



Onderzoek naar de relatie
tussen de samenstelling van
schelpdierbanken en de
benutting door vogels in de
Waddenzee



Bruno J. Ens,
Andreas M. Waser,
Symen Deuzeman,
Arno K. wa Kangeri,
Erik van Winden,
Jelle Postma,
Peter de Boer &
Jaap van der Meer

Sovon-rapport 2016/17



Koninklijk Nederlands Instituut voor Onderzoek der Zee

Onderzoek naar de relatie tussen de samenstelling van schelpdierbanken en de benutting door vogels in de Waddenzee

Advies ten behoeve van ontwikkeling beleidskader voor het handmatig rapen van Japanse oesters

Bruno J. Ens¹, Andreas M. Waser², Symen Deuzeman¹,
Arno K. wa Kangeri³, Erik van Winden¹, Jelle Postma¹, Peter de Boer¹ &
Jaap van der Meer²

¹ Sovon Vogelonderzoek Nederland, Sovon-Texel, Postbus 59, 1790 AB Den Burg, Texel, Nederland

² Department of Coastal Systems, NIOZ Royal Netherlands Institute for Sea Research and Utrecht University, P.O. Box 59, 1790 AB Den Burg, Texel, The Netherlands

³ Institute for Marine Resources & Ecosystem Studies (IMARES), Wageningen University and Research Centre, P.O. Box 57, 1780 AB Den Helder, The Netherlands



Dit rapport is samengesteld in opdracht van
Programma naar een Rijke Waddenzee

PROGRAMMA **NAAR EEN**
RIJKE WADDENZEE

Colofon

© Sovon Vogelonderzoek Nederland 2016

Dit rapport is samengesteld in opdracht van Programma naar een Rijke Waddenzee.

Wijze van citeren: Ens B.J., Waser A.M., Deuzeman S., wa Kangeri A.K., van Winden E., Postma J., de Boer P. & van der Meer J. 2016. Onderzoek naar de relatie tussen de samenstelling van schelpdierbanken en de benutting door vogels in de Waddenzee - advies ten behoeve van ontwikkeling beleidskader voor het handmatig rapen van Japanse oesters. Sovon-rapport 2016/17. Sovon Vogelonderzoek Nederland, Nijmegen.

Illustratie omslag: Bruno Ens & Piet van den Hoek (Scholekster met Japanse oester)

Opmaak: John van Betteray

ISSN-nummer: 2212 5027

Sovon Vogelonderzoek Nederland
Toernooiveld 1
6525 ED Nijmegen
e-mail: info@sovon.nl
website: www.sovon.nl

Niets uit dit rapport mag worden vermenigvuldigd en/of openbaar worden gemaakt d.m.v. druk, fotokopie, microfilm, of op welke andere wijze dan ook, zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van Sovon en/of opdrachtgever.

Inhoud

1. Samenvatting	3
2. Inleiding	5
3. Methode	7
3.1. Onderzoeksgebied	7
3.2. Metingen aan mossels en oesters op de schelpdierbanken	7
3.3. Vogeltellingen op schelpdierbanken	8
3.4. Vogelaantallen op de wadplaten per komberging	9
3.5. Data analyse	10
3.5.1. Conditie mossels	10
3.5.2. Vergelijking vogeldichtheden op schelpdierbanken met omringende wad	10
3.5.3. Effect oesters op conditie mossels en vogeldichtheden	10
4. Resultaten	11
4.1. Karakterisering schelpdierbanken	11
4.2. Effect op conditie mossels	12
4.3. Vogelbevolking schelpdierbanken	12
4.4. Vogelbevolking en samenstelling van de schelpdierbanken	16
4.5. Schelpdieretende vogels en conditie van de mossels	19
5. Discussie en conclusies	21
5.1. Definities van de verschillende typen schelpdierbanken	21
5.2. Belang verschillende typen schelpdierbanken	21
5.3. Effect oesters op conditie mossels	22
5.4. Beleidskader handmatig rapen van oesters	22
5.5. Aanbevelingen	22
6. Dankwoord	23
7. Appendix	24
8. Literatuur	49

1. Samenvatting

In het kader van een te nemen besluit over een beleidskader voor het handmatig rapen van Japanse oesters (*Crassostrea gigas*) is het van belang om te weten welke ecologische rol de oesterbanken in haar verschillende verschijningsvormen spelen. Op basis van een analyse van in het kader van het waddenfonds project mosselwad verzamelde data werden twee vragen beantwoord:

1. Wat is het belang van de verschillende typen schelpdierbanken (mosselbank, gemengde bank, oesterbank) voor de vogelsoorten die op de drooggevallen wadplaten naar voedsel zoeken?
2. Wat is het effect van het voorkomen van oesters in schelpdierbanken op mossels als vogelvoedsel in diezelfde banken?

Er werd onderzoek gedaan op 18 verschillende droogvallende schelpdierbanken, verspreid over de Nederlandse Waddenzee. In de periode 2010-2013 werden de mosselen en oesters op deze banken in voor- en najaar bemonsterd. Verder werden ongeveer elke twee maanden de vogels geteld die op de banken naar voedsel zochten.

Op basis van de lengteverdeling werd de biomassa van oesters en Mossels (*Mytilus edulis*) geschat. De fractie schelpdierbiomassa bestaande uit oesters varieerde tussen 0,01% en 63%. Het grootste deel van de banken is aldus gemengd.

Er werden in totaal 50 verschillende vogelsoorten op de schelpdierbanken waargenomen. Voor 24 van deze soorten vormt het droogvallende wad een belangrijk voedselgebied. Voor deze soorten werd de voorkeur voor schelpdierbanken bepaald door de dichtheid op de schelpdierbanken te vergelijken met de dichtheid op het omringende kale wad, berekend op basis van hoogwatertellingen. Alleen Drieteenstrandloper (*Calidris alba*) en Bontbekplevier (*Charadrius hiaticula*) waren duidelijk ondervertegenwoordigd op de schelpdierbanken. Voor de overige soorten vormen de schelpdierbanken dus een belangrijk fourageergebied. Voor 15 soorten gold dat de dichtheid op de schelpdierbanken ge-

middeld 4 of meer keer hoger was dan op het omringende wad. Scholekster (*Haematopus ostralegus*) en Wulp (*Numenius arquata*) waren met respectievelijk 6,4 en 5,6 vogels per ha veruit de algemeenste soorten op de schelpdierbanken met een hoge preferentie voor de banken: de dichtheid op de banken was bijna 10 keer hoger dan op het omringende kale wad.

Opvallend genoeg had de samenstelling van de banken voor de meeste vogelsoorten geen aantoonbaar effect op de dichtheden. Slechts bij vier van de 24 werd een significant effect waargenomen: Scholekster, Stormmeeuw (*Larus canus*), Kanoet (*Calidris canutus*) en Bonte Strandloper (*Calidris alpina*). In alle gevallen was het effect negatief. Dat wil zeggen dat een hogere oesterfractie leidde tot lagere aantallen van deze vogelsoorten.

De conditie van mossels was lager op banken waar veel oesters voorkwamen. Dit maakt deze mossels minder aantrekkelijk als voedsel voor schelpdieretende vogels. Het effect lijkt echter beperkt want alleen voor de Eidereend werd een positief verband tussen vogeldichtheid en mosselconditie vastgesteld.

In eerder onderzoek naar de effecten van handmatig rapen van oesters op vogels werd geconcludeerd dat het aannemelijk is dat oesterrapers lokaal de Scholeksters verstoren die op de betreffende bank naar voedsel zoeken (Glorius *et al.* 2014) en dat deze verstoring geminimaliseerd kan worden door raapactiviteiten te beperken tot banken met de laagste dichtheid Scholeksters. Deze rapportage bevestigt het vermoeden dat dit de banken met de hoogste dichtheid oesters zijn. Omdat er geen vogelsoorten zijn die in dichtheid toenemen als de fractie oesters toeneemt kan in zijn algemeenheid worden gesteld dat verstoring van vogels geminimaliseerd kan worden door het rapen te beperken tot de banken met het hoogste aandeel oesters.

Het verdient aanbeveling om de cumulatieve effecten van verschillende scenario's voor het oester-rapen met andere verstorende activiteiten op de Scholekster populatie te onderzoeken.

2. Inleiding

Sinds de introductie van de Japanse oester in de Nederlandse Waddenzee in 1983 breidt deze soort zich steeds verder uit. Waar dit zal stoppen is onduidelijk. In het begin leek de uitbreiding van Japanse oester vooral ten koste te gaan van de mossel, maar in recente jaren is ook broedval van mosselen op oesterbanken waargenomen. Zo doende heeft zich een breed scala aan typen schelpdierbanken ontwikkeld: mosselbanken met geen tot weinig Japanse oesters, gemengde banken met substantiële bestanden van zowel mosselen als oesters, en oesterbanken, waar de oesters overheersen. In 2011 werd het areaal oesterbanken, gemengde banken en mosselbanken geschat op respectievelijk 314, 731 en 1242 ha (van Stralen *et al.* 2012). In 2015 werden de betreffende arealen geschat op 107 ha oesterbanken, 1152 ha gemengde banken en 587 ha mosselbanken (van den Ende *et al.* 2016). Een toename van de gemengde banken ten koste van de mosselbanken en de oesterbanken.

Voor het beheer van de Waddenzee en voor het te ontwikkelen beleidskader voor het handmatig rapen van oesters is het belangrijk inzicht te krijgen in het belang van de verschillende typen banken voor beschermde vogels, die afhankelijk zijn van de schelpdierbanken omdat zij mossels en/of oesters eten, of op prooien jagen die zich tussen de schelpdieren verbergen. Meer specifiek kan de vraag als volgt worden geformuleerd: In het kader van een te nemen besluit over een beleidskader voor het handmatig rapen van Japanse oesters is het van belang om te weten welke ecologische rol de oesterbanken in haar verschillende verschijningsvormen spelen.

In het kader van het door het waddenfonds gefinancierde project mosselwad is o.a. onderzoek gedaan naar de predatie op mossels van vogels en krabben op schelpdierbanken verspreid door de Waddenzee. Deze data zullen worden geanalyseerd om de volgende twee hoofdvragen te beantwoorden:

1. Wat is het belang van de verschillende typen schelpdierbanken (mosselbank, gemengde bank, oesterbank) voor de vogelsoorten die op de drooggevallen wadplaten naar voedsel zoeken? Dit

betreft zowel vogelsoorten die mossels eten, zoals Scholekster en Eidereend, als vogels die tussen de mossels en oesters naar andere prooien zoeken, zoals Wulp en Groenpootruiter. Er zijn in totaal 50 verschillende vogelsoorten op de mossel- en oesterbanken waargenomen tijdens het onderzoek in het kader van mosselwad. Een belangrijk deel van deze soorten is beschermd in het kader van de Vogelrichtlijn en er gelden instandhoudingsdoelen in het kader van de aanwijzing van de Waddenzee als Natura2000 gebied.

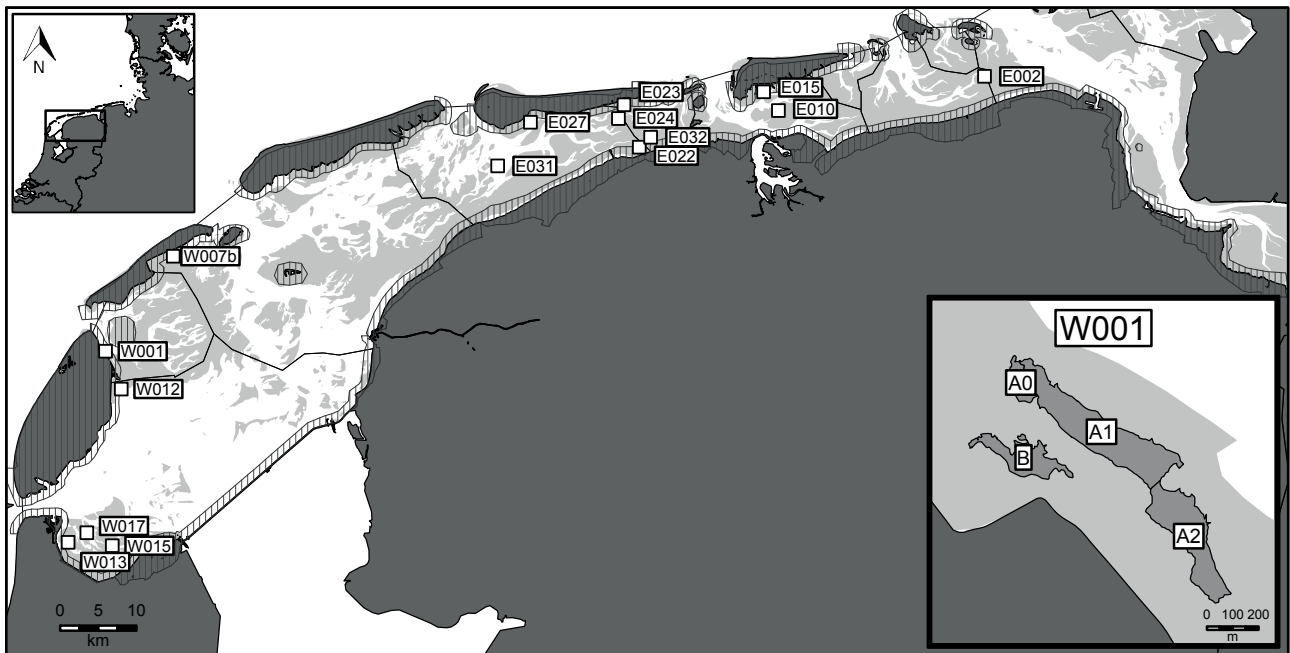
2. Wat is het effect van het voorkomen van oesters in schelpdierbanken op mossels als vogelvoedsel in diezelfde banken? Of mossels een geschikte voedselbron zijn voor mossel etende vogels wordt bepaald door o.a. de grootte, de vleesinhoud (conditie) en het schelpgewicht. Deze parameters zijn gemeten op alle in het kader van mosselwad onderzochte schelpdierbanken.

Voor alle onderzochte banken zullen de volgende parameters worden bepaald: (1) de verhouding tussen mossels en oesters op basis van biomassa equivalenten, (2) de grootteverdeling, de conditie en het schelpgewicht van de mossels op de verschillende banken, (3) de dichtheid waarin de verschillende vogelsoorten op de verschillende typen schelpdierbanken voorkomen. De mate waarin de vogelsoorten schelpdierbanken prefereren zal onderzocht worden door een vergelijking te maken met de dichtheid waarin de vogels op het kale wad naar voedsel zoeken. Deze laatste dichtheid zal worden berekend op basis van de hoogwatertellingen en het oppervlakte kale wad. Voor de soorten die schelpdierbanken prefereren zal de dichtheid gerelateerd worden aan de samenstelling van de bank, zodat duidelijk wordt of er sprake is van een preferentie voor mossels of oesters, dan wel geen preferentie. Daarnaast zal de kwaliteit van de mossels als voedsel voor de soorten die mossels als voedsel hebben bepaald worden door de conditie gegevens en grootteverdeling van de mossels te vergelijken met de kennis over de prooi-selectie van de betreffende vogelsoorten.

3. Methode

3.1. Onderzoeksgebied

De 18 onderzochte mosselbanken lagen verspreid over het Nederlandse deel van de Waddenzee (Figuur 3.1).



Figuur 3.1. Overzicht van de verschillende getijdenbekkens in de Nederlandse Waddenzee. Grenzen van de getijdenbekkens worden weergegeven door dunne zwarte lijnen. Locaties van de onderzochte mosselbanken worden aangegeven met witte vierkantjes. Schelpdierbanken in de westelijke Nederlandse Waddenzee worden aangegeven door een 'W' en met een 'E' voor banken in het oostelijk deel van de Nederlandse Waddenzee. Witte gebieden zijn water, lichtgrijze gebieden zijn de droogvallende wadplaten en land wordt aangegeven door donkergrijs. Gebieden waar de hoogwatervluchtplaatsen liggen waar de wadvogels tijdens hoogwater worden geteld zijn gearceerd. De onderverdeling van bank W001 in 4 verschillende sectoren is weergegeven in de gedetailleerde kaart aan de onderkant rechts.

3.2. Metingen aan mossels en oesters op de schelpdierbanken

Er kunnen drie soorten schelpdierbanken worden onderscheiden (van Stralen *et al.* 2012):

1. Door mossels gedomineerd banken, waar oesters ontbreken of slechts in zeer lage aantallen voorkomen;
2. Gemengde banken, waar zowel oesters als mossels algemeen voorkomen;
3. Oesterbanken, waar oesters domineren in termen van biomassa.

Om de verhouding tussen mosselen en oesters te bepalen werden de banken in de periode 2010 – 2013 tweemaal per jaar (in de lente aan het begin van het

groei seizoen en in de herfst aan het einde van het groei seizoen) in kaart gebracht. Dit meetprogramma omvatte de volgende onderdelen:

1. Bepaling van de contour, en daarmee het oppervlak, door met een GPS om de bank te lopen volgens het gemeenschappelijke mosselbank protocol (de Vlas *et al.* 2005).
2. Op basis van de contour werden *random* monsterpunten gekozen binnen de contour. Van alle punten werd bepaald of er wel of geen schelpdieren lagen. In geval van het eerste werden de punten bemonsterd op epibenthos met een rechthoekig kwadrant met een oppervlak van 0,0225 m² (15 × 15 cm). De monsters werden ter plekke gezeefd (1 mm maaswijdte). Van alle aangetrof-

fen mossels en oesters werd in het laboratorium de lengte op 0,1 mm nauwkeurig bepaald met een digitale schuifmaat.

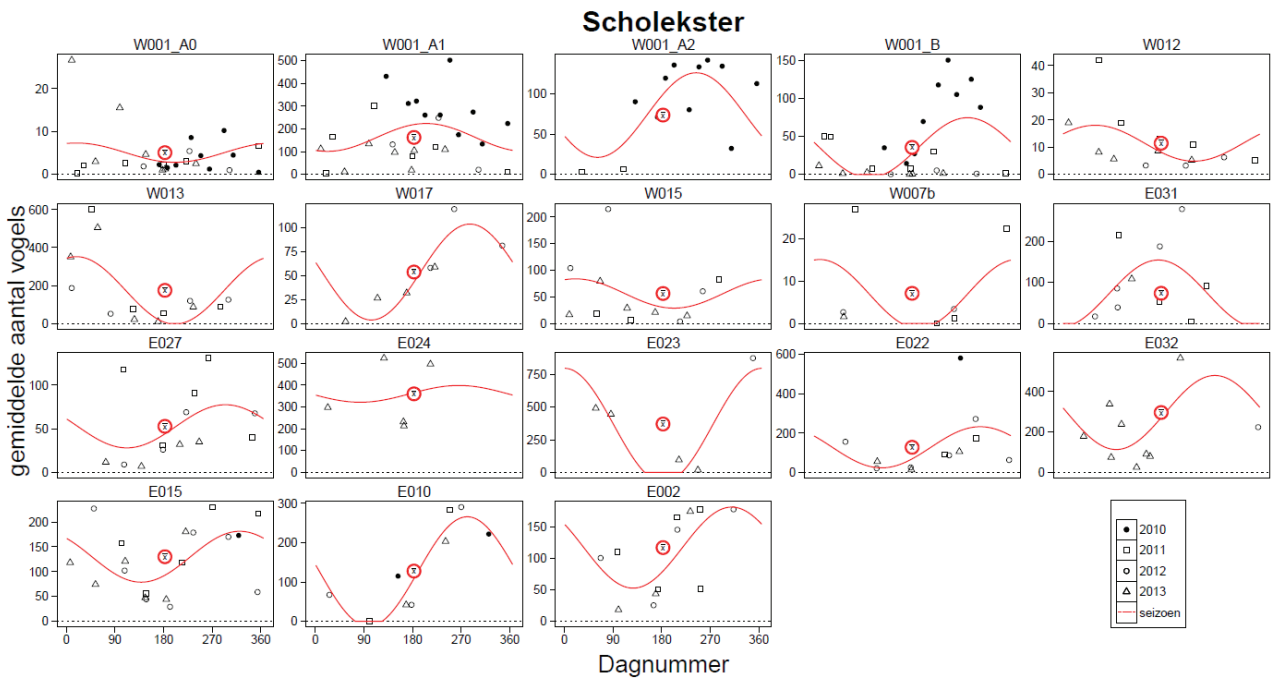
3. Om tot een schatting te komen van de verhouding tussen de mossel- en oester biomassa, werd de schelpenlengte (L) van zowel de mosselen en oesters omgezet in een volumetrische lengte (V), wat neerkomt op biomassa, met een vaste dimensioneloze vorm coëfficiënt (δ_M): $V = (\delta_M \times L)^3$. De vorm coëfficiënt is een parameter die de werkelijke lengte relateert aan de structurele lengte volgens de dynamische energiebudget theorie (DEB) (Kooijman 2010). De waarde voor de vorm coëfficiënt bedraagt 0,175 voor oesters (van der Veer *et al.* 2006) en 0,297 voor mosselen (Saraiva *et al.* 2011).
4. De conditie van mosselen werd geschat door het meten van het asvrij drooggewicht (AVD) van het zachte weefsel. Daartoe werden mosselen gesorteerd op lengte klassen (elk 2,5 mm). Per lengte klasse werd van een steekproef van maximaal 15 exemplaren het vlees uit de schelp verwijderd en gedroogd tot constant gewicht, gewogen, verbrand en opnieuw gewogen. Het aldus verkregen verschil in gewicht is het asvrij drooggewicht.

3.3. Vogeltellingen op schelpdierbanken

Het doel was om de vogels op elke bank één keer per twee maanden te tellen, maar dit bleek niet altijd

Tabel 3.1. Het aantal dagen waarop de vogels op de verschillende schelpdierbanken in de Nederlandse Waddenzee geteld zijn voor de jaren van het onderzoek.

