



---

# Ontwikkeling van de bodemdiergemeenschap in de geulen van referentiegebied Rottum

Tussenrapportage twaalf jaar na sluiting (najaar 2017)

S.T. Glorius

WOT-technical report 142  
WMR-Rapport C019/19



**WAGENINGEN**  
UNIVERSITY & RESEARCH

---



---

## **Ontwikkeling van de bodemdiergemeenschap in de geulen van het referentiegebied Rottum**

---

Dit Technical report is gemaakt conform het Kwaliteitsmanagementsysteem (KMS) van de unit Wettelijke Onderzoekstaken Natuur & Milieu, onderdeel van Wageningen University & Research.

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 Landbouw, Natuur en Voedselkwaliteit (LNV) te ondersteunen. We zorgen voor rapportages en data voor (inter)nationale verplichtingen op het gebied van agromilieu, biodiversiteit en bodeminformatie, en werken mee aan producten van het Planbureau voor de Leefomgeving zoals de Balans van de Leefomgeving.

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

WOT-technical report 142 is het resultaat van een onderzoeksopdracht van en gefinancierd door het ministerie van Landbouw, Natuur en Voedselkwaliteit (LNV). Dit project is uitgevoerd door Wageningen Marine Research (WMR). WMR beschikt over een ISO 9001:2015 gecertificeerd kwaliteitsmanagementsysteem. Dit certificaat is geldig tot 15 december 2021. De organisatie is gecertificeerd sinds 27 februari 2001. De certificering is uitgevoerd door DNV GL.

---

# Ontwikkeling van de bodemdiergemeenschap in de geulen van het referentiegebied Rottum

Tussenrapportage twaalf jaar na sluiting (najaar 2017)

S.T. Glorius

**Wettelijke Onderzoekstaken Natuur & Milieu**

Wageningen, december 2018

---

**WOt-technical report 142**

**WMR-Rapport C019/19**

ISSN 2352-2739

DOI: 10.18174/466779

---

## Referaat

Glorius, S.T. (2018). *Ontwikkeling van de bodemdiergemeenschap in de geulen van referentiegebied Rottum; Tussenrapportage twaalf jaar na sluiting (najaar 2017)*. Wettelijke Onderzoekstaken Natuur & Milieu, WUR, Wageningen: WOt-technical report 142/ Wageningen Marine Research, Den Helder: WMR-rapport C019/19. 40 blz.; 7 fig.; 1 tab.; 10 ref; 2 bijlagen.

Sinds november 2005 is een klein deel van de Nederlandse Waddenzee gesloten voor (potentieel) schadelijke menselijke activiteiten. Het gebied ligt ten zuiden van Rottumerplaat en Rottumeroog, en beslaat zo'n 7400 hectare. Doel van de sluiting is om de ongestoorde ontwikkeling van de natuur in de Waddenzee te kunnen volgen. Hiervoor wordt de bodemdiergemeenschap in twee geulen gelegen in het gesloten gebied gemonitord en vergeleken met die van twee controlegeulen gelegen buiten dit gebied. Dit rapport beschrijft de tussentijdse resultaten, 12 jaar naar sluiting. In lijn met wat eerder vastgesteld werd, bevatten de monsters die genomen zijn in de gesloten geulen wat meer verschillende soorten dan de monsters genomen in de open geulen. De bodemdiergemeenschap in Boschwad onderscheidt zich van de andere geulen door een wat hogere abundantie schelpdieren (vooral kokkels maar ook nonnetjes) en andere samenstelling van ringwormsoorten. De soortensamenstelling in Schild komt meer overeen met de open geulen, mogelijk veroorzaakt door een wat grotere natuurlijke verstoring (invloed wind en golven op de bodem).

*Trefwoorden:* bodemdieren, benthos, geulen, Waddenzee, referentiegebied Rottum, gesloten gebied

## Abstract

Glorius, S.T. (2018). *Development of benthic fauna in the gullies of the Rottum reference site: Interim report 12 years after closure (autumn 2017)*. Statutory Research Tasks Unit for Nature & the Environment./ Wageningen Marine Research, Den Helder. WOt technical report 142/ WMR-rapport C019/19. 40 p.; 7 figs; 1 tab.; 10 refs. ; 2 Annexes.

Since November 2005 a small part of the Dutch Wadden Sea has been closed to bottom-disturbing anthropogenic activities. The area is situated just to the south of Rottumerplaat and Rottumeroog islands and covers about 7,400 hectares. The purpose of closing this area is to monitor the development of the marine fauna in the Wadden Sea when they are not disturbed by human activities. The monitoring programme focuses on the development of the benthic communities present in the gullies. The benthic fauna in two gullies in the closed area are being monitored and compared with the fauna in two control gullies outside the closed area, where they are under the influence of bottom-disturbing activities. This report describes the interim results 12 years after the area was closed. In line with what has been established earlier, the benthic species composition in the samples from the gullies in the closed area is somewhat more diverse than in the samples from the control gullies. The benthic fauna in Boschwad differs from the other gullies by having a slightly higher abundance of shellfish (especially cockles, but also Baltic clams) and a different composition of annelid species. The species composition in Schild is more similar to that in the open gullies, possibly as a result of greater natural disturbance (influence of wind and waves on the sediments).

*Keywords:* benthos, benthic fauna, gullies, Wadden Sea, Rottum reference site, closed area

**Foto omslag:** Oscar Bos/Wageningen Marine Research

© 2018 **Wageningen Marine Research**

Ambachtsweg 8A, 1785 AJ Den Helder

Tel: (0317) 48 09 00; e-mail: [imares@wur.nl](mailto:imares@wur.nl); [www.wur.nl/marine-research](http://www.wur.nl/marine-research)

---

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

Alle rechten voorbehouden. Niets uit deze uitgave mag worden veeveelvoudigd 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

Het project referentiegebied Rottum wordt door Wageningen Marine Research (WMR) uitgevoerd als wettelijke onderzoekstaak binnen het thema Informatievoorziening Natuur en wordt gecoördineerd door het ministerie van Landbouw, Natuur en Voedselkwaliteit (LNV). Dit rapport beschrijft de tussentijdse resultaten, twaalf jaar na sluiting, waarbij de bodemdiergemeenschap van geulen gelegen in en buiten het gesloten gebied en zoals aangetroffen in 2017 onderling vergeleken wordt en waarbij gekeken wordt hoe deze zich verhoudt met de ontwikkelingen van de bodemdiergemeenschap in de geulen over de periode 2002 tot en met 2017. 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 LNV.

*Sander Glorius*





---

# 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 Omschrijving van het gesloten gebied Rottum	13
1.3 Historisch gebruik van het gebied	14
<b>2 Onderzoeksvraag</b>	<b>17</b>
<b>3 Methoden</b>	<b>19</b>
3.1 Algemeen	19
3.2 Bemonstering met de Van Veen-bodemhapper	19
3.2.1 Aantal bodemmonsters	19
3.2.2 Monstername	20
3.2.3 Laboratoriumanalyses	20
3.2.4 Data-analyses	21
<b>4 Resultaten</b>	<b>23</b>
4.1 Bodemdiergemeenschap in 2017	23
4.2 Vergelijking bodemfauna met eerdere jaren	25
<b>5 Conclusie</b>	<b>29</b>
<b>Literatuur</b>	<b>31</b>
<b>Verantwoording en kwaliteitsborging</b>	<b>33</b>
Bijlage 1 Locaties bodemmonsters en schelpenbanken	35
Bijlage 2 Voorkomen en dichtheid van de belangrijkste soorten per geul	37



---

# Samenvatting

In navolging van trilaterale afspraken waarbij in Duitsland en Denemarken referentiegebieden ingesteld werden, is sinds november 2005 een klein deel van de Nederlandse Waddenzee gesloten voor (potentieel) schadelijke menselijke activiteiten. Het Nederlandse referentiegebied (het gesloten gebied Rottum) betreft een geulsysteem ten zuiden van Rottumerplaat en Rottumeroog. Het gebied beslaat 7400 hectare (ca. 3% van de Nederlandse Waddenzee) en bevat een compleet zeegat- en bijbehorende geul- en prielsysteem. 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 bodemdiergemeenschappen in twee geulen gelegen in dit gebied (Schild en Boschwad) beschreven en vergeleken met de ontwikkeling van deze gemeenschappen in twee geulen die buiten het gebied liggen (de controlegeulen Zuidoost-Lauwers en Spruit) twaalf jaar na sluiting. 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 om beheerplannen te ontwikkelen (Natura 2000).

Het monitorprogramma is in 2002 gestart, drie jaar voor sluiting van het gebied in 2005. In die periode bestond de bemonstering uit het nemen van bodemmonsters om de bodemdiergemeenschap in de geulen te bepalen, en is de bodemvisgemeenschap bemonsterd met sleepnetten. Na de instelling van het referentiegebied (het gesloten gebied Rottum) is de nadruk op bemonstering van de bodemdieren met de Van Veen-bodemhopper komen te liggen. In de daaropvolgende jaren zijn ieder najaar bodemmonsters genomen. In 2016 heeft er een uitgebreidere bemonstering plaatsgevonden waarbij de bodemvispopulatie opnieuw bemonsterd is, de bodemstructuur in kaart gebracht werd en additionele bodemmonsters met de zuigkor genomen zijn om de grotere bodemdieren beter in kaart te brengen. Het resultaat van deze bemonstering is beschreven in Glorius *et al.* (2018). In 2017 zijn wederom alleen Van Veen-bodemmonsters genomen in het najaar (oktober).

