



Wettelijke Onderzoekstaken Natuur & Milieu

---

# Ecologische ontwikkeling binnen een voor menselijke activiteiten gesloten gebied in de Nederlandse Waddenzee

Tussenrapportage achtste jaar na sluiting (najaar 2013)

Wot-technical rapport 34  
IMARES Rapport C041/15

Fey F.E., N.M.J.A. Dankers, A. Meijboom, P.W. van Leeuwen, J. Cuperus,  
B.E. van der Weide, M. de Jong, E.M. Dijkman & J.S.M. Cremer



**WAGENINGEN UR**  
*For quality of life*

---



---

**Ecologische ontwikkeling binnen een voor menselijke activiteiten gesloten gebied in de  
Nederlandse Waddenzee**

---

Dit Technical report is gemaakt conform het Kwaliteitshandboek van de unit Wettelijke Onderzoekstaken Natuur & Milieu.

De reeks 'WOT-technical reports' bevat onderzoeksresultaten van projecten die kennisorganisaties voor de unit Wettelijke Onderzoekstaken Natuur & Milieu hebben uitgevoerd.

WOT-technical report 34 is het resultaat van een onderzoeksopdracht van en gefinancierd door het Ministerie van Economische Zaken (EZ).

---

# Ecologische ontwikkeling binnen een voor menselijke activiteiten gesloten gebied in de Nederlandse Waddenzee

Tussenrapportage achtste jaar na sluiting (najaar 2013)

Fey F.E., N.M.J.A. Dankers, A. Meijboom, P.W. van Leeuwen, J. Cuperus, B.E. van der Weide, M. de Jong, E.M. Dijkman & J.S.M. Cremer

**Wettelijke Onderzoekstaken Natuur & Milieu**

Wageningen, december 2014

---

WOt-technical report 34  
IMARES Rapport C041/15  
ISSN 2352-2739

---

## Referaat

Fey F.E., N.M.J.A. Dankers, A. Meijboom, P.W. van Leeuwen, J. Cuperus, B.E. van der Weide, M. de Jong, E.M. Dijkman & J.S.M. Cremer (2014). *Ecologische ontwikkeling binnen een voor menselijke activiteiten gesloten gebied in de Nederlandse Waddenzee; Tussenrapportage achtste jaar na sluiting (najaar 2013)*. Wettelijke Onderzoekstaken Natuur & Milieu. WOT-technical report 34/ IMARES-rapport C041/15. 38 blz.; 10 fig.; 1 tab.; 20 ref.

IMARES Wageningen UR volgt de jaarlijkse ontwikkeling van bodemdieren in de geulen in een voor menselijke activiteiten gesloten gebied (referentiegebied: Schild en Boschwad) en vergelijkt dit met een gebied waar zulke activiteiten wel toegestaan zijn (controlegebied: Zuidoost-Lauwers en Spruit). Om de ontwikkeling van het referentiegebied te volgen, is vóór de instelling van het gebied (2002, 2003 en 2005) de startsituatie wat betreft het voorkomen van bodemdieren vastgesteld. Na de instelling van het referentiegebied (november 2005) worden jaarlijks bemonsteringen uitgevoerd. Prioriteit gaat hierbij uit naar bentische mariene fauna en de bodembedekking in de geul. De basale jaarlijkse bemonstering heeft het karakter van 'vinger aan de pols'. Om (statistisch) betrouwbare verschillen aan te kunnen tonen tussen gebieden, zijn uitgebreide bemonsteringen een minimale vereiste. Daarom worden de resultaten in de jaarrapportages niet statistisch geanalyseerd en geven zij alleen een basaal beeld van de ontwikkeling in het betreffende jaar. Deze tussenrapportage beslaat de voorlopige resultaten van de basale bemonstering van het jaar 2013. Hierin worden de gegevens van voorgaande jaren aangevuld met de gegevens uit 2013.

Trefwoorden: bodemdieren, geulen, Waddenzee, referentiegebied Rottum

## Abstract

Fey F.E., N.M.J.A. Dankers, A. Meijboom, P.W. van Leeuwen, J. Cuperus, B.E. van der Weide, M. de Jong, E.M. Dijkman & J.S.M. Cremer (2014). *Ecological developments in an area of the Dutch Wadden Sea closed to human activities. Interim report eight years after closure (autumn 2013)*. Statutory Research Tasks Unit for Nature & the Environment (WOT Natuur & Milieu). WOT-technical report 34/ IMARES-rapport C041/15. ?? 38 p.; 10 Figs.; 1 Table; 20 Refs.

IMARES Wageningen UR has been monitoring the annual developments of sediment-dwelling animals in the gullies in an area of the Dutch Wadden Sea that is closed to human activities (the reference area: Schild en Boschwad) and comparing this with the developments in an area where such activities are permitted (the control area: Zuidoost-Lauwers en Spruit). In the years before the closure (2002, 2003 and 2005), the status of the reference area with regard to sediment-dwelling animals was examined to enable the developments in the area to be followed after the closure. Since the closure of the reference area in November 2005, annual samplings have been carried out, focusing on the benthic marine fauna and the amount of shell grit at each sample point. The basic annual sampling mostly functions as a 'check-up'. Identifying statistically reliable differences between the areas would require at least more comprehensive sampling, which is why the results presented in the annual reports are not statistically analysed and only provide a rough idea of developments in that year. The present interim report covers the preliminary results of the basic monitoring for 2013. It supplements the data from the previous years with those from 2013.

Key words: sediment-dwelling animals, gullies, Wadden Sea, Rottum reference area

© 2014 **IMARES Wageningen UR**

Postbus 167, 1790 AD Den Burg

Tel: 0317 - 480 900; e-mail: imares@wur.nl

---

De reeks WOT-technical reports is een uitgave van de unit Wettelijke Onderzoekstaken Natuur & Milieu, onderdeel van Wageningen UR. Dit report is verkrijgbaar bij het secretariaat. De publicatie is ook te downloaden via [www.wageningenUR.nl/wotnatuurenmilieu](http://www.wageningenUR.nl/wotnatuurenmilieu).

**Wettelijke Onderzoekstaken Natuur & Milieu**, Postbus 47, 6700 AA Wageningen

Tel: (0317) 48 54 71; e-mail: [info.wnm@wur.nl](mailto:info.wnm@wur.nl); Internet: [www.wageningenUR.nl/wotnatuurenmilieu](http://www.wageningenUR.nl/wotnatuurenmilieu)

Alle rechten voorbehouden. Niets uit deze uitgave mag worden veelevoudigd en/of openbaar gemaakt door middel van druk, fotokopie, microfilm of op welke andere wijze ook zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van de uitgever. De uitgever aanvaardt geen aansprakelijkheid voor eventuele schade voortvloeiend uit het gebruik van de resultaten van dit onderzoek of de toepassing van de adviezen.

---

# Woord vooraf

In de jaarlijkse tussenrapportages van dit project wordt de ontwikkeling van bodemdieren in de geulen in het referentiegebied weergegeven. Dit rapport beschrijft de situatie in 2013. Daarvoor worden de eerdere rapportages aangevuld met de gegevens van het afgelopen jaar. De begeleidende teksten in deze tussenrapportages zijn hierdoor nagenoeg gelijk met die uit voorgaande rapportages. Aan de hand van de in 2013 gevonden bodemdieren in de geulen van het referentiegebied ten opzichte van de geulen buiten dit gebied wordt de ontwikkeling over de jaren in figuren weergegeven. Door de grote variatie tussen monsterpunten binnen een gebied en tussen de jaren en de basale opzet van het huidige monsterprogramma is het moeilijk om al conclusies te kunnen trekken. Daarnaast worden grote effecten zo kort na sluiting ook nog niet verwacht. Het mogelijke herstel van specifieke of gevoelige soorten kan vele jaren duren.

Het project 'Referentiegebied Rottum' is uitgevoerd in het kader van de wettelijke onderzoekstaken binnen het thema Informatievoorziening Natuur, gecoördineerd door het ministerie van Economische Zaken. Kennis over de natuurontwikkeling is onder andere essentieel om referentiesituaties te bepalen en om streefbeelden vast te stellen bij de ontwikkeling van beheerplannen (Natura 2000). Dit onderzoek zou niet mogelijk zijn zonder de hulp en inzet van de bemanning van de schepen van de Wadden-Unit van het Ministerie van Economische Zaken.

*Frouke Fey, Norbert Dankers, André Meijboom, Piet Wim van Leeuwen, Joël Cuperus, Babeth van der Weide, Martin de Jong, Elze Dijkman & Jenny Cremer*





---

# Inhoud

<b>Woord vooraf</b>	<b>5</b>
<b>Samenvatting</b>	<b>9</b>
<b>Summary</b>	<b>11</b>
<b>1 Inleiding</b>	<b>13</b>
1.1 Achtergrond	13
1.2 Referentiegebied Rottum	14
<b>2 Waarom dit onderzoek?</b>	<b>15</b>
2.1 Natuurontwikkeling	15
2.2 Bemonsteringen	15
<b>3 Methoden</b>	<b>17</b>
3.1 Algemeen	17
3.2 Bemonsteringsmethoden	17
3.2.1 Bodembedekking en bodemfauna in de geulen	17
3.3 Analyse	18
<b>4 Resultaten</b>	<b>21</b>
4.1 Bodembedekking	21
4.2 Benthische mariene fauna	21
<b>5 Discussie</b>	<b>25</b>
5.1 Algemeen	25
5.2 Bodembedekking	25
5.3 Bodemfauna	25
<b>Literatuur</b>	<b>27</b>
<b>Verantwoording</b>	<b>29</b>
Bijlage 1 Soortgroepen en Nederlandse namen	31
Bijlage 2 Resultaten bodemmonsters	33



---

# Samenvatting

Met ingang van november 2005 is een klein deel van de Nederlandse Waddenzee gesloten voor (potentieel) schadelijke menselijke activiteiten. Dit was het resultaat van trilaterale afspraken. Ook in Duitsland en Denemarken zijn dit soort referentiegebieden ingesteld. Het Nederlandse referentiegebied betreft een geulsysteem ten zuiden van Rottumerplaat. Doel van deze sluiting is om de ongestoorde ontwikkeling van de natuur in de Waddenzee te kunnen volgen. In dit onderzoek wordt de ontwikkeling van de bodemfauna in dit gebied (referentiegebied: Schild en Boschwad) vergeleken met de ontwikkeling in twee geulen buiten het referentiegebied (controlegebied: Zuidoost-Lauwers en Spruit). Deze ontwikkelingen kunnen een basis zijn voor toekomstig beleid. Kennis over de natuurontwikkeling is onder andere essentieel om referentiesituaties te bepalen en om streefbeelden vast te stellen bij de ontwikkeling van beheerplannen (Natura 2000).

De basale jaarlijkse bemonstering heeft het karakter van 'vinger aan de pols'. Om (statistisch) betrouwbare verschillen aan te kunnen tonen tussen gebieden, zijn uitgebreide bemonsteringen een minimale vereiste. Daarom worden de resultaten in de jaarrapportages niet statistisch geanalyseerd. Vijf jaar na sluiting van het referentiegebied is wel een eerste (statistische) analyse gedaan naar de ontwikkeling in het gebied ten opzichte van het controlegebied; tien jaar na sluiting kan deze analyse worden herhaald.

De resultaten van 2013 geven een vergelijkbaar algemeen beeld als de afgelopen jaren, wel werden er dit jaar opvallend veel wadslakjes gevonden in een aantal monsters. In sommige gevallen lijkt de laatste jaren op het oog een andere ontwikkeling op te treden in de bodemfauna in het referentiegebied ten opzichte van de controlegeulen. De toename in aantal individuen en soorten lijkt in de referentiegeulen iets groter te zijn, vooral wat schelpdieren betreft. Door de grote variatie tussen monsterpunten binnen een gebied en tussen de jaren en de basale opzet van het huidige monsterprogramma is het niet mogelijk om nu al conclusies te kunnen trekken. Daarnaast worden grote effecten zo kort na sluiting ook nog niet verwacht. Het mogelijke herstel van specifieke of gevoelige soorten kan vele jaren duren. Ook speelt mee dat de gesloten geulen tot de zeer dynamische gerekend moeten worden en, mede onder invloed van verplaatsingen van de Rottums in vergelijking met de meeste andere wadgeulen sterk migrerend.