Schelpdierbank	2010	2011	2012	2013
W001_A0	9	6	3	7
W001_A1	10	6	3	7
W001_A2	10	2		
W001_B	9	6	3	6
W012		5	3	5
W013		4	4	5
W017			3	4
W015		4	4	5
W007b		4	2	1
E031		4	5	1
E027		5	4	4
E024				5
E023			1	4
E022	1	3	6	3
E032			1	8
E015	1	5	7	6
E010	2	2	4	2



Figuur 3.2. Aantal Scholeksters als functie van het dagnummer (aantal dagen vanaf 1 januari) voor de verschillende onderzochte schelpdierbanken. Weergegeven is het gemiddelde aantal vogels tijdens een telling, met verschillende symbolen voor de verschillende jaren. De rode lijn is de berekende sinus functie die het seizoensverloop weerspiegelt en de rode punt is het gemiddelde aantal op de bank volgens de sinusfunctie.

mogelijk (Tabel 3.1). Alle vogels binnen de contouren van een bank werden geteld. Tellingen werden meestal uitgevoerd gedurende een halve laagwaterperiode, dus van hoogwater naar laagwater, of van laagwater naar hoogwater. Als gevolg van slecht weer of om andere logistieke redenen moest soms volstaan worden met een enkele telling tijdens laagwater.

Omdat de vogelaantallen variëren in de loop van het seizoen werden voor elke soort voor elke bank sinusvormige functies berekend, waarbij de jaren werden samengenomen. De functie die hiervoor werd gebruikt was $y = a + b \sin((x - c)/365 \times 2\pi)$, waarin a , b en c parameters zijn voor respectievelijk het gemiddelde, de amplitude en de referentiedag waarbij het aantal gelijk is aan het gemiddelde, y het voorspelde aantal vogels en x het dagnummer, variërend tussen 1 en 365. In sommige gevallen waren de vogelaantallen zo laag dat de sinus functie een negatief aantal voorspelde. In dat geval werden de voorspelde aantallen op 0 gesteld. Alle sinus functies werden gefit met behulp van R v3.2.1 (R Development Core Team 2015), waarbij de parameters werden geschat met behulp van het Levenberg-Marquardt algoritme in de functie `nlsLM` geïmplementeerd in het R-pakket `minpack.lm` (Elzhov *et al.* 2015). Voor de Scholekster zijn de telresultaten en de berekende sinus functie weergegeven in Figuur 3.2. De resultaten voor de belangrijkste andere vogelsoorten staan in de appendix.

3.4. Vogelaantallen op de wadplaten per komberging

De monitoring van de watervogels in de Waddenzee is onderdeel van het nationale Netwerk Ecologische Monitoring (Hornman *et al.* 2011) en tevens van het TMAP-programma, een samenwerkingsverband met de Duitse en Deense Waddenzee (Koffijberg *et al.* 2006). Bij de watervogeltellingen wordt de Waddenzee tijdens hoogwater geteld (hoogwatervluchtplaatsen), inclusief de strook binnenlandse gebieden direct achter de dijk. 40% van de gebieden wordt maandelijks geteld, de overige gebieden worden in vier vaste maanden van het jaar geteld (september, november, januari en mei) alsmede in een steeds alternerende maand. Op die wijze wordt in de loop der tijd het gehele jaar met tellingen afgedekt. Bij het analyseren van tijdreeksen is het belangrijk dat variaties in telinspanning niet doorklinken in de aantallen. Ontbrekende tellingen moeten dus worden 'bijgeschat'. Bij de watervogel-tellingen is dit bovendien een belangrijk aspect omdat niet in alle maanden van het jaar wordt geteld. Voor dit 'bijschatten' wordt de ontbrekende telling geschat op

grond van (1) de verhouding tussen de gemiddelde aantallen in het telgebied en de overige gebieden (plotfactor); (2) de verhouding tussen de gemiddelde aantallen in de ontbrekende maand en de andere maanden (maandfactor), en (3) de verhouding tussen de gemiddelde aantallen in het jaar met de ontbrekende telling en de andere jaren (jaarfactor) (Underhill & Prys-Jones 1994). Telgebieden zijn voor deze bewerkingstappen in een aantal regio's ingedeeld, die overeenkomen wat betreft habitat, seizoensverloop en aantalsontwikkelingen. De Waddenzee bestaat uit vier strata: west, oost, Eems-Dollard en Noordzeestranden. Deze werkwijze levert in het algemeen goede schattingen op, zij het dat ze natuurlijk nooit echte tellingen kunnen vervangen. De bij-schattingen worden uitgevoerd op het laagste niveau, dat van een maandelijks telling in een telgebied, met het programma U-index (Bell 1995). Wanneer voor een regio in een maand het deel van de totale aantallen van telgebieden dat uit geschatte gegevens bestaat meer dan 90% is wordt de schatting onbetrouwbaar geacht en achterwege gelaten. Voor analyses op de schaal van afzonderlijke regio's worden deze jaren in de trendberekening niet meegenomen.

Eidereenden blijven tijdens hoogwater deels ver uit de kust en kunnen dus niet goed geteld worden tijdens de hoogwatertellingen. Voor deze soort zijn vliegtuigtellingen onontbeerlijk (Arts *et al.* 2015, Cervenc *et al.* 2015). Voor deze soort werden daarom de vliegtuigtellingen tussen augustus 2010 en januari 2014 gebruikt om een algemene seizoensgebonden index per kombergingsgebied te berekenen. De tellingen werden uitgevoerd door IMARES of door Rijkswaterstaat (RWS) door tijdens hoogwater volgens vooraf bepaalde noord-zuid georiënteerde transecten de gehele Nederlandse Waddenzee en de aangrenzende Noordzee kustzone af te vliegen (Tabel 3.2).

Om tot een schatting te komen van de dichtheden waarin de wadvogels op de drooggevallen wadplaten van de Nederlandse Waddenzee naar voedsel zoeken werden vogeltellingen uit de periode juli 2010 en juni 2014 gecombineerd met de oppervlakte van het bijbehorende intergetijdengebied (Figuur 3.1). Zoals in eerder onderzoek werden de met hoogwater getelde aantallen vogels toegewezen aan de naastgelegen komberging (van Roomen *et al.* 2012). Wanneer een telgebied op de grens van twee kombergingen lag werden de aantallen gelijkelijk verdeeld over de beide kombergingen.

Voor de vergelijking van de vogeldichtheden op de schelpdierbanken met de dichtheden op het omringende wad werd het gemiddelde van de maandgemiddelden van de vier seizoenen (2010 / 2011-2013 / 2014) berekend.

3.5. Data analyse

3.5.1. Conditie mossels

De relatie tussen biomassa en de lengte van de mosselen werd geanalyseerd met lineaire regressies op een log-log schaal. Het verschil tussen de gemeten biomassa van mossels van een bepaalde grootte op een bepaalde bank en de voorspelde waarde is een maat voor de relatieve conditie. In figuren zijn deze relatieve waarden terug getransformeerd.

Tabel 3.2. Overzicht van de in dit onderzoek gebruikte vliegtuigtellingen van Eidereenden in de Nederlandse Waddenzee uitgevoerd door IMARES en Rijkswaterstaat (RWS). Asterisken geven aan dat alleen de westelijke Waddenzee geteld kon worden (met ongeveer 90% van de totale Nederlandse populatie).

Seizoen	Datum van de telling	Instituut
2010/2011	14.8.2010 *	IMARES
	15/16/19.11.2010	IMARES
	10/11/12.12.2010	IMARES
	22/23.1.2011	RWS
	18/19.2.2011	IMARES
	11/12.3.2011	IMARES
	8/9.4.2011	IMARES
2011/2012	7/8.8.2011	IMARES
	14/15.1.2012	RWS
	11.2.2012 *	IMARES
	26/27.2.2012	IMARES
2012/2013	17.3.2012 *	IMARES
	24/25.1.2013 *	RWS
2013/2014	15/16.11.2013	RWS
	4/5.1.2014	RWS

3.5.2. Vergelijking vogeldichtheden op schelpdierbanken met omringende wad

Om de vogeldichtheden op de schelpdierbanken te vergelijken met de dichtheden op het omringende wad werd een *bootstrap* benadering gebruikt voor de schelpdierbanken en het omringende wad. Alleen op deze manier is het mogelijk een beeld van de variatie te krijgen. Elk *bootstrap sample* bestond uit een steekproef van 10 trekkingen (met “teruglegging”) uit de dichtheden voor de 10 verschillende kombergingen en 18 verschillende schelpdierbanken. Er werden in totaal 1000 *bootstrap samples* genomen. Elk *bootstrap* monster voor een komberging werd samengevat door als volgt de gemiddelde dichtheid te berekenen: $\sum^{10} Y / \sum^{10} A$, waarin Y de seizoensindex en A de oppervlakte van het droogvallende wad. Op vergelijkbare wijze werd de waarde voor het *bootstrap* monster van een schelpdierbank berekend: $\sum^{18} X / \sum^{18} A$, waarbij X het seizoensgemiddelde van aantallen vogels is en A de oppervlakte van de bank.

3.5.3. Effect oesters op conditie mossels en vogeldichtheden

Om het effect van oesters op de conditie van de mossels en de vogeldichtheden te onderzoeken werden Spearman rangcorrelaties berekend met het voorkomen van oesters op de betreffende banken. Ook om het voorkomen van schelpdieretende vogels te relateren aan de conditie van de mossels werden Spearman rangcorrelaties berekend. Alle statistische analyses werden uitgevoerd met behulp van R v3.2.1 (R Development Core Team 2015).

4. Resultaten

4.1. Karakterisering schelpdierbanken

De 18 onderzochte schelpdierbanken verschilden sterk, zowel in hun omvang als in de verhouding tussen mossels en oesters (Tabel 4.1). Elf banken bestonden hoofdzakelijk uit mossels en er kwamen alleen kleine oesters in lage dichtheden voor. Drie banken (W015, E015 en E010) konden aangemerkt worden als gemengde banken, waarbij de fractie oesters varieerde tussen 18 -26% van de totale biomassa tweekleppigen. Op vier banken (W001_AO, W012, W007b en E027) was de oesterbiomassa zo hoog, variërend tussen 49 -63% van het totaal, dat ze aangemerkt konden worden als oesterbanken. Als niet was uitgegaan van de vleesbiomassa, maar het

schelpgewicht, zou het berekende aandeel oesters nog veel hoger geweest zijn.

Daarbij moet worden aangetekend dat bovenstaande pragmatische indeling verschilt van die van IMARES, die tijdens de surveys de volgende definities hanteert: mosselbank (< 5% oesters), gemengde bank (> 5% oesters en > 5% mossels) en oesterbanken (< 5% mosselen) (van den Ende *et al.* 2016). Echter, de classificatie is niet eenduidig, want in sommige grafieken en tabellen worden de gemengde banken meegeteld als mosselbanken en in andere grafieken en tabellen als oesterbanken.

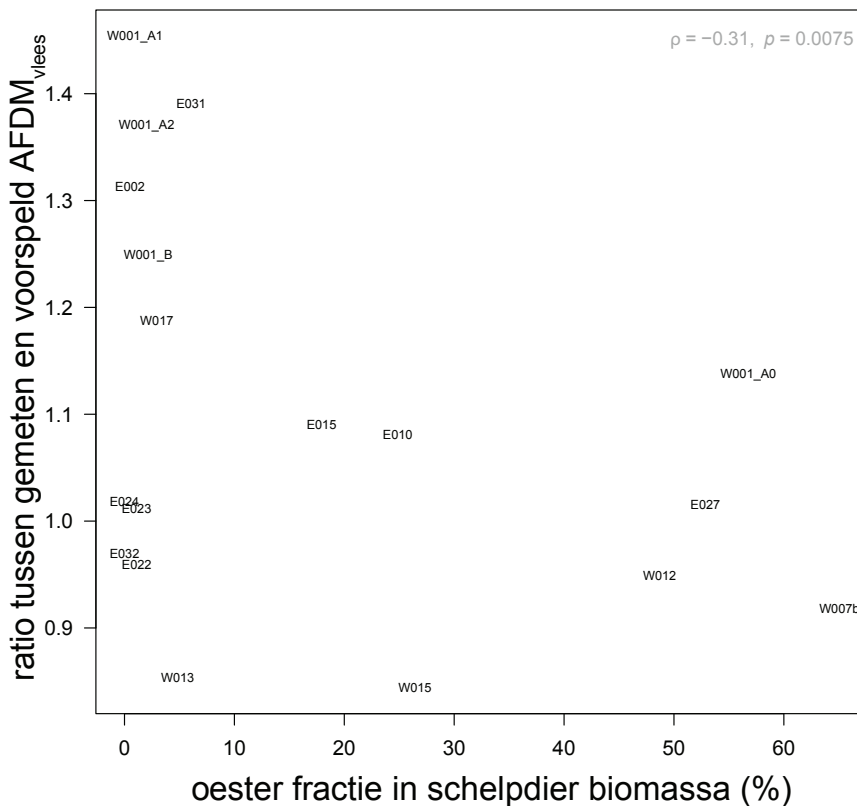
Tabel 4.1. Overzicht van een aantal belangrijke kenmerken van de onderzochte schelpdierbanken. Voor elk bank worden gegevens gepresenteerd over het oppervlak, de dichtheid mossels, de dichtheid oesters, de geschatte dichtheid mosselbiomassa en oesterbiomassa en de fractie oesters van de totale schelpdierbiomassa.

Schelpdierbank	Opp (ha)	Mossel dichtheid (n m ⁻²)	Oester dichtheid (n m ⁻²)	Mossel biomassa (kg m ⁻²)	Oester biomassa (kg m ⁻²)	Fractie oesters in schelpdierbiomassa (%)
W001_A0	1,2	2223	326	1,67	2,24	57,34
W001_A1	6,8	2770	25	2,07	0,02	1,06
W001_A2	3,8	1626	5	0,78	0,02	2,32
W001_B	1,2	1222	50	1,05	0,02	2,16
W012	2,8	1444	571	2,26	2,14	48,70
W013	17,8	1237	73	1,34	0,07	4,73
W017	6,3	1381	116	2,15	0,05	2,04
W015	3,9	1798	533	1,15	0,41	26,43
W007b	9,6	1525	622	2,47	4,13	62,53
E031	11,0	1668	113	2,92	0,19	6,07
E027	17,3	546	220	1,16	1,30	52,95
E024	70,1	7080	0	2,54	0	0,00
E023	56,4	697	2	0,53	0,01	1,28
E022	34,5	2049	37	1,57	0,02	1,16
E032	30,1	4138	1	2,11	0,0002	0,01
E015	17,5	815	220	1,29	0,29	18,15
E010	66,8	1290	419	1,96	0,65	24,87
E002	3,7	3505	54	3,96	0,02	0,51

4.2. Effect op conditie mossels

Bij een vergelijking tussen alle banken bleek dat de conditie van mosselen negatief gecorreleerd was met het voorkomen van oesters (Spearman rang correla-

tie, $S = 81.644$, $\rho = -0,31$, $p = 0,008$). Wat opvalt is dat ook op banken met nauwelijks oesters, de conditie van de mossels soms zeer laag is (Figuur 4.1).



Figuur 4.1. Relatie tussen de conditie van de mossels (uitgedrukt als de ratio tussen de gemeten en de voorspelde biomassa) en de fractie oesters (uitgedrukt als fractie van de schelpdierbiomassa) voor de onderzochte schelpdierbanken. De banken zijn weergegeven met hun identificatie codes zoals ook gebruikt in Tabel 4.1.

4.3. Vogelbevolking schelpdierbanken

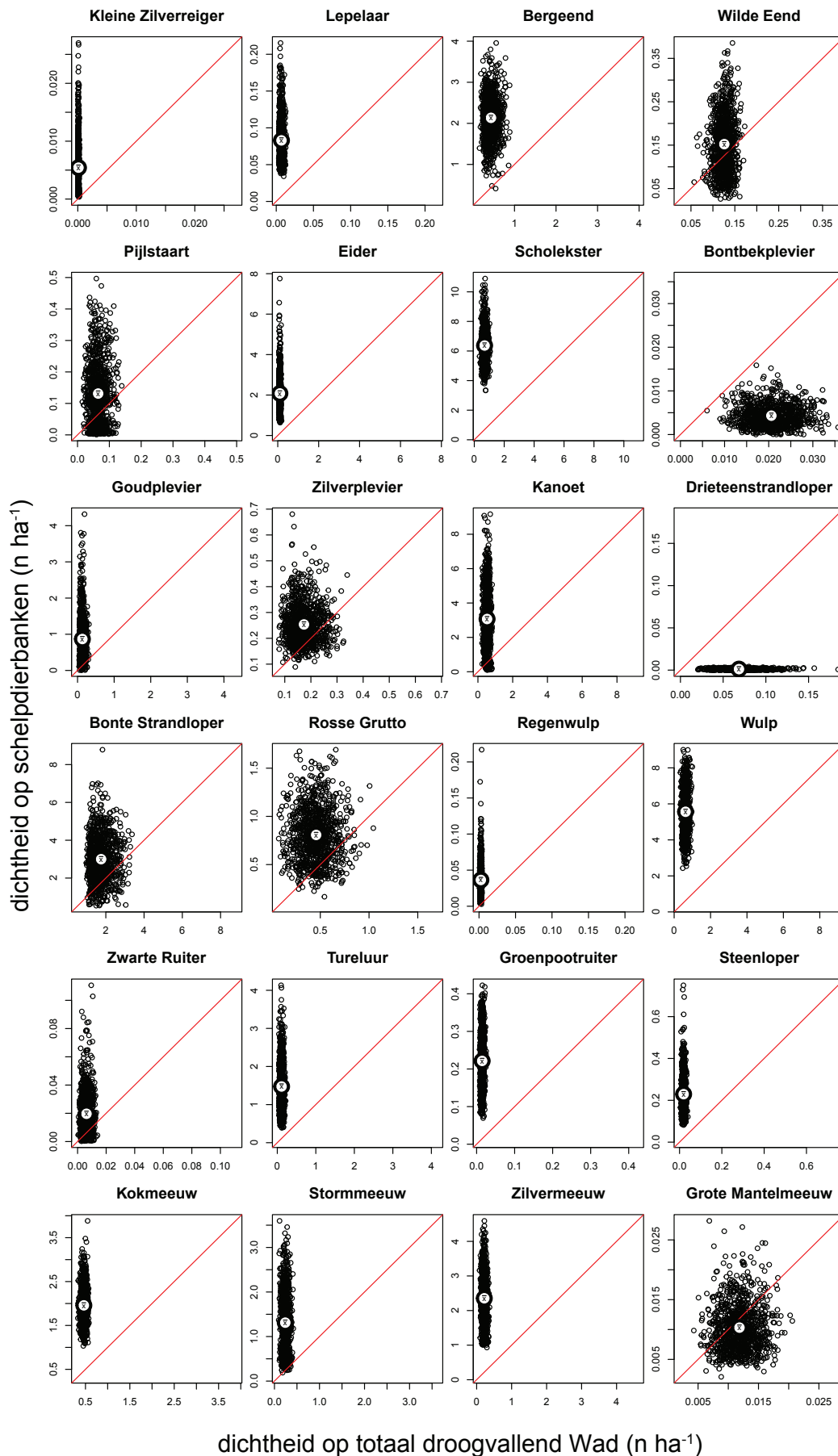
In de loop van het onderzoek werden in totaal niet minder dan 50 verschillende vogelsoorten waargenomen op de onderzochte schelpdierbanken (Tabel 4.2). Slechts een deel van deze vogels maakt regelmatig gebruik van het droogvallende wad als foerageergebied en alleen deze soorten kunnen als wadvogel te boek worden gesteld. In Tabel 4.2 is aangegeven welke soorten dat zijn en de verdere analyses zijn ook beperkt tot deze soorten.

Voor alle wadvogels is de gemiddelde dichtheid op de schelpdierbanken vergeleken met de gemiddelde dichtheid op het wad (Figuur 4.2). Het merendeel van de soorten komt in hogere dichtheden voor op de schelpdierbanken in vergelijking tot het omringende wad. Alleen de Drieteenstrandloper (*Calidris alba*) en de Bontbekplevier (*Charadrius hiaticula*) prefereren zeer duidelijk het kale wad en worden zo goed als nooit, respectievelijk zeer zelden, waargenomen op de schelpdierbanken. De Grote Mantelmeeuw (*Larus marinus*), de Wilde Eend (*Anas platyrhynchos*) en de Pijlstaart (*Anas acuta*) lijken geen duidelijk voorkeur te hebben. De verhouding tussen de dichtheid op de schelp-

dierbanken en de dichtheid op het omringende wad kan als maat genomen worden voor de preferentie voor de schelpdierbanken en de fractie “bootstraps” met een hogere dichtheid op de schelpdierbanken als maat voor de significantie. In Tabel 4.3 zijn de resultaten van de berekeningen gerangschikt naar preferentie. De zeer hoge preferentie van Kleine Zilverreigers (*Egretta garzetta*) voor schelpdierbanken is duidelijk en heeft te maken met het jagen op garnalen en grondeltjes in de poelen en slenkjes. Dat geldt waarschijnlijk ook voor Groenpootruiter (*Tringa nebularia*), Tureluur (*Tringa totanus*) en Lepelaar (*Platalea leucorodia*). Hoge preferenties zijn er ook voor soorten die op de banken naar mossels zoeken, zoals Eidereend (*Somateria mollissima*), Scholekster (*Haematopus ostralegus*) en Kanoet (*Calidris canutus*), of daar, zoals Regenwulp (*Numenius phaeopus*), Steenloper (*Arenaria interpres*) en Wulp (*Numenius arquata*), op zoek zijn naar andere prooien. Zilvermeeuwen (*Larus argentatus*) eten zowel mossels als andere prooien op de schelpdierbanken.

Tabel 4.2. Overzicht van de vogelwaarnemingen op de schelpdierbanken. Van elke soort is aangegeven op hoeveel banken de soort is waargenomen, het percentage van de tellingen waarbij de soort werd vastgesteld, de gemiddelde dichtheid (aantal vogels per ha schelpdierbank) en of de soort een echte wadvogel is, dat wil zeggen dat de soort regelmatig in grote aantallen op het drooggevalen wad naar voedsel zoekt.

