toekomst geteld gaan worden. Dit gaat middels de optie MMODE die de volgende waarden kan aannemen (gestileerde voorbeelden zijn te vinden in de Appendix):

1. *once* elk plot in de bestaande data wordt in de toekomst eenmaal per jaar geteld;
2. *twice* elk plot in de bestaande data wordt in de toekomst tweemaal per jaar geteld;
3. *halfonce* elk plot in de bestaande data wordt in de toekomst om het jaar eenmaal geteld;
4. *halftwice* elk plot in de bestaande data wordt in de toekomst om het jaar tweemaal geteld;
5. *ranccount* de kans dat een plot in een toekomstig jaar wordt geteld is conform de fractie waargenomen (plot, jaar) combinaties in de bestaande dataset;
6. *rantreat* de kans dat een NAM-plot in een toekomstig jaar wordt geteld is conform de fractie waargenomen (plot, jaar) combinaties voor de NAM-plots en zo ook voor de Controle-plots;
7. *ransite* de kans dat een plot in een toekomstig jaar wordt geteld is conform de fractie waargenomen tellingen specifiek voor dat plot in de bestaande dataset.

Dezelfde opties zijn beschikbaar voor maandtellingen. Voor de *random* opties worden dan steeds aparte kansen per maand gegeven die voor elk jaar identiek zijn. Ook hiervan zijn voorbeelden te vinden in de Appendix.

De toekomstige tellingen zijn gesimuleerd volgens telschema's zoals weergegeven in Tabel 4.3 en uitgelegd in de voorgaande paragraaf. Voor de watervogels is steeds gebruik gemaakt van maandelijks tellingen. Voor de andere soorten zijn alleen jaarlijkse tellingen beschikbaar.

4.2.4. Effectgrootte en onbetrouwbaarheidsdrempel

Hoe groter de verandering in aantallen zal zijn, des te groter de kans dat dat met een statistische toets kan worden aangetoond, d.w.z. de toets heeft dan een groter onderscheidend vermogen of power. We hebben toekomstige aantallen aangemaakt uitgaande van verschillende scenario's voor de effecten van bodemdaling op de aantallen. In het eerste scenario zijn we er van uit gegaan dat de aantallen niet gaan veranderen (effectgrootte is 0%). Dit is een interne controle om te zien of de kans dat de nulhypothese onterecht wordt verworpen gelijk is aan de onbetrouwbaarheidsdrempel α . De andere onderzochte scenario's gaan uit van een aantalsafname van 1%, 3%, 5% en 10% per jaar (Fig. 4.2). Wanneer de effectgrootte 1% bedraagt zullen de aantallen met 1% per jaar afnemen. Dit houdt in dat na 8 jaar aantallen gelijk zijn aan $(1-0.1)^{870\%}$ van de initiële aantallen. Dit komt neer op 93% (Fig. 4.2). Als de effectgrootte 10% bedraagt zal na 8 jaar het aantal slechts 43% zijn van de aantallen in het eerste jaar. Een halvering dus, hetgeen een zeer groot effect genoemd mag worden. Niet alle opties zijn onderzocht voor alle soorten en situaties omdat sommige analyses te veel tijd zouden kosten, met name waar negatief-binomiale verdelingen moesten worden gebruikt. Een power hoger dan 0.8 wordt over het algemeen gezien als aanvaardbaar voor betrouwbare statistische toetsen. De power van de toets neemt toe als een hogere onbetrouwbaarheidsdrempel (α) wordt gekozen. Standaard wordt $\alpha = 0.05$ gekozen, hetgeen betekent dat de kans om ten onrechte de nulhy-

Tabel 4.3. De verschillende monitoringmethodes die ten grondslag liggen aan de geanalyseerde aantalsrends en het aantal plots waarop analyses zijn gebaseerd. Telschema geeft aan op welke manier toekomstige aantallen zijn gesimuleerd (zie tekst). In enkele BMP-plots in de Lauwersmeer wordt elke 4 jaar geteld. Voor maandelijks geldt dat tellingen in alle maanden worden gesimuleerd.

Monitoring-methode	Gebied	aantal gas-winningplots	aantal referentieplots	Telschema
BMP	Wadden	3-7	32-209	ransite
BMP	Lauwersmeer	3-10	28-206	jaarlijks (once) (+ 4-jaarlijks)
Kolonies	Lauwersmeer	3-4	42-61	ransite
Kerngebieden	Wadden	1-2	5-18	ransite
Kerngebieden	Lauwersmeer	2-10	4-5	jaarlijks (once)
Watervogels	Wadden	13-15	49-134	jaarlijks/maandelijks (once)
Watervogels	Lauwersmeer	9-17	61-179	jaarlijks/maandelijks (once)

pothese (= geen verandering) te verwerpen gelijk is aan 5%. We gebruiken ook $\alpha = 0.10$ om de power uit te rekenen, omdat we voor het principe 'hand aan de kraan' voornamelijk geïnteresseerd zijn in aantalsafnames en dus eenzijdig zouden kunnen toetsen.

4.2.5. Telprogramma's water- en broedvogels

Watervogels

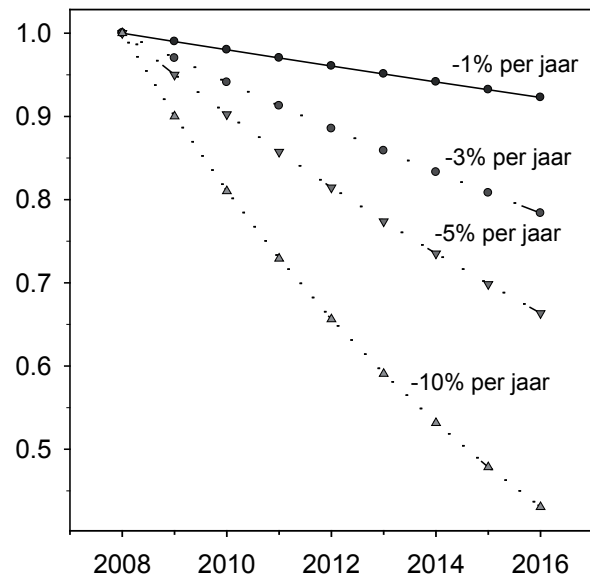
De monitoring van watervogels vindt plaats door middel van een vaste systematiek en een jaarlijks vergelijkbare telinspanning. Het telprogramma bestaat uit verschillende onderdelen, elk met hun eigen aanpak en dekking van telgebieden (Hustings *et al.* 2008). Gegevens uit dit monitoringprogramma zijn per maand beschikbaar en zijn gebruikt voor de poweranalyse van watervogelsoorten. Dit is inclusief de gegevens die in januari worden verzameld tijdens de internationale midwintertelling.

Broedvogels

Doordat de verschillende broedvogelsoorten elk een eigen aanpak van inventariseren hebben, is het broedvogelmeetnet van SOVON opgedeeld in twee samenhangende onderdelen, het Landelijk Soortonderzoek Broedvogels (LSB) en het Broedvogel Monitoring Project (BMP, Van Dijk *et al.* 2008).

Het LSB richt zich op het landelijk tellen van 17 in kolonies broedende soorten en 78 zeldzame soorten. De aanpak van het LSB is tweeledig. Bij sommige soorten wordt gestreefd naar een zo volledig mogelijke telling van de landelijke populatie (kolonievogels en enkele zeldzame soorten), terwijl andere soorten steekproefsgewijs in telgebieden worden bemonsterd (overige zeldzame soorten en Huiszwaluw). De werkwijze, met uitgebreide soortspecifieke informatie, is toegelicht in de handleiding (van Dijk *et al.* 2004). Kolonievogels worden geregistreerd per kolonie onder een eigen nummer. Een kolonie kan de vorm hebben van een punt op de kaart (bosje met Blauwe Reigers) of van een bepaald gebied (precies omschreven stuk kwelder, duin of polder met een meeuwenkolonie). Gemengde kolonies krijgen voor elke soort een eigennummer. Van vrijwel alle kolonies is de precieze ligging bekend (Amersfoortcoördinaten, aanduiding op topografische kaart) en tevens het type landschap. Nieuwe kolonies worden beschreven en ingetekend op een kaart. Het aantal nesten of paren in bestaande kolonies wordt ingevuld op formulier met opgave van soort, jaar, kolonienummer (indien bekend) en -naam, teldata, aantal, telmethode, naam en adres van de teller en eventuele opmerkingen. In dit rapport worden dergelijke telgegevens met 'kolonies' aangeduid.

Zeldzame soorten worden geregistreerd per telgebied of kilometerhok, met onderscheid tussen systematische inventarisaties en losse meldingen. De aantallen paren worden doorgegeven met opgave van soort, jaar, plaats of gebiedsnaam, atlasblok/kilometerhok, type



Figuur 4.2. Verloop in aantallen bij jaarlijkse afname van 1, 3, 5 of 10% per jaar. Er is uitgegaan van een relatieve populatiegrootte van 1 in 2008.

onderzoek (systematische inventarisatie of losse melding), hoogste broedcode, naam en adres van de teller, en eventuele opmerkingen. Vanaf 2000 worden de telgegevens zoveel mogelijk verzameld per (op kaart vastgelegd) telgebied. Het onderzoek richt zich vooral op belangrijke broedgebieden (kerngebieden) die ieder tenminste 5% van de Nederlandse populatie van de onderzochte soort herbergen. Vogelrichtlijngebieden (Natura 2000) vallen hier eveneens onder. Dergelijke telgegevens worden in dit rapport aangeduid met 'kerngebieden'.

Het Broedvogel Monitoring Project (BMP) is een steekproefmethode waarmee informatie wordt verzameld over de aantalsontwikkeling van algemene en schaarse broedvogelsoorten. De gegevens worden verzameld in vaste proefvlakken (plots) met natuurlijke grenzen. De werkwijze is gestandaardiseerd en volgt vaste richtlijnen (van Dijk & van der Weide, 2004). Uit oogpunt van effectiviteit en haalbaarheid worden vijf BMP onderdelen onderscheiden (A: alle soorten, B: Schaarse soorten, W: weide- en akkervogels, S: stadsvogels en R: roofvogels), elk met een eigen aanpak, soortenlijst, tijdsbesteding en telformulieren. Bij de uiteindelijke bewerking worden gegevens uit de verschillende onderdelen samengevoegd.

4.2.6. Classificatie van plots

Voor de watervogeltellingen zijn plots toegekend aan bodemdalinggebied of referentiegebied. Wij hebben alleen plots gelegen in gebieden met nieuwe gaswinning als bodemdalingplots gecategoriseerd (Figuur. 3.1). Hiervoor zijn de bodemdalingcontouren van 2012 gebruikt op basis waarvan telgebieden zijn ingedeeld in 2 categorieën, te weten, met of zonder bodemdaling. De originele contouren geven een bodemdaling tussen de

2 en 32 centimeter aan ten opzichte van de situatie in 2005. Gebieden met reeds bestaande gaswinning zijn gecategoriseerd als referentiegebieden.

Voor elk BMP-plot (broedvogels) is bepaald of die binnen of buiten een kombergingsgebied met nieuwe gaswinning ligt (Figuur. 3.1). Dat betreft hier het Pinkegat en de Zoutkamperlaag. Enkele plots liggen in twee kombergingsgebieden waarvan een met en een zonder nieuwe gaswinning. Voor dergelijke plots is het aantal vogels naar rato verdeeld over twee deelplots.

Referentiegebieden voor de Lauwersmeer zijn gekozen op basis van overeenkomsten in fysisch-geografische kenmerken en vegetatie van de Lauwersmeer. Belangrijke kenmerken zijn algemeen voorkomen van rietmoeras, aanwezigheid van begrazing en brak/zoet water (Beemster & Bijkerk 2005). Als referentiegebieden waarvan tellingen aanwezig zijn in de SOVON-gegevensbestanden zijn aangewezen de Dollard, het Deltagebied (Scheelhoek, Kwade hoek, Beninger en Korendijksche slikken, Slikken van de Heen, Dintelse gorzen, Hellegatsplaten, Rammegors, Het Markiezaat en de Prinsesseplaat), de Biesbosch, het IJsselmeergebied, de Oostvaardersplassen, de Wieden en de Weerribben. Voor deze gebieden zijn langjarige

meetreeksen beschikbaar, vooral voor watervogels en in mindere mate voor broedvogels.

Als referentiegebieden voor nieuwe gaswinningsgebieden in het Waddengebied (Pinkegat en Zoutkamperlaag) dienen de overige kombergingsgebieden waar geen gaswinning plaatsvindt dan wel waar reeds langer gaswinning plaatsvindt (zie ook Ens *et al.* 2008).

4.2.7. Dataselectie

Voorafgaand aan de analyses zijn alle plots verwijderd waarvoor alleen nultellingen beschikbaar waren. Voor deze plots is de schatting van de plotparameter gelijk aan min-oneindig en dat geeft problemen in de simulaties. Aangezien zulke plots toch niet bijdragen aan de schatting van de tijdtrend kunnen ze ongestraft verwijderd worden. Ook maanden met alleen nultellingen zijn verwijderd.

Tevens is voorafgaand aan de analyses beoordeeld of het aantalsverloop van elke soort voor elk type telling lineair is. Als trends voor bestaande data niet lineair zijn, zal het lineaire model het aantalsverloop minder goed 'volgen' en is het moeilijker om aantalveranderingen statistisch aan te tonen, en de power zal navenant laag zijn. Als aantallen niet lineair zijn veranderd, maar

Tabel 4.4. Prioritering van soorten voor analyse van watervogels in de Waddenzee en de Lauwersmeer. 1 = hoogste prioriteit. Aantallen zijn ingedeeld per gaswinningsgebied: bestaand = reeds bestaande gaswinning, nieuw = nieuwe gaswinning, geen = geen gaswinning. De aantallen hebben betrekking op de Waddenzee en niet op de Lauwersmeer.

Soort	getelde aantallen per type kombergingsgebied					prioriteit Lauwersmeer
	bestaand	nieuw	geen	totaal	prioriteit	
Bergeend	16446	2344	4316	23106	1	1
Bonte Strandloper	88857	13149	22698	124704	1	
Kokmeeuw	26910	5022	12767	44699	1	
Rosse Grutto	25716	3497	6910	36123	1	
Rotgans	15289	1672	4346	21307	1	
Scholekster	57339	13807	21335	92481	1	
Smient	18143	1636	8792	28571	1	1
Tureluur	7521	1287	2927	11735	1	
Wulp	41974	7497	12188	61659	1	1
Zilvermeeuw	16766	1903	5920	24589	1	
Zilverplevier	8212	1841	2210	12263	1	
Goudplevier	9407	1243	5016	15666	2	1
Kanoet	26456	1979	14854	43289	2	
Kluut	4618	319	979	5916	2	
Stormmeeuw	13595	2185	6733	22513	2	
Wilde Eend	12076	1414	3247	16737	2	
Bontbekplevier	766	235	228	1229	3	1
Grauwe Gans	2422	597	1615	4634	3	1
Groenpootruiter	658	316	217	1191	3	
Kievit	4951	911	2729	8591	3	
Pijlstaart	1736	692	801	3229	3	1
Steenloper	985	180	749	1914	3	
Wintertaling	2,316	189	749	3254	3	1
Zwarte Ruiter	810	204	320	1334	3	1

Tabel 4.5. Prioritering van soorten voor analyse van broedvogels in de Waddenzee en de Lauwersmeer. 1 = hoogste prioriteit. Trends zijn ingedeeld per gaswinningsgebied: *bestaand* = reeds bestaande gaswinning, *nieuw* = nieuwe gaswinning, *geen* = geen gaswinning. Trends zijn gerangschikt van sterk negatief (--) tot sterk positief (++). De trends hebben betrekking op de Waddenzee en niet op de Lauwersmeer.

Soort	classificatie trend per type kombergingsgebied			prioritering Wadden	prioritering Lauwersmeer
	bestaand	nieuw	geen		
Lepelaar	++	++	?	1	1
Bergeend	+	0	0	1	
Scholekster	-	0	-	1	1
Kluut	?	--	?	1	1
Tureluur	0	?	?	1	1
Kokmeeuw	0	--	-	1	1
Stormmeeuw	0	+	?	1	1
Visdief	-	+	?	1	1
Veldleeuwerik	0	?	?	1	2
Graspieper	0	?	0	1	2
Rietgors	+	?	?	1	
Krakeend	++	0	0	2	
Wilde Eend	0	0	?	2	
Slobeend	?	?	?	2	2
Eider	+	--	0	2	
Bontbekplevier	+	?	-	2	2
Kievit	+	?	?	2	
Wulp	0	0	?	2	
Kleine Mantelmeeuw	+	++	++	2	2
Zilvermeeuw	--	+	++	2	2
Noordse Stern	0	-	?	2	2

bijvoorbeeld eerst zijn toegenomen om daarna zijn afgenomen, hebben we de meest recente, maximum aantal aaneengesloten jaren geselecteerd die wel een lineair verloop lieten zien. Dit betekent dus dat in veel gevallen vroege jaren zijn weggelaten uit analyses.