De ontwikkeling en verschillen in de bodemdiergemeenschap, die voor de periode 2002 tot en met 2016 geobserveerd werd tussen de onderzochte geulen (Glorius *et al.*, 2018), zijn ook in 2017 grotendeels waargenomen. De soortenrijkdom (uitgedrukt als aantal taxa per monster) en de diversiteit lag in 2017 in de gesloten geulen gemiddeld wat hoger dan in de open geulen, alhoewel dit verschil niet significant was. Daarnaast onderscheidt de bodemdiergemeenschap in Boschwad zich ook in 2017 van de andere geulen door hogere abundantie van kokkels en nonnetjes (ook in lijn met wat eerder vastgesteld werd) en de aanwezigheid van een groter aantal individuen van soorten behorende bij de stam ringwormen waaronder *Scoloplos armiger*. De bodemdiergemeenschap, zoals die in 2017 is aangetroffen in de gesloten geul Schild, komt sterk overeen met die van de open geulen Spruit en Zuidoost-Lauwers. In de gemeenschap van deze geulen zijn onder andere de ringwormen *Nephtys sp.* (zager), *Magelona sp.* en *Bathyporeia sp.* (vlokreeft) belangrijk. Deze soorten worden geassocieerd met gemiddeld tot fijn zand die regelmatig beroerd worden (McLachlan, 1983).

De tussentijdse gegevens uit de bemonstering van 2017 duiden niet op vorming van biogene structuren zoals sublitorale mossel- dan wel oesterbanken in zowel de geulen gelegen in het gesloten gebied als in de bemonsterde geulen daarbuiten. Voorkomen en dichtheden van *Lanice conchilega* zijn in 2017 in vergelijking met eerdere jaren laag en dichtheden leiden niet tot classificatie van een biogeen rif waarvoor 500 indiv/m<sup>2</sup> benodigd zijn (Rabout *et al.*, 2009). Opvallend is, is dat *Ensis sp.* (zwaardschedes), die veelvuldig in de monsters van 2016 aangetroffen werd, niet is aangetroffen in de monsters van 2017.



---

# Summary

Pursuant to trilateral agreements under which reference sites were established in Germany and Denmark, a small part of the Dutch Wadden Sea was closed for potentially damaging anthropogenic activities in November 2005. The Dutch reference site (the closed Rottum area) consists of a system of gullies to the south of Rottumerplaat and Rottumeroog islands. The area covers about 7,400 hectares (approx. 3% of the Dutch Wadden Sea) and consists of a complete tidal inlet and associated gully and channel system. The purpose of closing this area is to monitor the undisturbed development of the marine communities in the Wadden Sea. This study describes the development of the benthic communities in the two gullies in this closed area (Schild and Boschwad) 12 years after the closure of the area and compares them with the development of the communities in two control gullies outside the closed area (Zuidoost-Lauwers and Spruit). These changes in species abundance and composition may provide a basis for future policy. Knowledge of the development of these communities is essential, among other things, for determining reference situations and target scenarios in management plans (Natura 2000).

The monitoring programme began in 2002, three years before closure of the area in 2005. In this period the monitoring consisted of taking sediment samples to identify and describe the benthic fauna in the gullies and sampling the demersal fish using trawl nets. Since the reference site (the Rottum closed area) was established, samples have been taken mainly with a Van Veen sediment sampler. In each of the subsequent years sediment samples were taken in the autumn. In 2016 the survey was more extensive and included a second set of samples of the demersal fish, mapping of the sediment structure and additional samples taken with a suction dredge to obtain more information about the larger benthic species. The results of this sampling are described in Glorius *et al.* (2018). In 2017 samples were again only taken in the autumn (October) using the Van Veen sediment sampler.

The development and differences in the benthic communities between the gullies that were observed in 2017 were found to be largely the same as those found in the period from 2002 to 2016 (Glorius *et al.*, 2018). In 2017 the species richness (expressed as the number of taxa per sample) and species diversity in the closed gullies was on average slightly higher than in the open gullies, although the difference was not significant. In addition, in 2017 the benthic fauna in Boschwad again differed from that in the other gullies by having a higher abundance of cockles and Baltic clams (also in line with previous findings) and the presence of a larger number of individuals of annelid species, including *Scoloplos armiger*. The benthic community found in the closed gully Schild in 2017 is very similar in composition to that in the open gullies Spruit and Zuidoost-Lauwers. Key species in the benthic communities in these gullies include the annelids *Nephtys sp.* (catworms), *Magelona sp.* and *Bathyporeia sp.* (amphipods). These species are associated with medium to fine sand that is regularly disturbed (McLachlan, 1983).

The interim data from the 2017 samples do not indicate the formation of biogenic structures such as sublittoral mussel or oyster beds, either in the gullies in the closed area or in the gullies outside the area. The presence and densities of *Lanice conchilega* in 2017 were low compared with previous years and the densities are below the threshold of 500 indiv./m<sup>2</sup> required for classification as a biogenic reef (Rabout *et al.*, 2009). A striking finding is that *Ensis sp.* (razor clams), which were abundant in the 2016 samples, were not found in the 2017 samples.



# 1 Inleiding

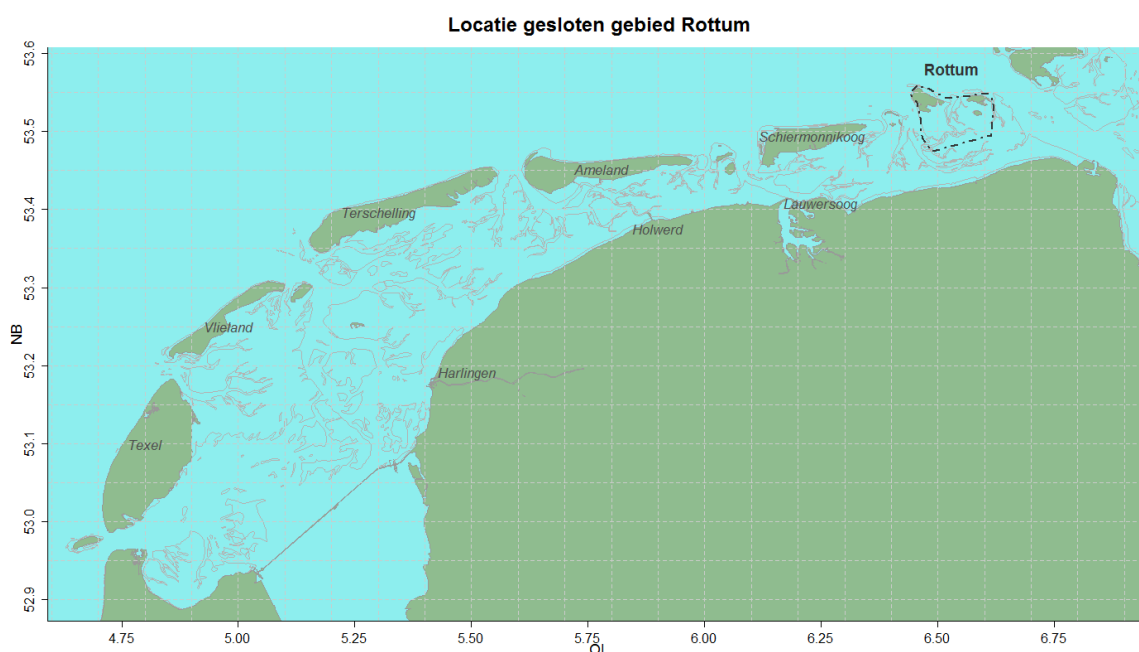
## 1.1 Achtergrond

De Waddenzee is een natuurgebied van uitzonderlijke waarde. Het systeem kent een hoge biomassa-productie wat zorgt voor hoge aantallen vissen, schelpdieren en vogels. In 2009 is de Waddenzee 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 in Nederland een referentiegebied te zullen aanwijzen (artikel 11 van de Verklaring). In november 2005 is daarom het referentiegebied Rottum (figuur 1.1) ingesteld. 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).

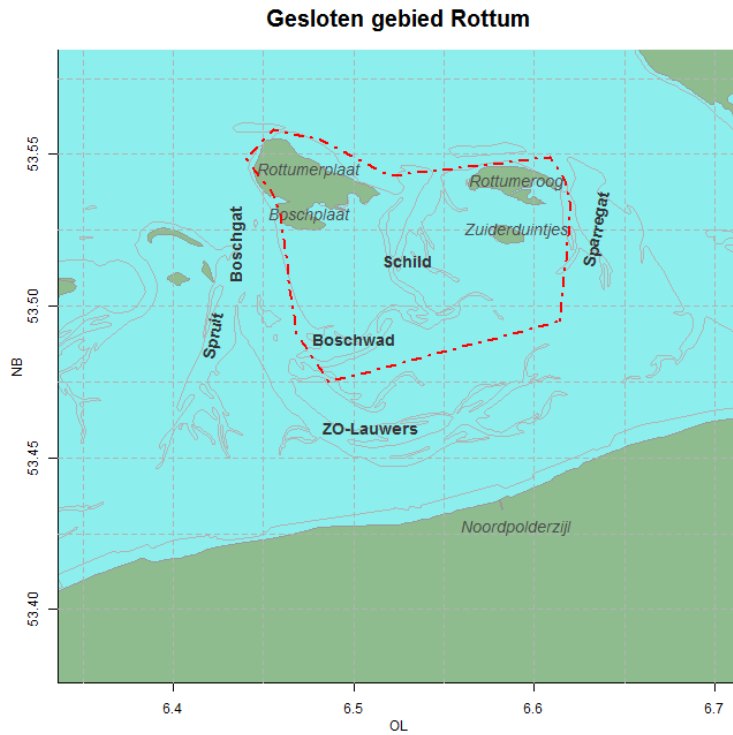
## 1.2 Omschrijving van het gesloten gebied Rottum

In figuur 1.1 wordt de locatie van het gesloten gebied in het oostelijke deel van de Nederlandse Waddenzee weergegeven. Het gebied is oorspronkelijk aangegeven in de Structuurnota Zee- en Kustvisserij (1993) en in het beleidsbesluit Schelpdiervisserij van najaar 2004 als voor bodem-beroerende activiteiten gesloten gebieden. In november 2005 (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 gesloten gebied gebleven.