---

# Summary

As of November 2005, a small area of the Dutch Wadden Sea has been closed to potentially harmful human activities. This was the result of trilateral agreements, and Germany and Denmark have established similar reference areas. The Dutch reference area consists of a system of gullies south of the island of Rottumerplaat. The aim of the enclosure experiment is to enable monitoring of the undisturbed development of the ecosystem in the Wadden Sea. The research project involves a comparison between the development of the sediment-dwelling fauna in this enclosure (the reference area, called Schild en Boschwad) and the development in two gullies outside the reference area (the control area, called Zuidoost-Lauwers en Spruit). The results might be used as a basis for future policy-making. Knowledge about ecological developments is essential for identifying reference situations and defining target situations when drawing up management plans (Natura 2000).

The basic annual sampling mostly functions as a 'check-up'. Identifying statistically reliable differences between the areas would require at least more comprehensive sampling, which is why the results presented in the annual reports are not statistically analysed. The first statistical analysis of the developments in the reference area, compared to those in the control area, was made five years after its closure; this analysis can be repeated ten years after closure.

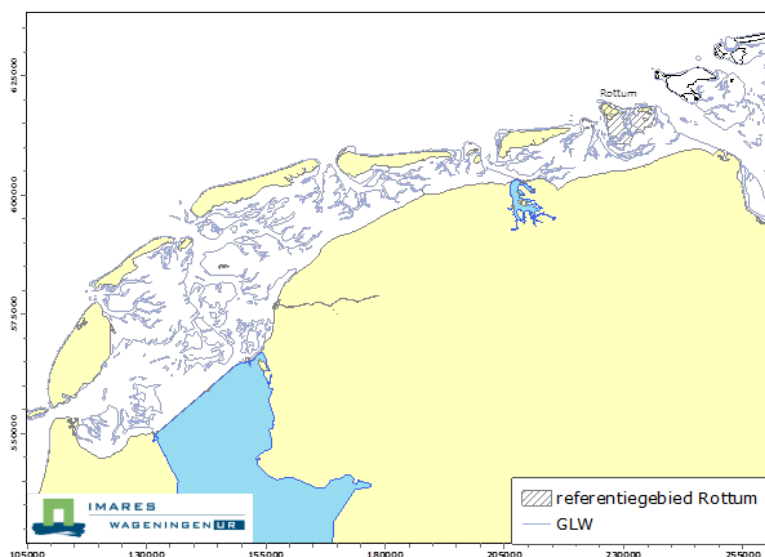
The 2013 results show a situation that is generally comparable to that in recent years, although the numbers of Lever spire shells (*Peringia ulvae*) in some of the samples were unexpectedly high. In some cases the patterns in the graphs, at first blush, might seem to indicate a slightly different development in the soil fauna of the reference area compared to that of the control gullies, as the increase in numbers of individuals and species appears to be somewhat greater in the reference gullies, especially as regards shellfish. This is, however, not statistically tested. In addition the large variations between the various sampling sites within the areas, as well as annual fluctuations, combined with the basic design of the current monitoring programme, do not allow conclusions to be drawn at this early stage. In fact, no large effects can be expected so soon after the closure. The recovery, if any, of specific or sensitive species may take many years. In addition, the enclosed gullies are among the most dynamic ones and tend to migrate more rapidly than most of the other Wadden gullies, partly due to the geographic displacements of the Rottum islands.



# 1 Inleiding

## 1.1 Achtergrond

De Waddenzee is een natuurgebied van uitzonderlijke waarde. In 2009 is het aangewezen als Natura 2000-gebied en in hetzelfde jaar is het Werelderfgoed geworden. Toch wordt de Waddenzee intensief gebruikt voor toerisme, visserij en het winnen van delfstoffen. In 1991 hebben Denemarken, Duitsland en Nederland daarom afspraken gemaakt over het instellen van referentiegebieden in de Waddenzee waarbinnen geen exploitaties en versturende activiteiten plaats mogen vinden (Esbjerg Verklaring, §33.3). Doel van het sluiten van het gebied is om de ongestoorde ontwikkeling van de natuur in de Waddenzee te kunnen volgen. Denemarken en Duitsland hadden al vóór de trilaterale conferentie in 2001 referentiegebieden aangewezen. De Nederlandse staatssecretaris van het toenmalige Ministerie van Landbouw, Natuur en Voedselkwaliteit heeft in de Esbjerg Verklaring van 2001 toegezegd ook Nederland een referentiegebied te zullen aanwijzen (artikel 11 van de Verklaring). In november 2005 is daarom het referentiegebied Rottum (Figuur 1) ingesteld. Dit gebied bestaat uit een deel van het wad ten zuiden van Rottumerplaat en Rottumeroog met de daarin liggende zeegat-, geul- en prielsystemen. De ontwikkelingen in zo'n referentiegebied kunnen een basis zijn voor toekomstig beleid. Kennis over de natuurontwikkeling is onder andere essentieel om referentiesituaties te bepalen en om streefbeelden vast te stellen bij de ontwikkeling van het beheerplan (Natura 2000).



**Figuur 1** Nederlandse deel van de Waddenzee met daarin het referentiegebied Rottum.

Om de natuurontwikkeling in het referentiegebied te kunnen volgen is in 2002 gestart met een monitoringsproject. In het monitoringsproject referentiegebied Rottum wordt door middel van jaarlijkse bemonsteringen gevolgd of zich specifieke eigenschappen ontwikkelen in het referentiegebied. De ontwikkelingen in de geulen in het referentiegebied (Schild en Boschwad) worden in dit onderzoek vergeleken met twee geulen buiten het referentiegebied (Spruit en Zuidoost- Lauwers). In de periode vóór de sluiting van het referentiegebied is enkele jaren (2002, 2003 en 2005) de zogenaamde nul-situatie bestudeerd (T0). Opvallend was toen de grote spreiding in de resultaten wat resulteert in de problematiek om (statistisch) betrouwbare verschillen aan te kunnen tonen tussen gebieden. Om mogelijke verschillen in ontwikkeling wel aan te kunnen tonen, zijn uitgebreidere bemonsteringen een minimale vereiste, in verband met de beperkte financiële middelen in dit project kunnen deze echter niet uitgevoerd worden. De basale jaarlijkse bemonstering heeft daarom het karakter van 'vinger aan de pols' waarmee grote veranderingen kunnen worden gevolgd. Door hun basale karakter geven de tot nu toe verzamelde gegevens waarschijnlijk niet de mogelijkheid om eventuele verschillen in ontwikkeling tussen de gebieden statistisch aan te kunnen tonen. Uit de in 2011 uitgevoerde Poweranalyse blijkt dat met de huidige monitoringsopzet alleen verschillen groter dan een factor 2 statistisch kunnen worden aangetoond.

## 1.2 Referentiegebied Rottum

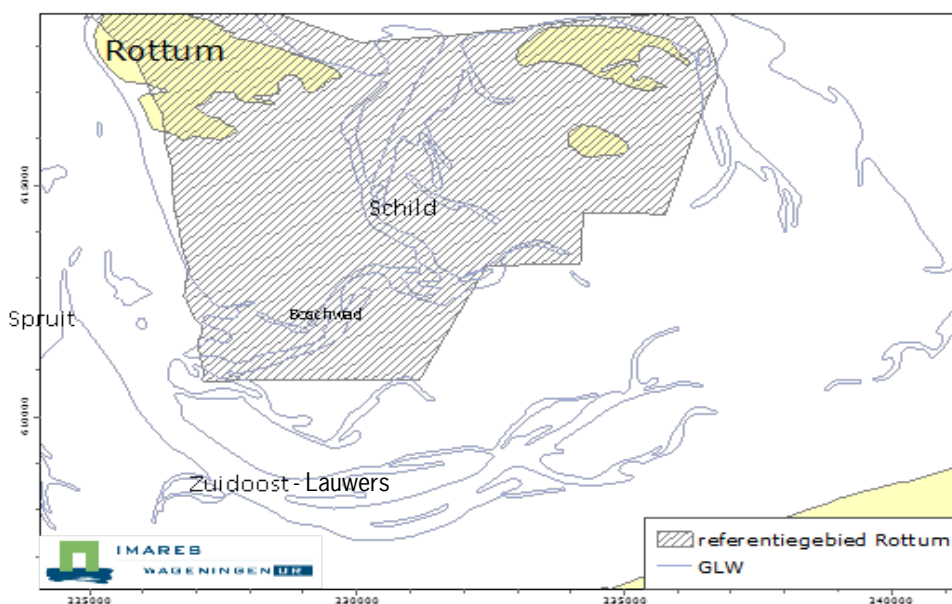
Het referentiegebied Rottum (Figuur 2) bestaat uit een deel van het wad onder Rottumerplaat en Rottumeroog met de daarin liggende complete zeegat-, geul- en prielsystemen. Het gebied is oorspronkelijk aangegeven in de Structuurnota Zee- en Kustvisserij (1993) en in het beleidsbesluit Schelpdiervisserij van najaar 2004 als voor bodemberoerende activiteiten gesloten gebieden. Het gebied is bovendien voor een groot deel art. 20 gebied (Natuurbeschermingswet). Het Referentiegebied Rottum beslaat 7400 ha, dit is ongeveer 3% van de totale Nederlandse Waddenzee.

In november 2004 (Staatscourant nr. 224, 17 november) is het gebied enigszins aangepast zodat het binnen de reeds voor schelpdiervisserij gesloten gebieden (uit 1993) valt. Daardoor is een deel van het eiland Rottumerplaat buiten het referentiegebied gebleven. Omdat deze studie zich hoofdzakelijk richt op het permanent onder water staande gebied (het sublitoraal) en in beperkte mate op het intergetijde gebied, is deze wijziging niet relevant voor het reeds uitgevoerde onderzoek vóór de sluiting van het gebied.

Binnen het gebied is een geulenstelsel van ca. 500 ha, met als hoofdgeulen het Boschwad en Schild, gesloten voor garnalenvisserij (minder dan 0,5 % van het sublitoraal van de Waddenzee). In deze geulen mag sinds november 2005 niet meer op garnalen gevist worden. De droogvallende platen in dat gebied worden al vanaf 1993 niet meer bevestigd door de schelpdiersector. De wadlooproute, die door het gebied loopt, is blijven bestaan. De droogvallende wadplaten tussen het referentiegebied en de Groninger kust waren ook gesloten voor de schelpdiersector maar zijn recent weer opengesteld voor handmatige kokkelvisserij.

Het gebied bestaat vooral uit zandplaten en ondiepe geulen. Diepe geulen komen er niet voor. De ondiepe geulen vormen een dynamisch geulenpatroon, waarbij de ligging van de geulen continu verandert. Er is veel sedimentatie in het gebied (Lavaleije en Dankers, 1993). De gesloten geulen zijn zeer dynamisch in vergelijking met de meeste andere wadgeulen en migreren sterk, mede onder invloed van verplaatsingen van de Rottum's.

Het is bekend dat in de geulen schelpengruisbanken voorkomen. Schelpengruisbanken komen ook voor in de Lauwers en Zuidoost-Lauwers, maar deze banken liggen in een druk bevaren en bevestigde geul. Andere geulen die vergelijkbaar zijn met de gesloten geul zijn Spruit en Eilander Balg bij Simonszand. Ter vergelijking met de geulen in het referentiegebied worden de geulen Zuidoost-Lauwers en Spruit bemonsterd.



**Figuur 2** Het referentiegebied dat gesloten is voor garnalen- en schelpdiervisserij met daarin de referentiegeul (Schild en Boschwad) en de twee controlegeulen (Zuidoost-Lauwers en Spruit) die buiten het referentiegebied liggen (GLW= gemiddelde laagwaterlijn).



---

## 2 Waaron dit onderzoek?

### 2.1 Natuurontwikkeling

Met ingang van november 2005 (ministersconferentie) is in navolging van Duitsland en Denemarken een klein deel van de Nederlandse Waddenzee gesloten voor (potentieel) schadelijke menselijke activiteiten. Het betreft een geulstelsel ten zuiden van Rottumerplaat. Doel van de sluiting van zo'n gebied is om de ongestoorde ontwikkeling van de natuur in de Waddenzee te kunnen volgen. De droogvallende platen en eilanden rond Rottum genieten reeds langer een hoog beschermingsniveau. Toegang is zeer beperkt, en er wordt al 20 jaar niet meer op schelpdieren gevestigd. De belangrijkste activiteit die nog plaatsvond voor de instelling van het referentiegebied was garnalenvisserij. Het is onbekend of de regelmatige invloed van de garnalennetten de ontwikkeling van structuurvormende organismen belemmerde. In dit onderzoek wordt de ontwikkeling in dit referentiegebied gevolgd. De ontwikkelingen in zo'n referentiegebied kunnen een basis zijn voor toekomstig beleid. Kennis over de natuurontwikkeling is onder andere essentieel om referentiesituaties te bepalen en om streefbeeldens vast te stellen bij de ontwikkeling van het beheerplan voor Natura 2000 (Colijn *et al.*, 1995).