Euring code	Soort	Aantal banken waar soort werd waargenomen	Gemiddeld voorkomen (% tellingen)	Gemiddelde dichtheid (n ha ⁻¹)	wadvogel	Euring code	Soort	Aantal banken waar soort werd waargenomen	Gemiddeld voorkomen (% tellingen)	Gemiddelde dichtheid (n ha ⁻¹)	wadvogel
90	Fuut	7	6,2	0,017		4970	Drieteenstrandloper	4	1,6	0,014	X
720	Aalscholver	14	20,0	0,093		5120	Bonte Strandloper	16	40,4	1,714	X
1190	Kleine Zilverreiger	9	7,9	0,015	X	5190	Watersnip	1	0,4	0,003	
1220	Blauwe Reiger	3	1,2	0,007		5320	Grutto	5	2,9	0,048	
1440	Lepelaar	17	37,0	0,111	X	5340	Rosse Grutto	18	54,4	1,042	X
1610	Grauwe Gans	1	0,8	0,017		5380	Regenwulp	15	19,6	0,106	X
1680	Rotgans	17	18,6	0,232		5410	Wulp	18	99,1	5,089	X
1730	Bergeend	16	45,2	0,691	X	5450	Zwarte Ruiter	9	7,0	0,043	X
1790	Smient	12	12,2	0,379		5460	Tureluur	18	65,9	1,044	X
1820	Krakeend	1	0,9	0,033		5480	Groenpootruiter	18	36,5	0,162	X
1840	Wintertaling	3	0,9	0,026		5610	Steenloper	18	55,8	0,297	X
1860	Wilde Eend	14	29,8	0,379	X	5670	Kleine Jager	1	0,6	0,001	
1890	Pijlstaart	9	7,2	0,142	X	5780	Dwergmeeuw	1	0,8	0,037	
1940	Slobeend	3	1,8	0,027		5820	Kokmeeuw	18	80,0	2,694	X
2060	Eidereend	18	73,2	2,677	X	5900	Stormmeeuw	18	72,3	0,892	X
2180	Brilduiker	1	0,8	0,022		5910	Kleine Mantelmeeuw	14	21,0	0,104	
2210	Middelste Zaagbek	10	10,3	0,060		5920	Zilvermeeuw	18	89,9	2,047	X
2690	Sperwer	1	0,6	0,003		6000	Grote Mantelmeeuw	15	17,6	0,013	X
3200	Slechtvalk	10	6,4	0,006		6110	Grote Stern	5	2,4	0,314	
4500	Scholekster	18	98,6	9,627	X	6150	Visdief	6	5,2	0,018	
4700	Bontbekplevier	6	5,2	0,071	X	6240	Dwergstern	4	2,0	0,005	
4850	Goudplevier	9	12,8	5,675	X	6270	Zwarte Stern	1	0,8	0,006	
4860	Zilverplevier	17	40,5	0,375	X	15671	Zwarte Kraai	8	17,9	0,112	
4930	Kievit	1	0,4	0,020		15673	Bonte Kraai	2	1,2	0,003	
4960	Kanoet	14	23,2	1,437	X	18500	Sneeuwgorst	1	0,4	0,002	



Figuur 4.2. Resultaten van de bootstrap berekeningen over de dichtheid op de schelpdierbanken in vergelijking tot de dichtheid op het omringende wad voor de “echte” wadvogels. De rode lijn is de lijn $Y=X$ en het gemiddelde van alle bootstrapsteekproeven voor een bepaalde soort wordt aangegeven door het omcirkelde symbool \bar{x} .

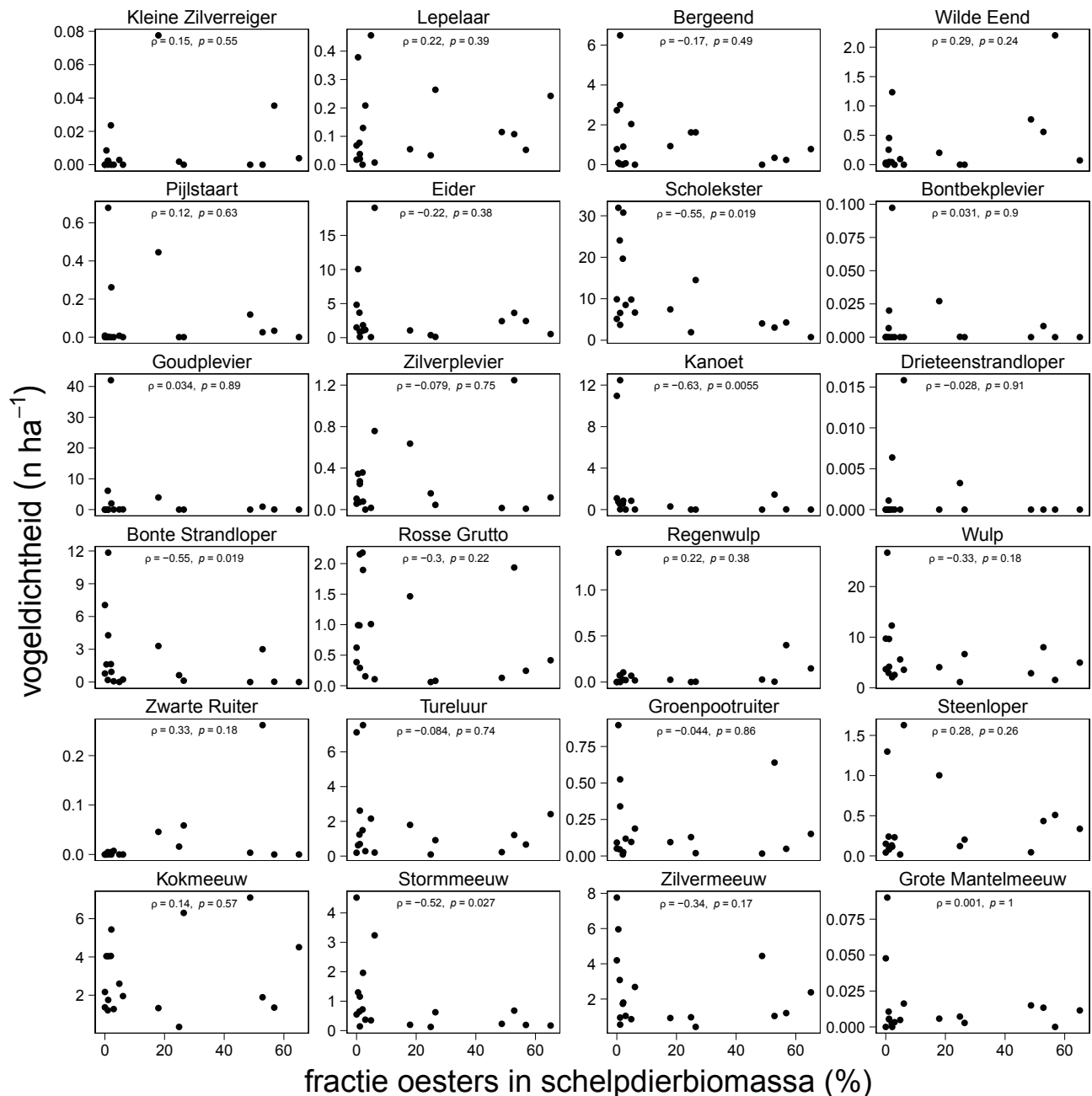
Tabel 4.3. Resultaten van de bootstrap berekeningen aan vogeldichtheid in de getijdenzone en schelpdierbanken. Voor elke wadvogel soort (zie Tabel 4.2) is de dichtheid op het kale wad (berekend over de periode 2011-2014) vergeleken met de dichtheid op de schelpdierbanken. De voorkeur voor de schelpdierbanken kan worden uitgedrukt als de fractie banken waarbij de dichtheid hoger is dan op het kale wad en als de ratio van de gemiddelde dichtheid op de banken gedeeld door de dichtheid op de wadplaten.

Vogelsoort	Totale aantal (gemiddelde hoogwater-tellingen)	Dichtheid op de wadplaten (n ha ⁻¹)	Dichtheid op schelpdier-bank (n ha ⁻¹)	Fractie banken waar vogeldichtheid hoger dan dichtheid op wadplaten (%)	Preferentie voor schelpdier-banken
Kleine Zilverreiger	15	0,0001	0,005	100	46,7
Eidereend	13037	0,103	2,080	100	20,1
Groenpootruiter	1948	0,015	0,221	100	15,2
Regenwulp	337	0,003	0,036	99,9	14,5
Tureluur	14787	0,111	1,475	100	13,3
Steenloper	2557	0,019	0,229	100	11,9
Lepelaar	935	0,007	0,083	100	11,8
Zilvermeeuw	29077	0,218	2,355	100	10,8
Scholekster	91766	0,688	6,371	100	9,3
Wulp	83688	0,627	5,560	100	8,9
Goudplevier	17682	0,132	0,868	96	6,6
Kanoet	70549	0,526	3,068	92,8	5,8
Stormmeeuw	32080	0,240	1,312	99,5	5,5
Bergeend	58643	0,434	2,134	99,9	4,9
Kokmeeuw	62483	0,463	1,958	100	4,2
Zwarte Ruiter	835	0,006	0,020	82,3	3,2
Pijlstaart	8408	0,065	0,131	70,5	2,0
Rosse Grutto	62027	0,457	0,807	86,5	1,8
Bonte Strandloper	231404	1,754	2,999	83,7	1,7
Zilverplevier	22343	0,173	0,254	82,9	1,5
Wilde Eend	17004	0,126	0,152	62,7	1,2
Grote Mantelmeeuw	1577	0,012	0,010	34,6	0,9
Bontbekplevier	2776	0,021	0,004	0	0,2
Drieteenstrandloper	9079	0,069	0,001	0	0,0

4.4. Vogelbevolking en samenstelling van de schelpdierbanken

Een belangrijke vraag is of de samenstelling van de schelpdierbanken nog effect heeft op de samenstelling van de vogelbevolking. Voor vier soorten is er een significant verband tussen de vogeldichtheid en

de fractie oesters: Scholekster, Kanoet, Stormmeeuw (*Larus canus*) en Bonte Strandloper (*Calidris alpina*) (Figuur 4.3). In alle gevallen is het verband negatief: hoe meer oesters, hoe minder vogels.

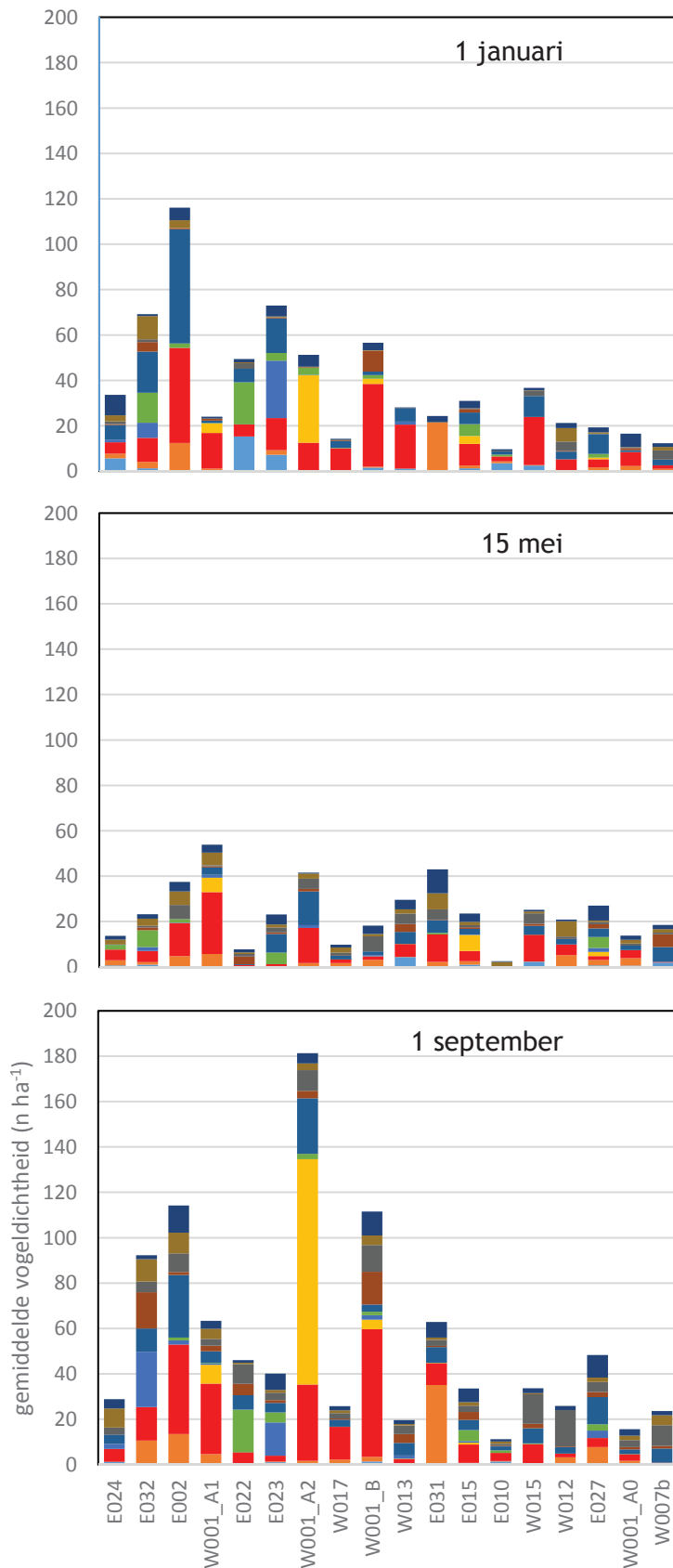


Figuur 4.3. Relatie tussen de gemiddelde vogeldichtheid op een schelpdierbank en de samenstelling van de betreffende schelpdierbank (percentage oesters) voor geselecteerde wadvogelsoorten. In elk paneel is ook het resultaat weergegeven van de toetsing met de Spearman rangcorrelatie of er sprake was van een significant verband.

Op basis van het berekende aantalsverloop van de verschillende soorten op de verschillende banken in de loop van het seizoen kunnen we ook de samenstelling van de vogelbevolking van de verschillende banken weergegeven voor de winterperiode (1 januari), het voorjaar als de arctische broeders doortrek-

ken (half mei) en het najaar als de aantallen vogels maximaal zijn (1 september). Er is een duidelijke trend dat de dichtheden op banken met veel oesters vaak lager zijn, maar er zijn ook opvallende verschillen tussen de banken (Figuur 4.4).

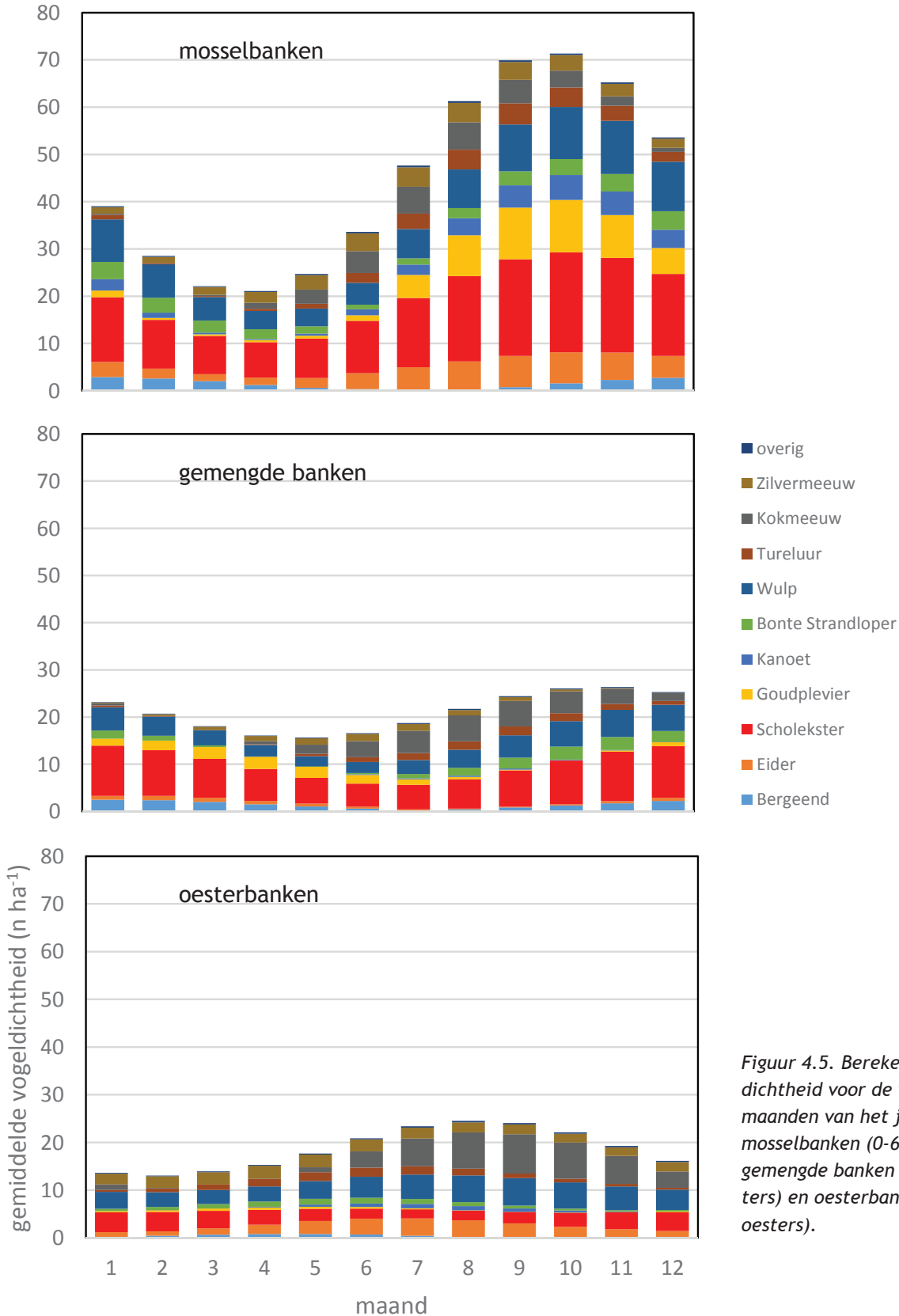
- overig
- Zilvermeeuw
- Kokmeeuw
- Tureluur
- Wulp
- Bonte Strandloper
- Kanoet
- Goudplevier
- Scholekster
- Eider
- Bergeend



Figuur 4.4. Berekende vogeldichtheden per schelpdierbank voor drie perioden in het jaar. De schelpdierbanken zijn geordend op basis van de fractie oesters, met links heel weinig oesters en rechts heel veel oesters.

Het seizoenspatroon kan nog wat duidelijker geïllustreerd worden door voor de verschillende typen banken per maand de vogeldichtheid voor de verschillende vogelsoorten te berekenen (Figuur 4.5). Vooral op de mosselbanken zijn de dichtheden

hoog en dan met name in de herfst en winter. In het voorjaar zijn de dichtheden beduidend lager. Op de banken met meer oesters is het seizoenspatroon veel minder geprononceerd.

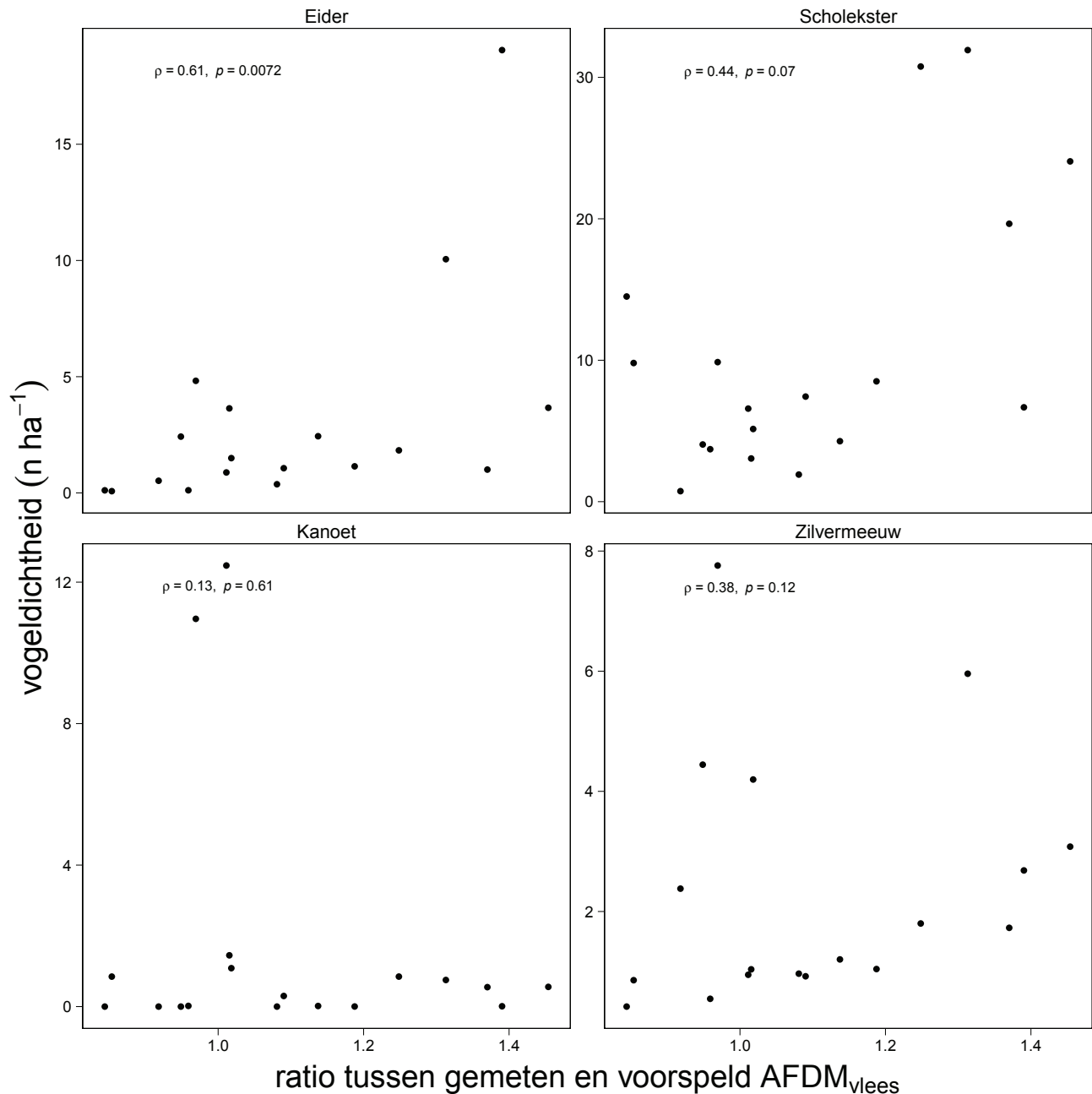


Figuur 4.5. Berekende vogeldichtheid voor de verschillende maanden van het jaar voor mosselbanken (0-6% oesters), gemengde banken (18-26% oesters) en oesterbanken (49-63% oesters).