**Figuur 1.1** Nederlandse deel van de Waddenzee met daarin het gesloten gebied Rottum met de gebiedsgrenzen zoals opgenomen in beschikking van 2005 met kenmerk TRCJZ/2005/3167.

Het gesloten (of ook wel referentie) gebied Rottum bestaat uit een deel van het wad onder Rottumerplaat en Rottumeroog met de daarin liggende compleet zeegat-, geul- en prielsystemen, zie figuur 1.2. Het gebied beslaat 7400 ha, en beslaat daarmee ongeveer 3% van de totale Nederlandse Waddenzee. In het gebied liggen ondiepe geulen die gezamenlijk ca. 500 ha beslaan wat overeenkomt met ongeveer 0,5% van het sublitoraal in de Waddenzee. Diepe geulen komen er niet voor. De hoofdgeulen die in het gebied liggen, Boschwad en Schild, vormen een dynamisch geulenpatroon, waarbij de ligging van de geulen continu verandert. Er is veel sedimentatie in het gebied (Lavaleije en Dankers, 1993).



**Figuur 1.2** Het gesloten gebied Rottum met de gebiedsgrenzen zoals opgenomen in beschikking van 2005 met kenmerk TRCJZ/2005/3167 en de geulen Boschwad, Schild (gelegen in het gesloten gebied) en de geulen Spruit, Zuidoost-Lauwers (aangeduid met 'ZO-Lauwers'), Boschgat en Sparregat (gelegen buiten het gesloten gebied).

Een belangrijke reden om een referentiegebied in te stellen in de Waddenzee is om vast te stellen wat de natuurlijke ontwikkeling van een gebied is waar geen bodemberoerende activiteiten toegestaan zijn en dit te vergelijken met de ontwikkeling in geulen waar dit wel toegestaan is. In deze studie wordt daarom naast de gesloten geulen Boschwad en Schild, geulen bemonsterd waar menselijke activiteiten, zoals garnalenvisserij, wel toegestaan zijn die als referentie dienen. Deze referentiegeulen dienen vergelijkbaar te zijn met de gesloten geulen wat betreft biotische en abiotische condities. Het is de verwachting dat geulen die zich dichtbij het gesloten gebied bevinden betere vergelijkbaar zijn dan geulen die zich verder van het gebied af bevinden. Geulen die zich dichtbij het gebied bevinden zijn Zuidoost-Lauwers (in dit rapport verder aangeduid als 'ZO-Lauwers'), Spruit, Boschgat en Sparregat. Ter vergelijking met de geulen in het referentiegebied worden in deze studie de geulen ZO-Lauwers en Spruit bemonsterd, zie ook Hoofdstuk 2.

### 1.3 Historisch gebruik van het gebied

Bevissing en recreatie vormen het belangrijkste (historisch) gebruik van het gesloten gebied zoals ook eerder gerapporteerd is in onder andere Fey *et al.* (2011) en Glorius *et al.* (2018). Een samenvatting van het menselijke gebruik wordt hier gegeven.



---

Kokkels worden in de Waddenzee al eeuwen handmatig verzameld (Ens *et al.*, 2004). Sinds de jaren vijftig van de 20<sup>e</sup> eeuw werden kokkels mechanisch verzameld en waarschijnlijk ook in het gesloten gebied Rottum, maar hiervan is geen kwantitatieve informatie beschikbaar. Na 1993 zijn er geen kokkels meer verzameld in het gebied toen dit verboden werd in de structuurnota Zee- en Kustvisserij van januari 1993. Sinds ongeveer 1960 werden droogvallende mosselbanken bevestigd in de oostelijke Waddenzee. Behalve dat in 1985 en 1989 bevissing in het Rottum gebied heeft plaatsgevonden (Dankers *et al.*, 2003) is ook hiervan geen kwantitatieve informatie beschikbaar. Garnalenvisserij is de meest intensieve visserij in de Waddenzee. Uit 'Vessel Monitoring through Satellite' (VMS) data blijkt dat in 2005 in de geulen van het gesloten gebied (Boschwad en Schild) gevestigd is (zie ook Glorius *et al.*, 2018) en dat na 2005 er geen visserij meer heeft plaatsgevonden in deze geulen. Van bevissing voor 2004 in het gebied is weinig informatie beschikbaar.

Een gelimiteerd aantal (68 tochten met een boot, 43 toeristisch wad wandeltochten begeleid door een gids en 25 excursies) wadlooptochten naar Rottumeroog en excursies zijn vergund (Provincie Groningen, 2017).



---

## 2 Onderzoeksvraag

### **Aanleiding**

Het belangrijkste doel van de sluiting van het gesloten gebied Rottum is om de natuurlijke ontwikkeling te kunnen volgen in een gebied waar zeebodem verstorende menselijke activiteiten tot een minimum gereduceerd zijn en om dit gebied te kunnen vergelijken met gebieden waar deze verstoringen wel toegestaan zijn. Kennis over de natuurontwikkeling is onder andere essentieel om referentiesituaties te bepalen en om streefbeelden vast te stellen bij de ontwikkeling van het beheerplan voor Natura 2000.

### **Onderzoek**

Dit onderzoek richt zich primair op de ontwikkeling van de bodemdiergemeenschap in de geulen van het gesloten gebied. Hierbij is de volgende hoofdvraag geformuleerd:

*Hoe ontwikkelt de bodemdiergemeenschap zich in geulen waar menselijke verstoring tot een minimum is teruggebracht en hoe verhoudt dit zich tot de ontwikkeling van de bodemdiergemeenschap in geulen waar dit wel toegestaan is?*

In het referentiegebied kwamen vóór sluiting in 2005 bodemberoerende visserijactiviteiten voor, zoals mechanische en handmatige kokkelvisserij, mossel(zaad)visserij en garnalenvisserij, zie ook hoofdstuk 1. De gegevens van dit onderzoek zullen daarmee informatie leveren over het eventuele herstellvermogen van een door menselijk handelen beïnvloed geulensysteem 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 geulensysteem (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 ontwikkeling van de bodemdiergemeenschap in het geulen-ecosysteem in een voor menselijke activiteiten gesloten gebied (de geulen Schild en Boschwad) gevolgd en vergeleken met de ontwikkeling van de bodemdiergemeenschap in geulen waar zulke activiteiten wel toegestaan zijn (de controlegeulen ZO-Lauwers en Spruit).

Het monitorprogramma is in 2002 gestart, drie jaar voor sluiting van het gebied in 2005. In die periode bestond de bemonstering uit het nemen van bodemmonsters met een Van Veen-bodemhapper om de bodemdiergemeenschappen in de geulen te bepalen en werd de bodemvisgemeenschap bemonsterd met sleepnetten. Deze bemonsteringen, uitgevoerd in de periode 2002 tot en met 2005, geeft de startsituatie weer wat betreft het voorkomen van deze soortgroepen.

Na de instelling van het referentiegebied in november 2005, is de nadruk op bemonstering van de bodemdieren met de Van Veen-bodemhapper komen te liggen. In deze periode (2006 t/m 2017) zijn ieder najaar bodemmonsters genomen. In 2016 heeft er een uitgebreidere bemonstering plaatsgevonden waarbij naast monsters met de Van Veen-bodemhapper ook monsters met sleepnetten genomen zijn om de bodemvispopulatie te bemonsteren. Daarnaast is in dat jaar de bodemstructuur in kaart gebracht en zijn additionele bodemmonsters met de zuigkor genomen om de grotere bodemdieren beter in kaart te brengen. Het resultaat van deze bemonstering is beschreven in Glorius *et al.* (2018). In 2017 zijn weer alleen Van Veen-bodemmonsters genomen in het najaar (oktober). In dit hoofdstuk wordt beschreven hoe deze bodemmonsters genomen en op het laboratorium verwerkt zijn, en hoe de verkregen soortendichtheidsgegevens uitgewerkt zijn.

## 3.2 Bemonstering met de Van Veen-bodemhapper

### 3.2.1 Aantal bodemmonsters

De Van Veen-bodemhapper is vooral geschikt voor het bemonsteren van bodemdieren die zich op de wadbodem tot ongeveer 25 cm ingraven bevinden. De Van Veen-bodemhapper die in deze studie gebruikt wordt, bemonstert een oppervlak van 0,18 m<sup>2</sup>. De monsters worden geconserveerd en op het laboratorium in Den Helder (bij WMR) uitgezocht.

In iedere geul worden tientallen monsters genomen, zie Tabel 1. De bemonsteringslocaties zijn hierbij gestratificeerd naar bodemsamenstelling (zand of schelpengruis) zoals vastgesteld is in 2003, zie Bijlage 1. Hiermee worden monsters zowel in een zandige bodem als op schelpenbanken genomen.