### 2.2 Bemonsteringen

In het project Referentiegebied Rottum wordt door middel van regelmatige, jaarlijkse bemonsteringen gevolgd hoe een voor menselijke activiteiten gesloten gebied zich ontwikkelt. Deze jaarlijkse bemonstering heeft het karakter van 'vinger aan de pols'.

Onderzoeksvraag: Ontwikkelt zich een specifiek ecosysteem, of krijgt het ecosysteem specifieke waarden, als een gebied gevrijwaard wordt van menselijke activiteiten.

In het referentiegebied kwamen vóór sluiting bodemberoerende visserijactiviteiten voor, zoals mechanische en handmatige kokkelvisserij, mossel(zaad)visserij en garnalenvisserij. De gegevens van dit onderzoek zullen daarmee informatie leveren over het eventuele herstelvermogen van een door menselijk handelen beïnvloed geulstelsel en niet zozeer over de effecten van menselijk handelen zelf. Daarnaast moet bij het interpreteren van de ontwikkeling in het gebied rekening worden gehouden met het dynamische karakter van dit specifieke geulstelsel (Lavaleije en Dankers, 1993). Sterke erosie en sedimentatie in de geulen kunnen grote invloed hebben op de ontwikkeling in het gebied en maakt vestiging van gevoelige soorten moeilijk.



---

## 3 Methoden

### 3.1 Algemeen

In dit project wordt de nadruk gelegd op het volgen van de ontwikkeling van het ecosysteem in een voor menselijke activiteiten gesloten gebied (referentiegebied: Schild en Boschwad) en dit te vergelijken met een gebied waar zulke activiteiten wel toegestaan zijn (controlegebied: Zuidoost-Lauwers en Spruit). De prioriteit ligt hierbij bij bodemdieren in de permanent onder water staande geulen. Om de ontwikkeling van het referentiegebied te volgen, is vóór de instelling van het gebied (2002, 2003 en 2005) de startsituatie wat betreft het voorkomen van bodemdieren en vissen vastgesteld in de geulen in het gebied zelf en in de twee controlegeulen. Na de instelling van het referentiegebied (november 2005) worden jaarlijks bemonsteringen uitgevoerd. Prioriteit gaat hierbij uit naar benthische mariene fauna in de geul. Sinds enkele jaren worden ook de ontwikkeling van een aantal litorale mosselbanken in het gebied gevolgd. Deze ontwikkeling wordt beschreven in Fey *et al.*, 2014.

### 3.2 Bemonsteringsmethoden

#### 3.2.1 Bodembedekking en bodemfauna in de geulen

Het volgen van ontwikkelingen in een dynamisch gebied waar de aantallen dieren van nature grote schommelingen vertonen, en waar bovendien grote ruimtelijke verschillen optreden, is moeilijk. Om statistisch betrouwbare resultaten te krijgen, is een grootschalige en dikwijls kostbare onderzoeksopzet nodig. De jaarlijkse bemonsteringen zijn basaal en hebben daarom een 'vinger aan de pols' karakter.

#### **Bodembedekking**

Om de ontwikkeling in bodembedekking te kunnen onderzoeken, worden jaarlijks met een Van Veen bodemhapper van 0,18 m<sup>2</sup> enkele tientallen monsters genomen in het gesloten gebied (Schild en Boschwad) en in het controlegebied (Zuidoost-Lauwers en Spruit) (Figuur 3a en Figuur 3b). De bemonstering is gestratificeerd naar oorspronkelijke bodemsamenstelling (op het moment van start van het onderzoek in 2002), zodat zowel in zandige bodem als op schelpenbanken gemonsterd wordt. Op elke monsterplaats wordt de exacte positie bepaald met GPS. Het schelpmateriaal van elk genomen monster wordt apart gewogen. Hiermee wordt de bodembedekking per locatie bepaald.

#### **Bodemfauna**

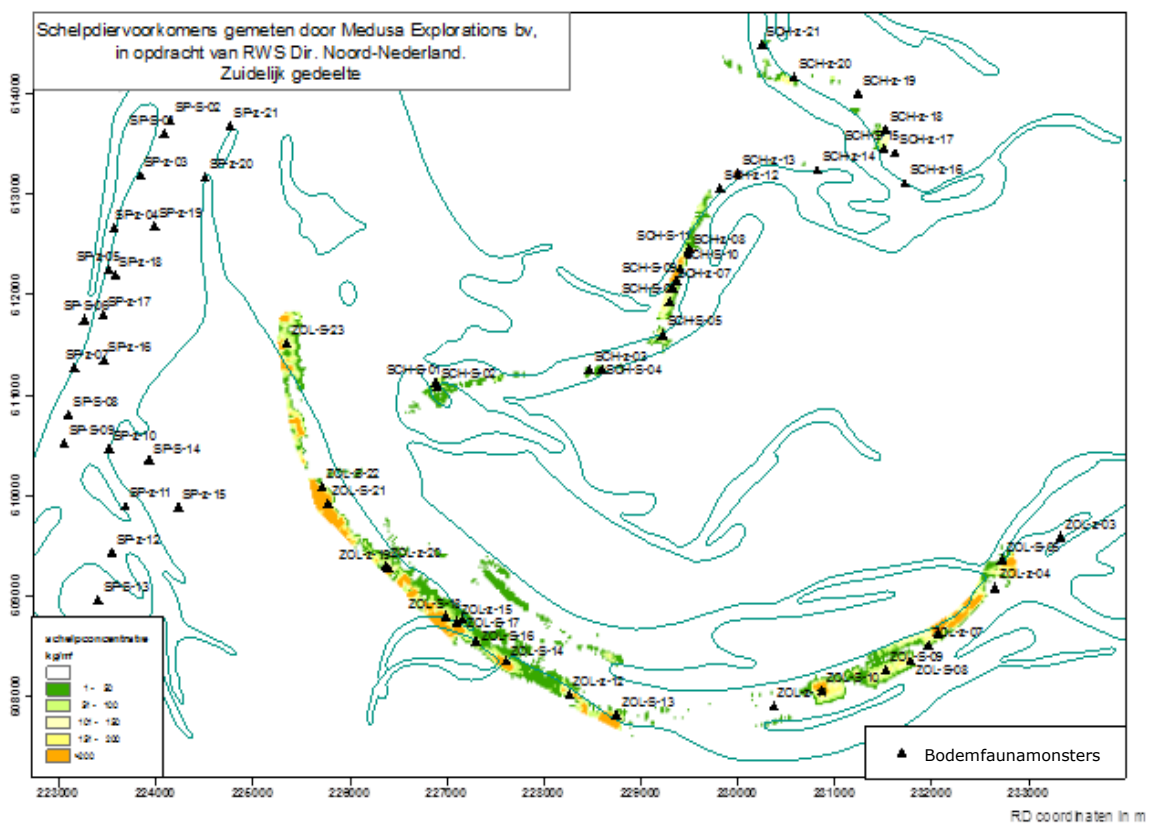
Om de ontwikkeling in bodemleven te kunnen onderzoeken worden jaarlijks met een van Veen bodemhapper van 0.18 m<sup>2</sup> enkele tientallen monsters genomen (Tabel 1) in het gesloten gebied (Schild en Boschwad) en in het controlegebied (Zuidoost-Lauwers en Spruit) (Figuur 3a en Figuur 3b). De bemonstering is gestratificeerd naar bodemsamenstelling, zodat zowel in zandige bodem als op schelpenbanken gemonsterd wordt. Op elke monsterplaats wordt de positie bepaald met GPS.

De genomen monsters worden gezeefd over een 1 mm zeef. Zand en slib worden weggespoeld en het overgebleven materiaal wordt verzameld. Daaruit worden de levende dieren uitgezocht en de aantallen van elke soort bepaald. In de jaren voor sluiting werden alleen de grote bodemdieren op soort gedetermineerd. Vanaf 2006 worden alle individuen op soortniveau gedetermineerd, maar worden in het rapport in groepen of families weergegeven (m.u.v. de schelpdieren) (zie Bijlage A) om vergelijkingen met voorgaande jaren te kunnen maken.

Tabel 1

Verdeling geulen en aantal bodemfauna-monsters per geul per jaar

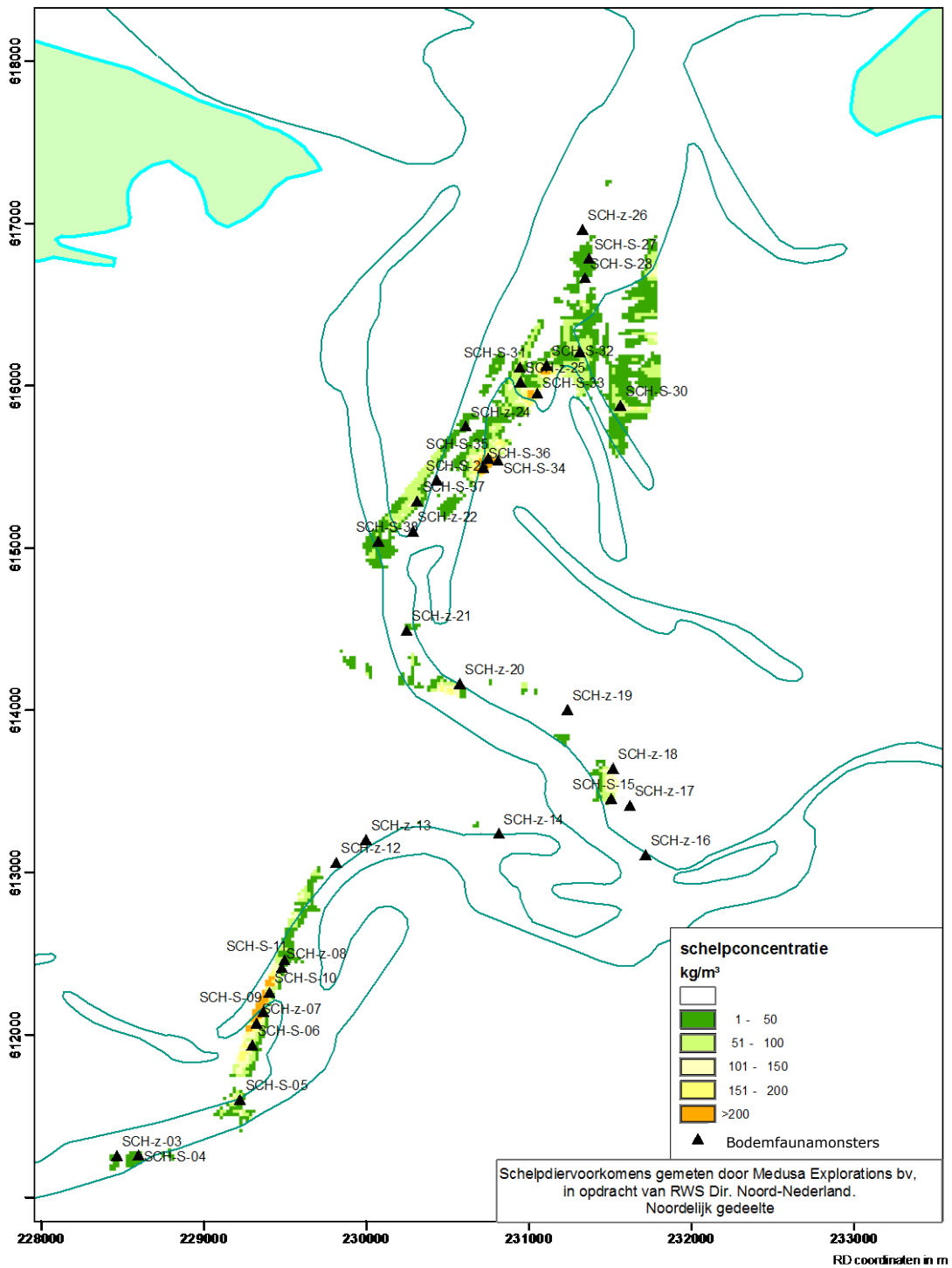
	Referentiegebied			Controlegeulen	
	Boschwad	Schild	Spruit	ZOL	
2002	6	11	0	17	
2003	14	24	20	23	
2005	14	24	20	23	
2006	14	24	21	23	
2007	14	24	18	23	
2008	14	24	20	24	
2009	14	25	21	22	
2010	14	24	21	21	
2011	14	24	21	23	
2012	14	24	21	23	
2013	14	24	21	23	



**Figuur 3a** Standaard monsterlocaties voor bodemmonsters in Zuidoost-Lauwers en Spruit (controle gebied) zoals vastgesteld in 2003. Monsters met s bevonden zich oorspronkelijk op een ondergrond met schelpgruis, die met z op zand.