Om te bepalen welke reeks van recente jaren een lineair verloop laten zijn, of stabiel zijn, is gebruik gemaakt van literatuurgegevens en eigen analyses. Literatuurbronnen staan vermeld bij desbetreffende hoofdstukken. Waar literatuurgegevens niet voorhanden waren zijn trendanalyses uitgevoerd gebruikmakend van *Generalized Estimating Equations* (GEE) in SPSS (versie 17). GEE-analyse gaat er vanuit dat gebieden onderling statistisch onafhankelijk zijn maar dat aantallen in opeenvolgende jaren gecorreleerd kunnen zijn. Daartoe is Plot als groepsfactor gedefinieerd en Jaar als binnen-groepsfactor (Hanley *et al.* 2003; Handleiding SPSS 17). Er is uitgegaan van een 1^{ste}-orde autoregressie-correlatiestructuur (AR1), hetgeen wil zeggen dat correlaties tussen aantallen in verschillende jaren sterker zijn naarmate de jaren dichter bijeen liggen. Er is in alle gevallen uitgegaan van een quasi-Poissonverdeling. Voor ieder gebied en iedere soort zijn de uit het model voorspelde waardes geplot tegen jaar. Op basis van deze grafieken is op het oog een selectie van een reeks van jaren gemaakt. Een jaarreeks eindigt al-

tijd met 2007 en bevat alleen opeenvolgende jaren.

In een tweede analyseronde werd nagegaan in hoeverre striktere selectie van data de power zou kunnen verbeteren. Voor de watervogel- en BMP-tellingen, de grootste datasets, zijn sommige soorten nogmaals geanalyseerd met deze kleinere dataset. Daartoe is per soort per gebied een grafiek gemaakt van de aantallen per jaar en bekeken hoeveel data er beschikbaar was en hoe groot de gemiddelde aantallen waren. Gebieden zijn weggelaten als er voornamelijk oude tellingen beschikbaar waren, of als er over de hele periode veel tellingen misten, of als de gemiddelde aantallen laag waren ten opzichte van aantallen in andere gebieden. We verwachtten dat dit de betrouwbaarheid van de gefitte modellen, en dus de power, in de meeste gevallen zou verhogen.

Als een laatste selectieoptie is bij een soort onderzocht of bij de watervogeltellingen het weglaten van bepaalde maanden de power zou verhogen. In dit geval zijn, net als bij selectie van jaren, maanden weggelaten als aantallen zeer laag waren in vergelijking met andere maanden. Een bepaalde maand werd altijd weggelaten uit de complete reeks van jaren.

4.2.8. Prioritering van soorten

Omdat de analyses veel rekentijd in beslag zouden nemen is een selectie gemaakt van prioriteitsoorten

(Tabellen 4.4 en 4.5, afkomstig uit Ens *et al.* 2008). Deze selectie is gebaseerd op de selectiecriteria zoals vermeld in de 'Nulrapportage Monitoring Vogels Waddenzee (1991-2006)' (Ens *et al.* 2008) en 'Meet- en analyseplan vogelmonitoring Lauwersmeer in relatie tot aardgaswinning' (Roodbergen 2008). Soorten beschermd in kader van Nature 2000, waarvoor voor de betreffende gebieden instandhoudingsdoelstellingen worden geformuleerd, spelen hierbij een belangrijke rol. Bovendien hebben we soorten geselecteerd met de hoogste kans op een groot onderscheidend vermogen. Dit is onder meer gebaseerd op aantallen: trendschat-

tingen van veelvoorkomende soorten zijn over het algemeen beter. Uiteindelijk zijn echter vaak ook soorten geanalyseerd met lagere prioriteit omdat of de analyses relatief weinig tijd in beslag namen, of aantallen van geprioriteerde soorten niet beschikbaar waren. De soorten die uiteindelijk zijn geanalyseerd op basis van de prioritering en de beschikbaarheid van data staan vermeld in Tabel 4.6 (Lauwersmeer) en 4.7 (Waddenzee). Bodemdalinggebieden als gevolg van oude gaswinnings worden tot de referentiegebieden gerekend, omdat het in dit geval om de nieuwe winningen gaat.

Tabel 4.6. Geanalyseerde soorten per monitoringmethode in de Lauwersmeer. De nummers verwijzen naar de verschillende analyseopties: 1 = zonder referentiegebied, 2 = met referentiegebied. Wanneer een soort niet is geanalyseerd wordt de reden hiervoor aangegeven (nvt = niet van toepassing, soort broedt niet of in kleine aantallen in Lauwersmeer). De nummers zijn vetgedrukt als deze analyses ook zijn uitgevoerd met weglating van marginale gebieden.

Soort	Watervogels	Broedvogels (BMP)	Broedvogels Kerngebieden	Broedvogels Kolonies
Aalscholver	2	lage prioriteit	lage prioriteit	lage prioriteit
Bergeend	1,2	1,2	lage prioriteit	nvt
Bontbekplevier	lage prioriteit	weinig tellingen, lage aantallen, lage prioriteit	1,2	nvt
Graspieper	nvt	1,2	lage prioriteit	nvt
Grutto	lage aantallen	1,2	lage prioriteit	nvt
Kievit	lage prioriteit	1,2	lage prioriteit	nvt
Kluut	1,2	lage prioriteit	1,2	lage prioriteit
Kokmeeuw	1,2	weinig tellingen, lage aantallen	lage prioriteit	2
Krakeend	lage prioriteit	1,2	lage prioriteit	nvt
Noordse stern	lage prioriteit, lage aantallen	weinig tellingen, lage aantallen	lage prioriteit	1,2
Rietgors	nvt	1,2	lage prioriteit	nvt
Scholekster	1,2	1,2	lage prioriteit	nvt
Slobeend	lage prioriteit	1,2	lage prioriteit	nvt
Stormmeeuw	1,2	weinig tellingen, lage aantallen	lage prioriteit	lage prioriteit
Strandplevier	lage aantallen	weinig tellingen, lage aantallen	1,2	nvt
Tureluur	lage prioriteit	1,2	lage prioriteit	nvt
Visdief	lage prioriteit, lage aantallen	weinig tellingen, lage aantallen	lage prioriteit	1,2
Wilde Eend	lage prioriteit	1,2	lage prioriteit	nvt
Wilde Zwaan	1,2	nvt	lage prioriteit	nvt
Wulp	1,2	nvt	lage prioriteit	nvt

Tabel 4.7. Geanalyseerde soorten per monitoringmethode in de Wadden. De nummers verwijzen naar de verschillende analyseopties: 1 = zonder referentiegebied, 2 = met referentiegebied. Wanneer een soort niet is geanalyseerd wordt de reden hiervoor aangegeven (nvt = niet van toepassing, soort broedt niet of in kleine aantallen in Waddengebied). De nummers zijn vetgedrukt als deze analyses ook zijn uitgevoerd met weglating van marginale gebieden.

Soort	Watervogels	Broedvogels (BMP)	Broedvogels Kerngebieden
Bergeend	1,2	1,2	lage prioriteit
Bontbekplevier	lage prioriteit	lage prioriteit	2
Bonte Strandloper	1	nvt	nvt
Eider	lage prioriteit	lage prioriteit	1
Goudplevier	1	nvt	nvt
Graspieper	nvt	1,2	lage prioriteit
Grutto	lage prioriteit	1,2	lage prioriteit
Kievit	lage prioriteit	1,2	lage prioriteit
Kluut	1	lage prioriteit	1,2
Kokmeeuw	1,2	lage prioriteit	lage prioriteit
Krakeend	lage prioriteit	1,2	lage prioriteit
Rietgors	nvt	1,2	lage prioriteit
Rosse Grutto	1	nvt	nvt
Rotgans	1,2	nvt	nvt
Scholekster	1	1,2	lage prioriteit
Slobeend	lage prioriteit	1,2	lage prioriteit
Smient	1	nvt	nvt
Stormmeeuw	1	lage prioriteit	lage prioriteit
Tureluur	1	1,2	lage prioriteit
Wilde Eend	1	1,2	lage prioriteit
Wilde Zwaan	lage prioriteit	nvt	nvt
Wulp	1	2	lage prioriteit
Zilverplevier	1	nvt	nvt
Zilvermeeuw	1	lage prioriteit	lage prioriteit

5. Resultaten

5.1. Lauwersmeer

5.1.1 Watervogels

Watervogeltellingen van de Lauwersmeer zijn gebruikt vanaf 1990. Tellingen zijn meerdere malen per jaar verricht en omdat aantallen veel variatie vertonen tussen maanden is Maand als factor meegenomen in de analyses. In de 17 gebieden in de Lauwersmeer die zijn geteld zijn gemiddeld 162 tellingen uitgevoerd in de periode 1990-2007 (totaal 2749 plottellingen). Er zijn 171 referentiegebieden buiten de Lauwersmeer geselecteerd waar in dezelfde periode gemiddeld 131 tellingen zijn uitgevoerd per gebied (totaal 22784 plottellingen). Allereerst zijn de meest recente jaren geselecteerd die een

lineair aantalsverloop dan wel stabiele aantallen lieten zien (Tabel 8.1). In de meeste gevallen is er sprake van veel variatie tussen jaren, hetgeen de power van de toetsen niet ten goede komt omdat het de betrouwbaarheidsintervallen van de trendschattingen wijder maakt. De gebruikte kansverdeling is gebaseerd op de overdispersiefactor van een log-lineair model met de Poisson-verdeling, conform Tabel 4.1, en deze wordt gegeven in Tabel 8.2. In alle gevallen is de overdispersie dermate groot dat een negatief-binomiale verdeling moet worden gebruikt.

In een analyse zonder referentiegebieden is de power van de toetsen in bijna alle gevallen laag (<70%, Tabel 5.1). Alleen voor de Bergeend geldt dat na 6 jaar

Tabel 5.1. Power als functie van de effectgrootte (jaarlijkse percentage verandering in aantallen) en aantal gevolgde jaren, gebaseerd op 1000 gesimuleerde datasets, bij onbetrouwbaarheidsdrempels $\alpha=0.05$ en $\alpha=0.10$. Het betreft voor alle soorten maandelijkse tellingen en de power is berekend onder de negatief-binomiale verdeling. Aantallen worden niet vergeleken met referentiegebieden (analyseoptie 1). Voor toekomstige tellingen is er van uitgegaan dat alle gebieden jaarlijks worden geteld (Methode 'Once'). Waar de power 70% overschrijdt is dit aangegeven met een grijs/zwarte achtergrond.

soort	effect	$\alpha=0.05$				$\alpha=0.10$			
		2 jaar	4 jaar	6 jaar	8 jaar	2 jaar	4 jaar	6 jaar	8 jaar
Bergeend	0%	0.056	0.033	0.034	0.035	0.126	0.081	0.069	0.091
	5%	0.108	0.238	0.452	0.682	0.167	0.339	0.597	0.789
	10%	0.193	0.668	0.953	0.996	0.296	0.785	0.970	0.999
Kluut	0%	0.037	0.039	0.042	0.036	0.084	0.095	0.090	0.079
	3%	0.040	0.044	0.042	0.054	0.087	0.085	0.096	0.119
	5%	0.029	0.031	0.048	0.058	0.075	0.085	0.097	0.122
	10%	0.038	0.051	0.092	0.157	0.078	0.106	0.172	0.239
Kokmeeuw	0%	0.049	0.055	0.065	0.089	0.089	0.106	0.126	0.154
	3%	0.044	0.061	0.111	0.154	0.092	0.126	0.180	0.254
	5%	0.046	0.097	0.180	0.246	0.092	0.168	0.276	0.352
	10%	0.056	0.196	0.382	0.539	0.109	0.312	0.497	0.662
Scholekster	0%	0.056	0.054	0.051	0.049	0.094	0.105	0.095	0.101
	3%	0.042	0.056	0.082	0.105	0.087	0.108	0.135	0.161
	5%	0.053	0.063	0.105	0.154	0.110	0.128	0.187	0.247
	10%	0.066	0.178	0.324	0.457	0.132	0.279	0.423	0.569
Stormmeeuw	0%	0.056	0.067	0.053	0.045	0.104	0.112	0.104	0.100
	3%	0.047	0.034	0.039	0.068	0.091	0.068	0.080	0.116
	5%	0.042	0.046	0.067	0.107	0.114	0.099	0.119	0.169
	10%	0.038	0.081	0.218	0.474	0.069	0.154	0.342	0.586
Wilde Zwaan	0%	0.049	0.044	0.042	0.054	0.101	0.094	0.096	0.090
	3%	0.042	0.034	0.038	0.05	0.091	0.070	0.083	0.092
	5%	0.049	0.046	0.069	0.081	0.098	0.107	0.135	0.137
	10%	0.045	0.073	0.158	0.277	0.087	0.144	0.240	0.407
Wulp	0%	0.06	0.053	0.048	0.061	0.105	0.101	0.099	0.093
	3%	0.048	0.030	0.049	0.06	0.092	0.088	0.090	0.110
	5%	0.043	0.038	0.054	0.086	0.086	0.090	0.108	0.161
	10%	0.040	0.068	0.13	0.186	0.089	0.128	0.212	0.291

Tabel 5.2. Power als functie van de effectgrootte (jaarlijkse percentage verandering in aantallen) en aantal gevolgde jaren, gebaseerd op 1000 gesimuleerde datasets, bij onbetrouwbaarheidsdrempels $\alpha=0.05$ en $\alpha=0.10$. Het betreft voor alle soorten maandelijkse tellingen en de power is berekend onder de negatief-binomiale verdeling. Aantallen worden vergeleken met referentiegebieden (analyseoptie 2). Voor toekomstige tellingen is er van uitgegaan dat alle gebieden jaarlijks worden geteld (Methode 'Once'). Waar de power 70% overschrijdt is dit aangegeven met een grijs/zwarte achtergrond.

soort	effect	$\alpha=0.05$				$\alpha=0.10$			
		2 jaar	4 jaar	6 jaar	8 jaar	2 jaar	4 jaar	6 jaar	8 jaar
Aalscholver	5%	0.107	0.197	0.310	0.438	0.178	0.278	0.407	0.558
	10%	0.173	0.484	0.760	0.918	0.277	0.588	0.831	0.945
Bergeend	0%	0.049	0.051	0.048	0.059	0.090	0.097	0.106	0.103
	5%	0.082	0.201	0.369	0.562	0.167	0.296	0.481	0.697
	10%	0.190	0.555	0.855	0.974	0.279	0.686	0.907	0.982
Kluut	5%	0.029	0.043	0.056	0.075	0.058	0.098	0.113	0.124
	10%	0.035	0.053	0.085	0.114	0.071	0.097	0.144	0.184
Kokmeeuw	5%	0.055	0.087	0.131	0.170	0.102	0.151	0.199	0.255
	10%	0.075	0.190	0.320	0.439	0.131	0.279	0.453	0.582
Scholekster	5%	0.054	0.089	0.100	0.122	0.123	0.156	0.168	0.200
	10%	0.083	0.149	0.255	0.350	0.155	0.246	0.369	0.455
Stormmeeuw	5%	0.078	0.126	0.200	0.307	0.138	0.207	0.304	0.410
	10%	0.100	0.296	0.556	0.760	0.183	0.415	0.681	0.843
Wilde Zwaan	5%	0.045	0.061	0.071	0.095	0.089	0.113	0.137	0.157
	10%	0.065	0.071	0.131	0.247	0.118	0.135	0.224	0.366
Wulp	5%	0.033	0.040	0.050	0.047	0.081	0.086	0.106	0.104
	10%	0.037	0.053	0.080	0.108	0.083	0.099	0.149	0.195

Tabel 5.3. Power als functie van de effectgrootte (jaarlijkse percentage verandering in aantallen) en aantal gevolgde jaren, gebaseerd op 1000 gesimuleerde datasets, bij onbetrouwbaarheidsdrempels $\alpha=0.05$ en $\alpha=0.10$. Het betreft voor alle soorten maandelijkse tellingen en de power is berekend onder de negatief-binomiale verdeling. Aantallen worden vergeleken met referentiegebieden (analyseoptie 2). Voor toekomstige tellingen is er van uitgegaan dat alle gebieden jaarlijks worden geteld (Methode 'Once'). Hierbij is een strengere selectie van gebieden toegepast dan in Tabel 5.2. Waar de power 70% overschrijdt is dit aangegeven met een grijs/zwarte achtergrond.

soort	effect	$\alpha=0.05$				$\alpha=0.10$			
		2 jaar	4 jaar	6 jaar	8 jaar	2 jaar	4 jaar	6 jaar	8 jaar
Aalscholver	5%	0.075	0.162	0.276	0.429	0.136	0.246	0.391	0.532
	10%	0.147	0.493	0.770	0.916	0.245	0.625	0.857	0.954
Bergeend	0%	0.035	0.039	0.046	0.062	0.090	0.092	0.087	0.107
	5%	0.087	0.178	0.345	0.465	0.143	0.271	0.452	0.603
	10%	0.172	0.489	0.830	0.970	0.266	0.604	0.898	0.986
Kluut	10%	0.078	0.157	0.306	0.429	0.135	0.270	0.437	0.545
Kokmeeuw	10%	0.069	0.180	0.286	0.408	0.122	0.282	0.402	0.525
Scholekster	10%	0.059	0.110	0.170	0.241	0.127	0.177	0.261	0.355
Stormmeeuw	10%	0.061	0.118	0.185	0.274	0.121	0.200	0.280	0.372
Wilde Zwaan	10%	0.055	0.073	0.092	0.110	0.100	0.133	0.173	0.192
Wulp	10%	0.058	0.069	0.088	0.104	0.093	0.133	0.177	0.174

tellen de kans groter is dan 95% dat een verandering in aantallen van 10% per jaar kan worden aangetoond. De kans dat veranderingen van 5% per jaar of minder statistisch niet kunnen worden aangetoond is vrij groot. Hoewel na 8 jaar de kans 78.9% is dat een verandering van 5% kan worden aangetoond, daalt de power snel voor kortere periodes. Voor de andere soorten geldt dat de power altijd lager is dan 70%.