*Tabel 1. Aantal bodemmonsters die per jaar met de van Veen-bodemhapper genomen zijn in de gesloten geulen Boschwad en Schild en de open geulen Spruit en ZO-Lauwers. Bodemmonsters die voor sluiting van het gebied genomen werden zijn schuin afgedrukt.*

Jaar	Gesloten geulen in het referentiegebied gelegen		Open geulen buiten het referentiegebied gelegen	
	Boschwad	Schild	Spruit	ZO-Lauwers
2002	6	11	0	17
2003	14	24	20	23
2005	14	24	20	23
2006	14	24	21	22
2007	14	24	18	23
2008	14	24	20	24

Jaar	Gesloten geulen in het referentiegebied gelegen		Open geulen buiten het referentiegebied gelegen	
	Boschwad	Schild	Spruit	ZO-Lauwers
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
2014	14	24	21	23
2015	14	24	21	23
2016	14	24	21	23
2017	14	24	21	23

### 3.2.2 Monstername

Het schip Ms. Harder van het ministerie van Landbouw, Natuur en Voedselkwaliteit (LNV) en zijn bemanning hebben samen met medewerkers van Wageningen Marine Research (WMR) de bodemmonsters genomen. Nadat het schip in positie gebracht was is de Van Veen-bodemhapper overboord gezet en afgezakt tot de bodem waarna de happer zich sluit. Op dat moment worden de tijd, de coördinaten en de waterdiepte op het brugformulier ingevuld. Vervolgens wordt het tuig terug aan boord gehesen en boven een zeef geopend om de inhoud ervan te inspecteren. Bij het onvolledig sluiten van de happer wordt het monsters afgekeurd en wordt een nieuw monster genomen. Het bemonsterde materiaal van goedgekeurde monsters wordt gezeefd over een 1 mm zeef met lokaal zeewater om zand en overig materiaal te verwijderen. Algemene informatie van het monster, zoals sediment type, aanwezigheid van schelpengruis en aanwezige soorten die tijdens het zeven al opgemerkt konden worden, zijn genoteerd op het dekformulier. Het op de zeef achtergebleven materiaal zoals, bodemdieren, schelpmateriaal, stenen en overige materiaal, wordt in een polyethylenepot bewaard en geconserveerd in een zeewateroplossing met 6-10% gebufferde formaldehyde. Potten worden in kratten geplaatst en bewaard aan dek en bij terugkomst in de haven direct getransporteerd naar het laboratorium van WMR in Den Helder voor analyse.

### 3.2.3 Laboratoriumanalyses

De monsters zijn als volgt in het laboratorium verwerkt. Eerst is het schelpengruis, eventueel aanwezige stenen en het overig materiaal gescheiden van de in het monster aanwezige bodemdieren. Het schelpengruis gewicht is bepaald en genoteerd op het laboratoriumformulier. Vervolgens zijn de aanwezige bodemdieren geïdentificeerd tot het laagst taxonomisch niveau (WoRMS redactieraad 2017) waarbij standaard taxonomische sleutels en referenties gebruikt zijn. Zo nodig is hierbij gebruikt gemaakt van een stereomicroscop. Juveniele individuen waarvan de soort-specifieke kenmerken nog niet voldoende ontwikkeld waren en beschadigde soorten waarbij soort-specifieke kenmerken niet goed te zien waren, zijn hierbij tot een hoger maar zo laag mogelijk taxonomisch niveau gedetermineerd. Het aantal individuen is vervolgens geteld en genoteerd op het laboratoriumformulier.

In de periode voor sluiting zijn alleen de grotere bodemdieren geïdentificeerd en geteld. Vanaf het jaar 2006 is het protocol aangepast en zijn alle aanwezige bodemdieren geïdentificeerd en geteld met uitzondering van hydrozoa (hydroidpoliepen) en bryozoa (mosdiertjes) waarvan alleen aanwezigheid gescoord wordt. Voorbeelden van aangetroffen soorten worden opgenomen in de Taxonomische Referentiecollectie die door WMR als onderdeel van het kwaliteitsprotocol wordt bijgehouden. Van de schelpdieren zijn naast het aantal individuen ook de individuele lengtes en het totaal schelpdierengewicht bepaald. De op bovenbeschreven wijze verkregen gegevens over soortendichtheden, schelpdieren- en schelpengruisgewichten zijn opgeslagen in de database die Wageningen Marine Research beheert.

### 3.2.4 Data-analyses

Per monster zijn de volgende indices bepaald: soortenrijkdom (gedefinieerd als het aantal verschillende taxa per monster), Pielou's evenness (een maat voor de verdeling van het aantal individuen over de verschillende taxa), Shannon diversiteit (combinatie van soortenrijkdom en evenness) en totale dichtheid aan individuen. Een taxon definieert een groep organisme die, op basis van gemeenschappelijke kenmerken, tot een samenhangende groep gerekend worden. Taxa kunnen hierbij gegroepeerd worden op verschillende taxonomische niveaus, waarbij het laagste niveau de soort is. Hogere niveaus zijn genus of stam bijvoorbeeld. Voordat deze indices berekend zijn, is de dataset met soortendichtheden opgewerkt waarbij soorten van verschillende taxa soms samen-gevoegd of buitenbeschouwing gelaten zijn.

Verskillende soorten binnen de hydrozoa, bryozoa en pokken zijn samengevoegd omdat deze gedurende het monitorprogramma niet altijd tot hetzelfde taxonomisch niveau geïdentificeerd werden. Omdat niet alle individuen in het monster volledig (tot op soortniveau) geïdentificeerd konden worden, kan het voorkomen dat bij het eenvoudig optellen van het aantal taxa in een monster (om de soortenrijkdom te bepalen) registraties van individuen die niet volledig geïdentificeerd konden worden onterecht meegeteld worden. Als in een monster bijvoorbeeld individuen behorende bij de taxon *Nephtys sp.* (geïdentificeerd tot op genusniveau) aanwezig zijn terwijl in hetzelfde monsters ook individuen van *Nephtys hombergii* (geïdentificeerd tot op soortniveau) aanwezig zijn dan bestaat de kans dat de *Nephtys sp.* individuen in werkelijkheid *Nephtys hombergii* zijn en onterecht meegeteld wordt in het bepalen van de soortenrijkdom. Om dit te voorkomen is voor ieder niet volledig geïdentificeerde taxa bekeken of er individuen in het monster aanwezig waren behorende bij lagere taxonomische groep; wanneer dit zo was dan werd deze taxa niet meegeteld in de berekening van de soortenrijkdom, wanneer dit niet zo was dan werd de taxa wel meegenomen in deze berekening.

De Shannon-Wiener index is een maat om de diversiteit van een monster uit te drukken en wordt berekend volgens vergelijking (1). Zowel het aantal verschillende taxa als de verdeling van de individuen over deze taxa wordt in deze berekening meegenomen. Het index getal neemt toe wanneer er meer verschillende taxa in het monsters aangetroffen worden maar ook wanneer het aantal individuen gelijkmatiger over de verschillende taxa verdeeld zijn. Het getal neemt af bij lagere aantallen taxa en bij een schevere verdeling van het aantal individuen over de verschillende taxa.

Shannon-Wiener index:

$$H = -\sum P_i(\ln P_i) \quad \text{Vergelijking (1)}$$

H = Shannon-Wiener index

Pi = het relatieve voorkomen van een soort als het aantal individuen van een soort ten opzichte van het totaal aantal individuen.

Evenness is berekend volgens Pielou's formule zoals weergegeven in vergelijking 2. Met deze index wordt aangegeven hoe homogeen of scheef de abundantie in een monster verdeeld is over de verschillende taxa. De index loopt van 0 tot 1. Lage waarden geven aan dat individuen gedomineerd worden door enkele taxa, hoge waarden geven aan dat de individuen in een monster gelijkmatig verdeeld zijn over de verschillende taxa.

Evenness:

$$E = \frac{H}{\ln(S)} \quad \text{Vergelijking (2)}$$

E = Evenness

H = Diversiteit

S = Aantal taxa in een monster

De ontwikkeling van de bodemdiergemeenschap is inzichtelijk gemaakt door gebruik te maken van de ordinatietechniek *Detrended Correspondance Analysis* (DCA). In een multivariate dataset zijn er evenveel dimensies als taxa en in ordinatietechnieken worden deze dimensies gereduceerd op een

---

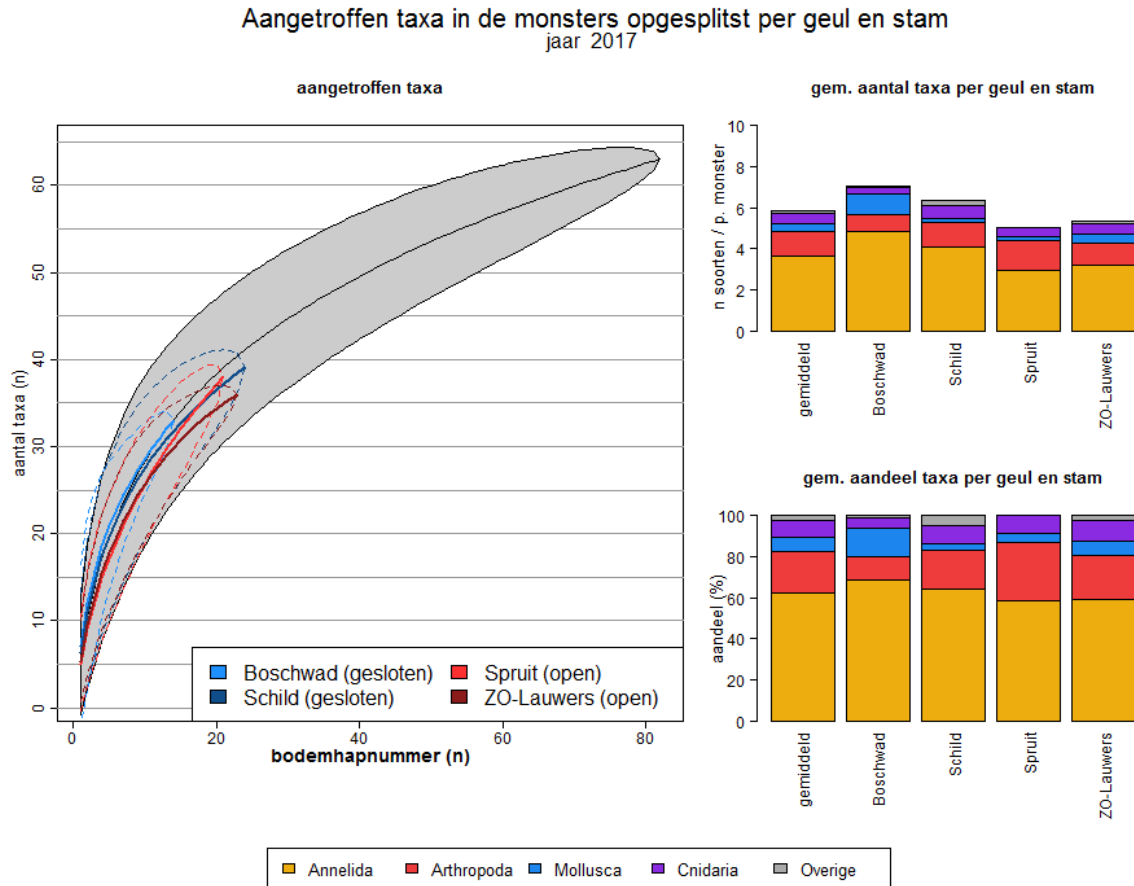
manier dat ze zo veel mogelijk variatie laten zien zoals aanwezig is in de monster-soortenmatrix. Hierdoor kan deze variatie inzichtelijk gemaakt en gemakkelijker geïnterpreteerd worden. Resultaten worden weergegeven in bi-plots waarbij de posities van monsters en soorten op het gereduceerde vlak geprojecteerd worden. Wanneer de afstand tussen een monster en een soort klein is dan betekent dit dat de aanwezigheid van de betreffende soort belangrijk is in het onderscheiden van dat monster van de overige monsters. DCA is een indirecte gradiënttechniek waarbij de scores (posities op de gereduceerde assen) voor soorten en monsters gemaximaliseerd worden. Soorten die in minder dan 4% van de data voorkomen zijn buiten beschouwing gelaten. Berekeningen zijn uitgevoerd in R (R Core Team, 2018) waarbij gebruik gemaakt is van functies die beschikbaar zijn in het 'vegan' pakket (Oksanen *et al.*, 2017).