### 3.3 Analyse

In dit rapport wordt een beschrijving gegeven van de resultaten van de bemonsteringen tot het achtste jaar na sluiting. Het gaat om de jaarlijkse tussenrapportage waarbij de resultaten op het oog beschreven worden. Deze jaarlijkse bemonstering heeft het karakter van 'vinger aan de pols'. Elke vijf jaar wordt een statistische analyse gepland van de gegevens die resulteert in een tussenrapportage (zie Fey *et al*, 2012).



**Figuur 3b** Standaard monsterlocaties voor bodemmonsters in het Schild (14 t/m 38) en Boschwad (1 t/m 14) (referentiegebied) zoals vastgesteld in 2003. Monsters met s bevonden zich oorspronkelijk op een ondergrond met schelpgruis, die met z op zand.

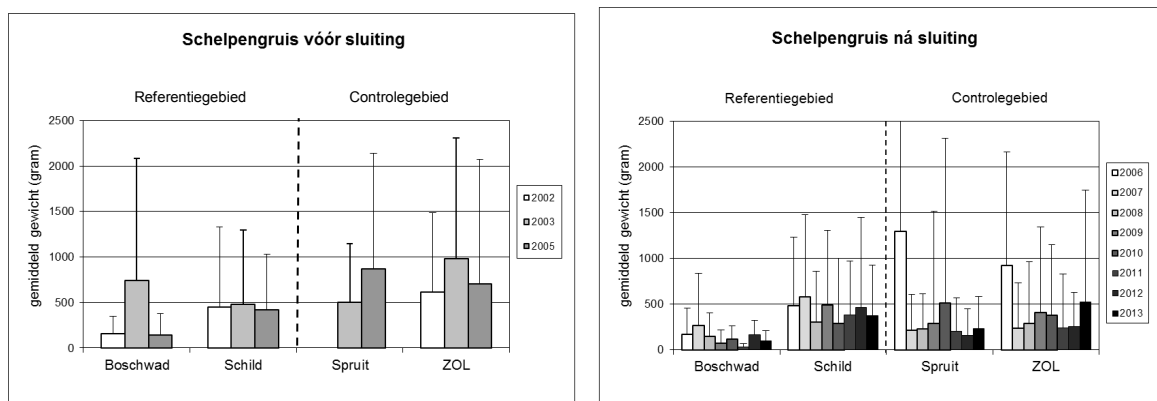


## 4 Resultaten

### 4.1 Bodembedekking

Schelpengruismassa's bieden een vestigingsplaats voor specifieke hardsubstraatbodemiafauna, zoals zeeanemonen en hydropoliepen, daarnaast vestigen mosselbanken vaak op schelpengruisbodems. In Figuur 4 zijn de gemiddelde schelpengruismassa's per monster op de bodem in de verschillende geulen weergegeven voor de periode vóór sluiting (2002, 2003 en 2005) en voor acht jaren na sluiting (2006-2013).

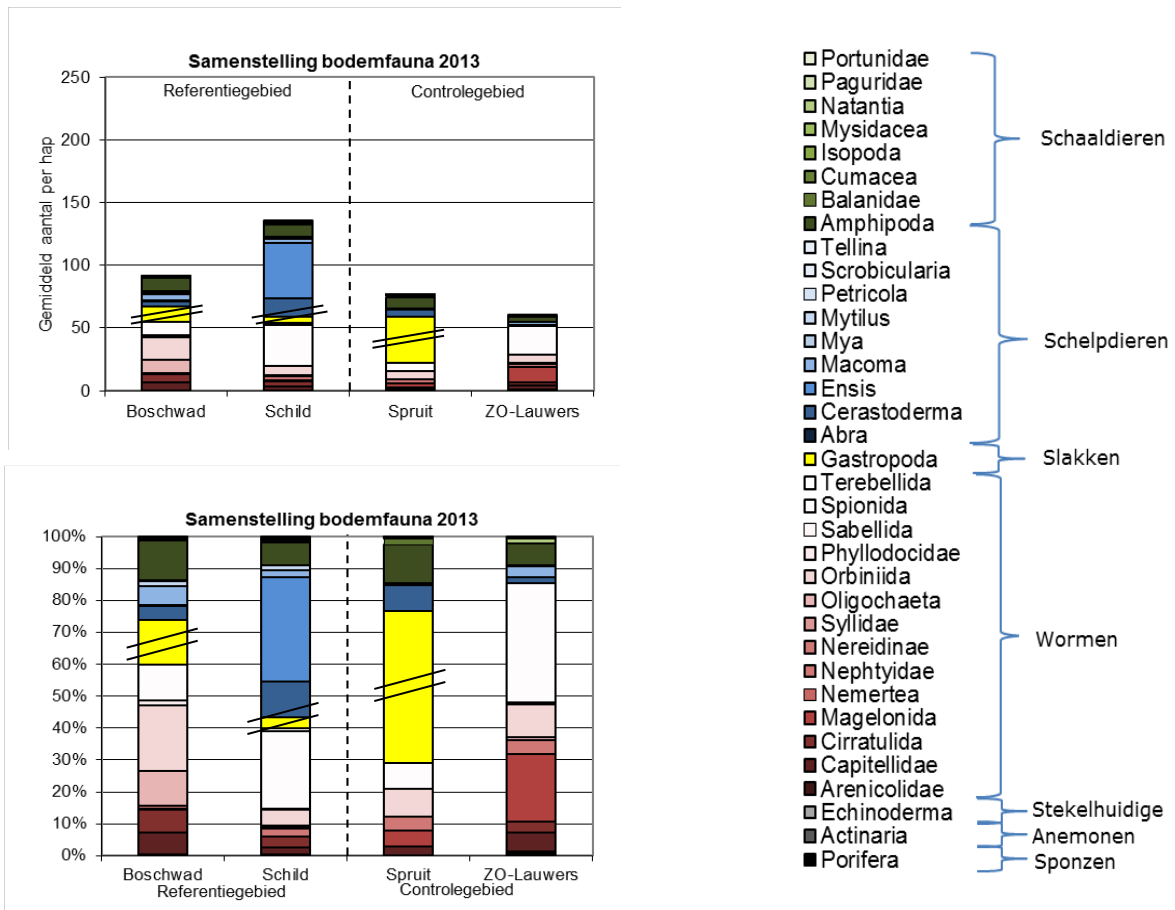
De minste gemiddelde schelpengruismassa werd in 2013 gevonden in de referentiegeul Boschwad. Ook voor sluiting van het gebied werd hier al de laagste massa schelpengruis aangetroffen. De gemiddelde schelpengruismassa's in de geulen lijken op het oog de laatste jaren iets afgenomen, die afname lijkt het minste in het Schild. In de andere geulen (Boschwad, Spruit en Zuidoost-Lauwers) lijkt na 2006 op het oog een lichte daling in de massa's te zien te zijn. In de controlegeul Zuidoost-Lauwers werd in 2013 het hoogste gemiddelde aan schelpengruis gevonden, in voorgaande jaren was dat vaak in het Schild. Uit de gegevens blijkt dat er veel variatie is tussen de monsterpunten in een gebied, tussen de gebieden en binnen de gebieden tussen de jaren.



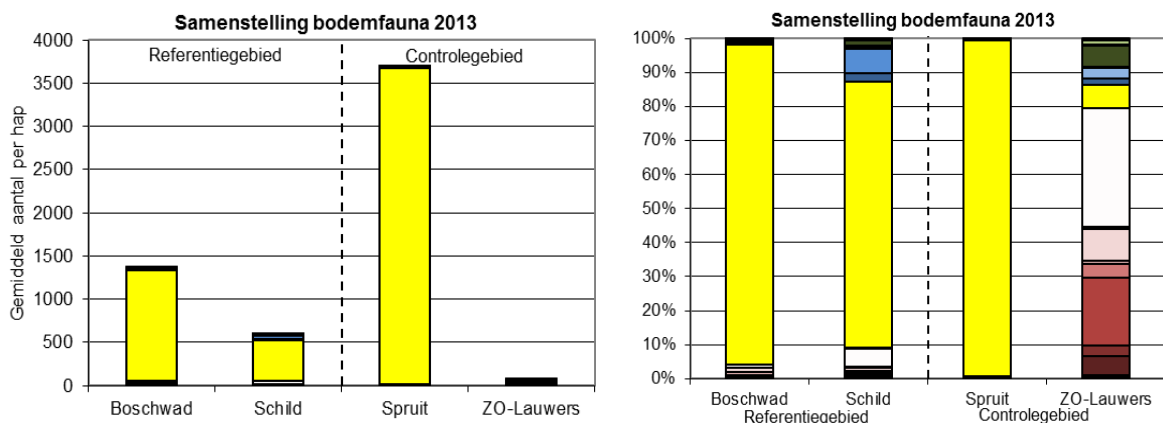
**Figuur 4** Gemiddelde hoeveelheid schelpengruis op de bodem in de geulen voor (links) en na sluiting (rechts). Boschwad en Schild liggen in het referentiegebied, Spruit en Zuidoost-Lauwers liggen buiten het referentiegebied en dienen als controle. In 2002 is Spruit niet bemonsterd.

### 4.2 Benthische mariene fauna

Het aantal mariene benthische soorten en het aantal individuen per jaar geeft een indicatie van de ontwikkeling binnen het gebied. In Figuur 5a-b worden de resultaten voor de in 2013 gevonden bodemdieren weergegeven. De resultaten van voorgaande jaren (inclusief 2013) zijn in bijlage 2 geplaatst. Omdat in 2013 een exceptioneel hoog aantal wadslakjes (*Gastropoda*) werd gevonden, waardoor de ontwikkeling van de andere bodemdieren onzichtbaar werd, zijn de resultaten in twee aparte grafieken weergegeven. In figuur 5a is het aantal gevonden wadslakjes met een factor 100 verminderd, in figuur 5b zijn de werkelijke gevonden aantallen weergegeven. In de resultaten worden de te onderscheiden soortengroepen ieder in een eigen kleur aangegeven. De meest relevante worden vervolgens ook elk in een eigen grafiek weergegeven (Figuren 6 t/m 8).

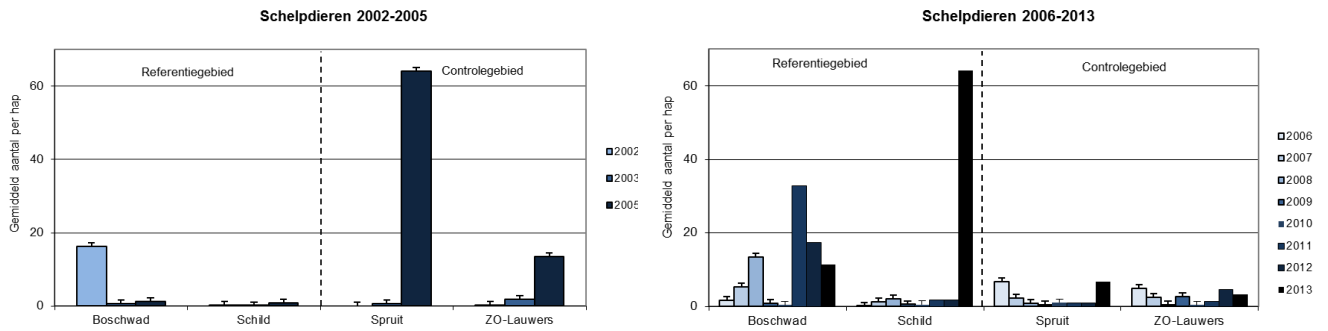


**Figuur 5a** Gemiddeld aantal levende bodemdieren (aantal (boven) en percentage (onder) weergegeven per soortsgroep) per monsterpunt in het referentiegebied en de twee controlegeulen van 2011 tot en met 2013. Het referentiegebied is vanaf 2006 gesloten voor menselijk gebruik. **Let op (!)** in 2013 zijn in deze figuur de Gastropoda (in dit geval wadslakjes *Hydrobia ulvae*) een factor 100 van de werkelijke vondst. Deze soortsgroep (zie bijlage 1) werd in het Boschwad, Schild en Spruit in zulke grote aantallen gevonden, dat ze het beeld van de ontwikkeling van de andere bodemdieren wegdrukten (zie ook figuur 5b).