Wanneer ook referentiegebieden worden meegenomen in de analyses (optie 2) is de overdispersie ook groot, en moet dus ook een negatief-binomiale verdeling worden gebruikt (Tabel 8.2). Alleen de Wilde Zwaan-data zouden kunnen worden geanalyseerd gebruikmakend van een quasi-Poisson-verdeling.

In dit geval hebben analyses met referentiegebieden in het geval van de Bergeend en de Aalscholver een hoge power (>70% na 6 jaar, >90% na 8 jaar) als aantallen sterk veranderen (10%, Tabel 5.2). Voor Stormmeeuwen kunnen grote verschillen (10% per jaar) ook met een redelijke kans worden aangetoond (>70% na 8 jaar).

De analyses zijn herhaald met weglating van marginale gebieden (Tabel 5.3). Dit heeft geen effect op de power voor de Bergeend en de Aalscholver. Tegen de verwachting in neemt de power enigszins af na weglating van de marginale gebieden voor de andere soorten.

5.1.2 Broedvogels

5.1.2.1 BMP

Ook voor de BMP-tellingen is allereerst per soort een selectie van jaarreeksen gemaakt waar de trends een op het oog lineair verband lieten zien, dan wel stabiel waren (Tabel 8.3).

In eerste instantie is aangenomen dat alle BMP-plots jaarlijks zullen worden geteld, wat voor twee van de tien plots niet klopt, deze worden namelijk 4-jaarlijks geteld. We verwachten echter niet dat dit een groot effect op de power zal hebben.

In veel gevallen is er sprake van overdispersie, oftewel, overschrijdt de spreiding in de aantallen de grenswaarde die nog aanvaardbaar is voor een Poissonverdeling (Tabel 8.4). Als alleen bodemdalinggebieden worden bekeken is de dispersie juist vaak kleiner dan 1, hier kan sprake zijn van onderdispersie. Een dispersiefactor kleiner dan 1 kan wijzen op een overmaat aan nullen. Ook in deze gevallen wordt een Poissonverdeling gebruikt.

De analyses zonder referentiegebieden (optie 1) laten zien dat in de meeste gevallen binnen 8 jaar geen effect zou kunnen worden aangetoond als de aantalveranderingen de 10% per jaar niet overschrijden (Tabel 5.4). Alleen monitoring van Scholeksters en Kieviten zou veranderingen van 10% per jaar kunnen aantonen, en van 5% bij Scholekster.

Tabel 5.4. Power als functie van de effectgrootte (jaarlijkse percentage verandering in aantallen) en aantal gevolgde jaren, gebaseerd op 1000 gesimuleerde datasets, bij onbetrouwbaarheidsdrempels $\alpha=0.05$ en $\alpha=0.10$. Het betreft voor alle soorten maandelijkse tellingen en de power is berekend onder de verdeling weergegeven in Tabel 8.4. Aantallen worden niet vergeleken met referentiegebieden (analyseoptie 1). Voor toekomstige tellingen is er van uitgegaan dat alle gebieden jaarlijks worden geteld (Methode 'Once'). Waar de power 70% overschrijdt is dit aangegeven met een grijs/zwarte achtergrond.

soort	effect	$\alpha=0.05$				$\alpha=0.10$			
		2 jaar	4 jaar	6 jaar	8 jaar	2 jaar	4 jaar	6 jaar	8 jaar
Bergeend	0%	0.154	0.082	0.078	0.090	0.203	0.141	0.133	0.136
	1%	0.109	0.084	0.077	0.070	0.177	0.144	0.132	0.114
	3%	0.122	0.108	0.107	0.116	0.195	0.183	0.175	0.174
	5%	0.130	0.121	0.118	0.147	0.171	0.191	0.212	0.216
	10%	0.173	0.209	0.296	0.352	0.236	0.290	0.377	0.463
Graspieper	5%	0.051	0.043	0.058	0.075	0.093	0.105	0.109	0.142
	10%	0.045	0.091	0.144	0.243	0.098	0.159	0.229	0.348
Grutto	0%	0.105	0.096	0.064	0.062	0.148	0.162	0.108	0.116
	1%	0.099	0.081	0.069	0.054	0.150	0.134	0.123	0.108
	3%	0.125	0.103	0.096	0.078	0.173	0.169	0.158	0.147
	5%	0.121	0.115	0.121	0.111	0.176	0.187	0.180	0.189
	10%	0.144	0.165	0.185	0.223	0.187	0.234	0.265	0.293
Kievit	0%	0.044	0.046	0.05	0.061	0.090	0.097	0.094	0.119
	1%	0.068	0.053	0.054	0.06	0.110	0.113	0.107	0.114
	3%	0.058	0.104	0.125	0.172	0.124	0.162	0.207	0.245
	5%	0.087	0.162	0.249	0.363	0.164	0.257	0.341	0.465
	10%	0.162	0.419	0.727	0.876	0.239	0.536	0.801	0.935

Tabel 5.4. Vervolg.

soort	effect	$\alpha = 0.05$				$\alpha = 0.10$			
		2 jaar	4 jaar	6 jaar	8 jaar	2 jaar	4 jaar	6 jaar	8 jaar
Krakeend	0%	0.064	0.042	0.049	0.070	0.111	0.079	0.101	0.114
	1%	0.069	0.050	0.054	0.073	0.121	0.108	0.098	0.114
	3%	0.071	0.058	0.060	0.067	0.114	0.107	0.115	0.121
	5%	0.084	0.063	0.072	0.066	0.137	0.127	0.131	0.134
	10%	0.097	0.098	0.127	0.138	0.162	0.168	0.208	0.221
Rietgors	5%	0.060	0.061	0.093	0.092	0.109	0.122	0.153	0.151
	10%	0.075	0.080	0.108	0.148	0.132	0.137	0.200	0.227
Scholekster	0%	0.046	0.052	0.053	0.063	0.091	0.093	0.107	0.112
	1%	0.061	0.067	0.063	0.076	0.119	0.125	0.123	0.140
	3%	0.071	0.161	0.243	0.381	0.148	0.237	0.348	0.504
	5%	0.126	0.309	0.559	0.750	0.207	0.421	0.667	0.834
	10%	0.313	0.819	0.983	0.998	0.429	0.884	0.993	1.000
Slobeend	0%	0.050	0.034	0.045	0.054	0.094	0.190	0.164	0.161
	1%	0.060	0.038	0.045	0.049	0.092	0.197	0.176	0.165
	3%	0.052	0.048	0.052	0.058	0.096	0.204	0.161	0.155
	5%	0.073	0.043	0.069	0.059	0.108	0.200	0.179	0.162
	10%	0.074	0.081	0.094	0.111	0.112	0.219	0.215	0.229
Tureluur	0%	0.068	0.044	0.044	0.043	0.131	0.097	0.103	0.089
	1%	0.052	0.047	0.050	0.036	0.093	0.103	0.096	0.082
	3%	0.059	0.057	0.057	0.064	0.109	0.116	0.121	0.123
	5%	0.070	0.103	0.114	0.105	0.130	0.152	0.199	0.192
	10%	0.103	0.205	0.315	0.405	0.172	0.292	0.432	0.530
Wilde Eend	0%	0.064	0.044	0.051	0.045	0.125	0.101	0.093	0.091
	1%	0.049	0.043	0.057	0.037	0.140	0.085	0.092	0.080
	3%	0.056	0.057	0.071	0.056	0.135	0.151	0.143	0.142
	5%	0.057	0.095	0.127	0.163	0.138	0.183	0.193	0.300
	10%	0.095	0.232	0.289	0.467	0.160	0.303	0.433	0.601

Als aantallen worden vergeleken met die in referentiegebieden is er geen enkele soort en geen enkel scenario die een redelijke power heeft (Tabel 5.5). Blijkbaar is de spreiding in de aantallen zeer groot.

Tabel 5.5. Power als functie van de effectgrootte (jaarlijkse percentage verandering in aantallen) en aantal gevolgde jaren, gebaseerd op 1000 gesimuleerde datasets, bij onbetrouwbaarheidsdrempels $\alpha=0.05$ en $\alpha=0.10$. Het betreft voor alle soorten maandelijkse tellingen en de power is berekend de verdeling weergegeven in Tabel 8.4. Aantallen worden vergeleken met referentiegebieden (analyseoptie 2). Voor toekomstige tellingen is er van uitgegaan dat alle gebieden jaarlijks worden geteld (Methode 'Once'). Waar de power 70% overschrijdt is dit aangegeven met een grijs/zwarte achtergrond.

soort	effect	$\alpha=0.05$				$\alpha=0.10$			
		2 jaar	4 jaar	6 jaar	8 jaar	2 jaar	4 jaar	6 jaar	8 jaar
Bergeend	0%	0.123	0.117	0.130	0.166	0.186	0.181	0.187	0.224
	1%	0.146	0.139	0.154	0.181	0.200	0.186	0.223	0.239
	3%	0.142	0.150	0.157	0.167	0.194	0.207	0.195	0.222
	5%	0.134	0.150	0.177	0.200	0.207	0.218	0.223	0.253
	10%	0.177	0.189	0.255	0.299	0.234	0.268	0.345	0.374
Graspieper	0%	0.040	0.046	0.037	0.039	0.074	0.094	0.078	0.077
	3%	0.051	0.048	0.065	0.058	0.104	0.095	0.113	0.119
	5%	0.057	0.066	0.075	0.109	0.106	0.129	0.138	0.192
Grutto	0%	0.084	0.066	0.061	0.057	0.209	0.118	0.129	0.109
	1%	0.100	0.096	0.076	0.077	0.220	0.154	0.137	0.140
	3%	0.125	0.102	0.133	0.108	0.245	0.167	0.194	0.182
	5%	0.114	0.105	0.117	0.111	0.232	0.177	0.184	0.175
	10%	0.116	0.144	0.148	0.185	0.223	0.208	0.216	0.272
Kievit	0%	0.107	0.064	0.048	0.078	0.156	0.115	0.108	0.118
	1%	0.101	0.074	0.072	0.067	0.144	0.134	0.127	0.114
	3%	0.123	0.094	0.095	0.105	0.182	0.151	0.156	0.166
	5%	0.126	0.115	0.131	0.165	0.190	0.185	0.208	0.250
	10%	0.139	0.224	0.311	0.448	0.200	0.307	0.421	0.549
Krakeend	0%	0.061	0.043	0.047	0.050	0.112	0.097	0.096	0.099
	1%	0.051	0.047	0.052	0.051	0.115	0.109	0.105	0.105
	3%	0.075	0.073	0.076	0.072	0.133	0.121	0.130	0.141
	5%	0.071	0.055	0.081	0.073	0.118	0.128	0.135	0.141
	10%	0.081	0.093	0.116	0.179	0.143	0.175	0.195	0.268
Rietgors	0%	0.088	0.075	0.058	0.051	0.152	0.142	0.113	0.097
	1%	0.078	0.077	0.075	0.070	0.130	0.148	0.139	0.127
	3%	0.076	0.086	0.086	0.098	0.125	0.145	0.142	0.171
	5%	0.093	0.096	0.129	0.155	0.170	0.167	0.202	0.238
	10%	0.097	0.156	0.226	0.324	0.163	0.252	0.331	0.431
Scholekster	0%	0.045	0.051	0.056	0.046	0.095	0.109	0.105	0.087
	3%	0.049	0.068	0.074	0.090	0.102	0.112	0.136	0.150
	5%	0.065	0.100	0.133	0.190	0.126	0.174	0.212	0.279
Slobeend	0%	0.040	0.053	0.068	0.082	0.077	0.086	0.108	0.133
	1%	0.041	0.033	0.048	0.059	0.075	0.065	0.103	0.110
	3%	0.035	0.041	0.062	0.069	0.070	0.080	0.110	0.109
	5%	0.038	0.049	0.058	0.081	0.074	0.083	0.098	0.127
	10%	0.058	0.044	0.059	0.076	0.097	0.092	0.119	0.137
Tureluur	0%	0.066	0.069	0.072	0.074	0.122	0.126	0.122	0.122
	1%	0.079	0.069	0.057	0.081	0.125	0.113	0.124	0.131
	3%	0.081	0.061	0.091	0.102	0.121	0.123	0.147	0.171
	5%	0.087	0.088	0.117	0.143	0.141	0.155	0.174	0.208
	10%	0.114	0.154	0.218	0.327	0.178	0.244	0.311	0.441
Wilde Eend	0%	0.078	0.061	0.067	0.052	0.137	0.113	0.127	0.102
	1%	0.080	0.065	0.063	0.060	0.135	0.124	0.121	0.120
	3%	0.084	0.084	0.085	0.085	0.141	0.135	0.145	0.145
	5%	0.084	0.096	0.110	0.136	0.158	0.157	0.168	0.208
	10%	0.118	0.143	0.225	0.286	0.163	0.219	0.293	0.383

Voor de analyse van BMP-plots is ook gebruik gemaakt van strikter geselecteerde data, met weglating van marginale gebieden. In dit geval is ook rekening gehouden met het feit dat er twee Lauwersmeerplots om de 4 jaar geteld gaan worden, i.p.v. elk jaar. Allereerst is voor deze situatie weer de dispersiefactor berekend, uitgaande van Poisson-kansverdeling (Tabel 8.5). Vergeleken met dispersiefactoren berekend met de minder strikt geselecteerde data (Tabel 8.4) valt op dat de factoren in analyseoptie 1 (alleen gaswinningsgebieden) hoger zijn geworden, en nu vergelijkbaar zijn met data in analyse-

optie 2. Waarschijnlijk is dit het gevolg van het weglaten van veel nultellingen.

De resultaten van deze meer verfijnde analyse laten een aanzienlijke stijging van de power zien (Tabel 5.6). In het geval van de Scholekster, Wilde Eend en Rietgors kunnen veranderingen in aantallen van 5% per jaar na 6 jaar met redelijke waarschijnlijkheid worden aangetoond. Grotere veranderingen kunnen na 6 of 8 jaar met goede kans worden aangetoond in de meeste andere soorten. Daarentegen is de kans dat veranderingen van 3% of minder per jaar kunnen worden aangetoond vrij gering.

Tabel 5.6. Power als functie van de effectgrootte (jaarlijkse percentage verandering in aantallen) en aantal gevolgde jaren, gebaseerd op 1000 gesimuleerde datasets, bij onbetrouwbaarheidsdrempels $\alpha=0.05$ en $\alpha=0.10$. Het betreft voor alle soorten maandelijkse tellingen en de power is berekend onder de verdeling weergegeven in Tabel 8.5. Aantallen worden vergeleken met referentiegebieden (analyseoptie 1). Voor toekomstige tellingen is er van uitgegaan dat gebieden jaarlijks worden geteld (Methode 'Once'), en twee gebieden 4-jaarlijks. Hierbij is een strengere selectie van gebieden toegepast dan in Tabel 5.5. Waar de power 70% overschrijdt is dit aangegeven met een grijs/zwarte achtergrond.

soort	effect	$\alpha=0.05$				$\alpha=0.10$			
		2 jaar	4 jaar	6 jaar	8 jaar	2 jaar	4 jaar	6 jaar	8 jaar
Bergeend	0%	0.054	0.032	0.032	0.046	0.103	0.083	0.082	0.113
	3%	0.053	0.080	0.094	0.114	0.114	0.144	0.155	0.200
	5%	0.080	0.121	0.191	0.238	0.141	0.189	0.274	0.330
	10%	0.132	0.285	0.474	0.670	0.219	0.390	0.586	0.764
Graspieper	0%	0.044	0.055	0.044	0.043	0.088	0.102	0.088	0.089
	3%	0.056	0.070	0.122	0.206	0.114	0.148	0.202	0.284
	5%	0.073	0.169	0.255	0.412	0.131	0.263	0.383	0.534
	10%	0.140	0.396	0.714	0.903	0.227	0.504	0.799	0.944
Krakeend	0%	0.044	0.041	0.041	0.044	0.095	0.081	0.091	0.092
	3%	0.066	0.114	0.157	0.242	0.132	0.186	0.252	0.350
	5%	0.092	0.200	0.336	0.496	0.173	0.301	0.447	0.627
	10%	0.091	0.560	0.876	0.991	0.200	0.666	0.917	0.992
Rietgors	0%	0.044	0.038	0.055	0.053	0.104	0.095	0.100	0.103
	3%	0.065	0.142	0.230	0.410	0.124	0.218	0.332	0.540
	5%	0.116	0.297	0.567	0.797	0.190	0.409	0.679	0.877
	10%	0.245	0.782	0.983	1.000	0.366	0.860	0.990	1.000
Scholekster	0%	0.040	0.058	0.067	0.070	0.095	0.112	0.122	0.123
	3%	0.074	0.124	0.214	0.363	0.124	0.221	0.327	0.495
	5%	0.090	0.277	0.513	0.739	0.178	0.400	0.628	0.825
	10%	0.250	0.767	0.976	1.000	0.367	0.845	0.982	1.000
Slobeend	0%	0.055	0.051	0.044	0.053	0.121	0.100	0.098	0.103
	3%	0.064	0.071	0.098	0.139	0.104	0.139	0.170	0.221
	5%	0.081	0.145	0.215	0.325	0.135	0.231	0.329	0.444
	10%	0.109	0.326	0.541	0.783	0.195	0.443	0.670	0.852
Tureluur	0%	0.046	0.040	0.040	0.051	0.102	0.085	0.088	0.109
	3%	0.066	0.122	0.178	0.301	0.127	0.208	0.285	0.417
	5%	0.079	0.226	0.398	0.618	0.140	0.325	0.514	0.733
	10%	0.196	0.635	0.931	0.996	0.301	0.743	0.960	0.998
Wilde Eend	0%	0.045	0.068	0.048	0.05	0.098	0.115	0.112	0.092
	3%	0.059	0.126	0.197	0.315	0.114	0.199	0.304	0.456
	5%	0.085	0.310	0.445	0.698	0.147	0.401	0.570	0.802
	10%	0.235	0.730	0.97	0.998	0.347	0.829	0.985	1.000

Selectie van gebieden heeft ook een sterk positief effect op de power van de analyses bij optie 2, wanneer wordt vergeleken met referentiegebieden (Tabel 5.7). Voor alle drie soorten is de power aanzienlijk toegenomen.