# 4 Resultaten

## 4.1 Bodemdiergemeenschap in 2017

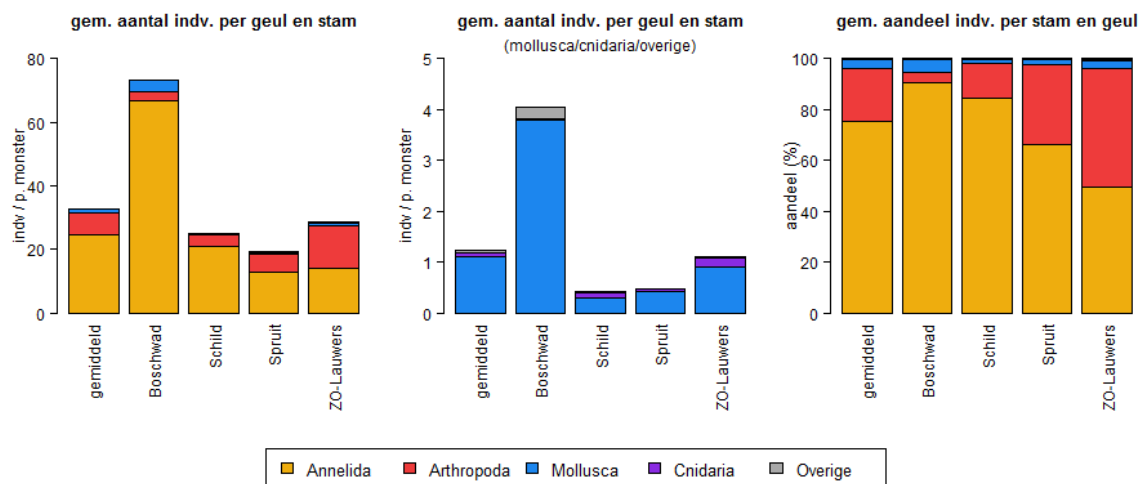
In deze paragraaf wordt ingegaan op het aantal aangetroffen taxa en het aantal individuen in de monsters van 2017. Daarnaast worden enkele soorten besproken die veelvuldig aanwezig waren in de Van Veen-monsters die in 2017 genomen zijn.



**Figuur 4.1** Aangetroffen taxa in de monsters van 2017. In het linkerdeel van de figuur wordt de toename van het aantal verschillende taxa bij een toename van het aantal bodemmonsters (z.g. soortenaccumulatiegrafiek) weergegeven. In het diagram rechtsboven wordt het gemiddelde aantal taxa per stam weergegeven waarbij zowel alle monsters genomen in 2017 gezamenlijk beschouwd zijn als gegroepeerd per geul. In het diagram rechtsonder wordt het aandeel taxa per stam weergegeven waarbij zowel alle monsters genomen in 2017 gezamenlijk beschouwd zijn als gegroepeerd per geul.

In totaal werden er 63 taxa aangetroffen in de monsters genomen in het jaar 2017, zie figuur 4.1. Hoewel het gemiddeld aantal taxa per monster in de geulen van het gesloten gebied (Boschwad en Schild) wel hoger lag dan in de monsters genomen in de open geulen (Spruit en ZO-Lauwers) was dit verschil tussen te klein om significant te zijn ( $p = 0.248$ ). Daarnaast zijn er wat kleine, niet significante, verschillen waar te nemen wanneer het aantal taxa per stam (een taxonomisch niveau gelegen tussen rijk en klasse) weergegeven wordt. Het aantal taxa behorende bij de stam ringwormen (Annelida) ligt wat hoger en het aantal taxa behorende bij de stam geleedpotige (Arthropoda) wat lager in de gesloten geulen dan in de open geulen. Het aantal aangetroffen taxa in de monsters behorende bij de weekdieren (mollusca) lag in Boschwad wel significant hoger dan in de andere geulen ( $p < 0.05$ , Tukey Post hoc test), zie figuur 4.1. In de monsters genomen in Boschwad werden relatief vaak *Limecola Balthica* (nonnetjes) en *Cerestoderma edule* (kokkels) aangetroffen, zie Bijlage 2 en figuur 4.3.

## Gemiddelde samenstelling van de individuen in de monsters opgesplitst per geul en stam jaar 2017



**Figuur 4.2** Gemiddeld aantal individuen in de Van Veen-bodemhappen genomen in 2017, berekend voor zowel alle monsters gezamenlijk ('gemiddeld') als opgesplitst per geul. In het linkerdeel van de figuur staan het aantal individuen per geul en stam. In het middendeel het aantal individuen per geul en stam zonder ringwormen (*Annelida*) en geleedpotige (*Arthropoda*). In het rechterdeel van de figuur staat de samenstelling van de aantallen individuen per geul en stam uitgedrukt als aandeel van het totaal.

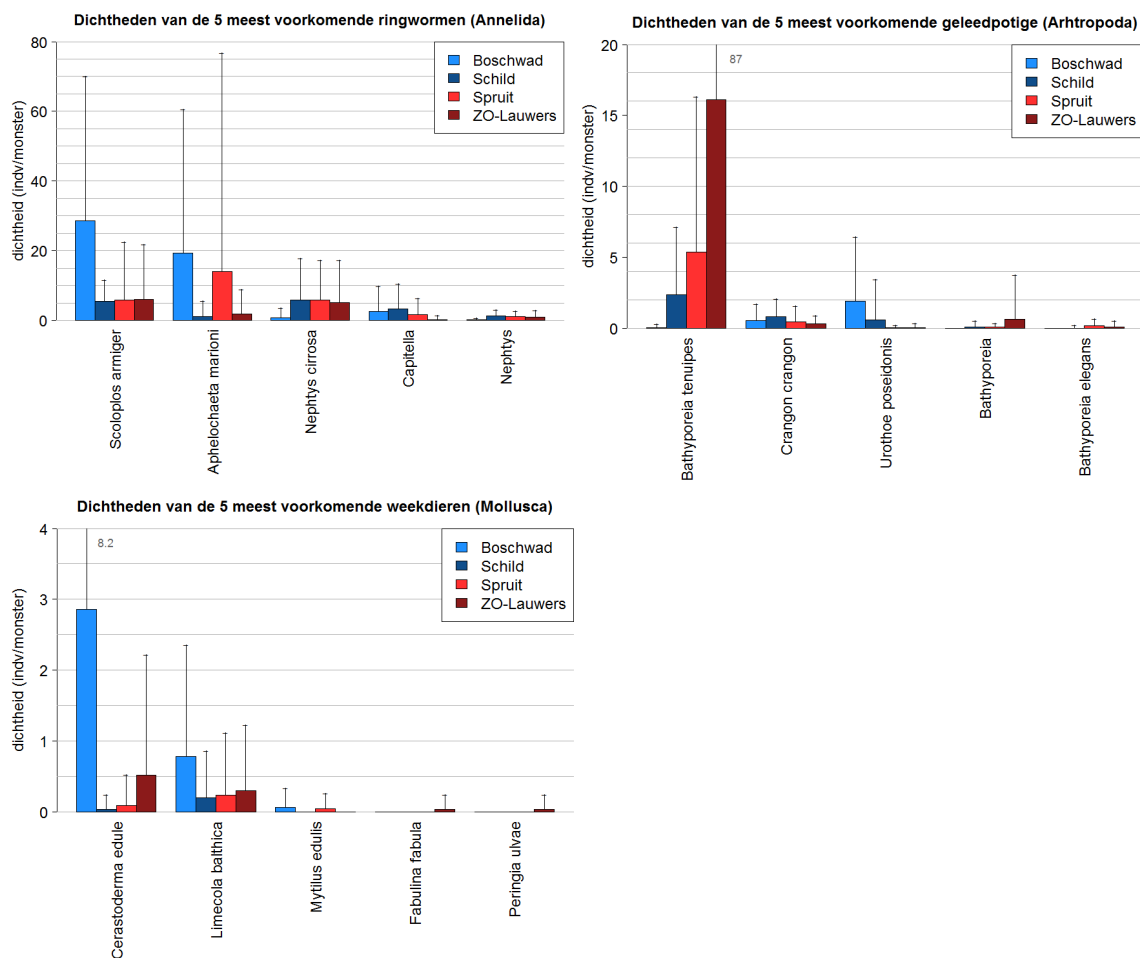
Het grootste deel, en in veel gevallen ruim meer dan de helft, van het aantal aangetroffen individuen in de monsters zijn soorten die binnen de stam van de ringwormen (*Annelida*) vallen, zie figuur 4.2. Na ringwormen zijn individuen van soorten behorend bij de geleedpotige (*Arthropoda*) numeriek het belangrijkste, gevolgd door weekdieren (*Mollusca*) en neteldieren (*Cnidaria*). Gemiddeld over alle Van Veen-monsters genomen in 2017 bedraagt het aandeel ringwormen 75% en het aandeel geleedpotige 21%.