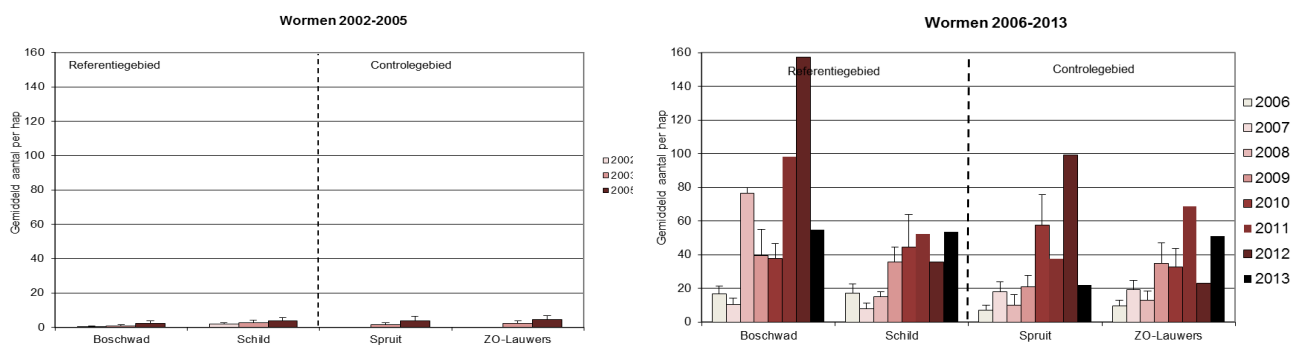


**Figuur 5b** Gemiddeld aantal levende bodemdieren (aantal (links) en percentage (rechts) weergegeven per soortsgroep) per monsterpunt in het referentiegebied en de twee controlegeulen in 2013, inclusief alle wadslakjes (*Hydrobia ulvae*)

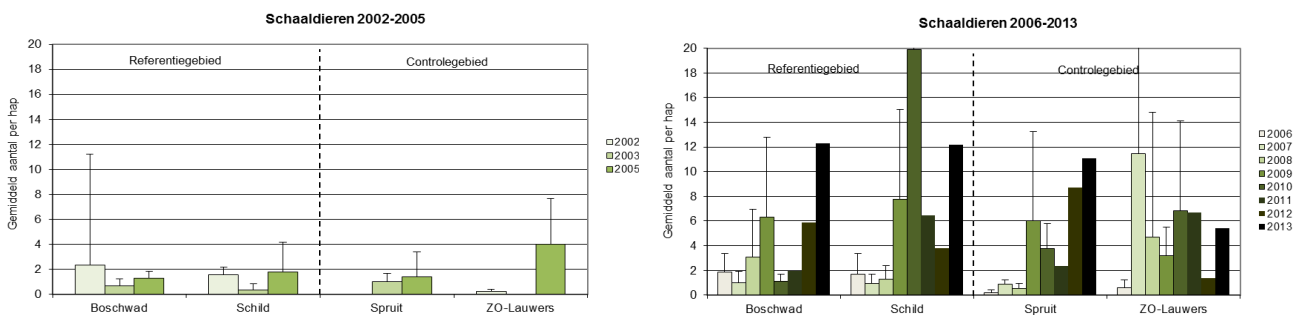




**Figuur 6** Ontwikkeling van het gemiddeld aantal levende Schelpdieren (tweekleppigen) in het referentiegebied en de twee controlegeulen (links vóór sluiting, rechts ná sluiting). In 2002 is het Spruit niet bemonsterd. Het referentiegebied is vanaf 2006 gesloten voor menselijk gebruik.



**Figuur 7** Ontwikkeling van het gemiddeld aantal levende wormen in het referentiegebied en de twee controlegeulen (links vóór sluiting, rechts ná sluiting). In 2002 is het Spruit niet bemonsterd. Het referentiegebied is vanaf 2006 gesloten voor menselijk gebruik.



**Figuur 8** Ontwikkeling van het gemiddeld aantal levende schaaldieren (Kreeftachtigen – zie bijlage 1) in het referentiegebied en de twee controlegeulen (links vóór sluiting, rechts ná sluiting). In 2002 is het Spruit niet bemonsterd. Het referentiegebied is vanaf 2006 gesloten voor menselijk gebruik.

In de figuren 6-8 kan duidelijk gezien worden dat het grote aantal wadslakjes (*Hydrobia ulvae*), dat vooral in het Spruit en in mindere mate in het Boschwad, gevonden werd, het meest opvallende in 2013 is. Deze werden in een aantal monsters in zulke grote aantallen gevonden dat zij het algemene beeld van de bodemfauna-ontwikkeling verstoren. De hoogste aantallen werden gevonden in het Spruit, waarvan één monster 55.599 wadslakjes en één 20.827 wadslakjes bevatte. In het Schild werden in een monster 11.136 wadslakjes geteld, in het Boschwad werden in een monster 16.450 wadslakjes gevonden. Dit zijn veruit de hoogste aantallen van deze soort die ooit gevonden zijn

---

tijdens deze bemonsteringen. Ook in voorgaande jaren werden soms grote hoeveelheden van één bepaalde soort gevonden. Zo werden er in twee monsters die in 2005 in het Spruit genomen werden grote hoeveelheden Amerikaanse zwaardscheden (*Ensis spp.*) gevonden, waarschijnlijk door een zeer lokale goede *Ensis*-broedval (Dankers *et al.*, 2006 en Feij *et al.*, 2013). Dit leverde een monster met 670 individuen op, gevolgd door een monster met 333 stuks. Daardoor was het gemiddelde aandeel van deze soort in deze geul erg hoog vergeleken met andere soorten. Ook in 2008 en 2012 werden opvallend hoge aantallen gevonden van een bepaalde soort, in die gevallen ging het om de wormensoorten respectievelijk *Tharyx sp.* uit de groep *Cirratulida* en *Pygospio elegans* uit de groep *Spionida*.

In 2013 werden in het Boschwad en Schild respectievelijk 23 en 24 verschillende soortgroepen gevonden, in het Spruit en Zuidoost-Lauwers waren dit respectievelijk 17 en 20 soortgroepen (Bijlage 2). De grote variatie tussen de geulen en de jaren blijft echter het opvallendste in deze weergaven. De afwijkende hoeveelheid soorten en individuen in het Boschwad en Schild wordt vooral veroorzaakt door schelpdieren en wormen. In 2013 werden in het Schild veel zwaardscheden (*Ensis spp.*) gevonden, een soort die bij broedval lokaal in grote aantallen kan voorkomen. Er werden dit jaar in deze geul ook meer kokkels (*Cerastoderma edule*) gevonden dan in de andere geulen. Opvallend is dat slijkgapers (*Scrobicularia plana*) tot nu toe alleen maar in het referentiegebied werden aangetroffen. In de jaren na sluiting zijn hoge aantallen schelpdieren alleen in de geulen van het referentiegebied gevonden. Ondanks de grote variatie binnen de geulen tussen de jaren en tussen de monsters in een geul lijkt er op het oog de laatste jaren op sommige punten een verschil te ontwikkelen tussen de geulen in het referentiegebied en de controlegeulen. De toename in aantal individuen en soorten lijkt in de referentiegeulen iets groter te zijn (Figuur 5) (zie o.a. Fey *et al.*, 2013), vooral wat schelpdieren betreft (Figuur 6). Maar, met name door die grote variatie, kunnen hierui nog geen conclusies worden getrokken.

Bij het bekijken van de ontwikkeling over de jaren valt de algemene toename over de jaren in het aantal soorten in controle- en referentiegebied op. Dit is een gevolg van enkele aanpassingen in het protocol (zie o.a. Fey *et al.*, 2012). Vanaf 2003 is het aantal monsters verhoogd (Tabel 1), daarnaast werden de kleinere wormen in 2002, 2003 en 2005 niet meegenomen in de analyse. De verschillende geulen binnen hetzelfde jaar zijn wel altijd gelijk behandeld, waardoor vergelijking in ontwikkeling tussen de geulen mogelijk blijft.

---

## 5 Discussie

### 5.1 Algemeen

Deze jaarlijkse rapportage is bedoeld om 'een vinger aan de pols te houden' voor de ontwikkeling in het voor menselijke activiteiten gesloten referentiegebied. In deze rapportage worden de jaarlijkse gegevens aangevuld met de resultaten uit 2013.

Zoals ook in voorgaande tussenrapportages steeds wordt gemeld (o.a. Fey *et al.*, 2013) moet bij het interpreteren van de resultaten rekening gehouden worden met de eigenschappen van het gebied en het basale karakter van de bemonsteringen. Het gaat hierbij om het dynamische karakter van het gebied onder Rottum. De ondiepe geulen vormen een dynamisch geulenpatroon, waarbij de ligging van de geulen continu verandert. Er is veel erosie en sedimentatie in het gebied (Lavaleije en Dankers, 1993). Dit bemoeilijkt de vestiging van voor bodemberoering gevoelige soorten. Aangezien het referentiegebied pas acht jaar geleden is ingesteld, ligt het ook nog niet in de lijn der verwachtingen dat er al opvallende verschillen waarneembaar zullen zijn tussen het referentiegebied en het controlegebied. Het mogelijke herstel van specifieke of gevoelige soorten kan vele jaren duren. Het herstel van litorale mosselbanken in de Waddenzee, bijvoorbeeld, is ruim 15 jaar na sluiting van de schelpdiervisserij op de droogvallende platen nog niet volledig (Goudswaard *et al.*, 2010). Structuurvormende organismen zoals velden van zeemos (*Sertularia sp.*) komen ook zodanig geaggregeerd voor dat de kans klein is om ze met het gebruikte monstertuig te vinden. De resultaten van de bodembemonstering in de geulen kenmerken zich door grote verschillen tussen de jaren en tussen monsterpunten in een geul. Om (statistisch) betrouwbare verschillen aan te kunnen tonen tussen gebieden, zijn uitgebreidere bemonsteringen nodig dan het jaarlijkse basale monstergrid en met een aanvullend monstertuig.

### 5.2 Bodembedekking

Binnen deze rapportage is speciale aandacht voor schelpengruisbanken omdat zij een belangrijke vestigingsplaats bieden voor bodemfaunasoorten die zich hechten aan hard substraat. In 2013 werd het meeste schelpengruis gevonden in de controlegeul Zuidoost-Lauwers. In de referentiegeul Boschwad werd het minste schelpengruis gevonden, zowel vóór sluiting van het gebied als daarna. In alle geulen valt de grote variatie tussen de jaren en tussen de monsterpunten binnen een jaar op. Toch lijkt er nu, net als voorgaande jaren, op het oog gemiddeld iets minder schelpengruis in de geulen te zijn dan in de jaren voor sluiting. Waarschijnlijk komt dit door de dynamiek in het gebied. In de jaren voor sluiting zijn de schelpengruisbanklocaties in kaart gebracht en op basis van deze locaties is een monstergrid vastgesteld met monsterpunten zowel op, als buiten deze schelpengruislocaties. In de loop der jaren kunnen deze schelpengruislocaties zijn verschoven of met zandig sediment zijn bedekt, waardoor monsterpunten die eerder op een schelpengruisbank lagen nu op zandig sediment liggen. Zoals ook al in voorgaande tussenrapportages (Fey *et al.*, 2013) wordt geconcludeerd zou hierdoor de gemiddelde hoeveelheid schelpengruis in de monsters gezamenlijk licht kunnen afnemen, terwijl dit in de geulen mogelijk niet echt het geval is. Om dit verder te onderzoeken zou een herbemonstering van de schelpengruislocaties moeten worden uitgevoerd, zoals beschreven in Dankers en Van Moorsel (2001).

### 5.3 Bodemfauna

In 2013 werden in sommige monsters zulke grote aantallen wadslakjes gevonden (*Hydrobia ulvae*), dat ze het algemene beeld van de ontwikkeling van de andere bodemdiersoorten volledig verbloemden; vooral in het Spruit (controlegeul) en in mindere mate in het Boschwad (referentiegeul).