Voor twee van de drie geanalyseerde soorten kunnen na ca. 6 jaar veranderingen van 10% per jaar worden aangetoond. De power voor kleinere veranderingen blijft desalniettemin vrij laag.

Tabel 5.7. Power als functie van de effectgrootte (jaarlijkse percentage verandering in aantallen) en aantal gevolgde jaren, gebaseerd op 1000 gesimuleerde datasets, bij onbetrouwbaarheidsdrempels $\alpha=0.05$ en $\alpha=0.10$. Het betreft voor alle soorten maandelijkse tellingen en de power is berekend onder de verdeling weergegeven in Tabel 8.5. Aantallen worden vergeleken met referentiegebieden (analyseoptie 2). Voor toekomstige tellingen is er van uitgegaan dat gebieden jaarlijks worden geteld (Methode 'Once'), en twee gebieden 4-jaarlijks. Hierbij is een strengere selectie van data toegepast dan in Tabel 5.6. Waar de power 70% overschrijdt is dit aangegeven met een grijs/zwarte achtergrond.

soort	effect	$\alpha=0.05$				$\alpha=0.10$			
		2 jaar	4 jaar	6 jaar	8 jaar	2 jaar	4 jaar	6 jaar	8 jaar
Bergeend	0%	0.070	0.053	0.058	0.058	0.123	0.096	0.104	0.106
	3%	0.057	0.064	0.081	0.078	0.108	0.106	0.141	0.138
	5%	0.055	0.082	0.086	0.117	0.119	0.140	0.167	0.203
	10%	0.064	0.155	0.258	0.375	0.111	0.237	0.345	0.505
Krakeend	0%	0.052	0.045	0.040	0.054	0.101	0.111	0.095	0.105
	3%	0.057	0.097	0.120	0.186	0.107	0.166	0.199	0.270
	5%	0.080	0.139	0.206	0.371	0.136	0.215	0.327	0.508
	10%	0.132	0.379	0.655	0.902	0.215	0.488	0.753	0.944
Scholekster	0%	0.058	0.059	0.050	0.058	0.106	0.105	0.096	0.096
	3%	0.054	0.106	0.151	0.206	0.118	0.168	0.224	0.300
	5%	0.072	0.140	0.264	0.430	0.139	0.218	0.391	0.557
	10%	0.121	0.430	0.790	0.945	0.210	0.541	0.870	0.978

5.1.2.2 Kerngebieden

Voor alle soorten zijn data geselecteerd vanaf 1999, gebaseerd op GEE-trendanalyses (Tabel 8.6).

De kansverdelingen van de teldata verschillen aanzienlijk (Tabel 8.7). Voor sommige soorten kon geen statistisch model worden gefit omdat er te weinig data

beschikbaar waren, eventueel in combinatie met veel nultellingen.

In analyses zonder referentiegebieden is voor geen van de soorten de power hoog genoeg om veranderingen aan te tonen (Tabel 5.8).

Tabel 5.8. Power als functie van de effectgrootte (jaarlijkse percentage verandering in aantallen) en aantal gevolgde jaren, gebaseerd op 1000 gesimuleerde datasets, bij onbetrouwbaarheidsdrempels $\alpha=0.05$ en $\alpha=0.10$. Het betreft voor alle soorten maandelijkse tellingen en de power is berekend onder de verdeling weergegeven in Tabel 8.7. Aantallen worden niet vergeleken met referentiegebieden (analyseoptie 1). Voor toekomstige tellingen is er van uitgegaan dat gebieden jaarlijks worden geteld (Methode 'Once'). Waar de power 70% overschrijdt is dit aangegeven met een grijs/zwarte achtergrond.

soort	effect	$\alpha=0.05$				$\alpha=0.10$			
		2 jaar	4 jaar	6 jaar	8 jaar	2 jaar	4 jaar	6 jaar	8 jaar
Bontbekplevier	0%	0.069	0.049	0.030	0.024	0.123	0.092	0.085	0.070
	1%	0.067	0.052	0.054	0.039	0.127	0.114	0.100	0.087
	3%	0.072	0.052	0.041	0.035	0.129	0.109	0.100	0.078
	5%	0.082	0.075	0.068	0.059	0.145	0.129	0.134	0.116
	10%	0.089	0.107	0.125	0.115	0.161	0.184	0.205	0.184
Kluut	5%	0.042	0.051	0.066	0.094	0.085	0.095	0.127	0.172
	10%	0.061	0.098	0.160	0.220	0.110	0.161	0.249	0.323
Strandplevier	0%	0.054	0.048	0.043	0.046	0.078	0.077	0.067	0.062
	1%	0.052	0.046	0.043	0.055	0.080	0.089	0.065	0.069
	3%	0.057	0.048	0.049	0.057	0.085	0.088	0.086	0.079
	5%	0.057	0.057	0.049	0.056	0.084	0.091	0.086	0.081
	10%	0.073	0.074	0.057	0.065	0.097	0.122	0.104	0.099

Als er referentiegebieden worden meegenomen in de analyses is kan het geval van de Kluut monitoring snel en met grote betrouwbaarheid veranderingen zichtbaar te maken (Tabel 5.9): de power voor het vinden van een

effect van 5% per jaar is reeds na 4 jaar hoger dan 0.9. Voor alle andere soorten is de power altijd lager dan 0.32. Voor de andere twee soorten is de power laag.

Tabel 5.9. Power als functie van de effectgrootte (jaarlijkse percentage verandering in aantallen) en aantal gevolgde jaren, gebaseerd op 1000 gesimuleerde datasets, bij onbetrouwbaarheidsdrempels $\alpha=0.05$ en $\alpha=0.10$. Het betreft voor alle soorten maandelijks tellingen en de power is berekend onder de verdeling weergegeven in Tabel 8.7. Aantallen worden vergeleken met referentiegebieden (analyseoptie 2). Voor toekomstige tellingen is er van uitgegaan dat gebieden jaarlijks worden geteld (Methode 'Once'). Waar de power 70% overschrijdt is dit aangegeven met een grijs/zwarte achtergrond.

soort	effect	$\alpha=0.05$				$\alpha=0.10$			
		2 jaar	4 jaar	6 jaar	8 jaar	2 jaar	4 jaar	6 jaar	8 jaar
Bontbekplevier	5%	0.109	0.105	0.119	0.126	0.171	0.189	0.188	0.205
	10%	0.095	0.085	0.099	0.123	0.162	0.139	0.168	0.189
Kluut	5%	0.730	0.920	0.962	0.979	0.808	0.958	0.984	0.991
	10%	0.784	0.931	0.975	0.987	0.853	0.958	0.984	0.996
Strandplevier	0%	0.116	0.122	0.136	0.138	0.145	0.175	0.196	0.205
	3%	0.117	0.126	0.147	0.187	0.149	0.165	0.205	0.238
	5%	0.085	0.147	0.149	0.196	0.119	0.189	0.194	0.250
	10%	0.120	0.182	0.213	0.245	0.161	0.242	0.293	0.313

5.1.2.3. Kolonies

Voor een klein aantal soorten is het mogelijk aantallen van in kolonies broedende vogels in de Lauwersmeer te analyseren (Tabel 8.8). Lineaire periodes zijn geselecteerd op basis van geschatte trends uit GEE-trendanalyses.

Voor de analyses zijn quasi-Poisson of negatief-bino-

miale kansverdelingen nodig (Tabel 8.9).

Zowel voor analyses zonder als met referentiegebieden is het onwaarschijnlijk dat aantalveranderingen zullen kunnen worden aangetoond (Tabel 5.10 en 5.11). Alle soorten die konden worden geanalyseerd leverden erg lage powers op.

Tabel 5.10. Power als functie van de effectgrootte (jaarlijkse percentage verandering in aantallen) en aantal gevolgde jaren, gebaseerd op 1000 gesimuleerde datasets, bij onbetrouwbaarheidsdrempels $\alpha=0.05$ en $\alpha=0.10$. Het betreft voor alle soorten maandelijks tellingen en de power is berekend onder de verdeling weergegeven in Tabel 8.9. Aantallen worden niet vergeleken met referentiegebieden (analyseoptie 1). Voor toekomstige tellingen is er van uitgegaan dat gebieden in principe jaarlijks worden geteld (Methode 'ransite'). Waar de power 70% overschrijdt is dit aangegeven met een grijs/zwarte achtergrond.

soort	effect	$\alpha=0.05$				$\alpha=0.10$			
		2 jaar	4 jaar	6 jaar	8 jaar	2 jaar	4 jaar	6 jaar	8 jaar
Noordse stern	0%	0.022	0.023	0.036	0.035	0.047	0.050	0.072	0.052
	3%	0.036	0.038	0.040	0.060	0.056	0.059	0.082	0.099
	5%	0.030	0.027	0.029	0.037	0.044	0.054	0.056	0.061
	10%	0.041	0.041	0.074	0.087	0.076	0.080	0.126	0.135
Visdief	0%	0.032	0.042	0.052	0.067	0.054	0.065	0.088	0.100
	3%	0.056	0.072	0.094	0.103	0.081	0.106	0.131	0.143
	5%	0.051	0.062	0.087	0.104	0.078	0.091	0.114	0.135
	10%	0.049	0.083	0.097	0.129	0.070	0.106	0.135	0.153

Tabel 5.11. Power als functie van de effectgrootte (jaarlijkse percentage verandering in aantallen) en aantal gevolgde jaren, gebaseerd op 1000 gesimuleerde datasets, bij onbetrouwbaarheidsdrempels $\alpha=0.05$ en $\alpha=0.10$. Het betreft voor alle soorten maandelijkse tellingen en de power is berekend onder de verdeling weergegeven in Tabel 8.9. Aantallen worden vergeleken met referentiegebieden (analyseoptie 2). Voor toekomstige tellingen is er van uitgegaan dat gebieden in principe jaarlijks worden geteld (Methode 'ransite'). Waar de power 70% overschrijdt is dit aangegeven met een grijs/zwarte achtergrond.

soort	effect	$\alpha=0.05$				$\alpha=0.10$			
		2 jaar	4 jaar	6 jaar	8 jaar	2 jaar	4 jaar	6 jaar	8 jaar
Kokmeeuw	5%	0.016	0.023	0.02	0.014	0.042	0.040	0.030	0.026
	10%	0.019	0.026	0.021	0.015	0.049	0.045	0.029	0.025
Noordse stern	5%	0.029	0.022	0.028	0.036	0.052	0.051	0.060	0.062
	10%	0.023	0.04	0.041	0.045	0.048	0.065	0.073	0.078
Visdief	5%	0.021	0.043	0.047	0.051	0.062	0.141	0.146	0.143
	10%	0.035	0.037	0.065	0.078	0.088	0.159	0.155	0.166

5.2. Waddengebied

5.2.1. Watervogels

De selectie van te analyseren jaren is gebaseerd op analyses gerapporteerd in Ens *et al.* (2008) en Van Roomen *et al.* (2006; Tabel 8.10). Ook hier is er in veel gevallen veel variatie tussen jaren hetgeen de power van analyses verlaagd.

Dispersie van de data in de bodemdalinggebieden (analyseoptie 1) is groot en alle analyses moeten worden uitgevoerd uitgaande van een negatief-binomiale verdeling (Tabel 8.11).

Voor een aanzienlijk aantal soorten is er een hoge power voor het aantonen van verschillen (Tabel 5.12). Door de zeer lange rekentijd die nodig is om analyses met negatief-binomiale verdelingen uit te voeren zijn de analyses beperkt tot een effectgrootte van 5 en/of 10% per jaar. Desalniettemin, voor Tureluur, Scholekster, Kokmeeuw, Stormmeeuw, Bergeend, Zilvermeeuw, Wulp en Wilde Eend is de power van toetsing hoog (>70%) na 6 of 8 jaar bij grote effecten.

Tabel 5.12. Power als functie van de effectgrootte (jaarlijkse percentage verandering in aantallen) en aantal gevolgde jaren, gebaseerd op 1000 gesimuleerde datasets, bij onbetrouwbaarheidsdrempels $\alpha=0.05$ en $\alpha=0.10$. Het betreft voor alle soorten maandelijkse tellingen en de power is berekend onder de verdeling weergegeven in Tabel 8.11. Aantallen worden niet vergeleken met referentiegebieden (analyseoptie 1). Voor toekomstige tellingen is er van uitgegaan dat gebieden jaarlijks worden geteld (Methode 'Once'). Waar de power 70% overschrijdt is dit aangegeven met een grijs/zwarte achtergrond.

soort	effect	$\alpha=0.05$				$\alpha=0.10$			
		2 jaar	4 jaar	6 jaar	8 jaar	2 jaar	4 jaar	6 jaar	8 jaar
Bergeend	5%	0.047	0.105	0.258	0.438	0.094	0.171	0.360	0.560
	10%	0.090	0.366	0.757	0.943	0.176	0.513	0.828	0.968
Goudplevier	10%	0.031	0.053	0.103	0.223	0.064	0.105	0.201	0.337
Kluut	10%	0.050	0.068	0.178	0.344	0.093	0.143	0.271	0.470
Kokmeeuw	10%	0.063	0.204	0.524	0.794	0.125	0.311	0.651	0.878
Rotgans	10%	0.047	0.065	0.175	0.352	0.089	0.119	0.262	0.455
Scholekster	5%	0.042	0.104	0.221	0.338	0.089	0.164	0.321	0.484
	10%	0.070	0.291	0.651	0.889	0.129	0.408	0.756	0.944
Smient	10%	0.051	0.145	0.308	0.504	0.101	0.228	0.404	0.626
Tureluur	5%	0.037	0.097	0.182	0.326	0.079	0.166	0.283	0.449
	10%	0.080	0.295	0.621	0.844	0.154	0.431	0.727	0.917

Tabel 5.12. Vervolg.

soort	effect	$\alpha=0.05$				$\alpha=0.10$			
		2 jaar	4 jaar	6 jaar	8 jaar	2 jaar	4 jaar	6 jaar	8 jaar
Rosse Grutto	10%	0.060	0.067	0.149	0.287	0.118	0.107	0.225	0.381
Stormmeeuw	10%	0.068	0.224	0.497	0.746	0.118	0.344	0.604	0.839
Wilde Eend	5%	0.067	0.163	0.341	0.563	0.130	0.255	0.468	0.675
	10%	0.131	0.506	0.868	0.984	0.203	0.644	0.931	0.994
Wulp	10%	0.077	0.254	0.541	0.778	0.140	0.370	0.678	0.866
Zilvermeeuw	5%	0.051	0.109	0.220	0.394	0.094	0.192	0.325	0.521
	10%	0.077	0.331	0.674	0.915	0.152	0.430	0.789	0.960
Zilverplevier	10%	0.054	0.219	0.432	0.652	0.102	0.327	0.542	0.752

Analyses met referentiegebieden voor watervogels in de Waddenzee konden slechts beperkt binnen de geplande tijd worden uitgevoerd. Alleen voor Bergeend, Kokmeeuw en Rotgans zijn scenario's doorgerekend (Tabel 5.13). Dit leverde voor de Kokmeeuw en Berg-

eend een relatief hoge power op (>70%). Toetsing moet gebeuren met negatief-binomiale verdeling (Tabel 8.11), hetgeen zeer veel rekentijd kost: afhankelijk van hoeveel veranderingspercentages er worden berekend, enkele dagen tot meer dan een week!