4.5. Schelpdieretende vogels en conditie van de mossels

Is er sprake van een positief verband tussen de conditie van de mossels en de dichtheid van de vier vogelsoorten waarvoor mossels een belangrijke voedselbron vormen: Eidereend, Zilvermeeuw,

Scholekster en Kanoet? Alleen in het geval van de Eidereend is er sprake van een significante positieve correlatie (Figuur 4.6). Voor de Scholekster is het verband ook positief, maar net niet significant.



Figuur 4.6. Relatie tussen de gemiddelde vogeldichtheid en de relatieve conditie van de mossels op de onderzochte schelpdierbanken voor de vier soorten wadvogels waarvoor mossels een belangrijke voedselbron zijn. In elk paneel is ook het resultaat weergegeven van de toetsing met de Spearman rangcorrelatie of er sprake was van een significant verband.

5. Discussie en conclusies

5.1. Definities van de verschillende typen schelpdierbanken

In deze rapportage zijn berekende biomassavolumes gebruikt om de schelpdierbanken te karakteriseren. Op de als oesterbanken geclassificeerde banken varieerde de oesterbiomassavolumes tussen 49-63% van het totaal. Als niet was uitgegaan van de vleesbiomassa, maar het schelpgewicht, zou het berekende aandeel oesters nog veel hoger geweest zijn. Het is echter ver verwijderd van de door IMARES gehanteerde grens dat op oesterbanken minder dan 5% mossels voorkomen op basis van een schatting in het veld. Wat wij ons echter kunnen voorstellen is dat in het veld het aandeel mossels makkelijk wordt onderschat. Op het oog lijken mossels grotendeels te ontbreken in wat wij oesterbanken hebben genoemd, maar door bemonstering wordt duidelijk dat er toch heel wat aanwezig kunnen zijn. Een validatie van de veldschattingen zou nuttig zijn.

Daarnaast zijn de grenswaardes natuurlijk arbitrair. De indeling die IMARES tijdens de surveys hanteert is duidelijk met dien verstande dat de eenheden (oppervlak, schelpgewicht, biomassa of biomassavolume) niet gespecificeerd worden: mosselbank (< 5% oesters), gemengde bank (> 5% oesters en > 5% mossels) en oesterbanken (< 5% mosselen). In de meest recente rapportage worden de gemengde banken echter soms meegeteld met de mosselbanken en soms met de oesterbanken (van den Ende *et al.* 2016). Dit onderstreept het arbitraire karakter van de grenswaarden.

Als we de schattingen over 2011 (van Stralen *et al.* 2012) vergelijken met 2015 (van den Ende *et al.* 2016) dan zien we dat het areaal mosselbanken (volgens de IMARES definitie) is afgenomen van 1242 ha naar 587 ha en het areaal oesterbanken is afgenomen van 314 ha naar 107 ha. Het areaal gemengde banken is toegenomen van 731 ha naar 1152 ha. Het is goed mogelijk dat in de toekomst alle banken als gemengd moeten worden geclassificeerd, ook al kan de samenstelling sterk variëren.

5.2. Belang verschillende typen schelpdierbanken

Dit onderzoek maakt duidelijk dat droogvallende schelpdierbanken belangrijk zijn voor een groot aantal soorten wadvogels. Veel soorten komen in hogere, of zelfs veel hogere, dichtheden voor op de schelpdierbanken dan op het omringende kale wad. Alleen de Drieteenstrandloper en de Bontbekplevier vertonen een zeer sterke preferentie voor wadplaten

zonder schelpdierbanken.

Wat opvalt is dat voor veel vogelsoorten de samenstelling van de schelpdierbanken geen duidelijk effect lijkt te hebben op de dichtheid waarin de vogels op de banken naar voedsel zoeken. Voor vogelsoorten die op de mosselbanken niet naar mossels (of oesters) zoeken, maar naar wormen en kreeftachtigen is dit eerder al voorspeld (Scheiffarth *et al.* 2007) en voor Steenloper (van Kleunen *et al.* 2012) en Wulp (Markert *et al.* 2013) ook al eerder aangetoond. Dit is te begrijpen als de dichtheid waarin de betreffende bodemdieren voorkomen en de bereikbaarheid voor de vogels niet afhangen van de samenstelling van de schelpdierbank. Er zijn aanwijzingen dat dit inderdaad het geval is (Markert *et al.* 2010, Troost 2010).

Vier vogelsoorten komen in lagere dichtheden op schelpdierbanken voor naarmate de fractie oesters toeneemt: Bonte Strandloper, Stormmeeuw, Kanoet en Scholekster. Hoe kan dit worden verklaard?

1. Voor de Bonte Strandloper kan dit samenhangen met het feit dat deze vogels niet op de met schelpdieren bedekte delen van de banken naar andere bodemdieren zoeken, maar op de onbedekte delen en dat de opslibbing en de daarmee de fauna van die onbedekte delen verschilt tussen mosselbanken en oesterbanken. Daarnaast moet worden opgemerkt dat de preferentie van de Bonte Strandloper voor de schelpdierbanken zwak is: de preferentie-index bedraagt slechts 1,7 en 16% van de *bootstrap* berekeningen leidde tot een hogere dichtheid op het kale wad.
2. Voor de Scholekster stemt deze bevinding overeen met eerder onderzoek (Scheiffarth *et al.* 2007, van Kleunen *et al.* 2012, Markert *et al.* 2013). Dit is in zekere zin opmerkelijk, omdat de Scholekster tot nu toe de enige soort is waarvoor is vastgesteld dat Japanse oesters regelmatig op het menu staan (Cadée 2008, Markert *et al.* 2013). Echter, een groot deel van de oesters is te groot voor de Scholeksters en tussen de oesters zijn de mossels waarschijnlijk moeilijker te bereiken. Daarnaast hebben die mossels een lagere conditie en zijn dus niet alleen minder vangbaar maar ook minder aantrekkelijk als prooi.
3. De reden dat Stormmeeuwen afnemen als oesters toenemen heeft waarschijnlijk te maken met het feit dat ze op de schelpdierbanken niet zelf naar voedsel zoeken, maar de Scholeksters beroven van geopende schelpdieren, zoals beschreven door Zwartz & Drent (1981). Dit roofgedrag loont omdat de meeuwen de schelpdieren, die veel vlees bevatten, niet zelf kunnen openen, en de Scholeksters, die dat wel kunnen, daarvoor veel

tijd nodig hebben. Verder zijn de meeuwen behendige vliegers. In de gegevens was inderdaad sprake van een significante positieve correlatie tussen de dichtheid Scholeksters en de dichtheid Stormmeeuwen (Spearman $\rho = 0,54$, $p = 0,02$).

4. Kanoeten leven van schelpdieren die in het geheel worden ingeslikt (Zwarts & Blomert 1992, Dekinga & Piersma 1993). Dat is niet mogelijk bij Japanse oesters omdat die meestal veel te groot zijn en de hele kleine exemplaren vastgeplakt zitten op substraat dat dan mee ingeslikt zou moeten worden. Alleen kleine mossels (tot maximaal 20 mm lengte) kunnen worden ingeslikt en waarschijnlijk zijn dus alleen jonge mosselbanken met veel kleine mosseltjes geschikt als voedselgebied. Op oudere banken kunnen de kleine mossels zich verbergen tussen de grote mossels of de oesters.

Waarom is er geen verband tussen de vogeldichtheid en het voorkomen van oesters voor Zilvermeeuwen en Eidereenden? Voor beide soorten is de mossel een belangrijke voedselbron, die in het geheel wordt ingeslikt en in de maag gekraakt. Inslikken en in de maag kraken van Japanse oesters lijkt geen optie. Zilvermeeuwen kunnen Japanse oesters kraken door ze op het asfalt of een stenen glooiing te laten vallen, maar de meeste oesterbanken zijn te ver van asfalt of glooiingen om dat lonend te maken. De verklaring schuilt waarschijnlijk in het feit dat zowel Zilvermeeuwen als Eidereenden naast schelpdieren ook strandkrabben eten, en die zijn talrijk op zowel mossel- als oesterbanken. Strandkrabben waren de belangrijkste prooi van Zilvermeeuwen op oesterbanken in de Duitse Waddenzee (Markert *et al.* 2013).

5.3. Effect oesters op conditie mossels

Naarmate er meer oesters op een schelpdierbank voorkomen hebben de mossels een lagere conditie, dat wil zeggen dat er minder vlees in de schelpen zit dan op grond van lengte en seizoen verwacht mag worden. Lage condities komen ook voor bij mosselbanken met heel weinig oesters. Dit zijn waarschijnlijk mosselbanken die hoog in de getijzone liggen waar ze lang droogvallen.

Een lage conditie van de mossel maakt deze prooi minder aantrekkelijk voor schelpdieretende vogels, vooral voor de drie soorten die de prooi in het geheel inslikken: Eidereend, Zilvermeeuw en Kanoet. Toch werd alleen een significant positief verband vastgesteld tussen vogeldichtheid en mosselconditie voor de Eidereend. Dat dit verband niet werd gevonden bij de Kanoet kan te maken hebben met het feit dat Kanoeten alleen terecht kunnen op jonge mosselbanken zonder oesters en die banken zijn vooral hoog in de getijzone te vinden. Hoog in de getijzone hebben de mossels een lage conditie. Voor

Zilvermeeuwen gaat deze verklaring mogelijk ook op, want Zilvermeeuwen die mossels eten kunnen dat waarschijnlijk ook alleen maar doen op jonge mosselbanken zonder oesters. Daarnaast eten de Zilvermeeuwen strandkrabben op banken met veel oesters en op zulke banken hebben de mossels ook een lage conditie.

5.4. Beleidskader handmatig rapen van oesters

In eerder onderzoek naar de effecten van handmatig rapen van oesters op vogels werd geconcludeerd dat het aannemelijk is dat oesterrapers lokaal de Scholeksters verstoren die op de betreffende bank naar voedsel zoeken (Glorius *et al.* 2014) en dat deze verstoring geminimaliseerd kan worden door raapactiviteiten te beperken tot banken met de laagste dichtheid Scholeksters. Deze rapportage bevestigt het vermoeden dat dit de banken met de hoogste dichtheid oesters zijn.

Dit eerdere onderzoek beperkte zich noodgedwongen tot Scholeksters. Het in dit rapport gepresenteerde onderzoek toont aan dat ook andere vogelsoorten verstoord zullen worden door het oesterrapen, maar dat binnen het gegeven dat schelpdierbanken heel vogelrijk zijn, juist de banken met de meeste oesters het minst vogelrijk zijn. Er zijn geen vogelsoorten waarvan de dichtheid toeneemt op schelpdierbanken als de fractie oesters toeneemt.

5.5. Aanbevelingen

Oesters rapen zonder vogels te verstoren lijkt niet mogelijk. Op het wad zijn tal van activiteiten toegestaan waarbij vogels verstoord worden, zoals handkockelvisserij, wadlopen en droogvallen van vaarrecreanten. Bij de meeste van deze vogelsoorten wordt de staat van instandhouding als gunstig gekwalificeerd. Dat geldt niet voor de Scholekster. De aantallen van deze soort liggen elk jaar verder onder de instandhoudingsdoelstelling en er geldt al jaren een verbeterdoelstelling van de kwaliteit van het habitat. Het verdient daarom aanbeveling om de cumulatieve effecten van verschillende scenario's voor het oesterrapen met deze andere versturende activiteiten op de Scholekster populatie te onderzoeken.

Daarnaast verdient het aanbeveling om af te stappen van de simpele driedelige classificatie van schelpdierbanken in mosselbanken, gemengde banken en oesterbanken en een methode te ontwikkelen om in het veld tot schattingen te komen van de samenstelling van de verschillende schelpdierbanken. Zulke veldschattingen moeten natuurlijk wel middels bemonsteringen gevalideerd worden.

6. Dankwoord

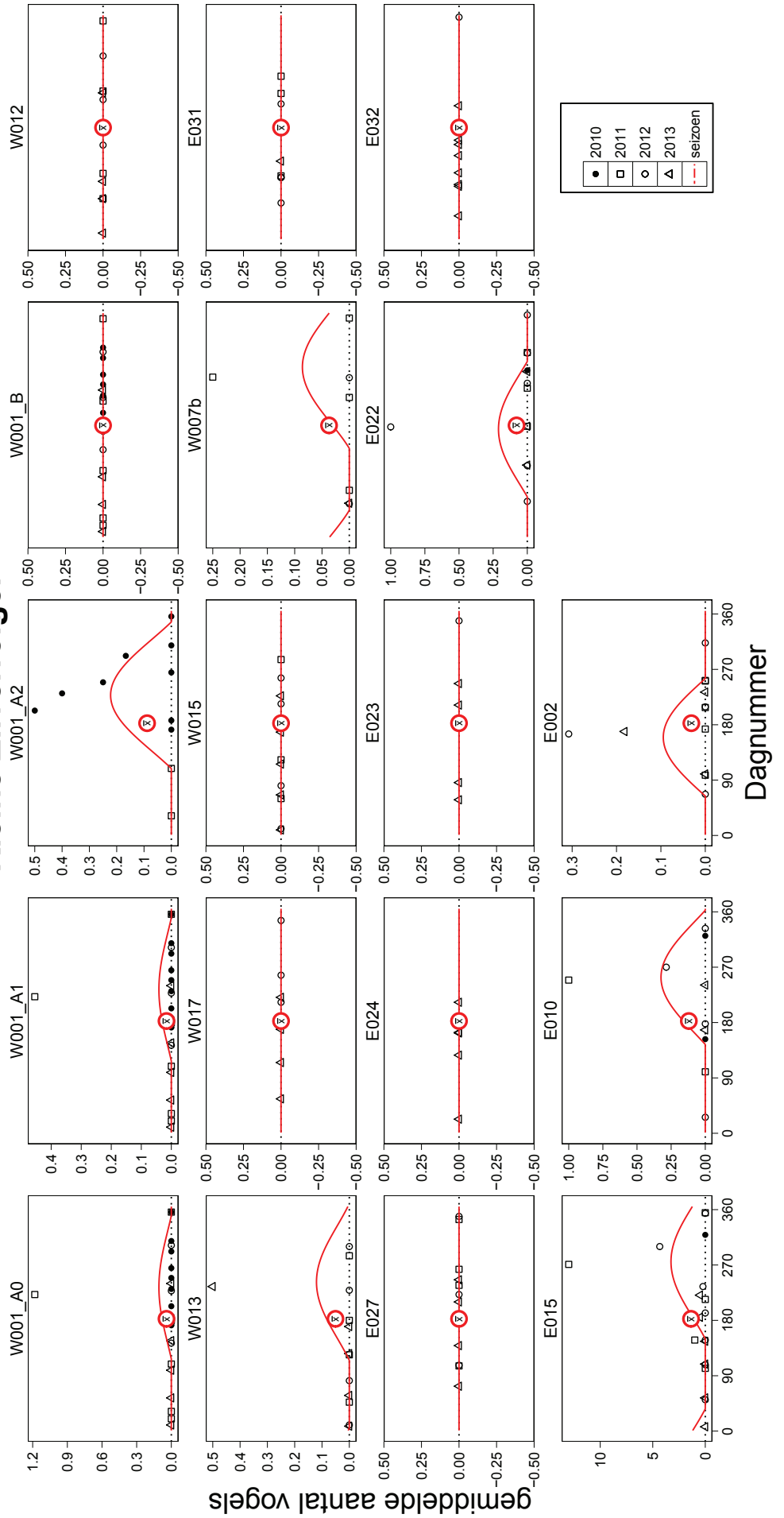
Dit onderzoek werd financieel ondersteund door het Waddenfonds, het ministerie van Infrastructuur en Milieu (Rijkswaterstaat) en de provincies Fryslân en Noord-Holland via het project Mosselwad en het Programma naar een Rijke Waddenzee (PRW). Daarnaast willen wij graag de grote aantallen vrijwil-

lige waarnemers bedanken voor het uitvoeren van de hoogwatertellingen. Aan Rijkswaterstaat en IMARES zijn wij dank verschuldigd voor het verstrekken van de vliegtuigtellingen van de Eidereenden in de Waddenzee.

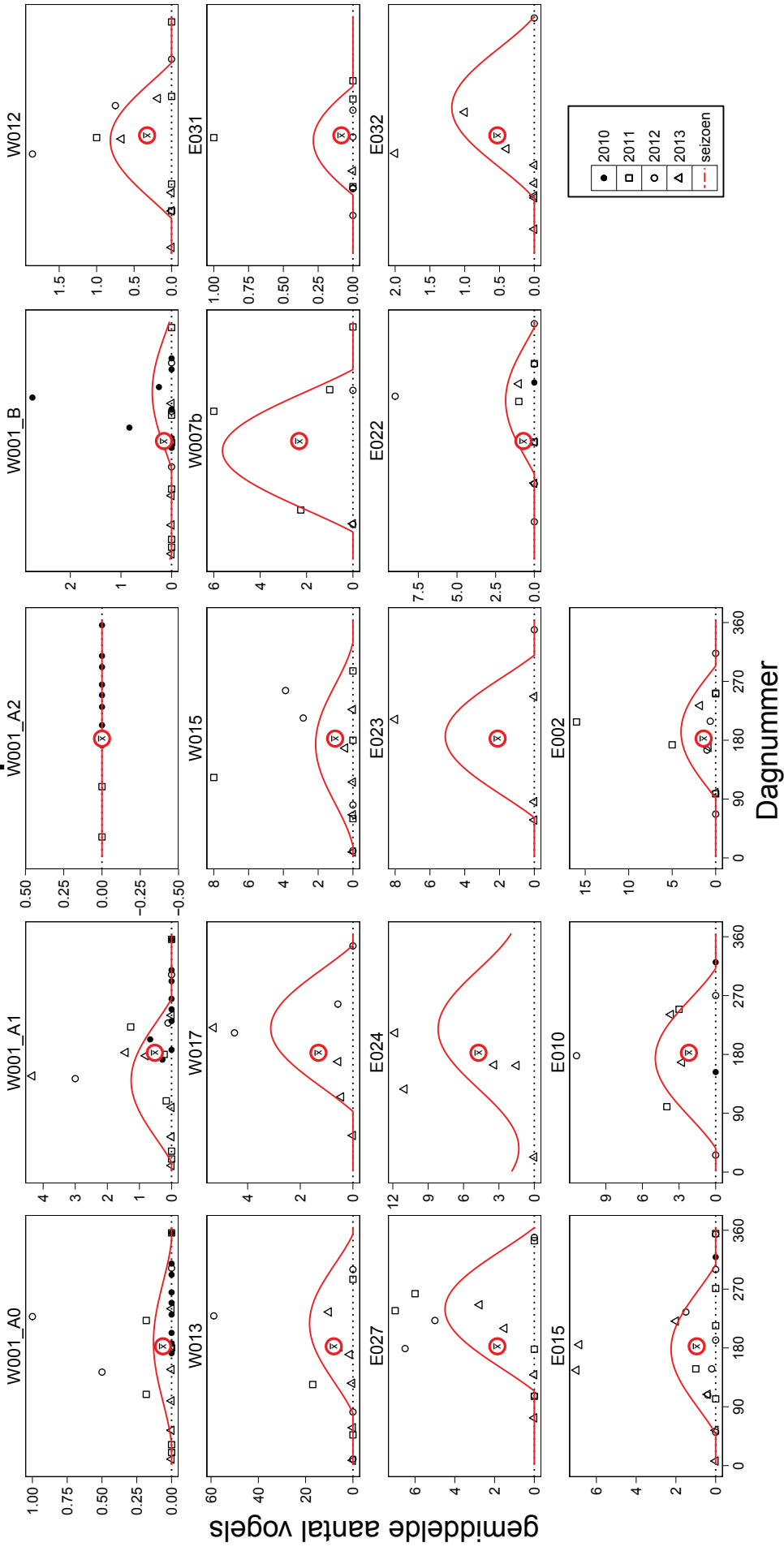
7. Appendix

In deze appendix staan voor alle onderzochte vogelsoorten per bank de telgegevens geplot als functie van het dagnummer. Ook weergegeven het berekende seizoensverloop (in rood) en het gemiddelde aantal (rood omcirkelde x).