---

Deze aantallen waren in enkele monsters zo hoog, dat ze alle andere aanwezige bodemdiersoorten gezamenlijk in aantal in veelvoud overtroffen. Om toch een beeld van die ontwikkeling te krijgen is het aantal wadslakjes in sommige figuren een factor 100 lager weergegeven. Het is bekend dat wadslakjes in de Waddenzee soms in erg grote dichtheden voorkomen (Kraan *et al.*, 2007), soms tot 200.000 individuen per m<sup>2</sup> (Philippart, 1995). Wadslakjes komen voor op het droogvallende wad en in geulen tot dieptes van 20 meter. Ze 'begrazen' de bodem door algen, bacteriën en detritus te eten. Zelf vormen wadslakjes een belangrijke voedselbron voor vogels en vissen. Het is onduidelijk waarom er dit jaar plots zoveel wadslakjes werden gevonden in dit gebied. Waarschijnlijk is 2013 een goed jaar geweest voor deze soort.

In 2013 werden in het Schild veel zwaardscheden (*Ensis spp.*) gevonden. Waarschijnlijk heeft er in dit gebied een goede broedval plaatsgevonden van deze schelpdiersoort. Deze schelpdieren leven in de Waddenzee op droogvallende platen en geulen tot 20-30 m. diepte. Het zijn schelpdieren die goed bestand zijn tegen dynamische condities, ze kunnen leven in instabiele zandbodems langs de geulranden (Dekker en Beukema, 2012). Deze bodemdieren komen in aggregaties voor, soms in dichtheden van meer dan 1000 individuen/m<sup>2</sup> (Dekker en Beukema, 2012). Wanneer een monster net binnen zo'n aggregatie valt dan kunnen hoge aantallen van die soort worden aangetroffen. Soms verstoren ze het beeld in zoverre dat het er anders uit had gezien als het monster niet net middenin maar juist naast deze aggregaties was genomen. Bij het interpreteren van de resultaten moet daarom rekening gehouden worden met het aantal monsters in een gebied waarin deze grote aantallen zijn gevonden om te bekijken of het om een toevalstreffer gaat of een verschil dat in meerdere monsters wordt gevonden. Door het basale karakter van de bemonsteringen kunnen toevalstreffers een grote rol spelen. Hierdoor is het moeilijk trends waar te nemen in de aantalsontwikkeling van de bodemfauna in de geulen van het referentiegebied. Daarvoor is een uitgebreidere bemonstering met meerdere monstertuigen nodig.

In 2013 lijkt het totaal aantal bodemdieren in het Boschwad (met de wadslakjes buiten beschouwing) behoorlijk lager te liggen dan in de afgelopen jaren. De aantallen bodemdieren in het Schild leken daarentegen toegenomen. De afgelopen jaren vormden de wormen in aantal de grootste groep in alle onderzochte geulen. Dit jaar zijn er, naast de wadslakjes, ook grote aantallen schelpdieren gevonden, specifiek in het Schild. Dit werd in het Schild met name veroorzaakt door een aantal monsters met grote aantallen Amerikaanse zwaardschedes. Net als in de twee voorgaande jaren lijken er op het oog meer individuen (met uitzondering van de wadslakjes) en soortgroepen voor te komen in de geulen van het referentiegebied dan in de controlegeulen. Dit is echter niet statistisch getest en kan daarmee op toeval berusten.

Zoals ook in eerdere tussenrapportages wordt geadviseerd (o.a. Fey *et al.*, 2013) is het belangrijk om tenminste eenmaal een uitgebreide bemonstering uit te kunnen voeren. Binnen dit monitoringsproject zouden dan ook eventueel aanwezige kleinere verschillen tussen de gebieden statistisch kunnen worden aangetoond. Een voorstel voor uitbreiding van dit monsterprogramma is gedaan in Fey *et al.* (2011) en is ook nu weer in de maak voor de situatie 10 jaar na sluiting.

Met de huidige opzet kan pas een statistisch onderbouwde conclusie worden getrokken als de mogelijke verschillen tussen de gebieden enorm groot zijn (een factor 2!) of wanneer specifieke en gevoelige soorten wel in het ene en niet in het andere geulensysteem voorkomen. Het mogelijke herstel van deze soorten kan echter vele jaren duren en de kans dat deze soorten met de huidige bemonsteringsopzet bij lokale aanwezigheid gevonden worden is uiterst klein. Daarnaast is het geulensysteem onder Rottum zeer dynamisch (Lavaleije en Dankers, 1993) en, mede onder invloed van verplaatsingen van de Rottum's, in vergelijking met de meeste andere wadgeulen sterk migrerend. Dit maakt het voor structuurvormende soorten mogelijk moeilijk om zich te vestigen.

---

# Literatuur

- Berghahn R (1990) On the potential impact of shrimping on the trophic relationships in the Wadden Sea. In: M Barnes & RN Gibson (ed.), *Trophic relationships in the marine environment. Proceedings of the 24th European Marine Biology Symposium*. Aberdeen University Press, Aberdeen; 130-140.
- Buhs F & K Reise (1997) Epibenthic fauna dredged from tidal channels in the Wadden Sea of Schleswig-Holstein: spatial patterns and a long term decline. *Helgolander Meeresuntersuchungen* 51:343-359
- Colijn F, N Dankers & A Jensen (1995) The need for reference areas for scientific research and (nature) management. *Wadden Sea Newsletter* 1995-2: 17-19.
- Dankers, NMJA & GWNM van Moorsel (2001) Schelpenbanken als ecotoop; de fauna van schelpenbanken in de Waddenzee. Wageningen, Alterra rapport 202, pp. 66
- Dankers N, A Meijboom, PW van Leeuwen, F Fey, I Tulp, G Rink & M de Vries (2006) Ecologische ontwikkelingen in een voor menselijke activiteiten gesloten gebied in de Nederlandse Waddenzee: rapportage over de situatie tussen 2002 en 2005, voorafgaand aan de sluiting. Wageningen IMARES Rapport 06.010
- Dekke R en JJ Beukema (2012) Long-term dynamics and productivity of a successful invader: The first three decades of the bivalve *Ensis directus* in the western Wadden Sea. *J. Sea Res.* 71: 31-40.
- Doeksen A (2006) Ecological perspectives of the North Sea *C. Crangon* fishery. An inventory of its effects on the marine ecosystem. Natural Resources Management. Wageningen University, Wageningen. Bachelor Thesis
- Ende van den D, K Troost, M van Stralen, C van Zweeden, M van Asch (2012) Het mosselbestand en het areaal aan mosselbanken op de droogvallende platen van de Waddenzee in het voorjaar van 2012. Den Burg, Texel, IMARES rapport C149/12
- Fey F, N Dankers, I Tulp en J van der Meer (2011) Onderzoeksplan: 'Tussenrapportage vijf jaar na sluiting Referentiegebied Rottum'. Den Burg, Texel, IMARES Rapport C060/11
- Fey F, NMJA Dankers, A Meijboom, PW van Leeuwen, WE Lewis, J Cuperus, BE van der Weide, L de Vos, ML de Jong, EM Dijkman & JSM Cremer (2012) Ecologische ontwikkeling in een voor menselijke activiteiten gesloten gebied in de Nederlandse Waddenzee: Tussentijdse analyse van de ontwikkeling in het gesloten gebied in vergelijking tot niet-gesloten gebieden, vijf jaar na sluiting. Wageningen, WOT Natuur & Milieu, WOT-rapport 118.
- Fey F, N Dankers, A Meijboom, PW van Leeuwen, W Lewis, J Cuperus, B van der Weide, M de Jong, E Dijkman & J Cremer (2013) Ecologische ontwikkeling in een voor menselijke activiteiten gesloten gebied in de Nederlandse Waddenzee: tussenrapportage zes jaar na sluiting (najaar 2012). Den Burg, Texel, IMARES Rapport C129/13
- Fey F.E., N.M.A.J. Dankers, A. Meijboom, P.W. van Leeuwen, M. de Jong, E.M. Dijkman & J.S.M. Cremer (2014). Ontwikkeling van enkele mosselbanken in de Nederlandse Waddenzee, situatie 2013. WOT-technical report 20/ IMARES Rapport C159/14. Wageningen, WOT Natuur & Milieu/ IMARES Wageningen UR.
- Gillet R (2008) Global study on shrimp fisheries. FOA Fisheries Technical Paper 475
- Ierland ET & van der Veer HW (1982) Literatuuronderzoek naar de mogelijke gevolgen van zandwinning in de Waddenzee. Interne verslagen NIOZ 1982-5. Nederlands Instituut voor Onderzoek der Zee, Texel, 56 p.
- Kraan C, A Dekinga, E O Folmer, H W van der Veer, T Piersma (2007) Macrobenthic fauna on intertidal mudflats in the Dutch Wadden Sea: Species abundances, biomass and distributions in 2004 and 2006. NIOZ-Report 2007-2

- 
- Lavaleije MSS & N Dankers (1993) Voorstudie naar de effecten van de garnalenvisserij op de bodemfauna, met advies over te sluiten gebieden en uit te voeren onderzoek. IBN rapport 001. 37 p
- Lotze HK (2005) Radical changes in the Wadden Sea fauna and flora over the last millennium. Helgoland Marine Research 59
- Philippart CJM (1995) Effect of periphyton grazing by *Hydrobia ulvae* on the growth of *Zostera noltii* on a tidal flat in the Dutch Wadden Sea. *Marine Biology* (1995) 122:431-437
- Tulp I (2009) Onderzoeksagenda 'Duurzame garnalenvisserij'. IJmuiden, IMARES Rapport C102/09
- Wilber CG (1971) Turbidity. In O. Kinne (ed), *Marine ecology* 1 (2): 1181-1189

---

# Verantwoording

WOt-technical report 34/ IMARES-rapport: C041/15

IMARES Projectnummer: 4308201148

Bas-code: WOT-04-009-035.05

Dit rapport is met grote zorgvuldigheid tot stand gekomen. De wetenschappelijke kwaliteit is intern getoetst door een collega-onderzoeker en het betreffende afdelingshoofd van IMARES.

Akkoord: A.D. Rippen MSc  
DLO-Onderzoeker IMARES

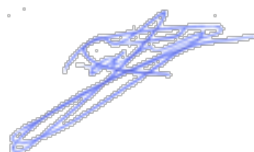
Handtekening:



Datum: 28 april 2015

Akkoord: Drs. J. Asjes  
Hoofd afdeling Ecosystemen

Handtekening:



Datum: 28 april 2015

## **Kwaliteitsborging IMARES**

IMARES beschikt over een ISO 9001:2008 gecertificeerd kwaliteitsmanagementsysteem (certificaatnummer: 124296-2012-AQ-NLD-RvA). Dit certificaat is geldig tot 15 december 2015. De organisatie is gecertificeerd sinds 27 februari 2001. De certificering is uitgevoerd door DNV Certification B.V. Daarnaast beschikt het chemisch laboratorium van de afdeling Vis over een NEN-EN-ISO/IEC 17025:2005 accreditatie voor testlaboratoria met nummer L097. Deze accreditatie is geldig tot 1 april 2017 en is voor het eerst verleend op 27 maart 1997; deze accreditatie is verleend door de Raad voor Accreditatie.