Tabel 5.13. Power als functie van de effectgrootte (jaarlijkse percentage verandering in aantallen) en aantal gevolgde jaren, gebaseerd op 1000 gesimuleerde datasets, bij onbetrouwbaarheidsdrempels $\alpha=0.05$ en $\alpha=0.10$. Het betreft voor alle soorten maandelijkse tellingen en de power is berekend onder de verdeling weergegeven in Tabel 8.11. Aantallen worden vergeleken met referentiegebieden (analyseoptie 2). Voor toekomstige tellingen is er van uitgegaan dat gebieden jaarlijks worden geteld (Methode 'Once'). Hierbij is een strengere selectie van gebieden toegepast dan in Tabel 5.12. Waar de power 70% overschrijdt is dit aangegeven met een grijs/zwarte achtergrond.

soort	effect	$\alpha=0.05$				$\alpha=0.10$			
		2 jaar	4 jaar	6 jaar	8 jaar	2 jaar	4 jaar	6 jaar	8 jaar
Bergeend	10%	-	0.379	0.703	0.927	-	0.515	0.811	0.959
Kokmeeuw	10%	-	0.267	0.515	0.750	-	0.378	0.649	0.849
Rotgans	10%	-	0.165	0.316	0.518	-	0.267	0.438	0.633

Wanneer aanvullend op de selectie van gebieden ook nog maanden worden geselecteerd met gemiddeld hoge aantallen en weinig ontbrekende tellingen verwachten we dat de power verder omhoog gaat. Dit is alleen uit-

gevoerd voor de Rotgans (Tabel 5.14), en tegen verwachting laten de resultaten een daling van de power zien. Dit zou het gevolg kunnen zijn van een kleiner aantal bodemdalingsgebieden in de analyse.

Tabel 5.14. Power als functie van de effectgrootte (jaarlijkse percentage verandering in aantallen) en aantal gevolgde jaren, gebaseerd op 1000 gesimuleerde datasets, bij onbetrouwbaarheidsdrempels $\alpha=0.05$ en $\alpha=0.10$. Het betreft voor alle soorten maandelijkse tellingen en de power is berekend onder de verdeling weergegeven in Tabel 8.11. Aantallen worden vergeleken met referentiegebieden (analyseoptie 2). Voor toekomstige tellingen is er van uitgegaan dat gebieden jaarlijks worden geteld (Methode 'Once'). In tegenstelling tot resultaten van Tabel 5.13, is hier gebruik gemaakt van een selectie van gebieden en een selectie van maanden. Waar de power 70% overschrijdt is dit aangegeven met een grijs/zwarte achtergrond.

soort	effect	$\alpha=0.05$				$\alpha=0.10$			
		2 jaar	4 jaar	6 jaar	8 jaar	2 jaar	4 jaar	6 jaar	8 jaar
Rotgans	5%	0.057	0.078	0.116	0.142	0.105	0.137	0.161	0.234
	10%	0.073	0.156	0.266	0.437	0.136	0.231	0.383	0.564

5.2.2 Broedvogels

5.2.2.1. BMP

Selectie van jaren die een lineair dan wel stabiel aantalsverloop laten zien is gebaseerd op GEE-trendanalyses van de data (Tabel 8.12).

De voor de analyses te gebruiken kansverdelingen zijn zeer variabel (Tabel 8.13). Wat opvalt is dat de data van bodemdalinggebieden vaak onderdispersie laat zien ($D < 1$), hetgeen waarschijnlijk veroorzaakt wordt door

veel nultellingen.

Ook voor de Waddendata geldt dat in de meeste gevallen, voor de meeste soorten geen aantalveranderingen zullen kunnen worden aangetoond (Tabel 5.15). Dit wordt veroorzaakt door het kleine aantal bodemdalingsgebieden in de analyses. Alleen tellingen van Scholeksters bieden een goede kans om veranderingen op te pikken: jaarlijkse veranderingen van 10% of meer kunnen na 4-6 jaar worden aangetoond, en veranderingen van 5% per jaar mogelijk na 8 jaar.

Tabel 5.15. Power als functie van de effectgrootte (jaarlijkse percentage verandering in aantallen) en aantal gevolgde jaren, gebaseerd op 1000 gesimuleerde datasets, bij onbetrouwbaarheidsdrempels $\alpha=0.05$ en $\alpha=0.10$. Het betreft voor alle soorten maandelijkse tellingen en de power is berekend onder de verdeling weergegeven in Tabel 8.13. Aantallen worden niet vergeleken met referentiegebieden (analyseoptie 1). Voor toekomstige tellingen is er van uitgegaan dat gebieden in principe jaarlijks worden geteld (Methode 'ransite'). Waar de power 70% overschrijdt is dit aangegeven met een grijs/zwarte achtergrond.

soort	effect	$\alpha=0.05$				$\alpha=0.10$			
		2 jaar	4 jaar	6 jaar	8 jaar	2 jaar	4 jaar	6 jaar	8 jaar
Bergeend	0%	0.083	0.081	0.086	0.069	0.129	0.131	0.154	0.126
	1%	0.089	0.074	0.084	0.080	0.144	0.138	0.132	0.125
	3%	0.100	0.101	0.082	0.090	0.147	0.151	0.138	0.159
	5%	0.104	0.121	0.124	0.144	0.161	0.165	0.186	0.215
	10%	0.118	0.159	0.191	0.274	0.196	0.230	0.296	0.370
Graspieper	0%	0.043	0.037	0.042	0.029	0.094	0.082	0.080	0.076
	3%	0.047	0.033	0.037	0.053	0.087	0.082	0.071	0.099
	5%	0.045	0.050	0.050	0.052	0.090	0.090	0.103	0.108
	10%	0.045	0.061	0.094	0.129	0.083	0.122	0.164	0.212
Grutto	0%	0.061	0.089	0.077	0.073	0.141	0.141	0.137	0.118
	1%	0.068	0.083	0.068	0.074	0.138	0.118	0.138	0.124
	3%	0.068	0.096	0.098	0.082	0.139	0.129	0.141	0.137
	5%	0.066	0.098	0.101	0.108	0.140	0.145	0.160	0.175
	10%	0.067	0.126	0.152	0.215	0.144	0.194	0.225	0.299
Kievit	0%	0.052	0.057	0.056	0.049	0.101	0.107	0.112	0.113
	1%	0.053	0.056	0.051	0.052	0.102	0.112	0.096	0.116
	3%	0.063	0.080	0.113	0.120	0.116	0.144	0.177	0.179
	5%	0.096	0.112	0.189	0.225	0.155	0.202	0.266	0.334
	10%	0.116	0.266	0.404	0.602	0.199	0.359	0.515	0.704
Krakeend	0%	0.067	0.069	0.059	0.042	0.143	0.139	0.115	0.082
	1%	0.089	0.079	0.048	0.040	0.158	0.137	0.106	0.108
	3%	0.087	0.097	0.058	0.040	0.155	0.137	0.116	0.117
	5%	0.078	0.078	0.079	0.068	0.165	0.157	0.138	0.138
	10%	0.079	0.149	0.138	0.139	0.158	0.228	0.245	0.195
Rietgors	0%	0.071	0.067	0.060	0.08	0.127	0.128	0.127	0.136
	1%	0.062	0.056	0.064	0.073	0.117	0.128	0.121	0.130
	3%	0.058	0.059	0.065	0.077	0.121	0.122	0.135	0.142
	5%	0.068	0.065	0.079	0.105	0.125	0.114	0.135	0.165
	10%	0.064	0.098	0.109	0.132	0.133	0.154	0.181	0.226
Scholekster	0%	0.039	0.059	0.049	0.055	0.098	0.106	0.096	0.096
	1%	0.041	0.070	0.072	0.086	0.102	0.126	0.138	0.143
	3%	0.066	0.138	0.234	0.338	0.146	0.225	0.337	0.455
	5%	0.100	0.251	0.509	0.734	0.175	0.345	0.638	0.828
	10%	0.256	0.752	0.971	1.000	0.371	0.840	0.990	1.000

Tabel 5.15. Vervolg.

soort	effect	$\alpha=0.05$				$\alpha=0.10$			
		2 jaar	4 jaar	6 jaar	8 jaar	2 jaar	4 jaar	6 jaar	8 jaar
Slobeend	0%	0.017	0.034	0.009	0.015	0.027	0.047	0.046	0.075
	1%	0.013	0.038	0.013	0.013	0.013	0.063	0.038	0.076
	3%	0.012	0.037	0.012	0.012	0.012	0.074	0.037	0.110
	5%	0.013	0.038	0.025	0.013	0.013	0.076	0.051	0.115
	10%	0.012	0.037	0.048	0.061	0.025	0.099	0.100	0.111
Tureluur	0%	0.052	0.030	0.028	0.015	0.135	0.068	0.081	0.069
	1%	0.050	0.025	0.038	0.012	0.113	0.049	0.088	0.038
	3%	0.037	0.038	0.039	0.013	0.099	0.038	0.063	0.038
	5%	0.037	0.036	0.050	0.037	0.100	0.062	0.125	0.100
	10%	0.074	0.101	0.151	0.311	0.138	0.189	0.260	0.410
Wilde Eend	0%	0.056	0.054	0.054	0.049	0.114	0.097	0.100	0.094
	1%	0.059	0.065	0.067	0.066	0.123	0.112	0.127	0.120
	3%	0.059	0.069	0.084	0.08	0.123	0.130	0.127	0.144
	5%	0.064	0.086	0.099	0.114	0.121	0.151	0.164	0.205
	10%	0.076	0.143	0.209	0.286	0.140	0.229	0.312	0.399

Als vergelijkingen worden gemaakt met referentiegebieden (analyseoptie 2) zijn er twee soorten waarvan waarschijnlijk aantalveranderingen zullen kunnen worden aangetoond (Tabel 5.16). In het geval van de Wulp kunnen mogelijk na 8 jaar veranderingen van 3% per

jaar worden aangetoond, terwijl veranderingen van 10% per jaar na 4 jaar al een redelijke kans hebben om statistisch significant te zijn. Bij de Kraakeend is de test wat minder sterk maar kunnen veranderingen van 5% per jaar mogelijk toch al na 6 jaar duidelijk worden.

Tabel 5.16. Power als functie van de effectgrootte (jaarlijkse percentage verandering in aantallen) en aantal gevolgde jaren, gebaseerd op 1000 gesimuleerde datasets, bij onbetrouwbaarheidsdrempels $\alpha=0.05$ en $\alpha=0.10$. Het betreft voor alle soorten maandelijkse tellingen en de power is berekend onder de verdeling weergegeven in Tabel 8.13. Aantallen worden vergeleken met referentiegebieden (analyseoptie 2). Voor toekomstige tellingen is er van uitgegaan dat gebieden in principe jaarlijks worden geteld (Methode 'ransite'). Waar de power 70% overschrijdt is dit aangegeven met een grijs/zwarte achtergrond.

soort	effect	$\alpha=0.05$				$\alpha=0.10$			
		2 jaar	4 jaar	6 jaar	8 jaar	2 jaar	4 jaar	6 jaar	8 jaar
Bergeend	0%	0.094	0.103	0.110	0.103	0.141	0.156	0.150	0.155
	1%	0.093	0.091	0.096	0.106	0.149	0.153	0.152	0.170
	3%	0.093	0.098	0.103	0.100	0.164	0.159	0.155	0.160
	5%	0.096	0.121	0.124	0.117	0.151	0.184	0.176	0.178
	10%	0.099	0.130	0.159	0.183	0.158	0.196	0.230	0.271
Graspieper	5%	0.042	0.048	0.064	0.071	0.099	0.102	0.122	0.135
	10%	0.055	0.081	0.157	0.228	0.113	0.143	0.233	0.338
Grutto	0%	0.044	0.075	0.075	0.088	0.114	0.137	0.144	0.150
	1%	0.048	0.093	0.088	0.089	0.124	0.169	0.161	0.148
	3%	0.063	0.071	0.097	0.093	0.139	0.150	0.161	0.161
	5%	0.064	0.093	0.093	0.111	0.119	0.159	0.163	0.164
	10%	0.082	0.112	0.155	0.171	0.146	0.192	0.216	0.270
Kievit	0%	0.066	0.068	0.064	0.071	0.098	0.119	0.121	0.114
	1%	0.074	0.074	0.067	0.078	0.118	0.137	0.135	0.149
	3%	0.075	0.096	0.100	0.089	0.119	0.149	0.161	0.151
	5%	0.073	0.097	0.098	0.120	0.118	0.152	0.168	0.182
	10%	0.087	0.124	0.158	0.233	0.136	0.187	0.240	0.309

Tabel 5.16. Vervolg.

soort	effect	$\alpha=0.05$				$\alpha=0.10$			
		2 jaar	4 jaar	6 jaar	8 jaar	2 jaar	4 jaar	6 jaar	8 jaar
Krakeend	0%	0.078	0.085	0.057	0.056	0.143	0.129	0.120	0.112
	1%	0.078	0.116	0.134	0.169	0.137	0.184	0.212	0.234
	3%	0.129	0.276	0.464	0.652	0.203	0.386	0.578	0.771
	5%	0.236	0.535	0.823	0.971	0.334	0.644	0.886	0.985
	10%	0.526	0.973	1.000	1.000	0.624	0.982	1.000	1.000
Rietgors	0%	0.054	0.075	0.057	0.063	0.093	0.123	0.114	0.118
	1%	0.056	0.070	0.068	0.058	0.106	0.127	0.123	0.119
	3%	0.064	0.074	0.098	0.086	0.107	0.144	0.152	0.154
	5%	0.076	0.096	0.107	0.115	0.120	0.164	0.170	0.187
	10%	0.074	0.094	0.161	0.217	0.120	0.167	0.229	0.300
Scholekster	0%	0.049	0.059	0.050	0.066	0.102	0.112	0.113	0.113
	3%	0.054	0.064	0.065	0.074	0.115	0.115	0.122	0.130
	5%	0.054	0.071	0.087	0.113	0.112	0.137	0.139	0.183
	10%	0.063	0.118	0.201	0.280	0.126	0.180	0.293	0.390
Slobeend	0%	0.055	0.040	0.030	0.018	0.076	0.068	0.060	0.036
	1%	0.042	0.044	0.037	0.039	0.059	0.072	0.062	0.060
	3%	0.041	0.041	0.045	0.028	0.065	0.076	0.072	0.059
	5%	0.041	0.051	0.039	0.035	0.070	0.080	0.069	0.061
	10%	0.057	0.054	0.062	0.057	0.090	0.091	0.104	0.097
Tureluur	3%	0.058	0.063	0.067	0.093	0.113	0.117	0.132	0.164
	5%	0.040	0.086	0.139	0.204	0.096	0.153	0.228	0.301
Wilde Eend	0%	0.043	0.071	0.068	0.061	0.119	0.125	0.115	0.109
	1%	0.045	0.067	0.068	0.060	0.106	0.129	0.119	0.119
	3%	0.049	0.076	0.077	0.071	0.116	0.134	0.128	0.129
	5%	0.041	0.070	0.097	0.099	0.107	0.135	0.158	0.172
	10%	0.049	0.108	0.144	0.181	0.106	0.166	0.214	0.276
Wulp	0%	0.050	0.080	0.070	0.020	0.080	0.140	0.150	0.100
	1%	0.020	0.060	0.100	0.110	0.110	0.080	0.200	0.210
	3%	0.110	0.350	0.700	0.860	0.190	0.550	0.770	0.920
	5%	0.220	0.710	0.970	0.990	0.310	0.780	0.980	1.000
	10%	0.700	1.000	1.000	1.000	0.780	1.000	1.000	1.000

In tegenstelling tot de situatie in de Lauwersmeer, heeft selectie van gebieden een licht negatief effect op de power van de analyses van de BMP-Waddentellingen (Tabel 5.17). Het is niet duidelijk wat hiervan de oorzaak is. Mogelijk heeft het te maken met het kleine aantal

bodemdalinggebieden, waar in sommige gevallen ook nog in weinig jaren is geteld. In het geval van de Krakeend, bijvoorbeeld, blijft er na selectie slechts één bodemdalingsgebied over.

Tabel 5.17. Power als functie van de effectgrootte (jaarlijkse percentage verandering in aantallen) en aantal gevolgde jaren, gebaseerd op 1000 gesimuleerde datasets, bij onbetrouwbaarheidsdrempels $\alpha=0.05$ en $\alpha=0.10$. Het betreft voor alle soorten maandelijks tellingen en de power is berekend onder de verdeling weergegeven in Tabel 8.13. Aantallen worden vergeleken met referentiegebieden (analyseoptie 2). Voor toekomstige tellingen is er van uitgegaan dat gebieden jaarlijks worden geteld (Methode 'Once'). In tegenstelling tot resultaten van Tabel 5.16, is hier gebruik gemaakt van een selectie van data. Waar de power 70% overschrijdt is dit aangegeven met een grijs/zwarte achtergrond.

soort	effect	$\alpha=0.05$				$\alpha=0.10$			
		2 jaar	4 jaar	6 jaar	8 jaar	2 jaar	4 jaar	6 jaar	8 jaar
Bergeend	0%	0.037	0.051	0.042	0.050	0.103	0.100	0.098	0.109
	5%	0.038	0.058	0.063	0.077	0.100	0.109	0.119	0.137
	10%	0.051	0.083	0.098	0.140	0.122	0.151	0.166	0.229
Grutto	0%	0.018	0.026	0.027	0.025	0.040	0.068	0.091	0.107
	5%	0.037	0.040	0.049	0.047	0.055	0.082	0.103	0.113
	10%	0.030	0.065	0.070	0.087	0.055	0.104	0.127	0.152
Krakeend	0%	0.025	0.034	0.062	0.050	0.076	0.114	0.129	0.113
	5%	0.024	0.047	0.055	0.055	0.093	0.121	0.115	0.110
	10%	0.026	0.049	0.064	0.079	0.083	0.110	0.117	0.141
Rietgors	0%	0.038	0.049	0.056	0.051	0.121	0.109	0.107	0.104
	5%	0.034	0.063	0.068	0.085	0.110	0.115	0.118	0.146
	10%	0.044	0.066	0.121	0.157	0.109	0.133	0.191	0.243
Wilde Eend	0%	0.034	0.047	0.044	0.042	0.087	0.097	0.108	0.097
	5%	0.038	0.057	0.076	0.077	0.090	0.114	0.125	0.138
	10%	0.041	0.067	0.108	0.116	0.089	0.114	0.172	0.191

5.2.2.2. Kerngebieden

Aantallen van relevante soorten in kerngebieden in de Waddenzee zijn beschikbaar voor 4 soorten. Selectie van jaren met lineaire aantalsverloop zijn gemaakt op basis van GEE-trendanalyses (Tabel 8.14).