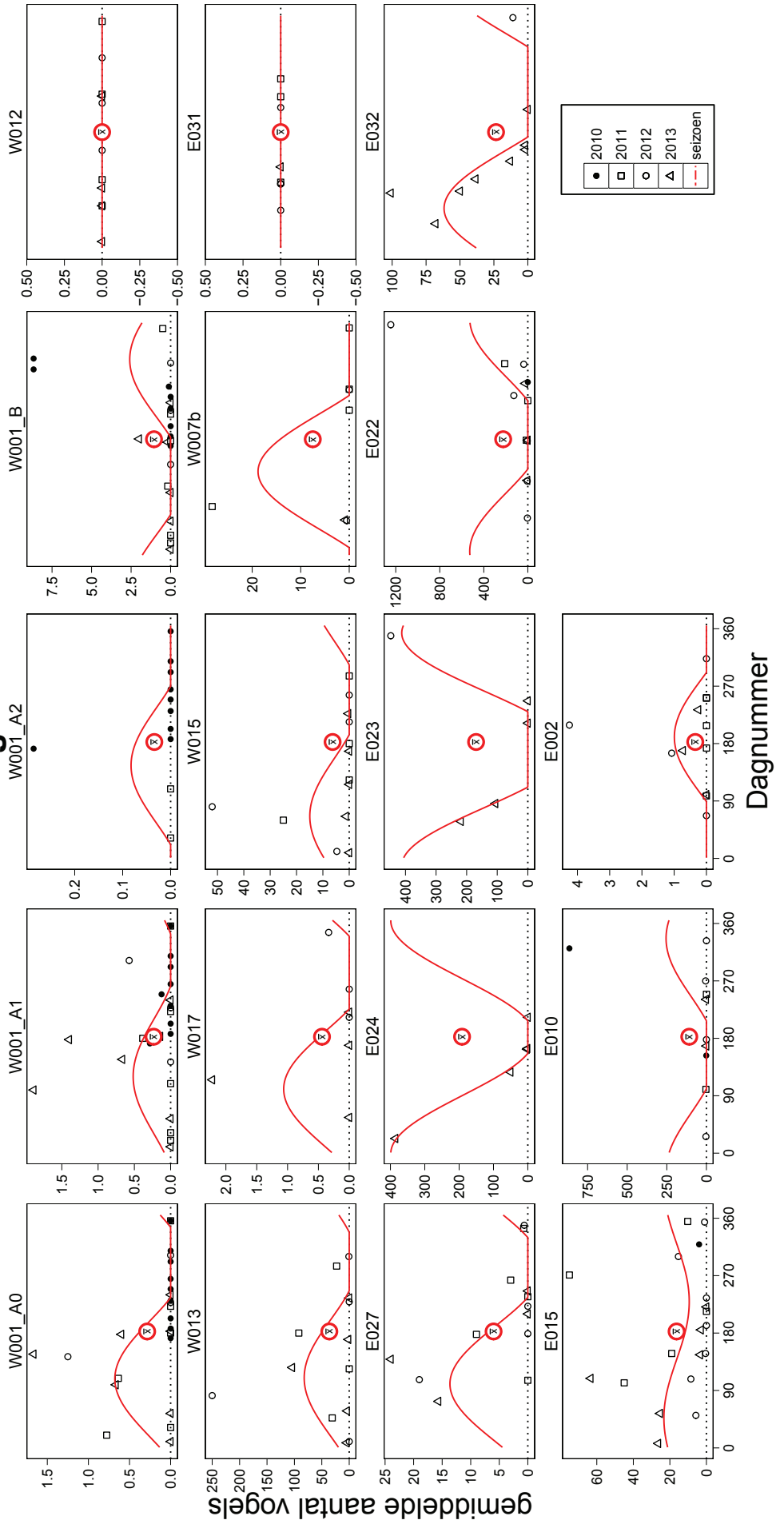
Kleine Zilverreiger



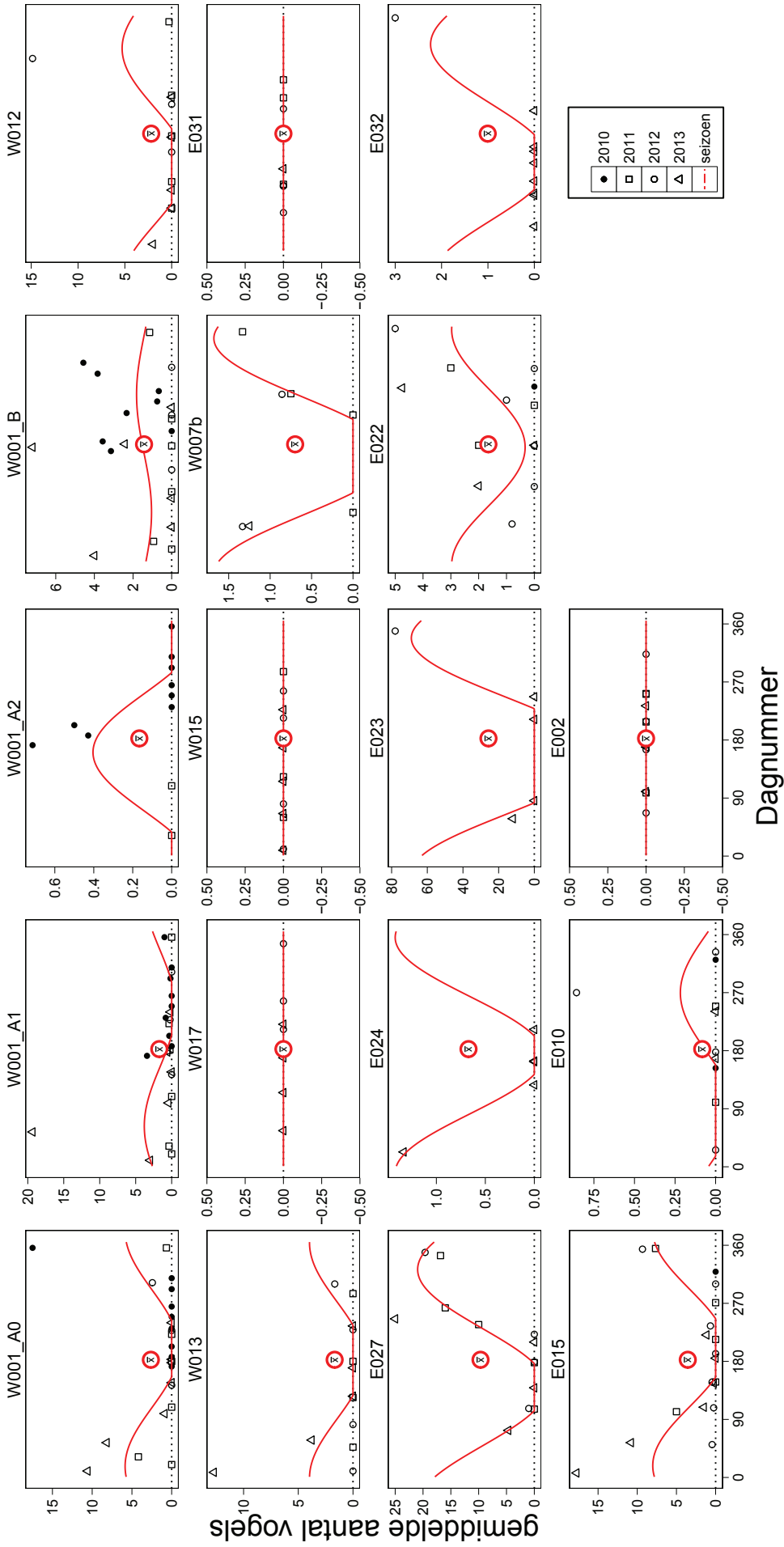
Lepelaar



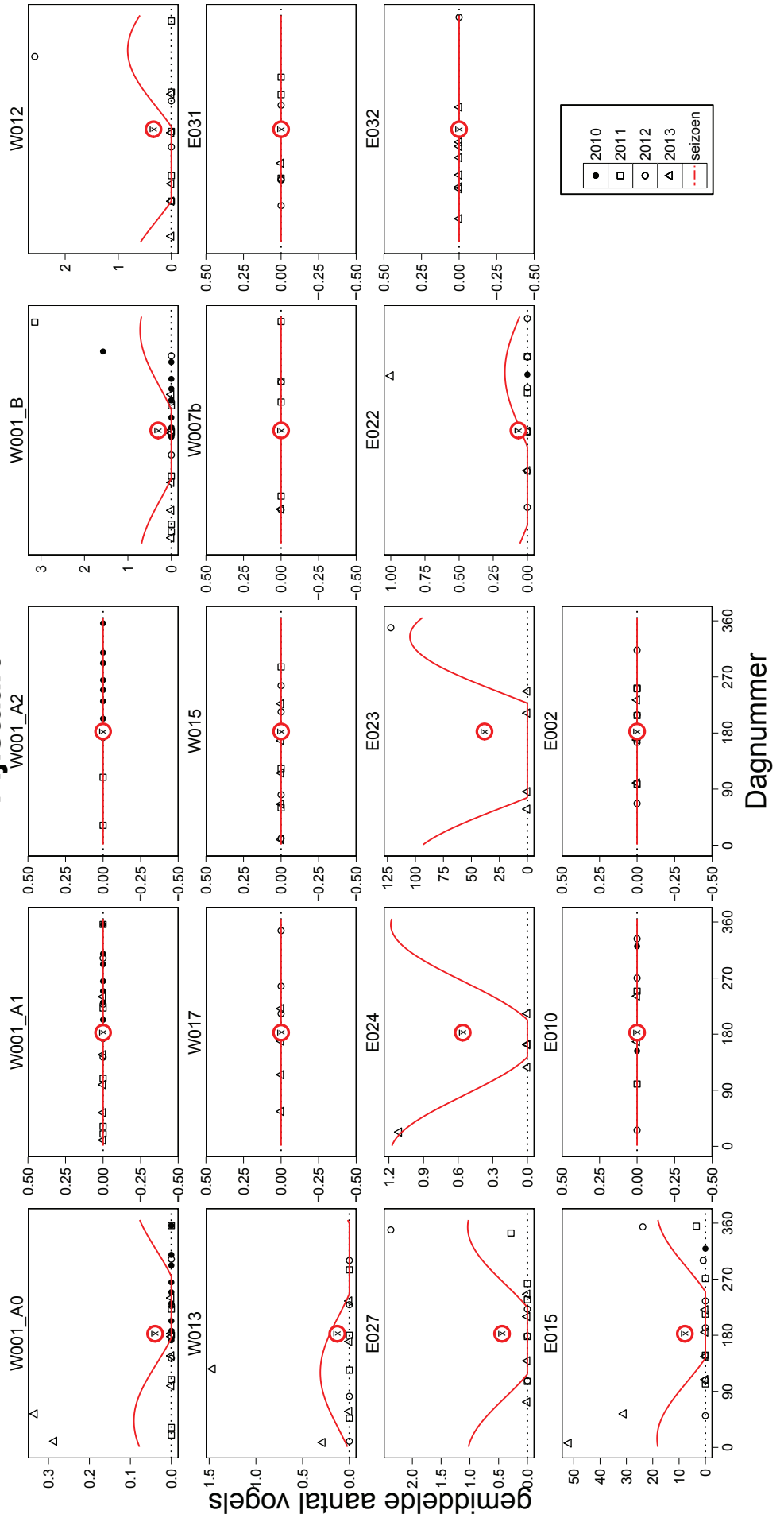
Bergeend



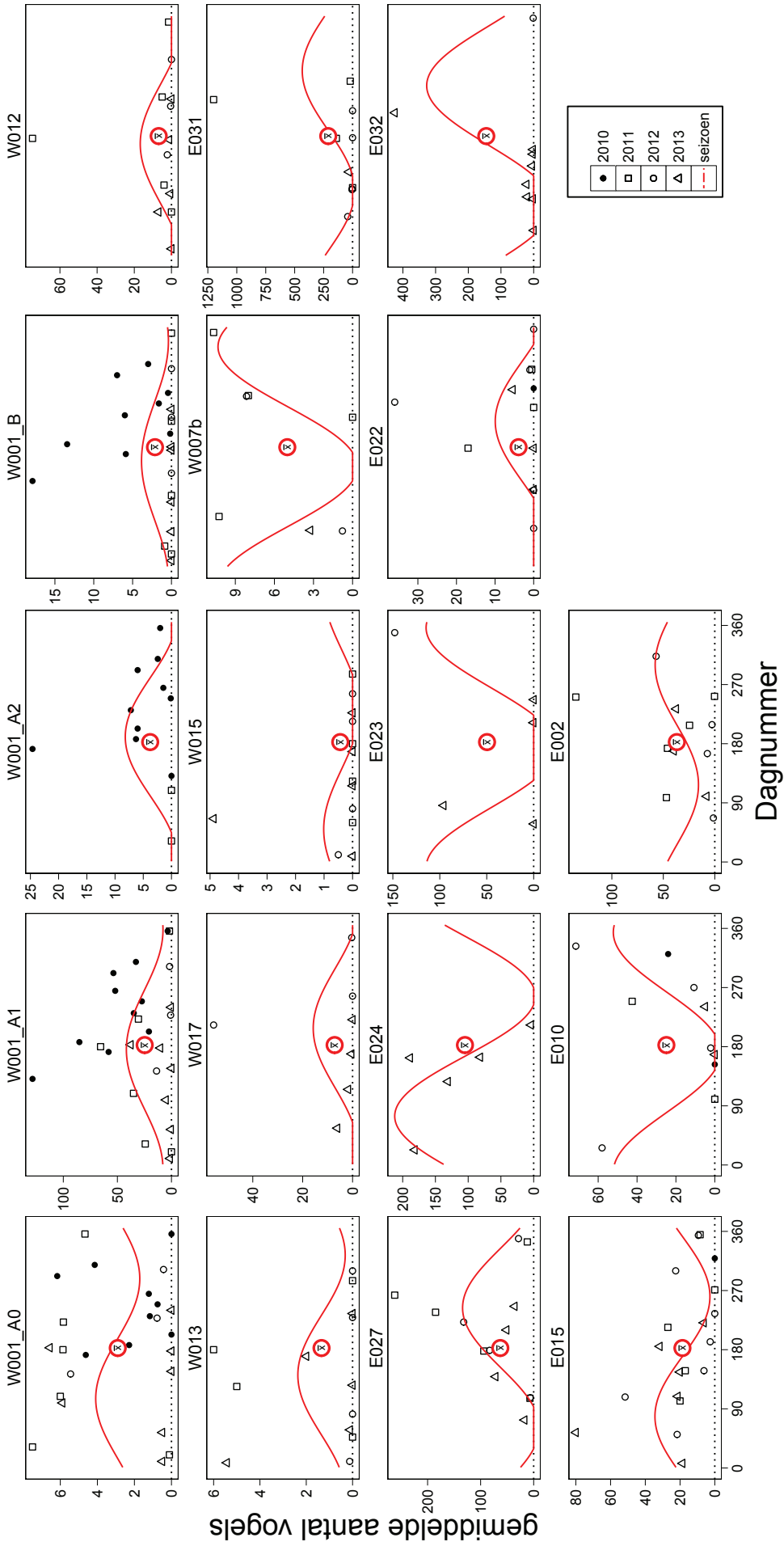
Wilde Eend



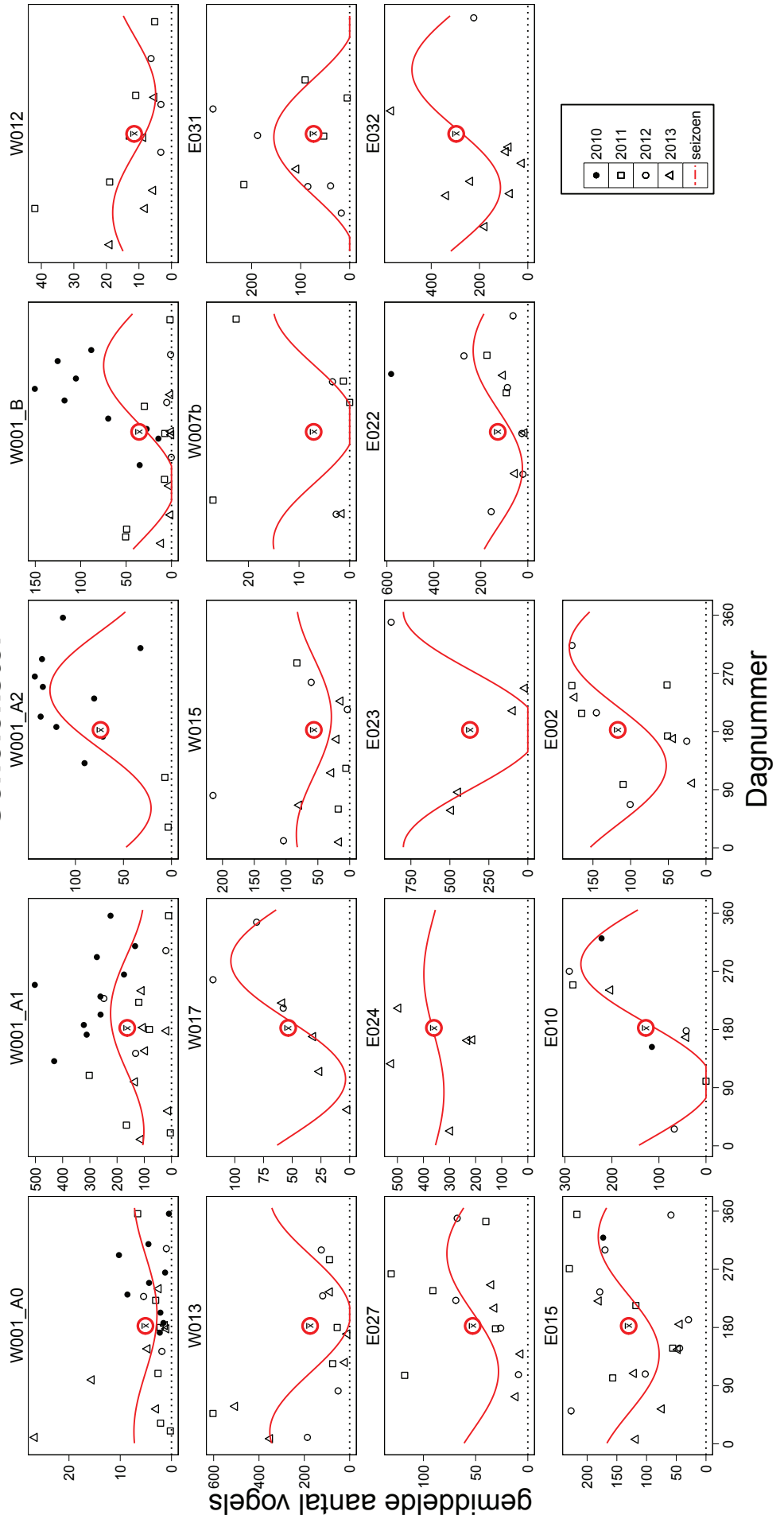
Pijlstaart



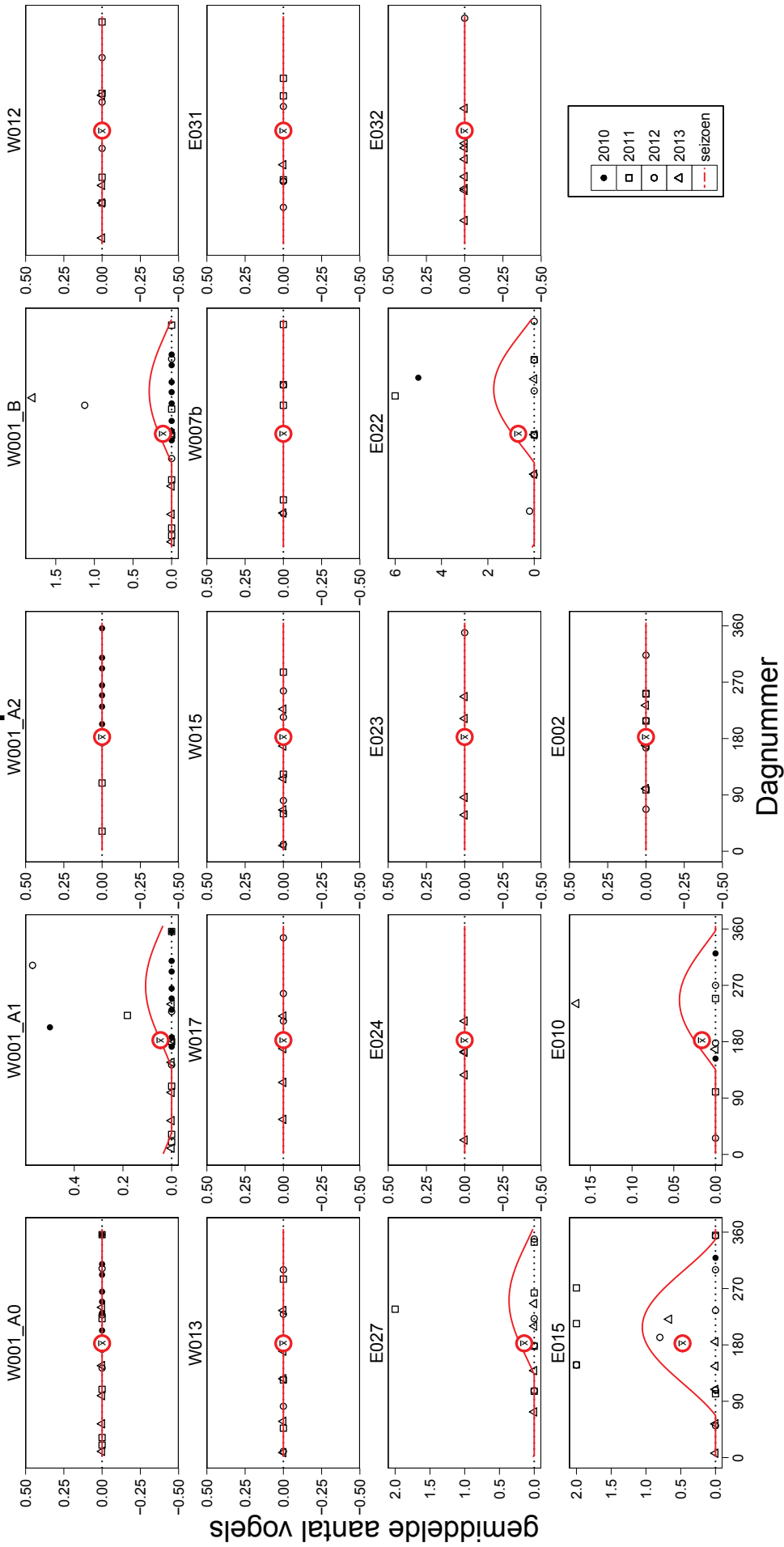
Eider



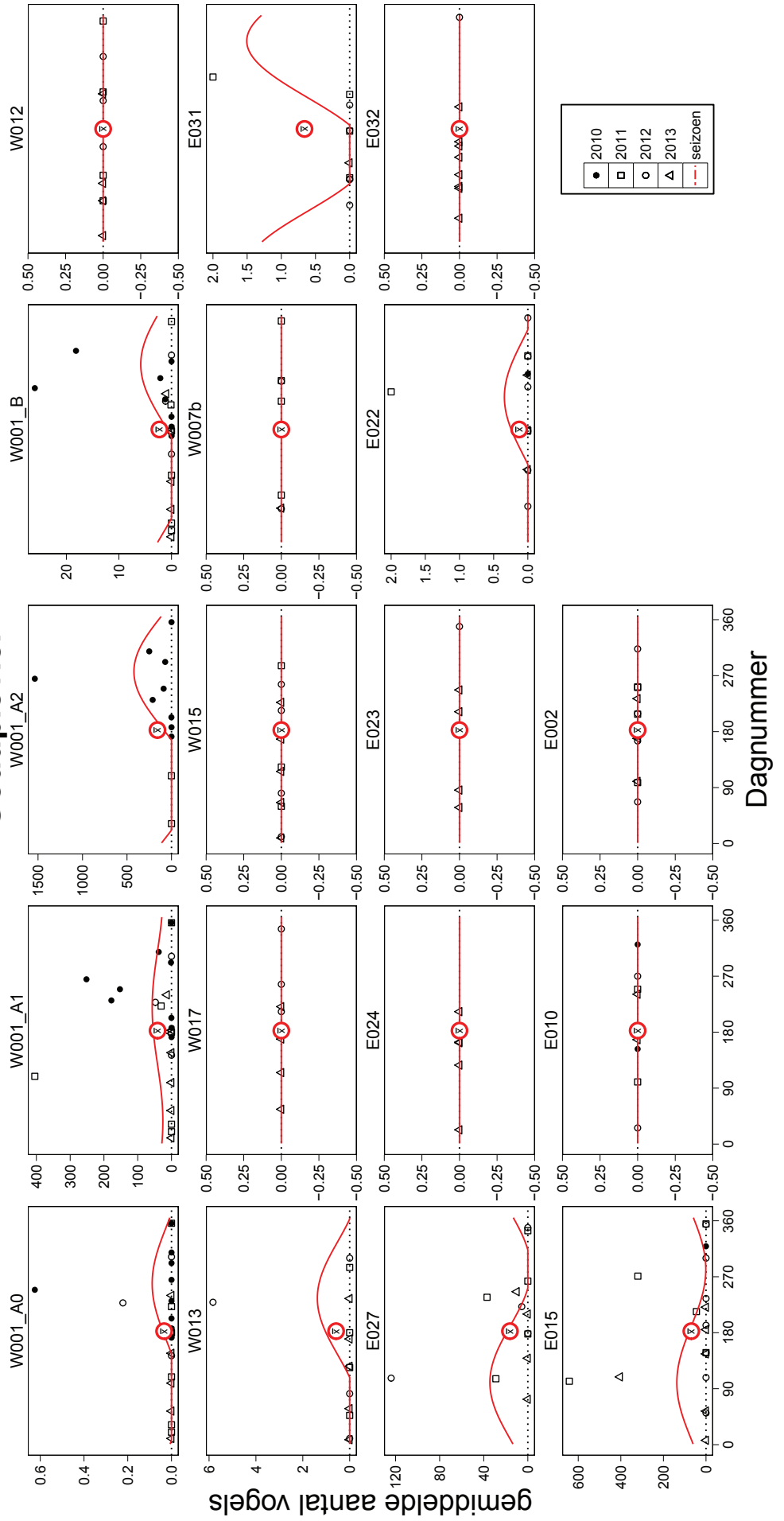
Scholekster



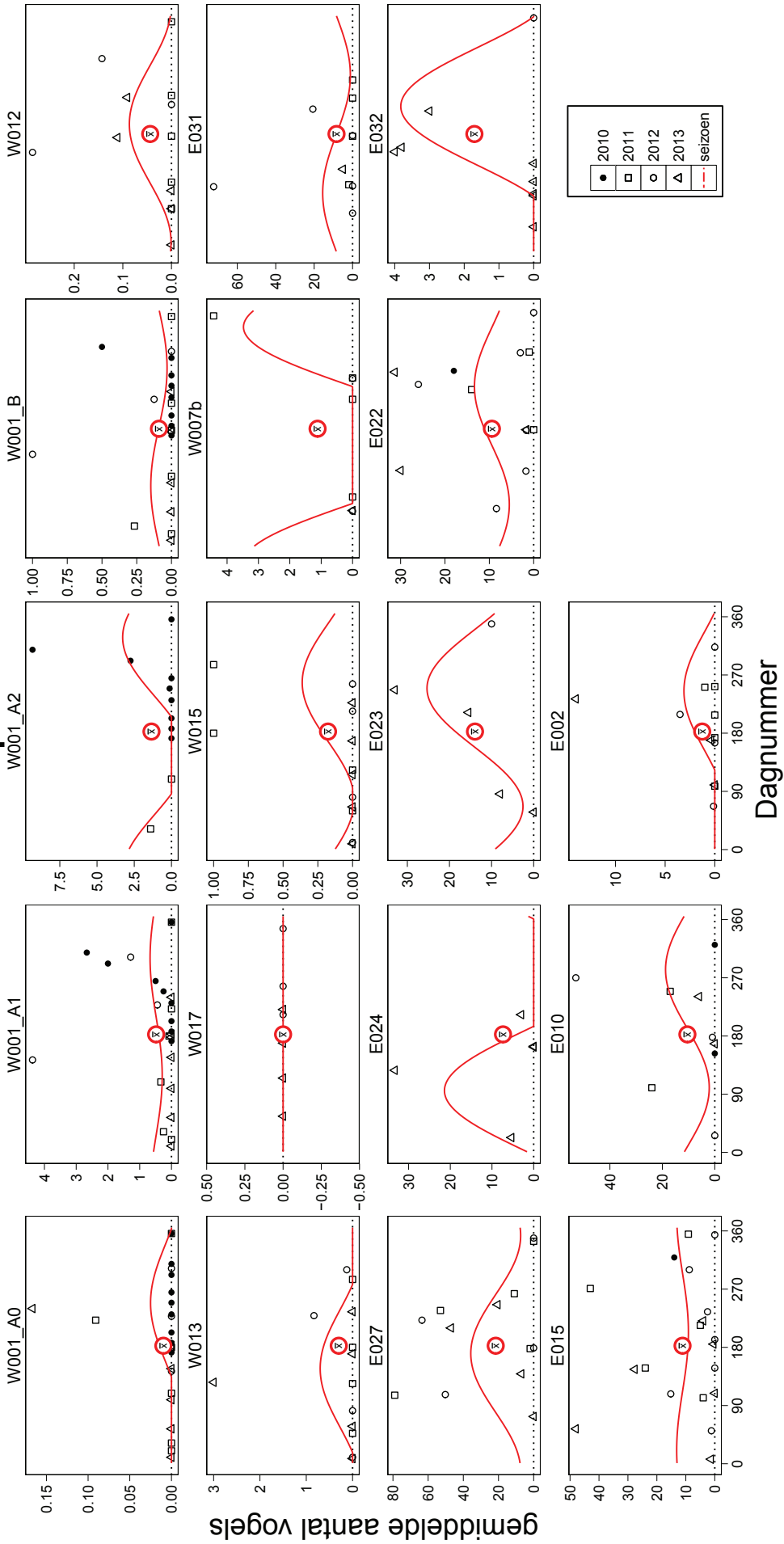
Bontbekplevier



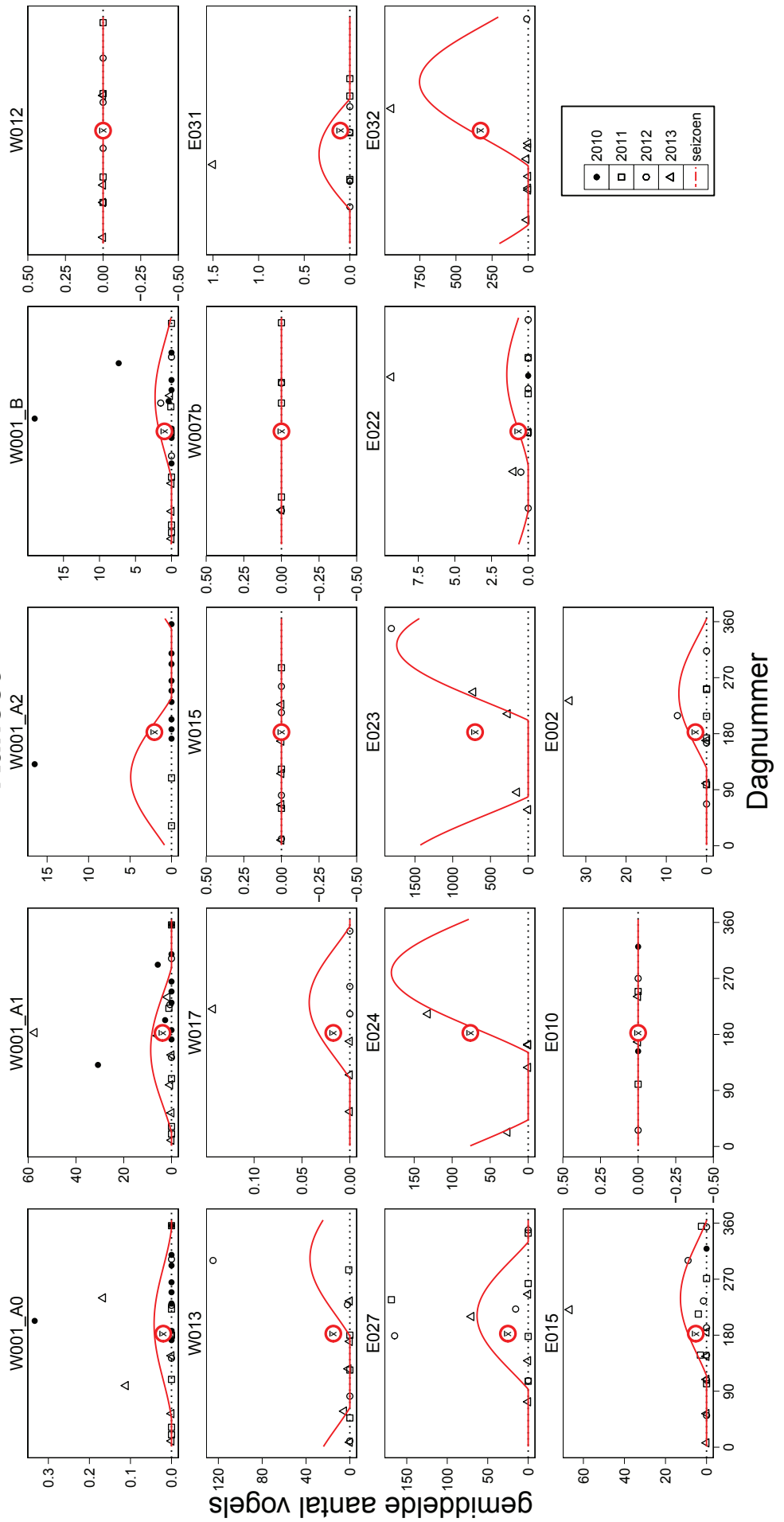
Goudplevier



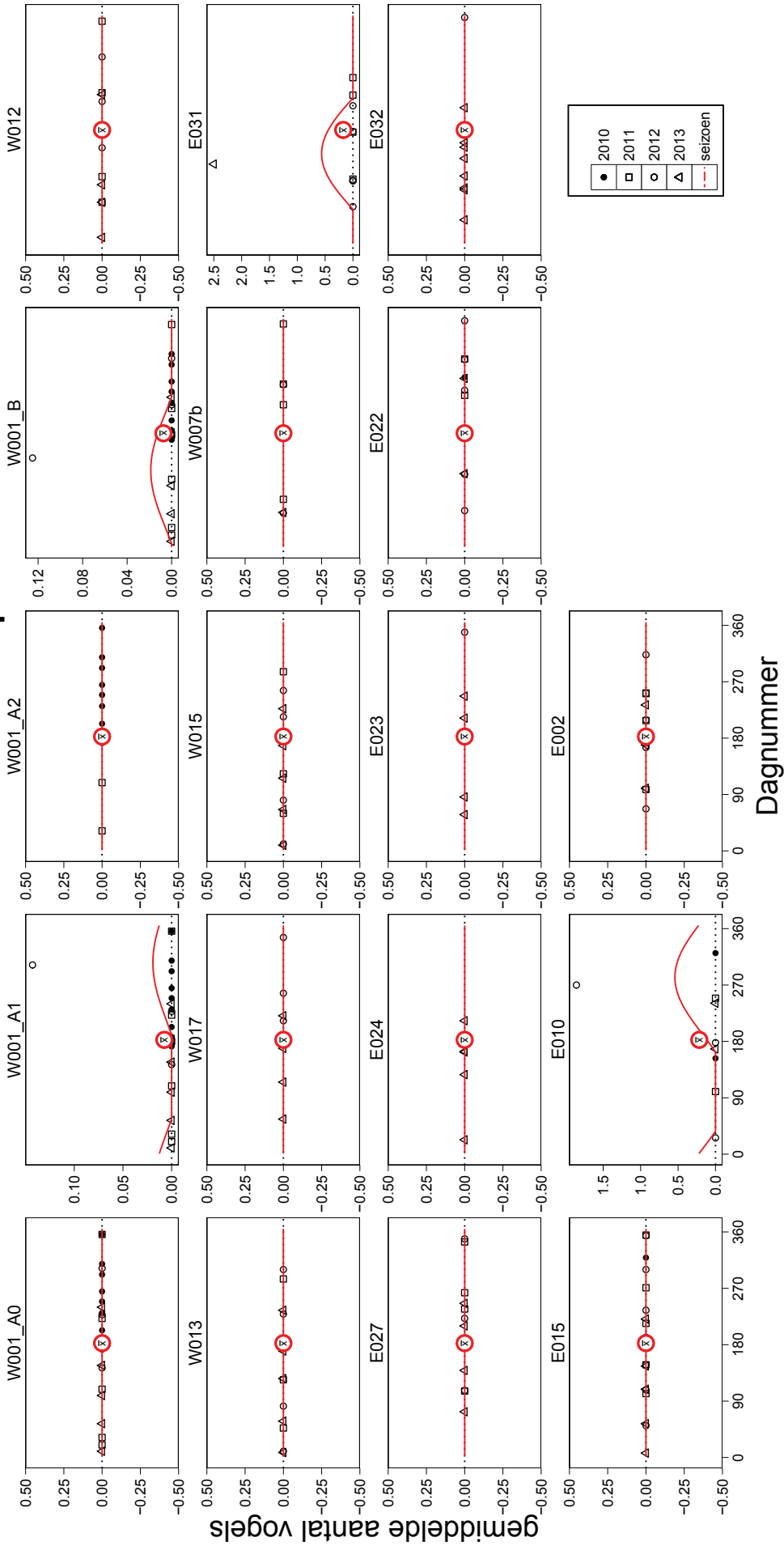
Zilverplevier



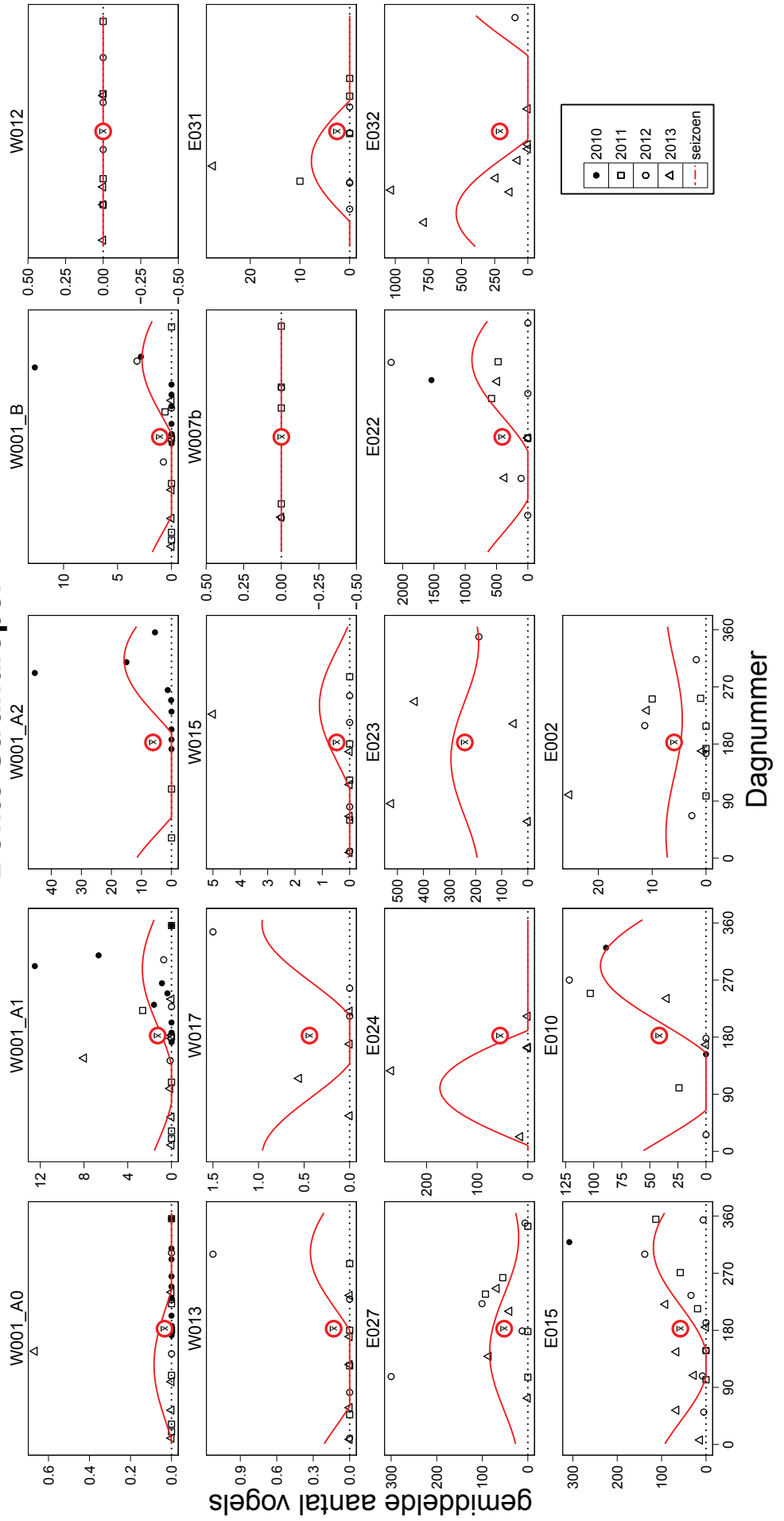
Kanoet



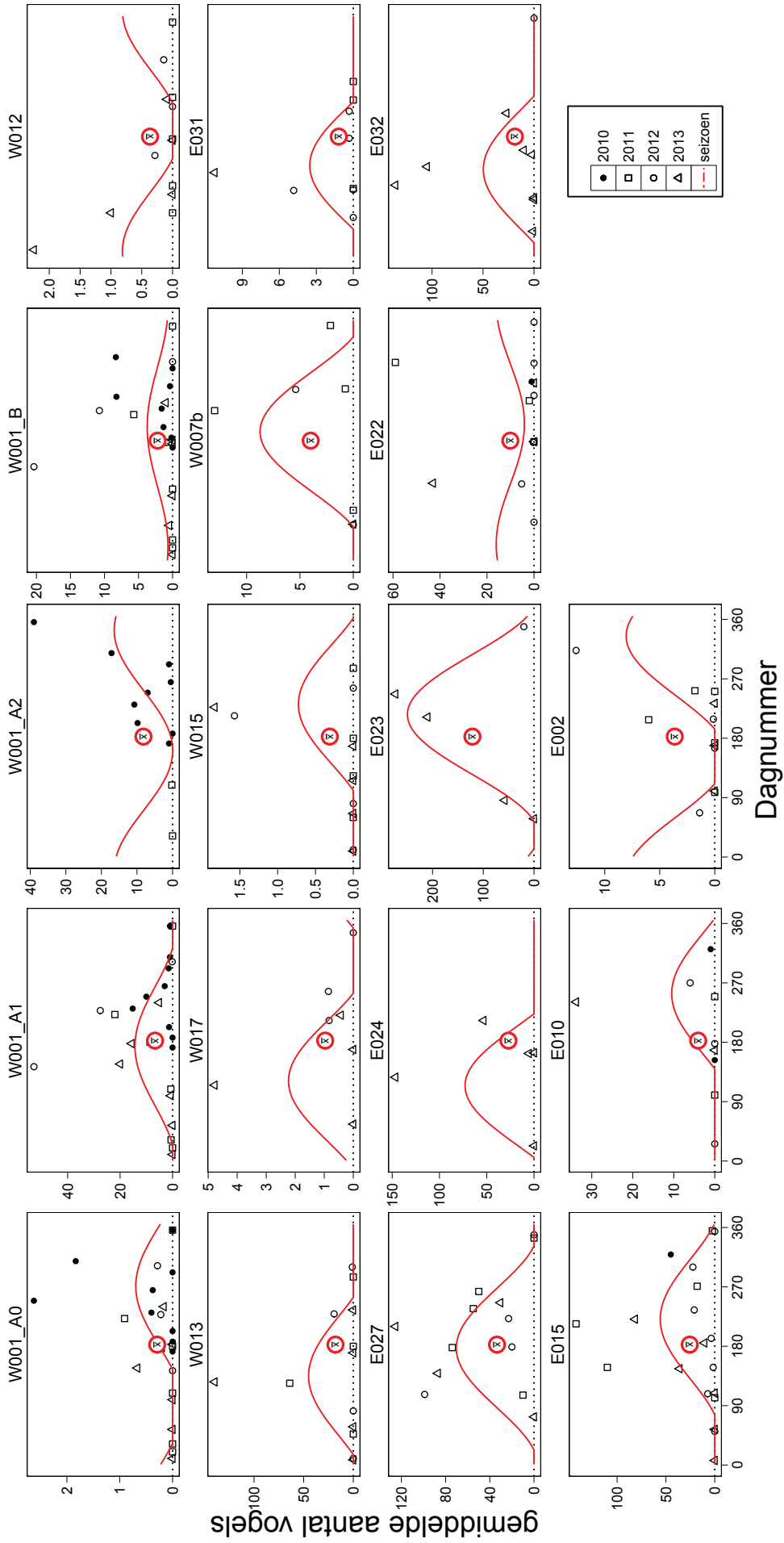
Drietenstrandloper

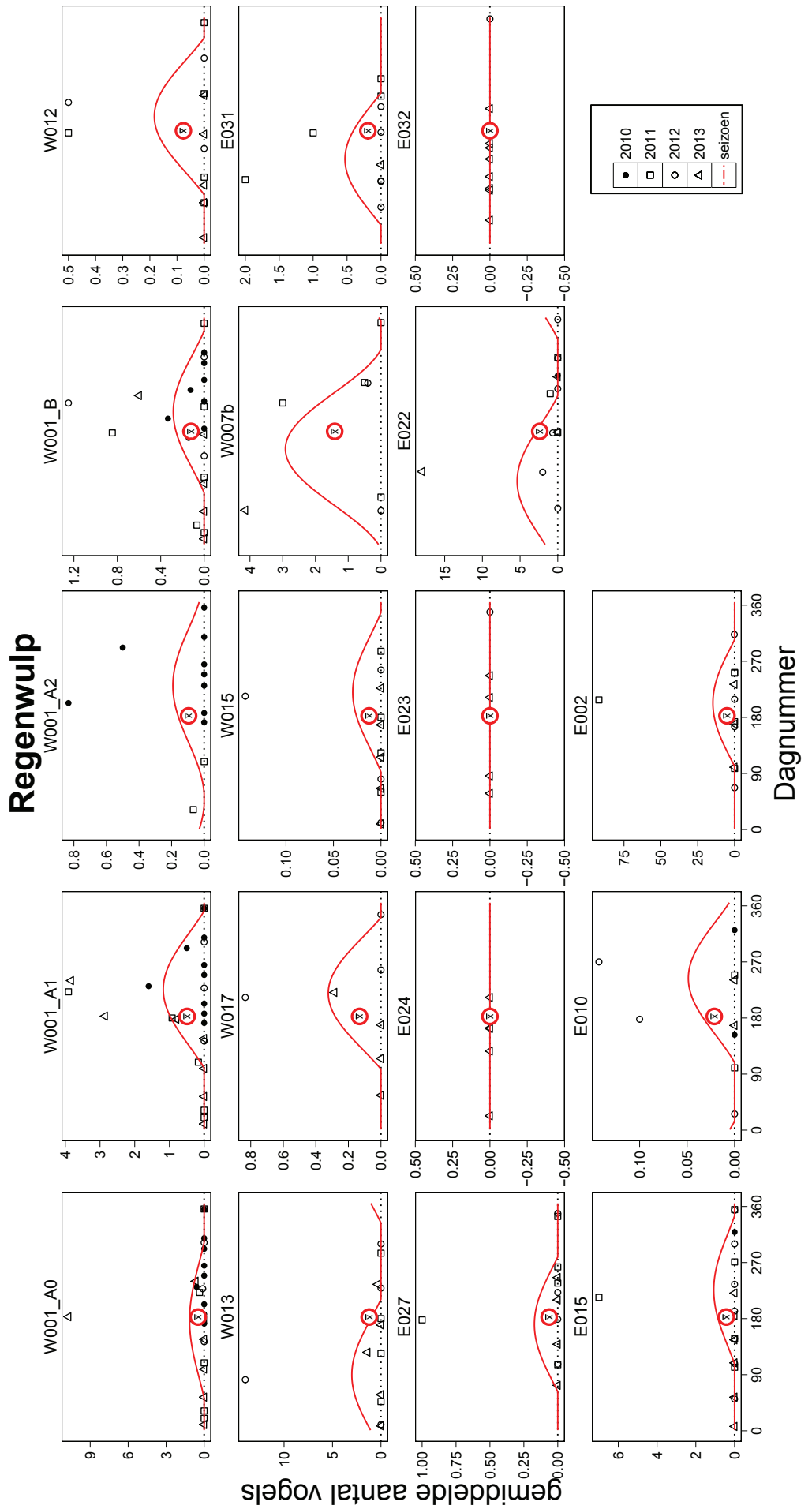


Bonte Strandloper

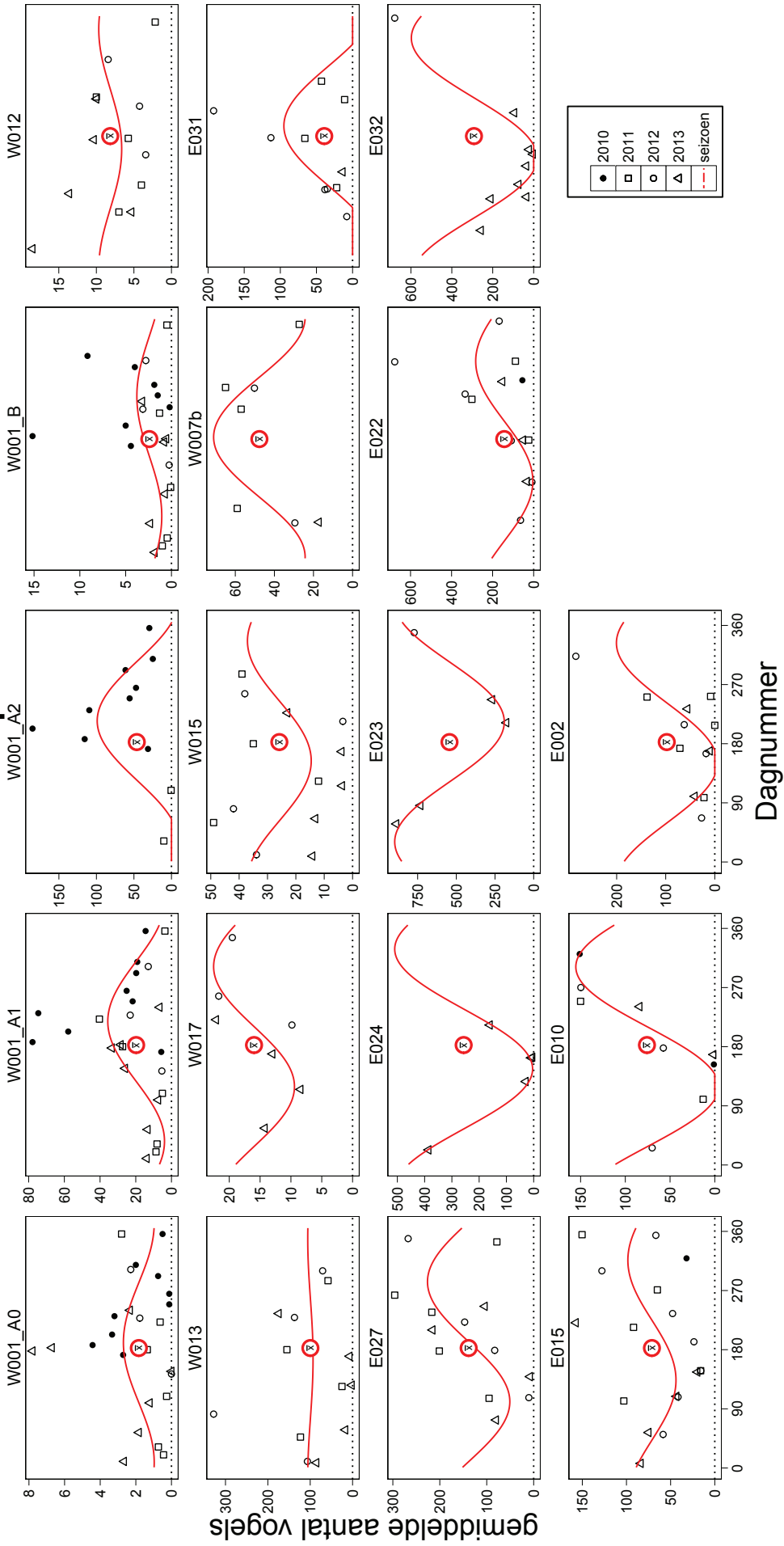


Rosse Grutto

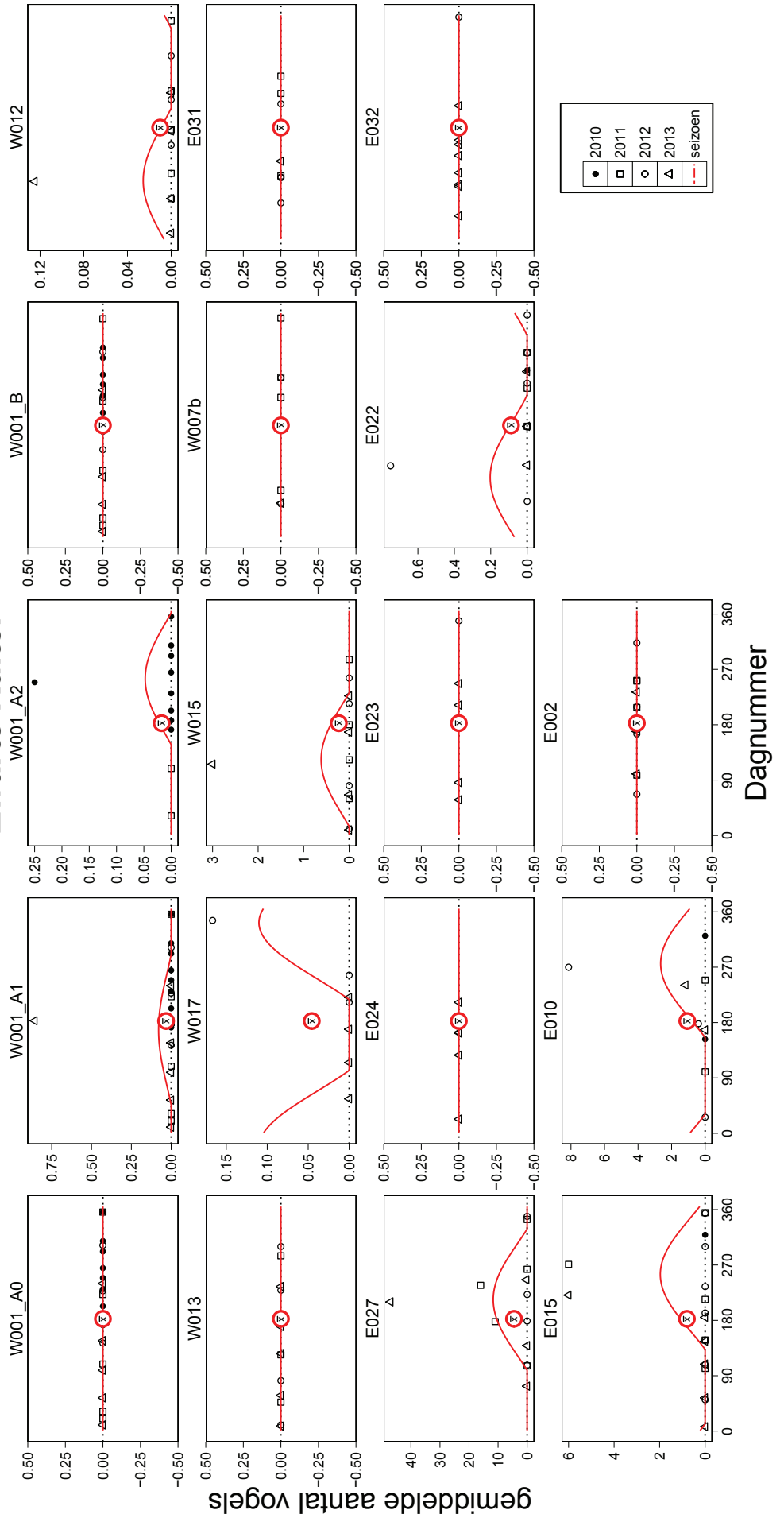




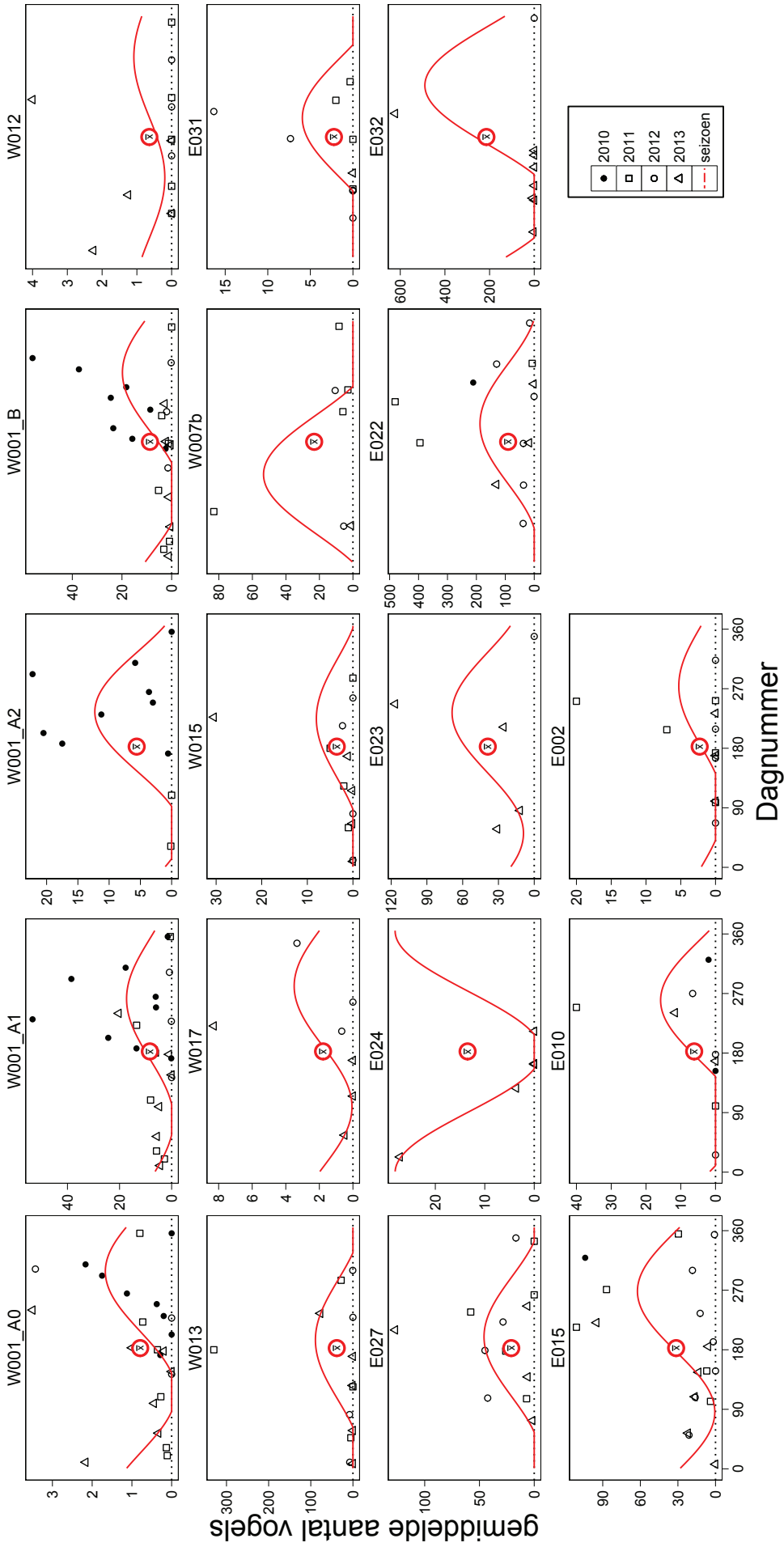
Wulp



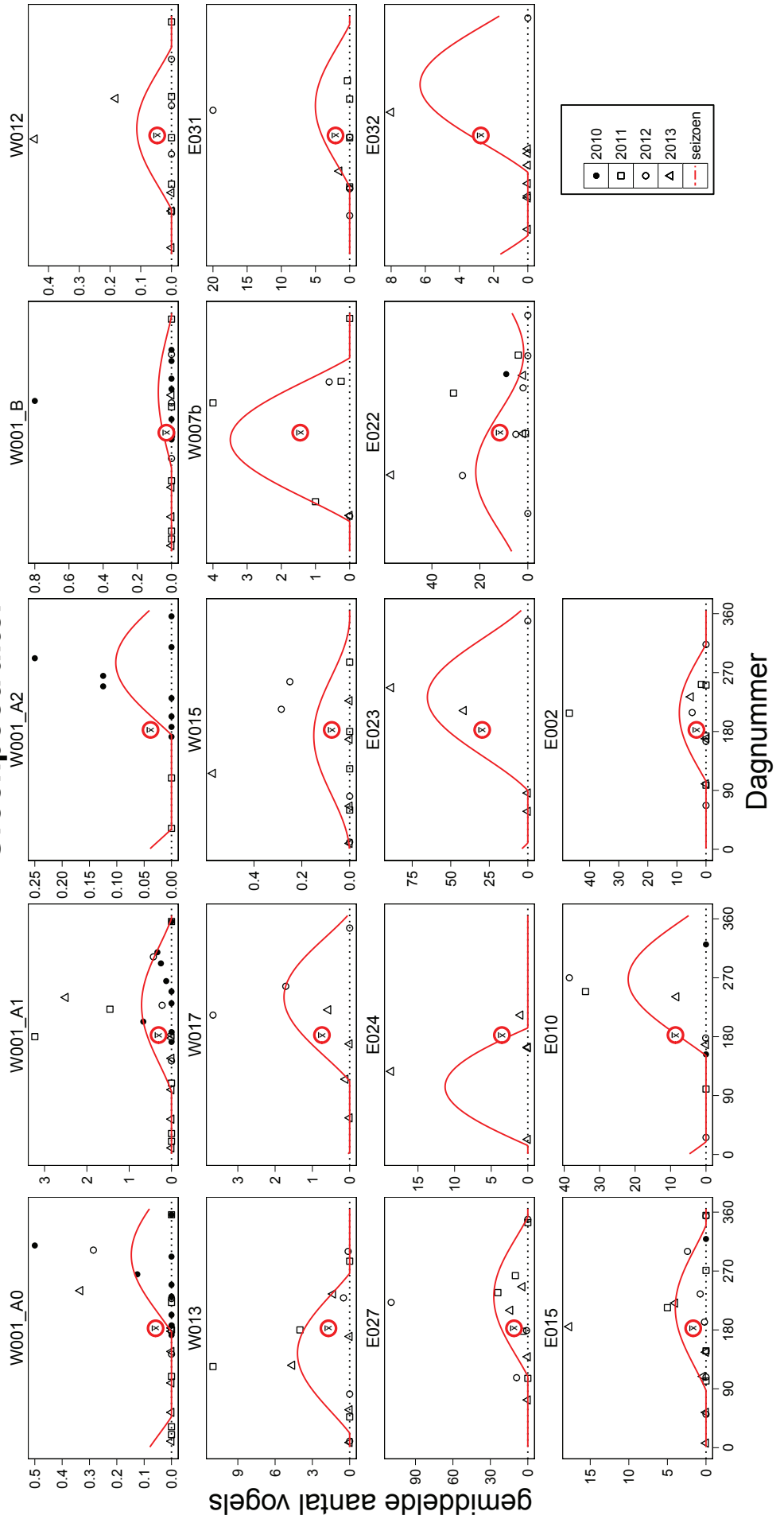
Zwarte Ruiter



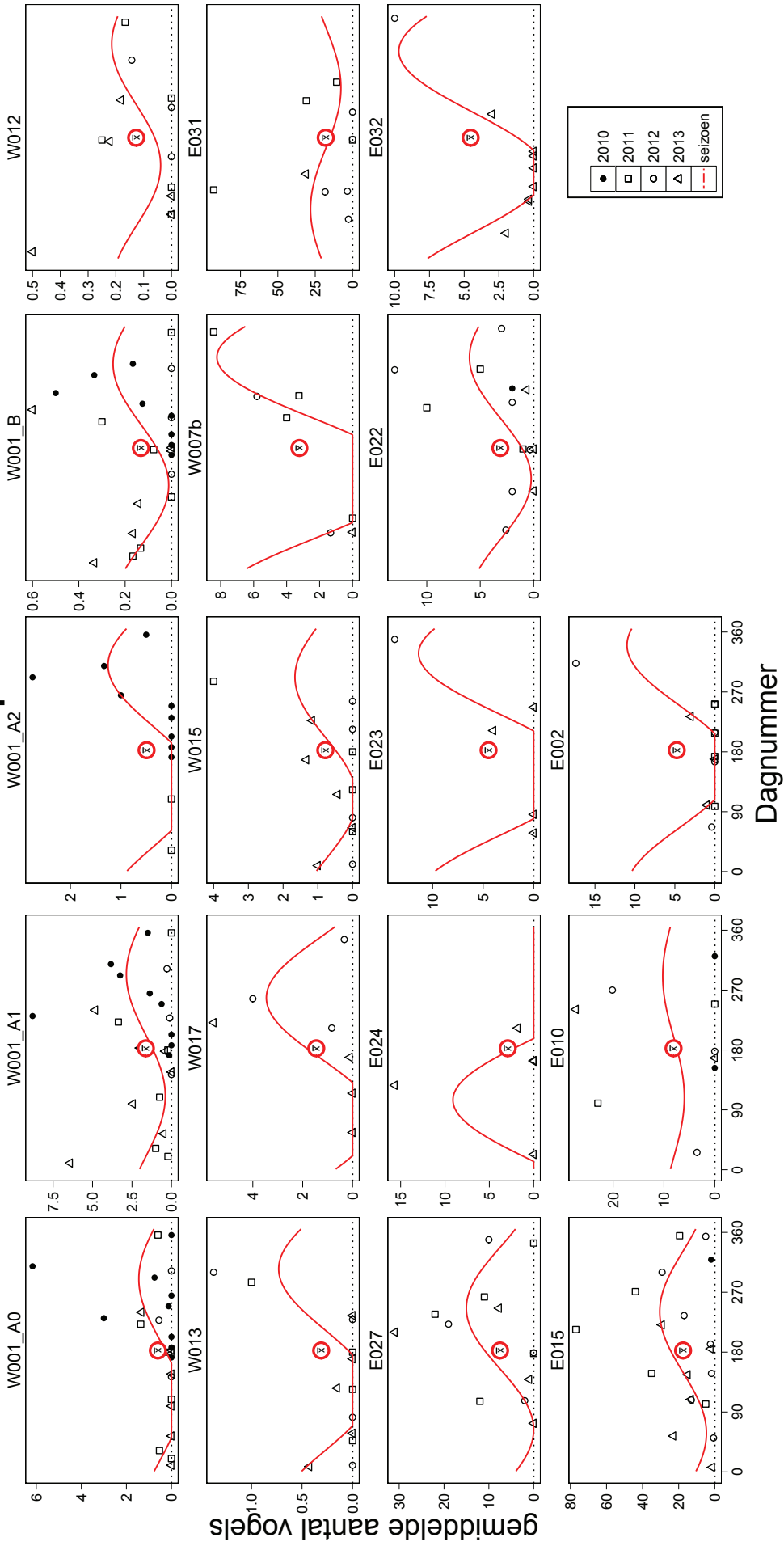
Tureluur



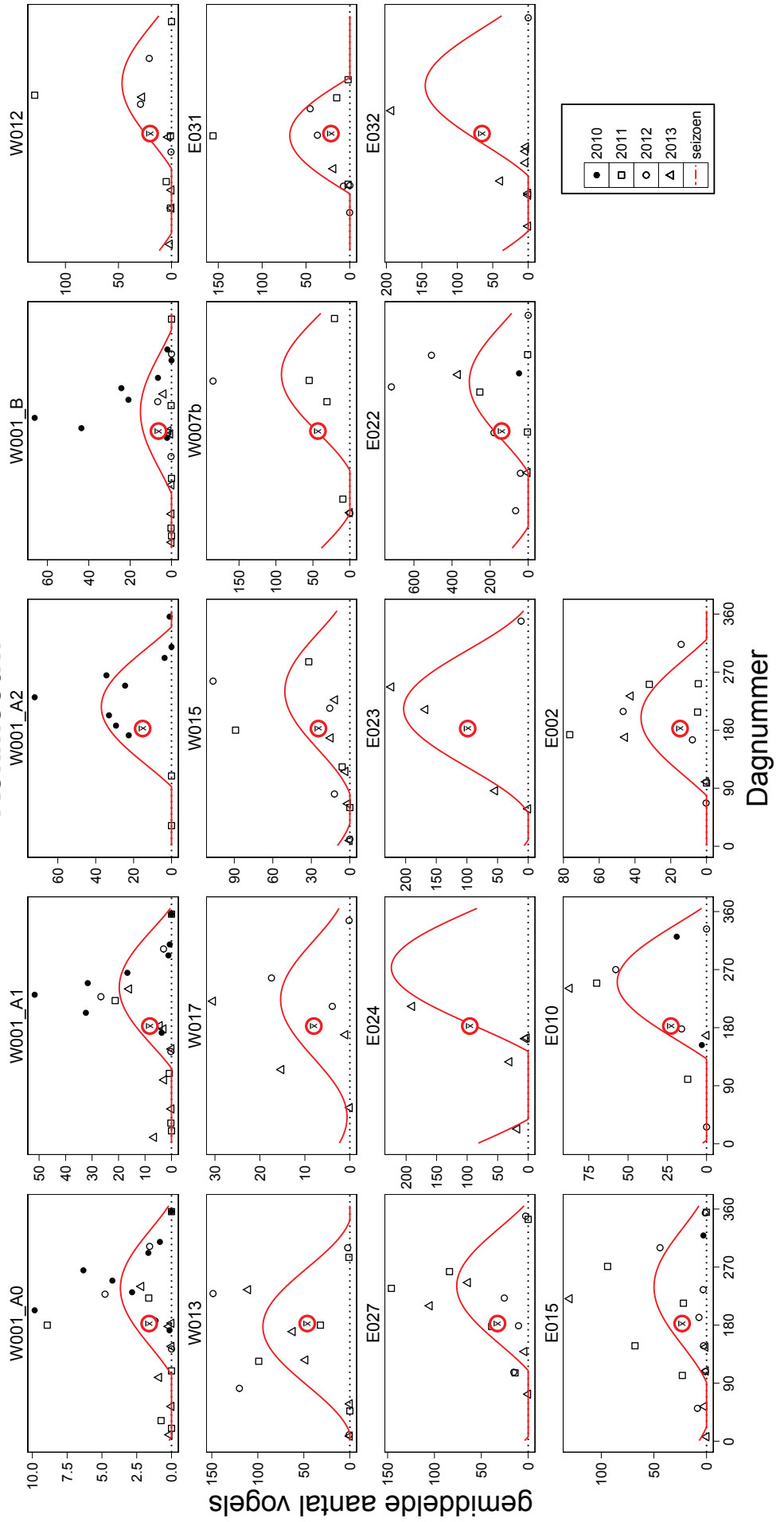
Groenpootruiter



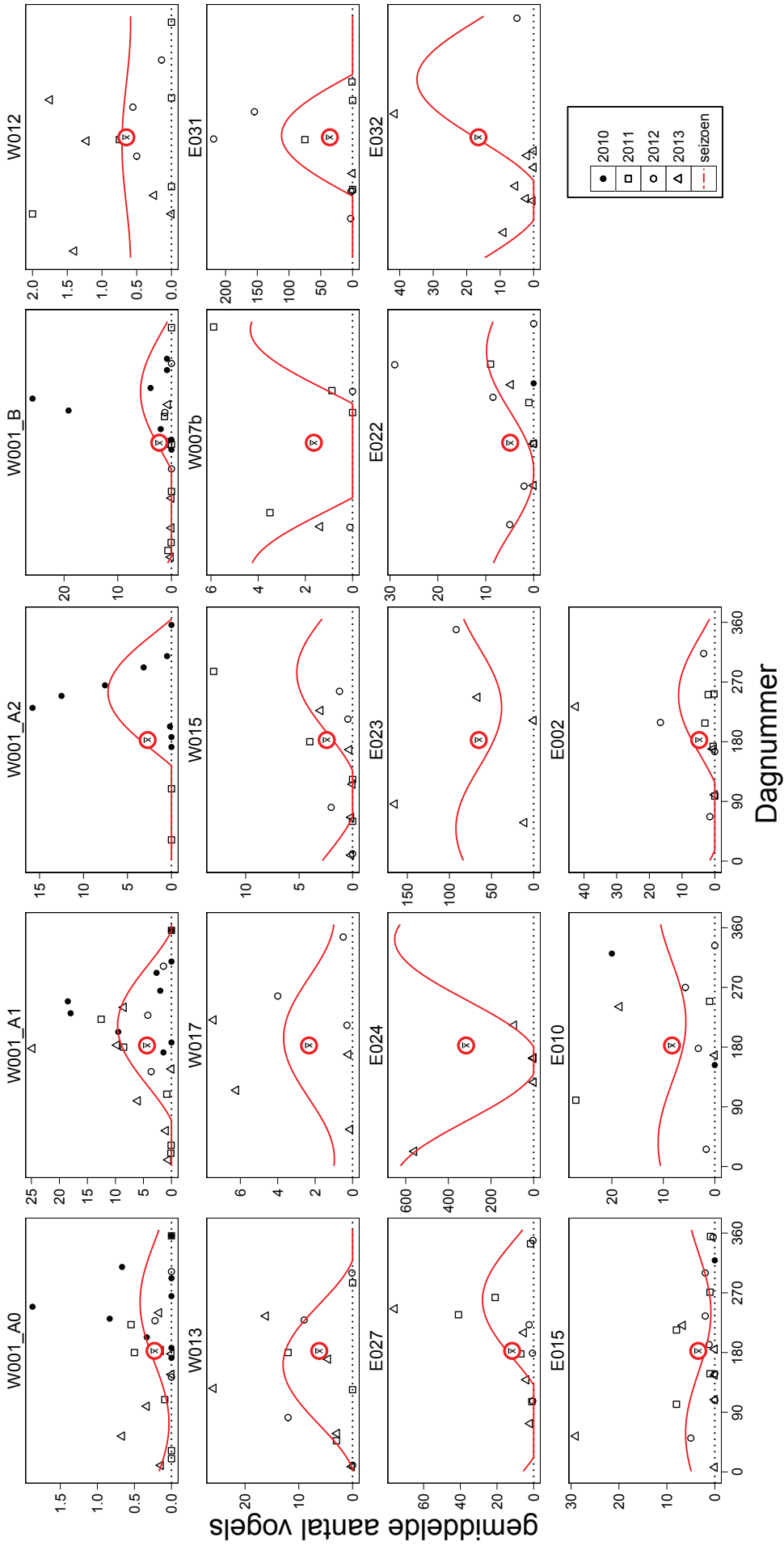
Steenloper



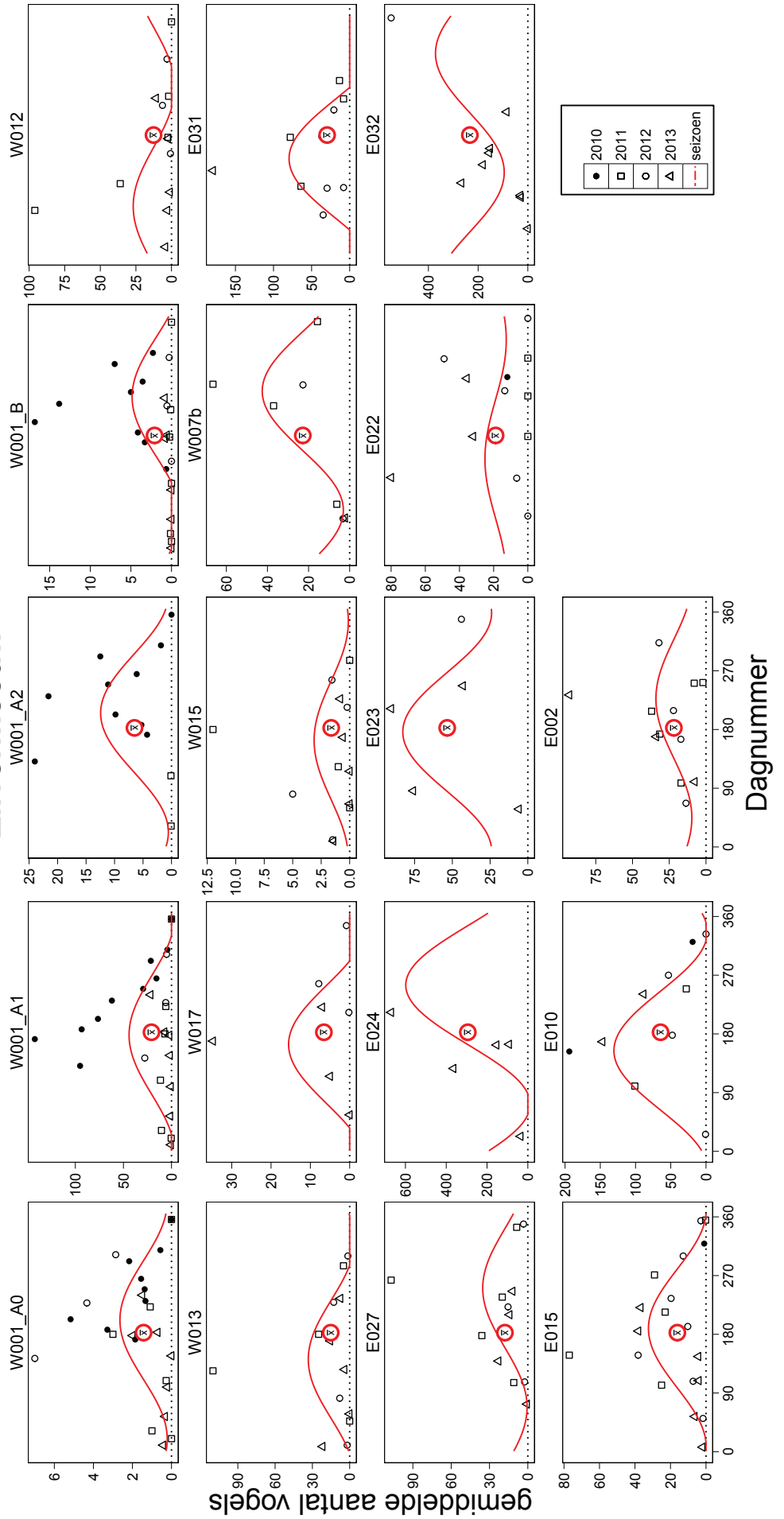
Kokmeeuw



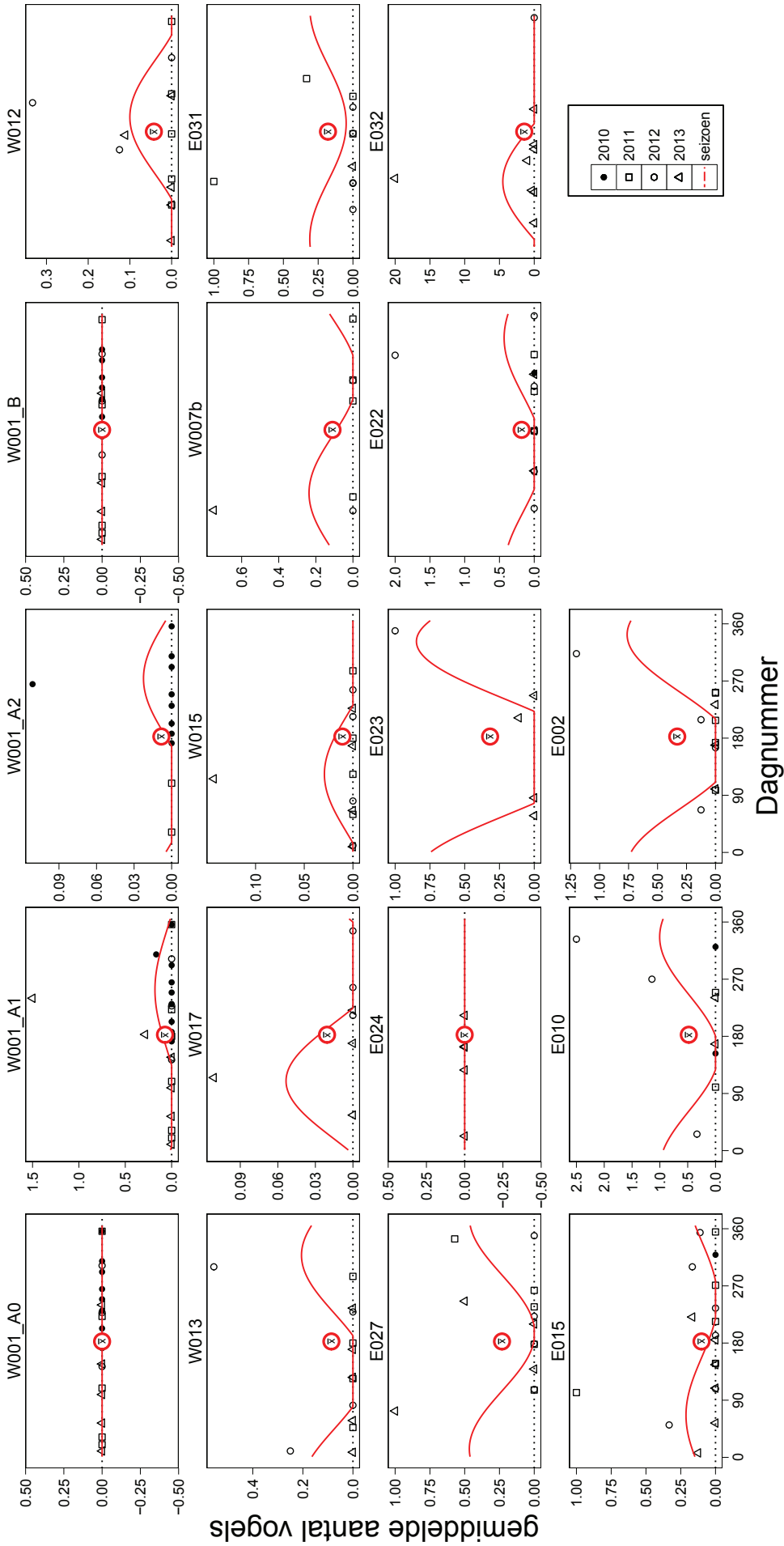
Stormmeeuw



Zilvermeeuw



Grote Mantelmeeuw



8. Literatuur

- ARTS F.A., LILIPALY S. & WOLF P.A. 2015. Midwintertelling van zee-eenden in de Waddenzee en de Nederlandse kustwateren in november 2014 en januari 2015. Rapport RWS Centrale Informatievoorziening BM 15.16. Delta Projectmanagement BV, Vlissingen.
- BELL M.C. 1995. UINDEX4: a computer programme for estimating population index numbers by the Underhill method. The Wilfdowl & Wetlands Trust, Slimbridge.