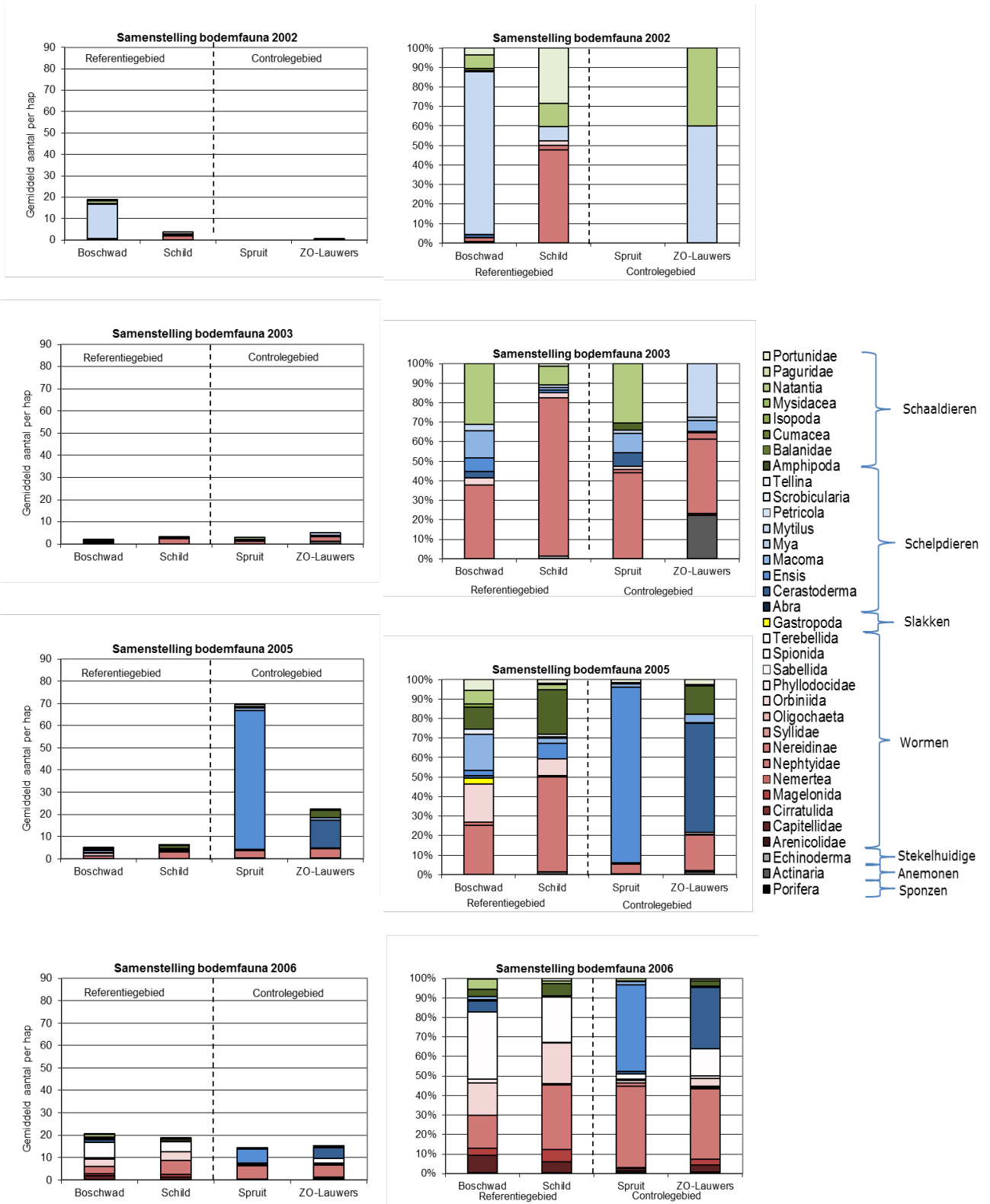


# Bijlage 1 Soortgroepen en Nederlandse namen

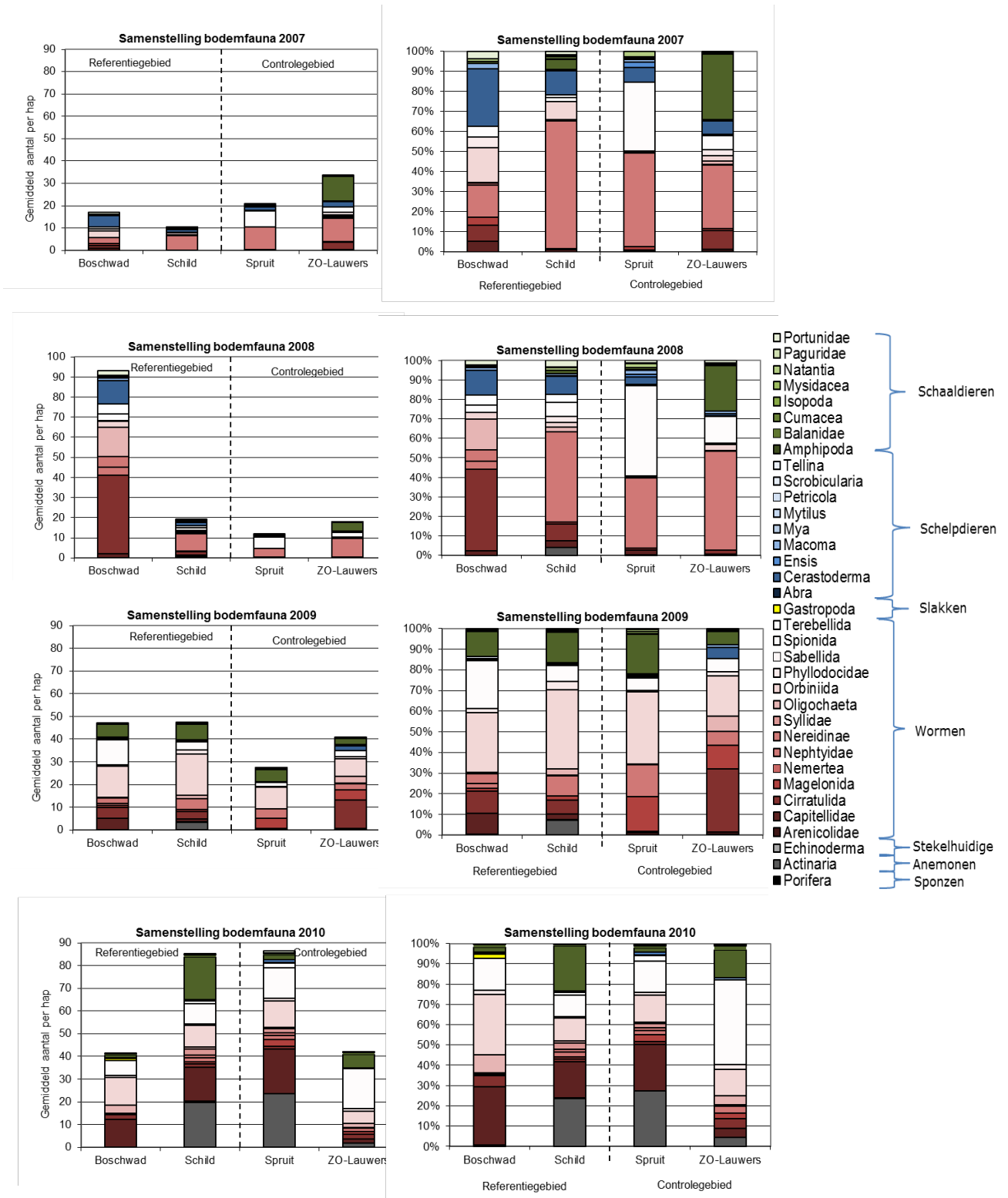
Namen rapport	Nederlandse naam	Soortgroep
Actiniaria	Anemonen	Anemonen
Amphipoda	Vlokkreeftjes	Kreeften_Krabben
Cumacea	Zeekomma's	Kreeften_Krabben
Isopoda	Zeepissebedden	Kreeften_Krabben
Mysidacea	Aasgarnalen	Kreeften_Krabben
Caridea	Garnalen en Steurgarnalen	Kreeften_Krabben
Paguridae	Heremietkreeften	Kreeften_Krabben
Portunidae	Zwemkrabben	Kreeften_Krabben
Abra	Dunschalen	Schelpdieren
Cerastoderma	Kokkels	Schelpdieren
Ensis	Zwaardscheden	Schelpdieren
Macoma	Nonnetjes	Schelpdieren
Mya	Gapers	Schelpdieren
Mytilus	Mossels	Schelpdieren
Scrobicularia	Platte slijkgaper	Schelpdieren
Tellina	Platschelpen	Schelpdieren
Gastropoda	Slakken	Slakken
Porifera	Sponzen	Sponzen
Echinodermata	Stekelhuidigen	Stekelhuidigen
Oligochaeta	Kleine niet-borstelwormen	Wormen
Arenicolidae	Wadpierzachtigen	Wormen
Capitellidae	Draadwormen	Wormen
Cirratulidae	Spaghettiwormen	Wormen
Magelonida		Wormen
Nehtyidae	Zandzagers	Wormen
Nereidinae	Zeeduizendpoten	Wormen
Syllidae	Zagertjes	Wormen
Orbiniidae	Wapenwormen	Wormen
Polynoidae	Zeerupsen	Wormen
Sabellida	Rifkokerwormen	Wormen
Spionida		Wormen
Terebellida	Kokerwormen	Wormen
Phyllodoceidae	Dunne zeerupsen of dieseltreintjes	Wormen



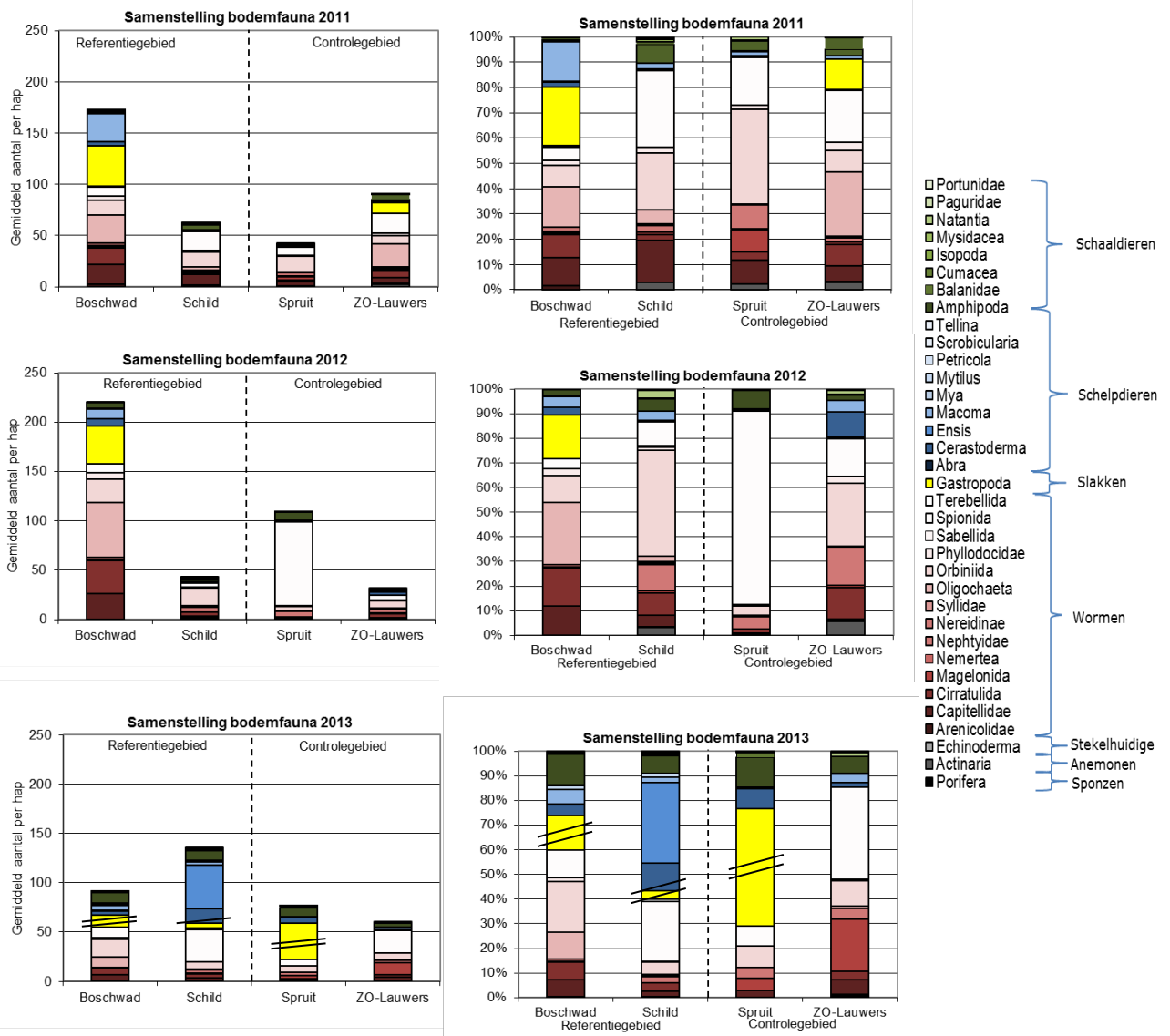
# Bijlage 2 Resultaten bodemmonsters



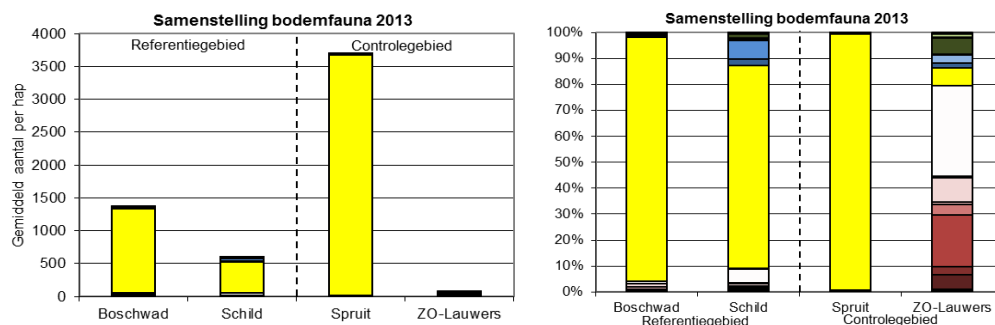
**Figuur B2.1** Gemiddeld aantal levende bodemdieren (aantal (links) en percentage (rechts) weergegeven per soortsgroep) per monsterpunt in het referentiegebied en de twee controlegeulen van 2002 tot en met 2006. In 2002 is het Spruit niet bemonsterd. Het referentiegebied is vanaf 2006 gesloten voor menselijk gebruik.