Opvallend is de sterke mate van onderdispersie van de data in de bodemdalinggebieden (Tabel 8.15). Data die

onderdispersie laat zien kan het best met een Poisson-verdeling worden geanalyseerd.

Slecht twee soorten konden worden geanalyseerd (Tabel 5.18). Data van de andere soorten bevatten waarschijnlijk te veel nullen of afwezige data. In het geval van de Kluut kunnen veranderingen van 10% per jaar waarschijnlijk na 6 jaar worden aangetoond.

Tabel 5.18. Power als functie van de effectgrootte (jaarlijkse percentage verandering in aantallen) en aantal gevolgde jaren, gebaseerd op 1000 gesimuleerde datasets, bij onbetrouwbaarheidsdrempels $\alpha=0.05$ en $\alpha=0.10$. Het betreft voor alle soorten maandelijks tellingen en de power is berekend onder de verdeling weergegeven in Tabel 8.15. Aantallen worden niet vergeleken met referentiegebieden (analyseoptie 1). Voor toekomstige tellingen is er van uitgegaan dat gebieden in principe jaarlijks worden geteld (Methode 'ransite'). Waar de power 70% overschrijdt is dit aangegeven met een grijs/zwarte achtergrond.

soort	effect	$\alpha=0.05$				$\alpha=0.10$			
		2 jaar	4 jaar	6 jaar	8 jaar	2 jaar	4 jaar	6 jaar	8 jaar
Eider	0%	0.118	0.089	0.086	0.087	0.140	0.126	0.121	0.114
	1%	0.112	0.080	0.082	0.097	0.125	0.119	0.122	0.131
	3%	0.218	0.141	0.073	0.140	0.223	0.184	0.115	0.189
	5%	0.263	0.158	0.053	0.158	0.263	0.158	0.105	0.211
	10%	0.264	0.105	0.105	0.158	0.264	0.158	0.105	0.211
Kluut	0%	0.053	0.06	0.054	0.072	0.107	0.116	0.105	0.131
	3%	0.056	0.116	0.202	0.323	0.112	0.186	0.300	0.454
	5%	0.096	0.229	0.433	0.681	0.157	0.342	0.577	0.777
	10%	0.144	0.595	0.943	0.996	0.233	0.656	0.968	1.000

Analyses met inbegrip van referentiegebieden (analyse-optie 2) zijn ook slechts voor twee soorten mogelijk. Voor beide soorten geldt dat aantalveranderingen

waarschijnlijk niet zullen kunnen worden aangetoond (Tabel 5.19).

Tabel 5.19. Power als functie van de effectgrootte (jaarlijkse percentage verandering in aantallen) en aantal gevolgde jaren, gebaseerd op 1000 gesimuleerde datasets, bij onbetrouwbaarheidsdrempels $\alpha=0.05$ en $\alpha=0.10$. Het betreft voor alle soorten maandelijkse tellingen en de power is berekend onder de verdeling weergegeven in Tabel 8.15. Aantallen worden vergeleken met referentiegebieden (analyseoptie 2). Voor toekomstige tellingen is er van uitgegaan dat gebieden in principe jaarlijks worden geteld (Methode 'ransite'). Waar de power 70% overschrijdt is dit aangegeven met een grijs/zwarte achtergrond.

soort	effect	$\alpha=0.05$				$\alpha=0.10$			
		2 jaar	4 jaar	6 jaar	8 jaar	2 jaar	4 jaar	6 jaar	8 jaar
Bontbekplevier	0%	0.117	0.089	0.087	0.114	0.155	0.159	0.131	0.161
	3%	0.102	0.084	0.089	0.090	0.147	0.143	0.138	0.143
	5%	0.127	0.112	0.099	0.101	0.180	0.173	0.132	0.166
	10%	0.135	0.128	0.131	0.159	0.173	0.199	0.188	0.220
Kluut	5%	0.052	0.06	0.081	0.091	0.107	0.116	0.140	0.172
	10%	0.058	0.07	0.102	0.172	0.112	0.132	0.182	0.279

6. Conclusies en discussie

6.1. Overdispersie

Voor veel soorten is de overdispersie in de teldata groot, zowel bij broedvogel- als bij watervogeltellingen. Dit komt door het grote aantal nullen (of lage aantallen) in combinatie met enorme uitschieters naar boven. Voor dergelijke gegevens wordt vaak, net als hier, de negatief-binomiale verdeling gebruikt. Alternatieven zijn zogenaamde *Zero-Inflated* verdelingen waarbij er een additionele kans is op het waarnemen van een nul. Omdat deze additionele kans ook weer kan afhangen van plot en jaar (en maand) wordt een poweranalyse ingewikkelder zonder dat onmiddellijk duidelijk is dat dit tot betere resultaten zou leiden. Daarom is dit alternatief niet toegepast.

Berekeningen met de negatief-binomiale verdeling in GenStat duren erg lang (vaak meerdere dagen), en konden daarom in veel gevallen niet binnen de gestelde tijd worden uitgevoerd. Dit limiteerde ook onze mogelijkheden om uitgebreid onderzoek te doen naar de oorzaken van lage powers en naar manieren om de power van analyses verder te verhogen. Dit is wel wenselijk omdat met de huidige procedure jaarlijkse effecten van 3% of kleiner doorgaans niet binnen 8 jaar aantoonbaar zijn. We hebben wel kunnen aantonen dat door een striktere, weloverwogen selectie van gebieden toe te passen, namelijk door zowel bodemdalingengebieden als referentiegebieden met veel nullen en lage aantallen weg te laten, in veel gevallen een hogere power wordt bereikt. Hogere aantallen bevatten meer informatie over de trend, mede doordat er vaak minder nullen zullen zijn, en dat heeft een positieve invloed op de power. Dit komt wellicht ook omdat dan de κ parameter van de negatief-binomiale verdeling hoger geschat wordt en dan is de variantie (σ^2) in de tellingen kleiner (want $\sigma^2 = \mu + \mu * \mu / \kappa$). Selectie van gebieden op basis van de tellingen moet zeer voorzichtig gebeuren, omdat de mogelijkheid bestaat dat naar gewenste resultaten toe wordt gerekend. We verwachten niet dat de selecties die we hebben gemaakt ten behoeve van sommige van onze analyses de power onterecht bevoordelen. We hebben alleen jaren, maanden of gebieden weggelaten die naar verwachting weinig invloed hebben op de gemiddelde globale aantallen en trends. Het zou echter niet terecht zijn gebieden met alleen veel variatie in aantallen weg te laten. Hoewel de power hierdoor naar verwachting zou worden verhoogd is de variatie mogelijk kenmerkend voor deze bepaalde soort, door werkelijke fluctuaties in locale aantallen of door obstakels tijdens het tellen. Als dit bij toekomstige tellingen ook het geval zal zijn moet die variatie dus verdisconteerd worden. In het geval van de watervogeltellingen die op maandbasis plaatsvinden kan selectie van bepaalde maanden een positief effect hebben op de power. We hebben dit

helaas maar voor een soort kunnen toetsen (Rotgans; Tabel 5.14) en die voldeed niet aan onze verwachting. Soorten die periodiek aanwezig zijn zullen in bepaalde maanden in lage aantallen voorkomen, resulterend in veel nultellingen. Door deze maanden wel in de analyses toe te laten is te verwachten dat de overdispersie toe neemt en dat het moeilijker is om goede statistische modellen te fitten.

In bodemdalinggebieden was de overdispersie vaak lager dan in referentiegebieden. Dit zou kunnen komen doordat het bodemdalinggebied vaak een aaneengesloten gebied is en daardoor wellicht homogener dan de verspreid liggende referentiegebieden. Dit geeft minder variatie in de data. Voor de analyse met vergelijking van referentiegebieden wordt overigens verondersteld dat de overdispersie-parameter (σ^2 voor quasi-Poisson en κ voor negatief-binomiaal) gelijk is voor de nieuwe gaswinnings- en de Controlegebieden. Dit is vaak dus niet het geval en wordt feitelijk een (gewogen) gemiddelde van de twee overdispersie-parameters gebruikt. Het is mogelijk dat hierdoor de power positief of negatief beïnvloed wordt. Hiervoor is toch gekozen omdat er geen standaard programmatuur beschikbaar is voor verschillende overdispersie-parameters binnen het log-lineaire model.

6.2. Conclusies

Lauwersmeer

In de Lauwersmeer kunnen bij analyses van zonder referentiegebieden bij minimaal 9 soorten (Bergeend, Wilde Eend, Kievit, Scholekster, Tureluur, Slobeend, Rietgors, Krakeend en Graspieper) effecten van 10% of minder per jaar binnen 8 jaar of minder met een power van minimaal 70% worden aangetoond (Tabel 6.1). Dit zijn voornamelijk broedvogeltellingen. Van 7 geanalyseerde soorten uit de watervogeltellingen is er slecht een die voldoende power heeft. Bij acht soorten is de power dermate dat binnen 6 jaar veranderingen van 10% per jaar kunnen worden aangetoond. Dit gaat om Bergeend, Wilde Eend, Kievit, Scholekster, Tureluur, Rietgors, Krakeend en Graspieper. Bij drie van deze soorten kunnen veranderingen van 10% binnen 4 jaar worden aangetoond (Scholekster, Wilde Eend en Rietgors). Kleinere effecten, van 5% per jaar, kunnen bij de Rietgors na acht jaar worden aangetoond en bij de Scholekster na zes jaar. Het weglaten van marginale gebieden uit de analyses van broedvogels had een sterk positief effect op de power van de toetsen.

Wanneer in de analyses wordt vergeleken met referentiegebieden (optie 2) is de power vaak lager. Bij Stormmeeuw en Krakeend kunnen effecten van 10% na 8 jaar met een power van minimaal 70% worden aangetoond,

bij Aalscholver en Scholekster kan dit al na zes jaar. Bij de Kluut kunnen effecten van 5% al na twee jaar worden aangetoond. Kleinere effecten zijn niet getoetst. Van al deze soorten hebben er 5 de hoogste prioritering (Bergeend, Scholekster, Kluut, Tureluur, Stormmeeuw; Tabel 4.4 en 4.5). De overige soorten hebben lagere prioriteit, maar zijn evenwel geanalyseerd omdat of de analyses weinig tijd in beslag namen, of voldoende

aantallen van geprioriteerde soorten niet beschikbaar waren. In de Lauwersmeer hebben analyses met broedvogelgegevens veelal een hogere power dan met watervogelgegevens (Tabel 6.1).

Analyse-optie 1 (zonder referentiegebieden) levert meestal een hogere power op dan wanneer wordt vergeleken met referentiegebieden (optie 2).

Tabel 6.1. Effecten die met een power hoger dan of gelijk aan 70% kunnen worden aangetoond, bij een significantiedrempel van $\alpha=0.05$, in de Lauwersmeer. Analyse 1 is zonder referenties, 2 met. Aantal soorten betreft aantal dat is geanalyseerd.

telling	analyse	aantal soorten	soort	effect	opmerkingen
Watervogels	1	7	Bergeend	10% na 6 jr	
	2	8	Stormmeeuw	10% na 8 jr	
			Bergeend	10% na 6 jr	
			Aalscholver	10% na 6 jr	
BMP	1	10	Kievit	10% na 6 jr	Alle BMP-plots jaarlijks
			Scholekster	5% na 8 jr, 10% na 4 jr	Alle BMP-plots jaarlijks
			Scholekster	5% na 6 jr, 10% na 4 jr	Striktere selectie gebieden, 2 plots 4-jaarlijks
			Wilde Eend	10% na 4 jr	Striktere selectie gebieden, 2 plots 4-jaarlijks
			Tureluur	10% na 6 jr	Striktere selectie gebieden, 2 plots 4-jaarlijks
			Slobeend	10% na 8 jr	Striktere selectie gebieden, 2 plots 4-jaarlijks
			Rietgors	5% na 8 jr, 10% na 4 jr	Striktere selectie gebieden, 2 plots 4-jaarlijks
			Krakeend	10% na 6 jr	Striktere selectie gebieden, 2 plots 4-jaarlijks
			Graspieper	10% na 6 jr	Striktere selectie gebieden, 2 plots 4-jaarlijks
	2	10	Scholekster	10% na 6 jr	
Kerngebieden	1	3	geen	geen	
	2	4	Kluut	5% na 2 jr	Effecten <10% niet getoetst
Kolonies	1	2	geen	geen	
	2	3	geen	geen	

Waddengebied

In het Waddengebied kunnen bij analyses zonder referentiegebieden bij 8 van 14 soorten uit de watervogeltellingen effecten van 10% of minder binnen 8 jaar of minder met een power van minimaal 70% worden aangetoond (Tabel 6.2). Dit gaat om Bergeend, Wilde Eend, Stormmeeuw, Kokmeeuw, Zilvermeeuw, Kluut, Scholekster, Tureluur en Wulp. Bij Bergeend en Wilde Eend kan een effect van 10% na zes jaar worden aangetoond. Van de 10 onderzochte broedvogels kon na 4 jaar een effect van 10% worden aangetoond bij de Scholekster. Een kleiner effect, van 5%, kon bij de Scholekster na 8 jaar worden aangetoond. Ook analyse van broedvogeltellingen van de Kluut leverde voldoende power op om na 6 jaar een effect van 10% aan te kunnenantonen. Bij analyses met referentiegebieden kunnen ook in het

Waddengebied bij minder soorten effecten worden aangetoond. Bij Kokmeeuw kunnen effecten van 10% na 8 jaar met een power van minimaal 70% worden aangetoond, bij Bergeend kan dit na zes jaar, bij Krakeend na vier jaar en bij Wulp al na 2 jaar. De laatste twee soorten betreffen broedvogelgegevens. Bij de Krakeend kan ook een effect van 5% na 6 jaar worden aangetoond en bij de Wulp zelfs een effect van 3% na 4 jaar. Al deze soorten, behalve de Krakeend, hadden de hoogste prioritering.

Gegevens van Kolonievogels konden niet worden geanalyseerd door het kleine aantal plots. Door tijdsbeperkingen was het ook niet mogelijk kleine effecten bij watervogels door te rekenen.

Tabel 6.2. Effecten die met een power hoger dan of gelijk aan 70% kunnen worden aangetoond, bij een significantiedrempel van $\alpha=0.05$ in het Waddengebied. Analyse 1 is zonder referenties, 2 met. Aantal soorten betreft aantal dat is geanalyseerd.

telling	analyse	aantal soorten	soort	effect	opmerkingen
Watervogels	1	14	Tureluur	10%, na 8 jr	Effecten <10% zijn niet getoetst
			Scholekster	10%, na 8 jr	
			Kokmeeuw	10%, na 8 jr	
			Bergeend	10%, na 6 jr	Effecten <10% zijn niet getoetst
			Zilvermeeuw	10%, na 8 jr	
			Wulp	10%, na 8 jr	
			Wilde Eend	10% na 6 jr	Effecten <10% zijn niet getoetst
			Stormmeeuw	10% na 8 jr	
	2	3	Bergeend	10%, na 6 jr	Effecten <10% zijn niet getoetst
BMP	1	10	Scholekster	5%, na 8 jr, 10% na 4 jr	Effecten <10% zijn niet getoetst
				3% na 6 jr, 5% na 4 jr, 10% na 2 jr	
	2	11	Wulp	5% na 6 jr, 10% na 4 jr	Effecten <10% zijn niet getoetst
				5% na 6 jr, 10% na 4 jr	
				10% na 4 jr	
Kerngebieden	1	2	Kluut	10% na 6 jr	
	2	2	geen	geen	

Analyse met of zonder referentiegebieden

Het aantonen van een trendbreuk in het aantalsverloop kan gebeuren door alleen data uit gebieden met verwachte bodemdaling te analyseren. Het risico van een dergelijke aanpak is dat eventuele veranderingen niet zonder meer kunnen worden toegeschreven aan het effect van bodemdaling. Het kan vaak niet worden uitgesloten dat andere factoren aan de trendbreuk ten grondslag liggen. Sommige van deze factoren kunnen zelfs niet direct zichtbaar zijn, omdat ze hun uitwerking hebben in andere gebieden, broed- dan wel overwinteringsgebieden buiten de Lauwersmeer of Waddenzee. Dit probleem kan gedeeltelijk worden ondervangen door een eventuele trendbreuk in een bodemdalingsgebied te vergelijken met trends in vergelijkbare gebieden zonder bodemdaling (referentie- of controlegebieden). Er wordt dan aangenomen dat veranderingen anders dan die met bodemdaling samenhangen, in beide type gebieden gelijkop gaan. Te denken valt aan weersinvloeden of veranderingen in gebieden buiten het Waddengebied waar de vogels deel van het jaar doorbrengen. Niettemin kan zelfs wanneer gebruik wordt gemaakt van de tweede methode strikt gezien geen oorzakelijk verband worden gelegd.