Wanneer de geulen onderling vergeleken worden dan blijkt dat in Boschwad het (gemiddelde) aandeel ringwormen van het totaal aantal individuen het hoogst is, namelijk 91%, en het aandeel geleedpotigen het laagst, namelijk 4%. In ZO-Lauwers is dit precies andersom en is het (gemiddelde) aandeel ringwormen juist het laagst van de hier bestudeerde geulen (50%) en het aandeel geleedpotige het hoogst (47%), zie het rechterdeel van figuur 4.2. Verder blijkt dat in Boschwad het aantal individuen behorende bij de ringwormen significant hoger ligt dan in Spruit en ZO-Lauwers en het aantal individuen behorende bij de weekdieren hoger is dan in alle hier onderzochte geulen ( $p < 0.05$ , Tukey Post hoc test). Ook in Schild is het aantal ringwormen hoger dan in ZO-Lauwers en Spruit maar dit verschil is niet significant. Het wat verhoogde aantal geleedpotigen in ZO-Lauwers blijkt ook niet significant te zijn met dat van de andere geulen.

Zoals hierboven reeds vermeld is worden er in Boschwad relatief veel individuen van soorten behorende bij de ringwormen en weekdieren aangetroffen. Uit figuur 4.3 is af te leiden dat in Boschwad dichtheden van vooral *Cerastoderma edule* (kokkels) en in mindere mate ook *Limecola balthica* (nonnetjes) wat hoger zijn dan in de overige hier bemonsterde geulen. De dichtheden van de ringwormen *Scoloplos armiger* en *Aphelochaeta marioni* zijn ook relatief hoog in Boschwad terwijl dichtheden van *Nephtys sp.* juist wat hoger zijn in de andere geulen, zie figuur 4.3. Overigens is ook in Spruit de dichtheid *Aphelochaeta marioni* relatief hoog. Het hoge (maar niet significante) aantal geleedpotige in de monsters van ZO-Lauwers wordt voor een belangrijk deel bepaald door hoge *Bathyporeia tenuipes* (knipsprietkreeftjes) dichtheden, zie figuur 4.3. Dit geldt ook voor Spruit maar dan in mindere mate.

Verder valt op dat vooral Boschwad wat afwijkt van de overige geulen wanneer dichtheden van de top 5 meest voorkomende soorten ringwormen, geleedpotige en weekdieren bekeken worden, zie figuur 4.3. De soortensamenstelling van de monsters genomen in de gesloten geul Schild lijkt wat meer op de samenstelling van de monsters genomen in de geulen ZO-Lauwers en Spruit, zie figuur 4.3 en de

figuur in Bijlage 2. In 2017 werden geen zwaardschede (*Ensis sp.*) aangetroffen die in eerdere jaren wel regelmatig en in hoge dichtheden aangetroffen werden (Glorius *et al.*, 2018). Evenals voorgaande jaren zijn maar enkele individuen mosselen en oesters aangetroffen in de monsters.



**Figuur 4.3** Gemiddelde dichtheid van de vijf meest voorkomende ringwormsoorten (linksboven), geleedpotige (rechtsboven) en weekdieren (linksonder) in de Van Veen-monsters genomen in 2017 en opgesplitst per geul. *Errorbars geven 1 standaarddeviatie weer.*

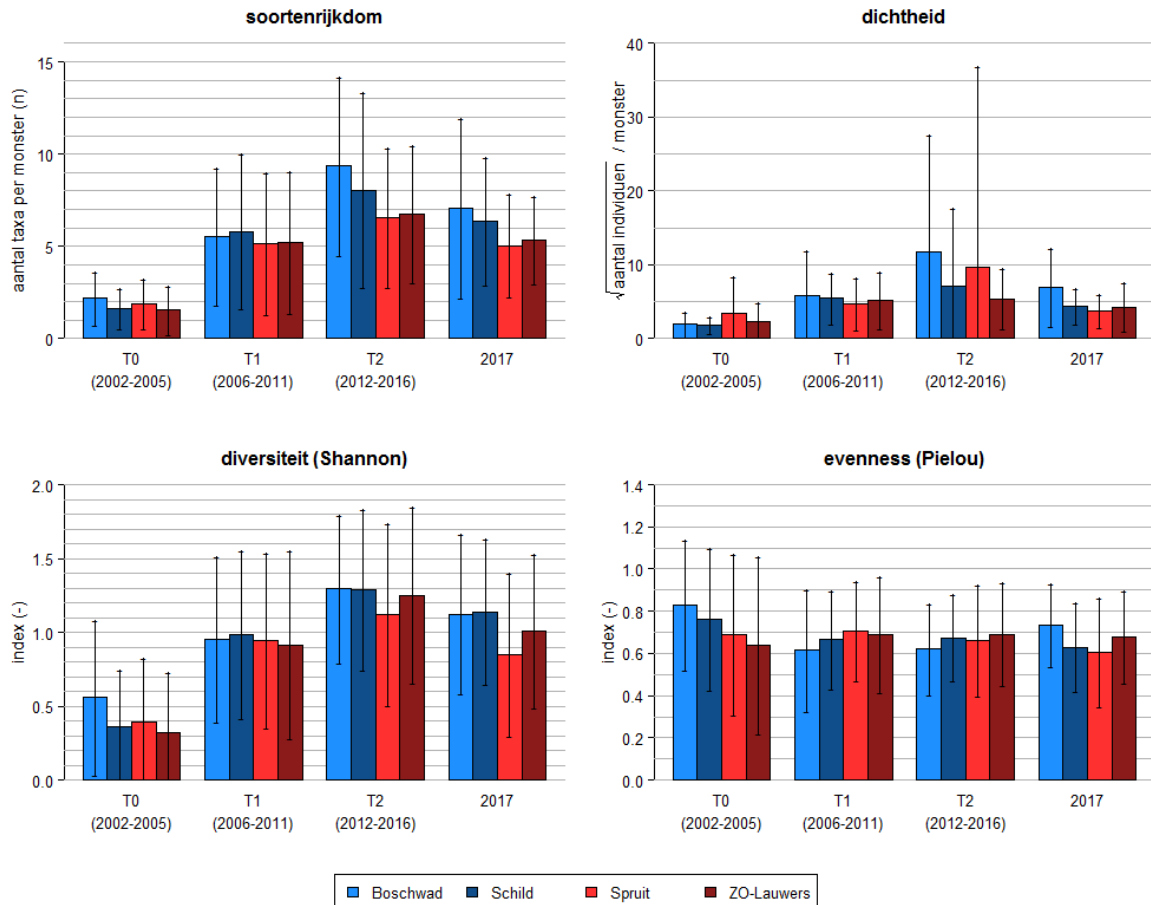
## 4.2 Vergelijking bodemfauna met eerdere jaren

In deze paragraaf worden de resultaten uit het jaar 2017 vergeleken met de resultaten van de eerdere bemonsteringen. Hierbij wordt aangesloten op de 'Before-After Control-Impact' (BACI) methodiek zoals beschreven in Glorius *et al.* (2018). Om de ontwikkeling van de bodemfauna vast te stellen en een vergelijking te maken tussen de open- en gesloten geulen worden periodes met meerdere jaren gegroepeerd. Zo is de T0-situatie gedefinieerd, die de situatie voor sluiting beschrijft en de jaren 2002 tot en met 2005 bevat, de T1-situatie die de situatie kort na sluiting beschrijft en van 2006 t/m 2011 loopt en de T2-situatie die de situatie wat langer na sluiting beschrijft en de jaren 2012 t/m 2016 bevat. De waarden voor de gemeenschapsindices soortenrijkdom, soortendichtheid, diversiteit en evenness van 2017 worden in deze paragraaf vergeleken met dezelfde indices voor de T0-, T1- en T2-situatie. Ook wordt de bodemdiergemeenschapssamenstelling van 2017 vergeleken met die van eerdere jaren.

In figuur 4.4 is goed te zien dat in de eerste jaren (2002 t/m 2005) van het onderzoek alleen de grotere soorten geïdentificeerd werden waardoor de soortenrijkdom en diversiteit in die jaren lager was dan in de later jaren. Wanneer de gemeenschapsindices van 2017 vergeleken worden met de T2-situatie (de jaren 2012 t/m 2016) dan blijkt dat de soortenrijkdom, dichtheid en diversiteit in 2017 wat lager dan gemiddeld ligt maar wel binnen één standaarddeviatie valt, zie figuur 4.4. Voor evenness is dit niet zo en zijn gemiddelde waarden vergelijkbaar met de T2 situatie. Het verschil in

soortenrijkdom en diversiteit tussen de open en gesloten geulen blijkt ook in 2017 waarneembaar. Zoals eerder vastgesteld werd (Glorius *et al.*, 2018) neemt de soortenrijkdom in de gesloten geulen meer toe dan in de open geulen. Zoals in paragraaf 4.1 reeds beschreven ligt de gemiddelde waarden voor soortenrijkdom in 2017 wat hoger dan in de gesloten geulen en dit blijkt in 2017 ook voor de diversiteit zo te zijn, zie figuur 4.4.