- CADÉE G.C. 2008. Scholeksters en Japanse oesters. *Natura* 106: 6-7.
- CERVENCL A., TROOST K., DIJKMAN E., DE JONG M., SMIT C.J., LEOPOLD M.F. & ENS B.J. 2015. Distribution of wintering Common Eider *Somateria mollissima* in the Dutch Wadden Sea in relation to available food stocks. *Marine Biology* 162: 153-168.
- DE VLAS J., BRINKMAN A.G., BUSCHBAUM C., DANKERS N., HERLYN M., KRISTENSEN P.S., MILLAT G., NEHLS G., RUTH M., STEENBERGEN J. & WEHRMANN A. 2005. Intertidal Blue Mussel Beds. In: Essink K., Dettmann C., Farke H., Laursen K., Lüerßen G., Marencic H. & Wiersinga W. (red), Wadden Sea Ecosystem No. 19. Wadden Sea Quality Status Report, p. 190-200. Common Wadden Sea Secretariat, Wilhelmshaven.
- DEKINGA A. & PIERSMA T. 1993. Reconstructing diet composition on the basis of faeces in a mollusc-eating wader, the Knot *Calidris canutus*. *Bird Study* 40: 144-156.
- ELZHOV T.V., MULLEN K.M., SPIESS A., BOLKER B. & MULLEN M.K.M. 2015. Package "minpack.lm".
- GLORIUS S., ENS B.J., RIPPEN A., CHEN C., VAN HOPPE M. & VAN DER WEIDE B. 2014. Effecten van het rapen van oesters in de Waddenzee op de benthosgemeenschap en vogelpopulatie. Rapport C076.14. IMARES, Wageningen.
- HORNMAN M., HUSTINGS F., KOFFIJBERG K., VAN WINDEN E., SOVON GANZEN- EN ZWANENWERKGROEP & SOLDAAT L. 2011. Watervogels in Nederland in 2008/2009. Sovon-monitoring-rapport 2011/03. Sovon Vogelonderzoek Nederland, Nijmegen.
- KOFFIJBERG K., DIJKSEN L., HÄLTERLEIN B., LAURSEN K., PÔTEL P. & SÜDBECK P. 2006. Breeding Birds in the Wadden Sea in 2001 - Results of the total survey in 2001 and trends in numbers between 1991-2001. Wadden Sea Ecosystem No. 22. Common Wadden Sea Secretariat, Trilateral Monitoring and Assessment Group, Joint Monitoring Group of Breeding Birds in the Wadden Sea, Wilhelmshaven.