**Figuur B2.2** Gemiddeld aantal levende bodemdieren (aantal (links) en percentage (rechts) weergegeven per soortsgroep) per monsterpunt in het referentiegebied en de twee controlegeulen van 2007 tot en met 2010. Het referentiegebied is vanaf 2006 gesloten voor menselijk gebruik.



**Figuur B2.3** Gemiddeld aantal levende bodemdieren (aantal (links) en percentage (rechts) weergegeven per soortsgroep) per monsterpunt in het referentiegebied en de twee controlegeulen van 2011 tot en met 2013. Het referentiegebied is vanaf 2006 gesloten voor menselijk gebruik. **Let op (!)** in 2013 zijn in deze figuur de Gastropoda (in dit geval wadslakjes *Hydrobia ulvae*) een factor 100 van de werkelijke vondst. Deze soortsgroep (zie bijlage 1) werd in het Boschwad, Schild en Spruit in zulke grote aantallen gevonden, dat ze het beeld van de ontwikkeling van de andere bodemdieren wegdrukten (zie figuur B2.4).



**Figuur B2.4** Gemiddeld aantal levende bodemdieren (aantal (links) en percentage (rechts) weergegeven per soortsgroep) per monsterpunt in het referentiegebied en de twee controlegeulen in 2013. inclusief alle wadslakjes (*Hydrobia ulvae*)



---

## Verschenen documenten in de reeks Technical reports van de Wettelijke Onderzoekstaken Natuur & Milieu

WOt-Technical reports zijn verkrijgbaar bij het secretariaat van Unit Wettelijke Onderzoekstaken Natuur & Milieu te Wageningen. T 0317 – 48 54 71; E info.wnm@wur.nl

WOt-Technical reports zijn ook te downloaden via de website [www.wageningenUR.nl/wotnatuurenmilieu](http://www.wageningenUR.nl/wotnatuurenmilieu)

- 1 Arets, E.J.M.M., K.W. van der Hoek, H. Kramer, P.J. Kuikman & J.-P. Lesschen (2013). *Greenhouse gas reporting of the LULUCF sector for the UNFCCC and Kyoto Protocol. Background to the Dutch NIR 2013.*
- 2 Kleunen, A. van, M. van Roomen, L. van den Bremer, A.J.J. Lemaire, J-W. Vergeer & E. van Winden (2014). *Ecologische gegevens van vogels voor Standaard Gegevensformulieren Vogelrichtlijngebieden.*
- 3 Bruggen, C. van, A. Bannink, C.M. Groenestein, B.J. de Haan, J.F.M. Huijsmans, H.H. Luesink, S.M. van der Sluis, G.L. Velthof & J. Vonk (2014). *Emissies naar lucht uit de landbouw in 2012. Berekningen van ammoniak, stikstofoxide, lachgas, methaan en fijn stof met het model NEMA*
- 4 Verburg, R.W., T. Selnes & M.J. Bogaardt (2014). *Van denken naar doen; ecosysteemdiensten in de praktijk. Case studies uit Nederland, Vlaanderen en het Verenigd Koninkrijk.*
- 5 Velthof, G.L. & O. Oenema (2014). *Commissie van Deskundigen Meststoffenwet. Taken en werkwijze; versie 2014*
- 6 Berg, J. van den, V.J. Ingram, L.O. Judge & E.J.M.M. Arets (2014). *Integrating ecosystem services into tropical commodity chains- cocoa, soy and palm oil; Dutch policy options from an innovation system approach*
- 7 Knegt de, B., T. van der Meij, S. Hennekens, J.A.M. Janssen & W. Wamelink (2014). *Status en trend van structuur- en functiekenmerken van Natura 2000- habitattypen op basis van het Landelijke Meetnet Flora (LMF) en de Landelijke Vegetatie Databank (LVD). Achtergronddocument voor de Artikel 17-rapportage.*
- 8 Janssen, J.A.M., E.J. Weeda, P. Schippers, R.J. Bijlsma, J.H.J. Schaminée, G.H.P. Arts, C.M. Deerenberg, O.G. Bos & R.G. Jak (2014). *Habitattypen in Natura 2000-gebieden. Beoordeling van oppervlakte representativiteit en behoudsstatus in de Standard Data Forms (SDFs).*
- 9 Ottburg, F.G.W.A., J.A.M. Janssen (2014). *Habitatrichtlijnsoorten in Natura 2000-gebieden. Beoordeling van populatie, leefgebied en isolatie in de Standard Data Forms (SDFs)*
- 10 Arets, E.J.M.M. & F.R. Veeneklaas (2014). *Costs and benefits of a more sustainable production of tropical timber.*
- 11 Vader, J. & M.J. Bogaardt (2014). *Natuurverkenning 2 jaar later; Over gebruik en doorwerking van Natuurverkenning 2010-2040.*
- 12 Smits, M.J.W. & C.M. van der Heide (2014). *Hoe en waarom bedrijven bijdragen aan behoud van ecosysteemdiensten; en hoe de overheid dergelijke bijdragen kan stimuleren.*
- 13 Knegt, B. de (ed.) (2014). *Graadmeter Diensten van Natuur; Vraag, aanbod, gebruik en trend van goederen en diensten uit ecosystemen in Nederland.*
- 14 Beltman, W.H.J., M.M.S. Ter Horst, P.I. Adriaanse, A. de Jong & J. Deneer (2014). *FOCUS\_TOXSWA manual 4.4.2; User's Guide version 4.*
- 15 Adriaanse, P.I., W.H.J. Beltman & F. Van den Berg (2014). *Metabolite formation in water and in sediment in the TOXSWA model. Theory and procedure for the upstream catchment of FOCUS streams.*
- 16 Groenestein, K., C. van Bruggen en H. Luesink (2014). *Harmonisatie diercategorieën*
- 17 Kistenkas, F.H. (2014). *Juridische aspecten van gebiedsgericht natuurbeleid (Natura 2000)*
- 18 Koeijer, T.J. de, H.H. Luesink & C.H.G. Daatselaar (2014). *Synthese monitoring mestmarkt 2006 – 2012.*
- 19 Schmidt, A.M., A. van Kleunen, L. Soldaat & R. Bink (2014). *Rapportages op grond van de Europese Vogelrichtlijn en Habitatrichtlijn. Evaluatie rapportageperiode 2007-2012 en aanbevelingen voor de periode 2013-2018*
- 20 Fey F.E., N.M.A.J. Dankers, A. Meijboom, P.W. van Leeuwen, M. de Jong, E.M. Dijkman & J.S.M. Cremer (2014). *Ontwikkeling van enkele mosselbanken in de Nederlandse Waddenzee, situatie 2013.*
- 21 Hendriks, C.M.A., D.A. Kamphorst en R.A.M. Schrijver (2014). *Motieven van actoren voor verdere verduurzaming in de houtketen.*
- 22 Selnes, T.A. and D.A. Kamphorst (2014). *International governance of biodiversity; searching for renewal*

- 
- 23** Dirkx, G.H.P, E. den Belder, I.M. Bouwma, A.L. Gerritsen, C.M.A. Hendriks, D.J. van der Hoek, M. van Oorschot & B.I. de Vos (2014). *Achtergrondrapport bij beleidsstudie Natuurlijk kapitaal: toestand, trends en perspectief; Verantwoording casestudies*
- 24** Wamelink, G.W.W., M. Van Adrichem, R. Jochem & R.M.A. Wegman (2014). *Aanpassing van het Model for Nature Policy (MNP) aan de typologie van het Subsiestelsel Natuur en Landschap (SNL); Fase 1*
- 25** Vos, C.C., C.J. Grashof-Bokdam & P.F.M. Opdam (2014). *Biodiversity and ecosystem services: does species diversity enhance effectiveness and reliability? A systematic literature review.*
- 26** Arets, E.J.M.M., G.M. Hengeveld, J.P. Lesschen, H. Kramer, P.J. Kuikman & J.W.H. van der Kolk (2014). *Greenhouse gas reporting of the LULUCF sector for the UNFCCC and Kyoto Protocol. Background to the Dutch NIR 2014.*
- 27** Røller, te J.A., F. van den Berg, P.I. Adriaanse & A. de Jong (2014). *Surface Water Scenario Help (SWASH) version 5.3*
- 28** Schuiling, C., A.M. Schmidt & M. Boss (2014). *Beschermde gebiedenregister; Technische documentatie*
- 29** Goossen, C.M., M.A. Kiers (2015). *Mass mapping; State of the art en nieuwe ideeën om bezoekersaantallen in natuurgebieden te meten*
- 30** Hennekens, S.M, M. Boss en A.M. Schmidt (2014). *Landelijke Vegetatie Databank; Technische documentatie*
- 31** Bijlsma, R.J., A. van Kleunen & R. Pouwels (2014). *Structuur- en functiekenmerken van leefgebieden van Vogelrichtlijn- en Habitatrichtlijnsoorten; Een concept en bouwstenen om leefgebieden op landelijk niveau en gebiedsniveau te beoordelen*
- 32** Commissie Deskundigen Meststoffenwet (2015). *Nut en risico's van covergisting. Syntheserapport.*
- 33** Bijlsma, R.J. & J.A.M. Janssen (2014). *Structuur en functie van habitattypen; Onderdeel van de documentatie van de Habitatrichtlijn artikel 17-rapportage 2013*
- 34** Fey F.E., N.M.J.A. Dankers, A. Meijboom, P.W. van Leeuwen, J. Cuperus, B.E. van der Weide, M. de Jong, E.M. Dijkman & J.S.M. Cremer (2014). *Ecologische ontwikkeling binnen een voor menselijke activiteiten gesloten gebied in de Nederlandse Waddenzee; Tussenrapportage achtste jaar na sluiting (najaar 2013).*







---

Thema Informatievoorziening Natuur  
Wettelijke Onderzoekstaken  
Natuur & Milieu  
Postbus 47  
6700 AA Wageningen  
T (0317) 48 54 71  
E [info.wnm@wur.nl](mailto:info.wnm@wur.nl)

ISSN 2352-2739

[www.wageningenUR.nl/  
wotnatuurenmilieu](http://www.wageningenUR.nl/wotnatuurenmilieu)



---

De WOT Natuur & Milieu voert wettelijke onderzoekstaken uit op het beleidsterrein natuur en milieu. Deze taken worden uitgevoerd om een wettelijke verantwoordelijkheid van de minister van Economische Zaken te ondersteunen. De WOT Natuur & Milieu werkt aan producten van het Planbureau voor de Leefomgeving, zoals de Balans van de Leefomgeving en de Natuurverkenning. Verder brengen we voor het ministerie van Economische Zaken adviezen uit over (toelating van) meststoffen en bestrijdingsmiddelen, en zorgen we voor informatie voor Europese rapportageverplichtingen over biodiversiteit.

De WOT Natuur & Milieu is onderdeel van de internationale kennisorganisatie Wageningen UR (University & Research centre). De missie is 'To explore the potential of nature to improve the quality of life'. Binnen Wageningen UR bundelen 9 gespecialiseerde onderzoeksinstituten van stichting DLO en Wageningen University hun krachten om bij te dragen aan de oplossing van belangrijke vragen in het domein van gezonde voeding en leefomgeving. Met ongeveer 30 vestigingen, 6.000 medewerkers en 9.000 studenten behoort Wageningen UR wereldwijd tot de aansprekende kennisinstellingen binnen haar domein. De integrale benadering van de vraagstukken en de samenwerking tussen verschillende disciplines vormen het hart van de unieke Wageningen aanpak.