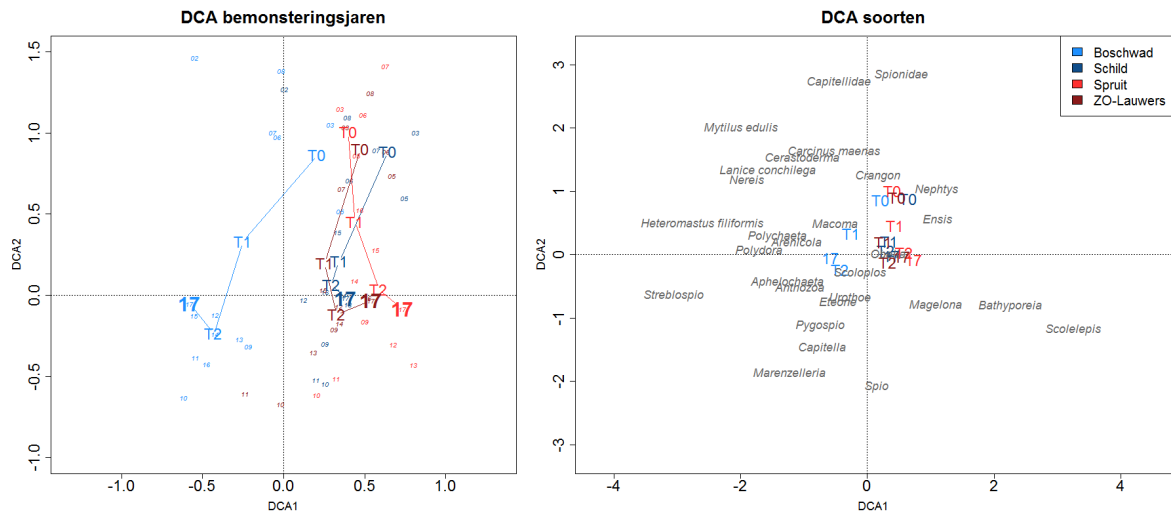
#### Vergelijking gemeenschapsindices met voorgaande jaren



**Figuur 4.4** De gemeenschapsindices soortenrijkdom (linksboven), dichtheid (rechtsboven) diversiteit (linksonder) en evenness (rechtsonder) voor de T0-, T1- en T2-situatie en het jaar 2017. Met de errorbars wordt één standaarddeviatie weergegeven. De exceptionele hoge aantal van o.a. wadslakjes in 2013 (Fey *et al.*, 2014) zijn gereduceerd tot 500 voor de berekening van het gemiddeld aantal individuen in de monsters.

In het DCA-diagram in het linker paneel van figuur 4.5 is goed te zien dat de ontwikkeling van de bodemdiergemeenschap in Boschwad afwijkt van dat van de overige geulen. Het jaar 2017 brengt hierin geen verandering; de centroïde (gemiddelde locatie van de 2017 monsters in het diagram) van 2017 voor Boschwad (aangeduid met lichtblauwe '17' in figuur 4.5) ligt links van de T2-centroïde terwijl de centroiden van Schild, Spruit en ZO-Lauwers in 2017 zich in een tegenovergestelde richting bewegen en zich rechts van de T2-centroiden bevinden. Dit duidt erop dat in 2017 het verschil in bodemdiergemeenschap in Boschwad met de andere geulen nog wat verder toegenomen is.

In het linkerdeel van het rechterdiagram (waar de monsters van Boschwad veelal geplaatst zijn) bevinden zich de schelpdieren *Cerastoderma edule* (kokkel), *Limecola balthica* (nonnetje) en *Mytilus edule* (mossel), zie figuur 4.5. Zoals reeds beschreven is werden kokkels en nonnetjes relatief vaak en in hoge dichtheden aangetroffen in de monsters van 2017 genomen in Boschwad. In 2017 werd met uitzondering van twee individuen (een in Boschwad en een in Spruit) geen mosselen aangetroffen in de monsters. Verder bevinden zich in het linkerdeel van het diagram verschillende ringwormsoorten waaronder *Heteromastus filiformes*, *Streblospio sp.*, *Lanice conchilega* en *Marenzelleria sp.* Van deze soorten werd alleen *Heteromastus filiformes* in 2017 wat vaker aangetroffen met gemiddeld de hoogste dichtheden in Boschwad, zie ook Bijlage 2.



**Figuur 4.5** DCA-diagram waarin de ontwikkeling van de bodemdiergemeenschap voor de periode 2002 tot en met 2017 te zien is. In het linkerpaneel ligt de focus op de bemonsteringsjaren waarbij zowel de centroiden van de periodes T0 t/m T3 en het jaar 2017 (17) zichtbaar is als individuele jaren. In het rechter diagram zijn ook de posities van de soorten weergegeven. Taxa die in minder dan 4% van de monsters aanwezig waren zijn buitenbeschouwing gelaten.

In het rechterdeel van het rechterdiagram (waar de monsters van Schild, Spruit en ZO-Lauwers veelal geplaatst zijn) bevindt zich onder andere het weekdier *Ensis sp.* (zwaardschede), de worm *Nephtys sp.*, *Scolelepis sp.*, *Bathyporeia* en *Magelona sp.*. Met uitzondering van *Ensis sp.*, die in 2016 nog regelmatig aangetroffen werd in de monsters maar in het geheel niet in 2017, kwamen deze soorten ook in 2017 in vergelijking met Boschwad in hogere dichtheden voor in de geulen Schild, Spruit en ZO-Lauwers, zie ook Bijlage 2.



---

## 5 Conclusie

De ontwikkeling en verschillen in de bodemdiergemeenschap, welke voor de periode 2002 tot en met 2016 geobserveerd werd tussen de onderzochte geulen (Glorius *et al.*, 2018), zijn ook in 2017 grotendeels waargenomen. De soortenrijkdom (uitgedrukt als aantal taxa per monster) en de diversiteit lag in 2017 in de gesloten geulen gemiddeld wat hoger dan in de gesloten geulen, alhoewel dit verschil niet significant was. Daarnaast onderscheidt de bodemdiergemeenschap in Boschwad zich ook in 2017 van de andere geulen door hogere abundantie van kokkels en nonnetjes (ook in lijn met wat eerder vastgesteld werd) en de aanwezigheid van een groter aantal individuen van soorten behorende bij de stam ringwormen waaronder *Scoloplos armiger*. De bodemdiergemeenschap, zoals die in 2017 aangetroffen is in de gesloten geul Schild, komt sterk overeen met die van de open geulen Spruit en ZO-Lauwers. In de gemeenschap van deze geulen zijn onder andere de ringwormen *Nephtys sp.* (zager), *Magelona sp.* en *Bathyporeia sp.* (vlokreeft) belangrijk. Deze soorten worden geassocieerd met gemiddeld tot fijn zand die regelmatig beroerd worden (McLachlan, 1983).

Ondanks dat de beroering door vistuigen in Schild afwezig is leidt de zeewaartse ligging van Schild waarschijnlijk tot een, in vergelijking met Boschwad, meer dynamisch milieu met een hogere natuurlijke verstoring van de bodem door wind en golfwerking. Zoals in Glorius *et al.* (2018) geobserveerd werd is een, in vergelijking met Boschwad, sediment type met wat grovere korrelgroottes en zijn wat hogere zandribbels in Schild hiervan het gevolg. Uit recente studies blijkt dat de natuurlijke verstoring de op eenzelfde manier de bodemdiergemeenschap kan beïnvloeden dan verstoring door (boom)korbevissing (Denderen, 2015). Dit leidt er mogelijk toe dat de gemeenschapssamenstelling in Schild meer vergelijkbaar is met de beviste geulen Spruit en ZO-Lauwers. Uit metingen van 2016 en eerder gerapporteerd typeert de gesloten geul Boschwad zich juist door een geringe waterdiepte, beperkte natuurlijke verstoring en een sediment type met fijnere korrelgroottes.

Gegevens uit de bemonstering in 2017 duiden niet op vorming van biogene structuren zoals sublitorale mossel- dan wel oesterbanken in zowel de geulen gelegen in het gesloten gebied als in de bemonsterde geulen daarbuiten. Voorkomens en dichtheden van *Lanice conchilega* zijn in 2017 in vergelijking met eerdere jaren laag en dichtheden leiden niet tot classificatie van een biogeen rif volgens de definitie van Rabout waarvoor 500 indiv/m<sup>2</sup> benodigd zijn (Rabout *et al.*, 2009). Opvallend is dat *Ensis sp.* (zwaardschede), welke veelvuldig in de monsters van 2016 aangetroffen werd, niet aangetroffen is in de monsters van 2017.