- KOOIJMAN S.A.L.M. 2010. Dynamic Energy and Mass Budgets in Biological Systems. Cambridge.
- MARKERT A., WEHRMANN A. & KRÖNCKE I. 2010. Recently established *Crassostrea*-reefs versus native *Mytilus*-beds: differences in ecosystem engineering affects the macrofaunal communities (Wadden Sea of Lower Saxony, southern German Bight). *Biological Invasions* 12: 15-32.
- MARKERT A., ESSER W., FRANK D., WEHRMANN A. & EXO K.M. 2013. Habitat change by the formation of alien *Crassostrea*-reefs in the Wadden Sea and its role as feeding sites for waterbirds. *Estuarine, Coastal and Shelf Science* 131: 41-51.
- R DEVELOPMENT CORE TEAM 2015. R: a language and environment for statistical computing. Vienna, Austria.
- SARAIVA S., VAN DER MEER J., KOOIJMAN S.A.L.M. & SOUSA T. 2011. DEB parameters estimation for *Mytilus edulis*. *Journal of Sea Research* 66: 289-296.
- SCHEIFFARTH G., ENS B.J. & SCHMIDT A. 2007. What will happen to Birds when Pacific Oysters Take Over the Mussel Beds in the Wadden Sea. *Wadden Sea Newsletter* 33: 10-15.
- TROOST K. 2010. Causes and effects of a highly successful marine invasion: Case-study of the introduced Pacific oyster *Crassostrea gigas* in continental NW European estuaries. *Journal of Sea Research* 64: 145-165.
- UNDERHILL L.G. & PRYS-JONES R. 1994. Index numbers for waterbird populations. I. Review and methodology. *Journal of Applied Ecology* 31: 463-480.
- VAN DEN ENDE D., BRUMMELHUIS E., VAN ZWEEDEN C., VAN ASCH M. & TROOST K. 2016. Mosselbanken en oesterbanken op droogvallende platen in de Nederlandse kustwateren in 2015: bestand en arealen. IMARES rapport C168/15. IMARES Wageningen UR, Wageningen.