Wanneer we de resultaten uit analyses vergelijken zien we dat in het algemeen de power hoger is als de trends in de bodemdalingsgebieden niet wordt vergeleken met referentiegebieden. Dit wordt mede veroorzaakt doordat bij analyses met referentiegebieden meer paramete-

ters moeten worden geschat. Er moet dus een afweging worden gemaakt tussen twee risico's: het risico dat een aantalsverandering onterecht wordt toegeschreven aan bodemdaling en het risico dat een bestaand effect als gevolg van bodemdaling niet statistisch kan worden aangetoond.

Aanbevelingen

Belangrijk is dat bij monitoring in het kader van de gaswinning goed wordt gelet op welke gebieden wel en niet worden meegenomen in de analyses. Door een weloverwogen selectie van gebieden, vooral als het gaat om referentiegebieden, kan de power van de analyses worden verhoogd.

Het aantal referentieplots is veel groter dan het aantal gaswinningsplots. De hoeveelheid variatie in abiotische en vegetatiekenmerken in referentiegebieden zal die van gaswinningsgebieden overtreffen. We mogen daarom aannemen dat ook de variatie in aantallen en trends in referentieplots groter is dan in gaswinningsplots. Een nauwkeurigere selectie van referentiegebieden op basis van de meest relevante gebiedskenmerken, die kunnen verschillen voor verschillende soorten, kan de power van de analyses verhogen doordat variatie in aantaltrends mogelijk kleiner is. Omdat de Lauwersmeer voor een Nederlands gebied unieke eigenschappen bezit zal mogelijk blijken dat goede referentiegebieden voor de Lauwersmeer dun zijn gezaaid. Dit kan tot gevolg hebben dat er significant negatieve effecten kunnen wor-

den aangetoond zónder referentiegebieden, maar niet mét referentiegebieden. In dat geval zou nader bekeken kunnen worden in hoeverre het aannemelijk is dat het effect werkelijk veroorzaakt wordt door bodemdaling. Indien deze effecten zichtbaar zijn in meerdere soorten is het aannemelijker dat de oorzaak ook lokaal is en dus veroorzaakt door bodemdaling.

Ook verwachten we dat er veel kan worden gewonnen door bij watervogels maanden met geen/zeer lage aantallen weg te laten uit de analyses.

Er bestaat ook de mogelijkheid om het monitoring-schema aan te passen. Bij de analyses van de broedvogel zijn wij ervan uitgegaan dat de telschema's zullen worden voortgezet zoals uitgevoerd in de voorgaande jaren. Er kan voor worden gekozen om telschema's te intensiveren zodat het aandeel aan ontbrekende tellingen in het bestand wordt gereduceerd. We verwachten dat een toename in de telinspanning de power positief beïnvloedt maar kunnen niet voorspellen in welke mate voordat dit is onderzocht. Mogelijke extra kosten die gepaard gaan met aanpassing van het monitoringschema zullen moeten worden afgewogen tegen de baten.

De ene soort leent zich makkelijker voor het monitoren van de effecten van bodemdaling door de nieuwe gaswinningen dan de andere. Tabel 6.3 geeft de soorten die geschikt zijn voor deze monitoring. Daar moet bij gezegd worden dat niet alle soorten konden worden

meegenomen in de analyses, dus deze lijst is niet uitputtend. Ook moet worden opgemerkt dat de powers van analyses van watervogeltellingen zijn geflatteerd doordat er vanuit is gegaan dat er elke maand geteld gaat worden. Kolonievogels zijn weggelaten omdat geen van deze soorten een effect van minimaal 10% kon laten zien.

In het algemeen is het zo dat soorten met hoge aantallen en een relatief gelijkmatige verdeling (zowel in ruimte als tijd) zich beter lenen voor de monitoring. Soorten die beter geschikt lijken voor monitoring met 'de hand aan de kraan' zijn dus niet altijd ook de beleidsmatig meest relevante soorten, zoals de soorten van de Rode lijst en/of de soorten waaraan groot belang wordt gehecht in het kader van Natura 2000.

Zoals eerder opgemerkt, analyses van trends kunnen niet bewijzen of bodemdaling een aantalsverandering teweeg heeft gebracht. In het geval van significante effecten in vergelijkingen met referentiegebieden is dit wel de meest voor de hand liggende oorzaak. Om en beter inzicht te krijgen in de effecten van bodemdaling verdient het aanbeveling om onderzoek te verrichten naar causale verbanden. Zo zouden bijvoorbeeld de verspreiding tijdens foerageren en het dieet van verschillende vogelsoorten in relatie tot waterdiepte gedetailleerder in kaart kunnen worden gebracht.

Tabel 6.3. Soorten die bij verschillende typen tellingen een effect van bodemdaling van minimaal 10% kunnen aantonen met een power van minimaal 70%. Tussen haakjes staat aangegeven of het om analyse-optie 1 en/of analyse-optie 2, resp. zonder en met referentiegebieden, gaat.

gebied	watervogels	BMP	kerngebieden
Lauwersmeer	Bergeend (1,2) Stormmeeuw (2) Aalscholver (2)	Kievit (1) Scholekster (1,2) Wilde Eend (1) Tureluur (1) Slobeend (1) Rietgors (1) Krakeend (1,2) Graspieper (1)	Kluut (2)
Wadden	Tureluur (1) Scholekster (1) Kokmeeuw (1,2) Bergeend (1,2) Zilvermeeuw (1) Wulp (1) Wilde Eend (1) Stormmeeuw (1)	Scholekster (1) Wulp (2) Krakeend (2)	Kluut (1)

Hier dient echter een kanttekening bij geplaatst te worden. In de poweranalyse is namelijk aangenomen dat vanaf het aanvangsjaar van de gaswinning een effect van een bepaalde (constante) grootte optreedt in het gehele bodemdalinggebied. Er is geen rekening gehouden met een gradiënt in bodemdaling naarmate een gebied verder van het centrum van de bodemdalingkom is verwijderd. Deze gradiënt zal in uiteindelijke analyses wel gebruikt kunnen worden (Roodbergen 2008), door aantallen te relateren aan de mate van bodemdaling. De power van dergelijke regressieanalyses kon echter vooralsnog niet berekend worden, omdat dit erg ingewikkeld is en veel tijd zou kosten.

We concluderen dat in het algemeen effecten van bodemdaling op aantallen redelijk groot moeten zijn voordat ze statistisch kunnen worden aangetoond. Het lijkt niet waarschijnlijk dat effecten van 3% of kleiner binnen 8 jaar kunnen worden aangetoond. Grotere effecten daarentegen zijn aantoonbaar in een selectie van soorten, maar veelal niet al na 4 jaar. Er geldt dat voor de analyse van iedere soort en elke situatie zeer goed gekeken moet worden naar de aanwezige data en dat er een selectie van gebieden en jaren/maanden moet plaatsvinden voorafgaand aan elke analyse. Hierdoor kan de power in veel gevallen waarschijnlijk verder worden verhoogd. Mogelijk moeten er ook, indien mogelijk, aangrenzende (referentie)gebieden worden samengevoegd zodat er meer plots met grotere aantallen en minder nullen in de analyses worden meegenomen.

7. Dankwoord

Chris van Turnhout leverde commentaar op een ontwerpversie van het rapport. Erik van Winden en Lara

Marx hebben gezorgd voor levering en omwerking van de data.

8. Literatuur

- COCHRAN W.G. & COX G.M. 1957. *Experimental Designs*, second edition. Wiley. New York.
- ENS B.J., KOFFIJBERG K., OOMEN D., VAN ROOMEN M., VAN WINDEN E. & ZOETEBIER D. 2008. Nulrapportage monitoring vogels Waddenzee (1991-2006) in het kader van de nieuwe gaswinningen. SOVON-onderzoeksrapport 2008-07. SOVON Vogelonderzoek Nederland, Beek-Ubbergen.
- HANLEY J.A., NEGASSA A., EDWARDES M.D. & FORRESTER J.E. 2003. Statistical analysis of correlated data using generalized estimating equations: an orientation. *Am. J. Parasit.* 157: 364-375.
- HUSTINGS F., KOFFIJBERG K., VAN WINDEN E., VAN ROOMEN M., SOVON GANZEN- EN ZWANENWERKGROEP & SOLDAAT L. 2008. Watervogels in Nederland in 2006/2007. SOVON-monitoringrapport 2008/04, Waterdienst-rapport 2008.061. SOVON Vogelonderzoek Nederland, Beek-Ubbergen.
- IMSL 1997. Fortran Subroutines for Statistical Applications. Visual Numerics, Inc., Houston.
- KLEEFSTRA R., DE BOER P. & WILLEMS J. 2008. Watervogels in het Lauwersmeer in 2007/2008. SOVON-inventarisatierapport 2008/23. SOVON Vogelonderzoek Nederland, Beek-Ubbergen.
- MCCULLAGH P. & NELDER J.A. 1989. *Generalized Linear Models*, second edition. Chapman and Hall. London.
- PAYNE R.W., HARDING S.A., MURRAY D.A., SOUTAR D.M., BAIRD D.B., GLASER A.I., CHANNING I.C., WELHAM S.J., GILMOUR A.R., THOMPSON R. & WEBSTER R. 2008. *GenStat Release 11 Reference Manual, Part 1 Summary*. VSN International, Hemel Hempstead.
- ROODBERGEN M. 2008. Meet- en analyseplan vogelmonitoring Lauwersmeer in relatie tot aardgaswinning. SOVON-informatierapport 2008/07. SOVON Vogelonderzoek Nederland, Beek-Ubbergen.
- TER BRAAK C. J. F., VAN STRIEN A. J., MEIJER R. & VERSTRAEL T. J. 1994. Analysis of monitoring data with many missing values: which method? Pp 663-673 *In: Hagemeijer W. & Verstrael T. (eds). Bird Numbers 1992. Distribution, Monitoring and Ecological Aspects. Proceedings of the 12th International Conference of the International Bird Census Committee and European Ornithological Atlas Committee*. SOVON, Beek-Ubbergen, The Netherlands.
- THOMAS L. 1996. Monitoring long-term population change: why are there so many analysis methods? *Ecology* 77: 49-58.
- VAN DIJK A.J. 2004. Handleiding Broedvogel Monitoring Project (Broedvogelinventarisatie in proefvlakken). SOVON Vogelonderzoek Nederland, Beek-Ubbergen.
- VAN DIJK A.J., BOELE A., HUSTINGS F., KOFFIJBERG K. & PLATE C.L. 2008. Broedvogels in Nederland in 2006. SOVON-monitoringrapport 2008/01. SOVON Vogelonderzoek Nederland, Beek-Ubbergen.
- VAN DIJK A.J., HUSTINGS F. & VAN DER WEIDE M. 2004. Handleiding Landelijk Soortonderzoek Broedvogels (Kolonievogels en zeldzame broedvogels). SOVON Vogelonderzoek Nederland, Beek-Ubbergen.
- VAN ROOMEN M., VAN WINDEN E., KOFFIJBERG K., ENS B., HUSTINGS F., KLEEFSTRA R., SCHOPPERS J., VAN TURNHOUT C., SOVON GANZEN- EN ZWANENWERKGROEP & SOLDAAT L. 2006. Watervogels in Nederland in 2004/2005. SOVON-monitoringrapport 2006/02, RIZA-rapport BM06.14. SOVON Vogelonderzoek Nederland, Beek-Ubbergen.

9. Bijlagen

Tabel 8.1. Beoordeling van jaarlijks aantalsverloop van verschillende soorten in de Lauwersmeer. Beoordeling op het oog aan de hand van grafieken uit Kleefstra et al. (2008). NB. Niet al deze soorten zijn geanalyseerd, zie hiervoor Tabel 4.6.

Soort	Beschrijving aantalsverloop van geselecteerde periode
Aalscholver	Lineaire toename vanaf 1996/97
Bergeend	Lineaire toename vanaf 1990/91 (veel variatie)
Bontbekplevier	Lineaire toename vanaf 1992/93 (veel variatie)
Brandgans	Stabiel vanaf 1990/91 (veel variatie)
Brilduiker	Stabiel vanaf 1998/99
Fuut	Lineaire afname vanaf 1998/99
Goudplevier	Lineaire toename vanaf 2000/01 (veel variatie)
Gauwe gans	Lineaire toename vanaf 1997/98 (veel variatie)
Grutto	Stabiel vanaf 1990/91 (veel variatie)
Kievit	Lineaire toename vanaf 1992/93 (veel variatie)
Kleine Zwaan	Stabiel /afname vanaf 1990
Kluut	Zeer variabel vanaf 2000/01
Kokmeeuw	Zeer variabel vanaf 2000/01
Kolgans	Stabiel vanaf 1990/91
Krakeend	Lineaire toename vanaf 1990/91
Kuifeend	Lineaire toename vanaf 1992/93 (veel variatie)
Lepelaar	Stabiel vanaf 1996/97 (veel variatie)
Meerkoet	Stabiel vanaf 2000/01 (veel variatie)
Nonnetje	Lineaire toename vanaf 1990/91
Pijlstaart	Stabiel vanaf 1992/93
Scholekster	Stabiel vanaf 2000/01 (veel variatie)
Slobeend	Lineaire toename vanaf 1992/93
Stormmeeuw	Lineaire toename vanaf 1992/93 (veel variatie)
Tafeleend	Stabiel vanaf 1999/2000 (variabel)
Wilde Eend	Stabiel vanaf 2001/02
Wilde zwaan	Lineaire toename vanaf 1992/93 (veel variatie)
Wintertaling	Variabel vanaf 1998/99
Wulp	Variabel vanaf 2000/01
Zwarte ruiter	Lineaire toename vanaf 1996/97

Tabel 8.2. Dispersiefactoren (*D*) per soort geschat via een log-lineair model met de Poisson verdeling en de op basis hiervan gekozen kansverdeling. De analyse omvat data van de Lauwersmeer; zonder en met referentiegebieden (analyseopties 1 en 2). NB. Niet al deze soorten zijn geanalyseerd, zie hiervoor Tabel 4.6.

Soort	Analyseoptie 1		Analyseoptie 2	
	D	Verdeling	D	Verdeling
Aalscholver	10	negatief-binomiaal	80	negatief-binomiaal
Bergeend	25	negatief-binomiaal	5.9	negatief-binomiaal
Bontbek			5.9	negatief-binomiaal
Brandgans	433	negatief-binomiaal	308	negatief-binomiaal
Brilduiker			12	negatief-binomiaal
Fuut			19	negatief-binomiaal
Goudplevier			168	negatief-binomiaal
Grauwe gans			189	negatief-binomiaal
Grutto	44	negatief-binomiaal	42	negatief-binomiaal
Kievit			157	negatief-binomiaal
Kleine zwaan	36	negatief-binomiaal	8.1	negatief-binomiaal
Kluut	17	negatief-binomiaal		
Kokmeeuw	38	negatief-binomiaal	117	negatief-binomiaal
Kolgans			117	negatief-binomiaal
Krakeend	76	negatief-binomiaal	62	negatief-binomiaal
Kuifeend			212	negatief-binomiaal
Lepelaar	8	negatief-binomiaal	6.2	negatief-binomiaal
Meerkoet			118	negatief-binomiaal
Nonnetje			3.5	negatief-binomiaal
Scholekster	16	negatief-binomiaal	8.5	negatief-binomiaal
Stormmeeuw	42	negatief-binomiaal	29	negatief-binomiaal
Tafeleend	25	negatief-binomiaal	22	negatief-binomiaal
Wilde Eend			116	negatief-binomiaal
Wilde zwaan	4.5	negatief-binomiaal		
Wulp	15	negatief-binomiaal		

Tabel 8.3. Beoordeling van aantalsverloop van verschillende broedende soorten in de Lauwersmeer. Beoordeling op het oog aan de hand van grafieken van modelvoorspellingen geproduceerd met Generalized Estimating Equations.

Soort	Beschrijving aantalsverloop van geselecteerde periode
Bergeend	Lineaire afname vanaf 1995
Graspieper	Lineaire afname vanaf 1990
Grutto	Lineaire afname vanaf 1990
Kievit	Lineaire afname vanaf 1990
Krakeend	Lineaire toename vanaf 1990 (veel variatie)
Rietgors	Variabel vanaf 1990
Scholekster	Lineaire afname vanaf 1990
Slobeend	Lineaire afname vanaf 1990
Tureluur	Lineaire afname vanaf 1990
Wilde Eend	Afname vanaf 1990 (variabel)
Wulp	Lineaire afname vanaf 1990

Tabel 8.4. Dispersiefactoren (D) per soort geschat via een log-lineair model met de Poisson verdeling en de op basis hiervan gekozen kansverdeling. Analyse zonder en met referentiegebieden (analyseoptie 1 en 2). In het geval van de Wulp kon voor analyseoptie 1 geen model worden gefit.