- VAN DER VEER H.W., CARDOSO J.F.M.F. & VAN DER MEER J. 2006. The estimation of DEB parameters for various Northeast Atlantic bivalve species. *Journal of Sea Research* 56: 107-124.
- VAN KLEUNEN A., ENS B.J. & SMIT C.J. 2012. Het belang van oester- en mosselbanken voor Scholekster en Steenloper. Sovon-rapport 2012/18. Sovon Vogelonderzoek Nederland, Nijmegen.
- VAN ROOMEN M., LAURSEN K., VAN TURNHOUT C., VAN WINDEN E., BLEW J., ESKILDSEN K., GÜNTHER K., HÄLTERLEIN B., KLEEFSTRA R., PÔTEL P., SCHRADER S., LUERSSEN G. & ENS B.J. 2012. Signals from the Wadden sea: Population declines dominate among waterbirds depending on intertidal mudflats. *Ocean & Coastal Management* 68:

- 79-88.
- VAN STRALEN M., TROOST K. & VAN ZWEEDEN C. 2012. Ontwikkeling van banken Japanse oesters (*Crassostrea gigas*) op droogvallende platen in de Waddenzee. Rapport 2012.101. MarinX, Scharendijke.
- ZWARTS L. & BLOMERT A.-M. 1992. Why knot *Calidris canutus* take medium-sized *Macoma balthica* when six prey species are available. Marine Ecology Progress Series 83: 113-128.
- ZWARTS L. & DRENT R.H. 1981. Prey depletion and the regulation of predator density: oystercatchers (*Haematopus ostralegus*) feeding on mussels (*Mytilus edulis*). In: Jones N.V. & Wolff W.J. (red), Feeding and survival strategies of estuarine organisms, p. 193-216. Plenum Press, New York.
-



Dit rapport is samengesteld in opdracht van Programma naar een Rijke Waddenzee

PROGRAMMA **NAAR EEN
RIJKE WADDENZEE**

Sovon Vogelonderzoek Nederland

Postbus 6521
6503 GA Nijmegen
Toernooiveld 1
6525 ED Nijmegen
T (024) 7 410 410

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