Soort	Analyseoptie 1		Analyseoptie 2	
	D	Verdeling	D	Verdeling
Bergeend	0.4	Poisson	2.9	quasi-Poisson
Graspieper	9.3	negatief-binomiaal	4.7	negatief-binomiaal
Grutto	0.2	Poisson	1.5	quasi-Poisson
Kievit	0.6	Poisson	2.8	quasi-Poisson
Krakeend	0.4	Poisson	1.3	quasi-Poisson
Rietgors	2.2	quasi-Poisson	2.3	quasi-Poisson
Scholekster	0.4	Poisson	7.9	negatief-binomiaal
Slobeend	0.8	Poisson	1.5	quasi-Poisson
Tureluur	0.8	Poisson	3.7	negatief-binomiaal
Wilde Eend	0.4	Poisson	2.8	quasi-Poisson
Wulp	—*	—*	1.2	quasi-Poisson

*kon niet worden berekend.

Tabel 8.5. Dispersiefactoren (D) per soort geschat via een log-lineair model met de Poisson verdeling en de op basis hiervan gekozen kansverdeling. Analyse zonder en met referentiegebieden (analyseoptie 1 en 2). Er is gebruik gemaakt van de selectie van de data zoals geanalyseerd in Tabel 5.7.

Soort	Analyseoptie 1		Analyseoptie 2	
	D	Verdeling	D	Verdeling
Bergeend	1.3	Poisson	2.3	quasi-Poisson
Graspieper	2.8	quasi-Poisson	5.3	negatief-binomiaal
Grutto	4.3	negatief-binomiaal	7.5	negatief-binomiaal
Kievit	3.3	negatief-binomiaal	7.7	negatief-binomiaal
Krakeend	1.7	quasi-Poisson	2.4	quasi-Poisson
Rietgors	2.9	quasi-Poisson	4.2	negatief-binomiaal
Scholekster	2.4	quasi-Poisson	2.5	quasi-Poisson
Slobeend	2.0	quasi-Poisson	3.2	negatief-binomiaal
Tureluur	1.4	quasi-Poisson	3.0	quasi-Poisson
Wilde Eend	1.5	quasi-Poisson	4.1	negatief-binomiaal

Tabel 8.6. Beoordeling van aantalsverloop van verschillende broedende soorten in de Lauwersmeer. Beoordeling op het oog aan de hand van grafieken van modelvoorspellingen geproduceerd met Generalized Estimating Equations (met gebied als groepsfactor, jaar als binnen-groepsfactor; Handleiding SPSS 17).

Soort	Beschrijving aantalsverloop van geselecteerde periode
Bontbekplevier	Lineaire verandering vanaf 1999
Kluut	Lineaire verandering vanaf 1999
Strandplevier	Lineaire verandering vanaf 1999

Tabel 8.7. Dispersiefactoren (D) per soort geschat via een log-lineair model met de Poisson verdeling en de op basis hiervan gekozen kansverdeling. Analyse zonder en met referentiegebieden (analyseopties 1 en 2).

Soort	Analyseoptie 1		Analyseoptie 2	
	D	Verdeling	D	Verdeling
Bontbekplevier	1.1	Poisson	3.2	negatief-binomiaal
Kluut	5.7	negatief-binomiaal	159	negatief-binomiaal
Strandplevier	0.9	Poisson	2.0	quasi-Poisson

Tabel 8.8. Beoordeling van aantalsverloop van verschillende koloniebroeders in de Lauwersmeer. Beoordeling op het oog aan de hand van grafieken van modelvoorspellingen geproduceerd met Generalized Estimating Equations (met gebied als groepsfactor, jaar als binnen-groepsfactor; SPSS 17).

Soort	Beschrijving aantalsverloop van geselecteerde periode
Kokmeeuw	Lineaire afname vanaf 2000
Noordse stern	Lineaire afname vanaf 2000
Visdief	Lineaire afname vanaf 2000

Tabel 8.9. Dispersiefactoren (D) per soort geschat via een log-lineair model met de Poisson verdeling en de op basis hiervan gekozen kansverdeling. Analyse zonder en met referentiegebieden (analyseoptie 1 en 2).

Soort	Analyseoptie 1		Analyseoptie 2	
	D	Verdeling	D	Verdeling
Kokmeeuw	3.2	negatief-binomiaal	169	negatief-binomiaal
Noordse stern	1.5	quasi-Poisson	12	negatief-binomiaal
Visdief	2.4	quasi-Poisson	63	negatief-binomiaal

Tabel 8.10 Beoordeling van aantalsverloop van verschillende soorten in de Waddenzee. Beoordeling op het oog aan de hand van grafieken uit Ens et al. (2008) en Van Roomen et al. (2006; data t/m 2003). NB. Niet al deze soorten zijn geanalyseerd, zie hiervoor Tabel 4.7.

Soort	Beschrijving aantalsverloop van geselecteerde periode
Bergeend	Lineaire toename
Bontbekplevier	Lineaire toename vanaf 1990/91
Bonte Strandloper	Lineaire toename vanaf 1990/91
Goudplevier	Lineaire toename vanaf 1990/91 (veel variatie)
Grauwe Gans	Stabiel/toename vanaf 2000/01
Groenpootruiter	Variabel vanaf 1991/92
Kievit	Lineaire toename vanaf 1990/01 (veel variatie)
Kluut	Lineaire afname vanaf 1991/92) (veel variatie)
Kokmeeuw	Stabiel vanaf 1990/91
Pijlstaart	Lineaire toename vanaf 1996/97
Rosse Grutto	Verandering vanaf 2001/02
Rotgans	Lineaire afname vanaf 1995/96
Scholekster	Stabiel vanaf 1996/97
Smient	Lineaire afname vanaf 1993/94
Steenloper	Toename vanaf 1997/98 (veel variatie)
Stormmeeuw	Lineaire toename vanaf 1990/91
Tureluur	Lineaire toename vanaf 1996/97
Wilde Eend	Variabel vanaf 2000/01
Wintertaling	Variabel vanaf 1997/98
Wulp	Stabiel vanaf 1990/91
Zilvermeeuw	Stabiel vanaf 1998/99
Zilverplevier	Lineaire toename vanaf 1996/97
Zwarte Ruiter	Lineaire afname vanaf 1994/95

Tabel 8.11. Dispersiefactoren (*D*) per soort geschat via een log-lineair model met de Poisson verdeling en de op basis hiervan gekozen kansverdeling. Analyse van broedvogelgegevens van de Waddenzee zonder en met referentiegebieden (analyseoptie 1 en 2). NB. Niet al deze soorten zijn geanalyseerd, zie hiervoor Tabel 4.7.

Soort	Analyseoptie 1		Analyseoptie 2	
	D	Verdeling	D	Verdeling
Bergeend	142	negatief-binomiaal	288	negatief-binomiaal
Bonte Strandloper	1369	negatief-binomiaal	1797	negatief-binomiaal
Goudplevier	325	negatief-binomiaal	410	negatief-binomiaal
Kluut	26	negatief-binomiaal	138	negatief-binomiaal
Kokmeeuw	329	negatief-binomiaal	541	negatief-binomiaal
Rosse Grutto	318	negatief-binomiaal	857	negatief-binomiaal
Rotgans	125	negatief-binomiaal	211	negatief-binomiaal
Scholekster	842	negatief-binomiaal	649	negatief-binomiaal
Smient	227	negatief-binomiaal	431	negatief-binomiaal
Stormmeeuw	271	negatief-binomiaal	361	negatief-binomiaal
Tureluur	113	negatief-binomiaal	140	negatief-binomiaal
Wilde Eend	120	negatief-binomiaal	146	negatief-binomiaal
Wulp	544	negatief-binomiaal	558	negatief-binomiaal
Zilvermeeuw	195	negatief-binomiaal	381	negatief-binomiaal
Zilverplevier	226	negatief-binomiaal	240	negatief-binomiaal

Tabel 8.12. Beoordeling van aantalsverloop van verschillende broedende soorten in de Waddenzee. Beoordeling op het oog aan de hand van grafieken van modelvoorspellingen geproduceerd met Generalized Estimating Equations (met gebied als groepsfactor, jaar als binnen-groepsfactor; Handleiding SPSS 17).

Soort	Beschrijving aantalsverloop van geselecteerde periode
Bergeend	Lineaire afname vanaf 1995/96
Graspieper	Variabel vanaf 1992/93
Grutto	Lineaire afname vanaf 1990/91
Kievit	Lineaire afname vanaf 1996/97
Krakeend	Lineaire toename vanaf 1997/98
Rietgors	Lineaire afname vanaf 1999/2000
Scholekster	Stabiel vanaf 1995/96
Slobeend	Variabel vanaf 1990/91
Tureluur	Lineaire afname vanaf 2000/01
Wilde Eend	Variabel vanaf 1995/96
Wulp	Lineaire afname vanaf 1996/97

Tabel 8.13. Dispersiefactoren (D) per soort geschat via een log-lineair model met de Poisson verdeling en de op basis hiervan gekozen kansverdeling. Analyse zonder en met referentiegebieden (analyseoptie 1 en 2).

Soort	Analyseoptie 1		Analyseoptie 2	
	D	Verdeling	D	Verdeling
Bergeend	0.35	Poisson	2.9	quasi-Poisson
Graspieper	9.30	negatief-binomiaal	4.7	negatief-binomiaal
Grutto	0.20	Poisson	1.5	quasi-Poisson
Kievit	0.62	Poisson	2.8	quasi-Poisson
Krakeend	0.37	Poisson	1.3	Poisson
Rietgors	2.20	Poisson	2.3	quasi-Poisson
Scholekster	0.37	Poisson	7.9	negatief-binomiaal
Slobeend	0.83	Poisson	1.5	quasi-Poisson
Tureluur	0.85	Poisson	3.7	negatief-binomiaal
Wilde Eend	0.35	Poisson	2.8	quasi-Poisson
Wulp	.*	-	1.3	Poisson

*kon niet worden geschat

Tabel 8.14. Beoordeling van aantalsverloop van verschillende broedende soorten in de Waddenzee. Beoordeling op het oog aan de hand van grafieken van modelvoorspellingen geproduceerd met Generalized Estimating Equations.

Soort	Beschrijving aantalsverloop van geselecteerde periode
Bontbekplevier	Lineaire afname vanaf 1995
Eider	Lineaire afname vanaf 1997
Kluut	Lineaire afname vanaf 1990
Strandplevier	.*

*kon niet worden geschat

Tabel 8.15. Dispersiefactoren (D) per soort geschat via een log-lineair model met de Poisson-verdeling en de op basis hiervan gekozen kansverdeling. Analyse zonder en met referentiegebieden (analyseoptie 1 en 2).

Soort	Analyseoptie 1		Analyseoptie 2	
	D	Verdeling	D	Verdeling
Bontbekplevier	0.1	Poisson	2.4	quasi-Poisson
Eider	0.0	Poisson	30	negatief-binomiaal
Kluut	1.4	quasi-Poisson	30	negatief-binomiaal
Strandplevier	0.0	Poisson	-	-

10. Appendix

Gestileerde voorbeelden van de optie MMODE van de GenStat procedures. In deze voorbeelden loopt de bestaande dataset van jaar 5 tot en met jaar 8 en worden in 5 toekomstige jaren tellingen gedaan. Een “1” geeft aan dat er éénmaal geteld is of wordt, een “2” dat er tweemaal geteld is of wordt. Niet gehele getallen geven kansen op een waarneming weer. Horizontaal staan de jaren; verticaal de plots. In de linker bovenhoek staat de optie setting voor MMODE. De overgang van bestaande naar toekomstige plots wordt aangegeven door een dikke lijn. De horizontale dikke lijn geeft het onderscheid tussen de NAM plots en de Controle plots aan; dit is alleen van belang voor RanTreat.

Once	5	6	7	8	9	10	11	12	13
A	1	1	-	-	1	1	1	1	1
B	1	1	1	1	1	1	1	1	1
C	-	1	-	-	1	1	1	1	1
D	1	1	1	1	1	1	1	1	1
E	-	1	1	1	1	1	1	1	1
F	1	-	-	-	1	1	1	1	1

Twice	5	6	7	8	9	10	11	12	13
A	1	1	-	-	2	2	2	2	2
B	1	1	1	1	2	2	2	2	2
C	-	1	-	-	2	2	2	2	2
D	1	1	1	1	2	2	2	2	2
E	-	1	1	1	2	2	2	2	2
F	1	-	-	-	2	2	2	2	1

HalfOnce	5	6	7	8	9	10	11	12	13
A	1	1	-	-	1	-	1	-	1
B	1	1	1	1	-	1	-	1	-
C	-	1	-	-	1	-	1	-	1
D	1	1	1	1	-	1	-	1	-
E	-	1	1	1	1	-	1	-	1
F	1	-	-	-	-	1	-	1	-

HalfTwice	5	6	7	8	9	10	11	12	13
A	1	1	-	-	2	-	2	-	2
B	1	1	1	1	-	2	-	2	-
C	-	1	-	-	2	-	2	-	2
D	1	1	1	1	-	2	-	2	-
E	-	1	1	1	2	-	2	-	2
F	1	-	-	-	-	2	-	2	-

RanCount	5	6	7	8	9	10	11	12	13
A	1	1	-	-	0.62	0.62	0.62	0.62	0.62
B	1	1	1	1	0.62	0.62	0.62	0.62	0.62
C	-	1	-	-	0.62	0.62	0.62	0.62	0.62
D	1	1	1	1	0.62	0.62	0.62	0.62	0.62
E	-	1	1	1	0.62	0.62	0.62	0.62	0.62
F	1	-	-	-	0.62	0.62	0.62	0.62	0.62

RanTreat	5	6	7	8	9	10	11	12	13
A	1	1	-	-	0.69	0.69	0.69	0.69	0.69
B	1	1	1	1	0.69	0.69	0.69	0.69	0.69
C	-	1	-	-	0.69	0.69	0.69	0.69	0.69
D	1	1	1	1	0.69	0.69	0.69	0.69	0.69
E	-	1	1	1	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50
F	1	-	-	-	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50

RanSite	5	6	7	8	9	10	11	12	13
A	1	1	-	-	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50
B	1	1	1	1	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
C	-	1	-	-	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25
D	1	1	1	1	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
E	-	1	1	1	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75
F	1	-	-	-	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25

Voorbeelden voor maandtellingen waarbij alleen de kansen op toekomstige waarnemingen voor de verschillende 'random' opties worden weergegeven.

RanCount	2009				2010			
Maand	3	4	5	6	3	4	5	6
B	0.75	0.55	0.35	0.70	0.75	0.55	0.35	0.70
C	0.75	0.55	0.35	0.70	0.75	0.55	0.35	0.70
D	0.75	0.55	0.35	0.70	0.75	0.55	0.35	0.70
E	0.75	0.55	0.35	0.70	0.75	0.55	0.35	0.70
F	0.75	0.55	0.35	0.70	0.75	0.55	0.35	0.70

RanCount	2009				2010			
Maand	3	4	5	6	3	4	5	6
B	1.00	0.58	0.42	0.83	1.00	0.58	0.42	0.83
C	1.00	0.58	0.42	0.83	1.00	0.58	0.42	0.83
D	1.00	0.58	0.42	0.83	1.00	0.58	0.42	0.83
E	0.38	0.50	0.25	0.50	0.38	0.50	0.25	0.50
F	0.38	0.50	0.25	0.50	0.38	0.50	0.25	0.50

RanCount	2009				2010			
Maand	3	4	5	6	3	4	5	6
B	1.00	0.50	0.25	0.75	1.00	0.50	0.25	0.75
C	1.00	0.75	0.75	1.00	1.00	0.75	0.75	1.00
D	1.00	0.50	0.25	0.75	1.00	0.50	0.25	0.75
E	0.50	0.25	0.25	0.50	0.50	0.25	0.25	0.50
F	0.25	0.75	0.25	0.50	0.25	0.75	0.25	0.50

SOVON Vogelonderzoek Nederland

Rijksstraatweg 178
6573 DG Beek-Ubbergen
T (024) 684 81 11
F (024) 684 81 22

E info@sovon.nl
I www.sovon.nl



In 2007 is de Nederlandse Aardolie Maatschappij BV (NAM) gestart met nieuwe aardgaswinning in het Waddenzeegebied en de Lauwersmeer. Volgens het 'hand aan de kraan' principe wordt gaswinning stopgezet als blijkt dat er schadelijke effecten zijn op abiotische of biotische factoren. SOVON Vogelonderzoek Nederland heeft daartoe opdracht gekregen vogelsoorten in het Waddengebied en de Lauwersmeer te monitoren. Echter, omdat het niet duidelijk is hoe groot het effect van bodemdaling op aantallen vogels moet zijn alvorens ze daadwerkelijk statistisch kunnen worden aangetoond is heeft de NAM tevens opdracht gegeven een poweranalyse uit te voeren, welke resultaten hier worden gerapporteerd. Gebruikmakend van software ontwikkeld door Biometris/Wageningen UR zijn telgegevens van watervogels en broedvogels geanalyseerd en toekomstige trends gesimuleerd. We onderscheiden analyses met en zonder referentiegebieden, waar in het tweede geval het aantalsverloop in gebieden met verwachte bodemdaling worden vergeleken met trends in vergelijkbare gebieden zonder bodemdaling. Onderzocht is na hoeveel jaren van monitoring een jaarlijkse achteruitgang in aantallen kan worden aangetoond, en van welke vogelsoorten en type monitoring de beste resultaten mogen worden verwacht.