---

# Literatuur

- Dankers, M.N.J.A., Meijboom, A., Cremer J.S.M., Dijkman, E.M., Hermes, Y., Marvelde te, L. (2003). Historische ontwikkeling van droogvallende mosselbanken in de Nederlandse Waddenzee. Alterra-rapport 876, pp 114. Alterra, Wageningen.
- Denderen van, D.P. (2015). Ecosystem effects of bottom trawl fishing. PhD thesis, Wageningen University, Wageningen NL. ISBN 978094-6257-346-8. 182 pages.
- Ens, B.J., Smaal, A.C., Vlas de, J. (2004). The effects of shellfish fishery on the ecosystem of the Dutch Wadden Sea and Oosterschelde. Final report on the second phase of the scientific evaluation of the Dutch Shellfish fishery policy (EVA II). Alterra-rapport 1011, 212 pages.
- Fey, F., N. Dankers, I. Tulp en J. van der Meer (2011). Onderzoeksplan 'Tussenrapportage vijf jaar na sluiting Referentiegebied Rottum'. IMARES Wageningen UR. Rapport C060/11, pp. 38.
- Fey, F., N. Dankers, A. Meijboom, P.W. Leeuwen van, J. Cuperus, B. Weide van der., M. Jong de, J. Cremer (2014). Ecologische ontwikkeling binnen een voor menselijke activiteiten gesloten gebied in de Nederlandse Waddenzee. WOT Natuur & Milieu, Wageningen/ IMARES, Texel. WOT-technical rapport 34/ IMARES Rapport C041/15. pp 42.
- Gedeputeerde Staten van de Provincie Groningen (2017). Vergunning wet natuurbescherming verleend aan de wadloopvergunninghouders voor vergunning wadlooptochten naar Rottumeroog.
- Glorius, S.T., I. Tulp, A. Meijboom, L. Bolle, C. Chen (2018). Developments in benthos and fish in an area closed for human use in the Dutch Wadden Sea: 2002 – 2016 Closed area Rottum, WOT-technical report 129, pp. 83. WOT Natuur & Milieu, WUR, Wageningen.
- 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 pgs. IBN, Wageningen.
- McLachlan, A., (1983). Sandy beach ecology - a review. In Sandy beaches as ecosystems (ed. A. McLachlan & T. Erasmus), pp.321-381. The Hague: Dr W. Junk Publishers.
- Oksanen, J., F. Guillaume Blanchet, M. Friendly, R. Kindt, P. Legendre, D. McGlinn, P. R. Minchin, R. B. O'Hara, L.G. Simpson, P. Solymos, M. Henry, H. Stevens, E. Szoecs and H, Wagner (2017). Vegan: Community Ecology Package.
- Rabaut M, M. Vincx, S. Degraer (2009). Do *Lanice conchilega* (sandmason) aggregations classify as reefs? Quantifying habitat modifying effects. Helgoland Marine Research 63:37-46.



---

# Verantwoording en kwaliteitsborging

WOt-technical report 142/ WMR-Rapport C019/19  
WMR-projectnummer: 431.810001.09

Dit rapport is met grote zorgvuldigheid tot stand gekomen. De wetenschappelijke kwaliteit is intern getoetst door een collega-onderzoeker en het verantwoordelijk lid van het managementteam van Wageningen Marine Research.

Akkoord: Jenny Cremer  
Onderzoeker

Handtekening:



Datum: 17 december 2018

Akkoord: Jakob Asjes  
Manager integratie

Handtekening:



Datum: 17 december 2018

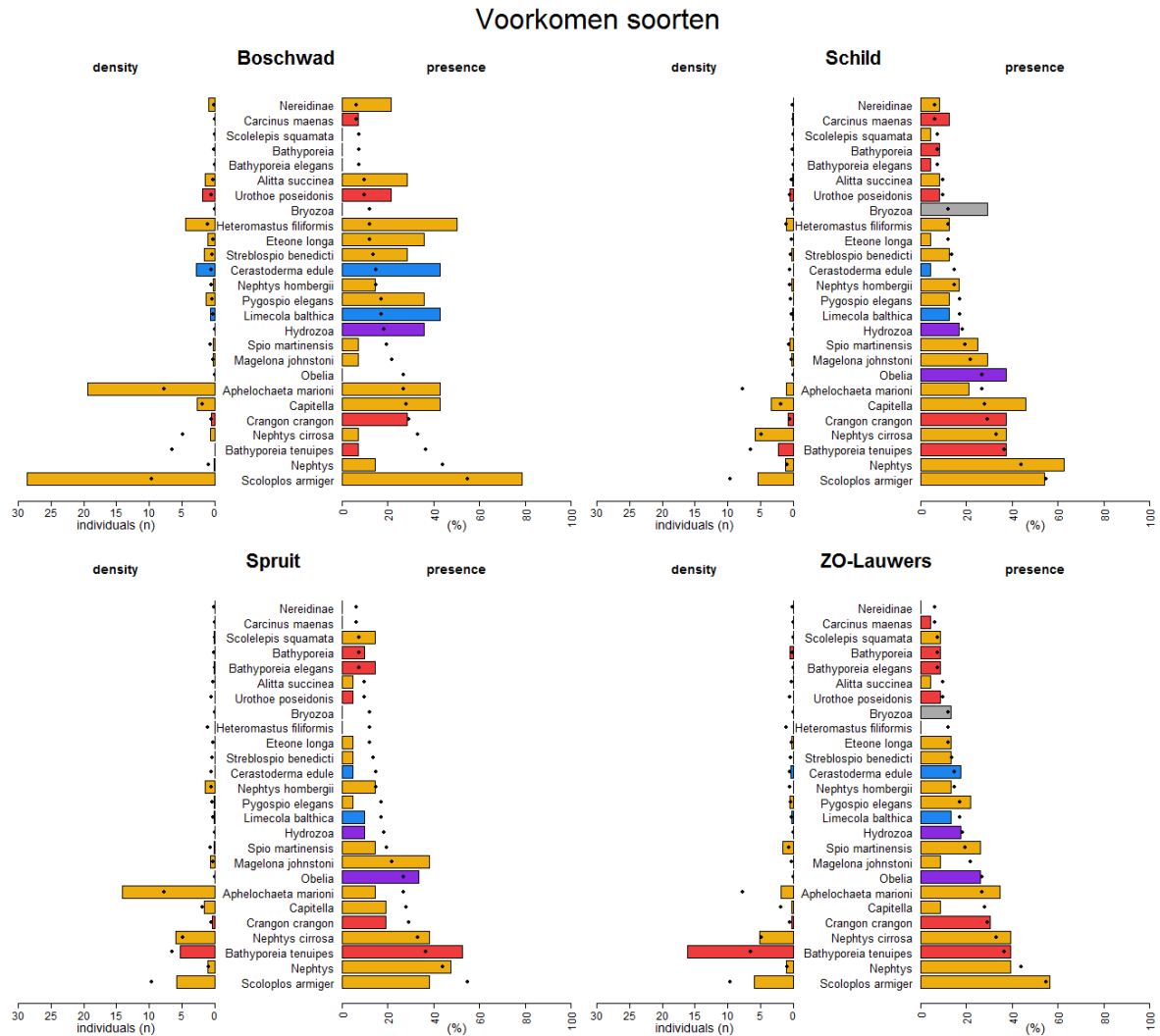


# Bijlage 1 Locaties bodemmonsters en schelpenbanken

Monstercode	Geul	X coördinaat (rijksdriehoek)	Y coördinaat (rijksdriehoek)
SCH-S-01	Boschwad	226881.4	611133.3
SCH-S-02	Boschwad	226899.3	611084.6
SCH-S-04	Boschwad	228596.7	611263.4
SCH-S-05	Boschwad	229222.2	611606.2
SCH-S-06	Boschwad	229296.4	611939.4
SCH-S-09	Boschwad	229366.2	612146.5
SCH-S-10	Boschwad	229402.8	612265.9
SCH-S-11	Boschwad	229496.2	612464.5
SCH-Z-03	Boschwad	228464.2	611258.9
SCH-Z-07	Boschwad	229323.2	612074.2
SCH-Z-08	Boschwad	229478.4	612416.4
SCH-Z-12	Boschwad	229813.7	613063.6
SCH-Z-13	Boschwad	229996.6	613206.8
SCH-Z-14	Boschwad	230814.6	613243.6
SCH-S-15	Schild	231505.8	613460.1
SCH-S-23	Schild	230433.3	615422.6
SCH-S-27	Schild	231368.8	616785.3
SCH-S-28	Schild	231344.1	616666.7
SCH-S-29	Schild	231312.9	616209.9
SCH-S-30	Schild	231562.0	615882.5
SCH-S-31	Schild	230944.0	616116.2
SCH-S-32	Schild	231108.2	616129.6
SCH-S-33	Schild	231050.8	615956.1
SCH-S-34	Schild	230809.4	615540.8
SCH-S-35	Schild	230748.7	615556.0
SCH-S-36	Schild	230717.5	615500.0
SCH-S-37	Schild	230310.9	615290.5
SCH-S-38	Schild	230072.4	615043.7
SCH-Z-16	Schild	231718.2	613112.9
SCH-Z-17	Schild	231620.4	613416.5
SCH-Z-18	Schild	231517.8	613646.0
SCH-Z-19	Schild	231236.4	614006.9
SCH-Z-20	Schild	230575.3	614167.2
SCH-Z-21	Schild	230247.6	614494.1
SCH-Z-22	Schild	230286.4	615106.2
SCH-Z-24	Schild	230611.4	615753.2
SCH-Z-25	Schild	230948.0	616024.9
SCH-Z-26	Schild	231330.0	616963.8
SP-S-01	Spruit	224082.6	613606.0
SP-S-02	Spruit	224147.7	613732.9
SP-S-06	Spruit	223262.8	611758.5

Monstercode	Geul	X coördinaat (rijksdriehoek)	Y coördinaat (rijksdriehoek)
SP-S-08	Spruit	223095.4	610809.1
SP-S-09	Spruit	223047.9	610521.8
SP-S-13	Spruit	223401.5	608963.5
SP-S-14	Spruit	223926.5	610364.8
SP-Z-03	Spruit	223836.9	613191.6
SP-Z-04	Spruit	223565.3	612664.5
SP-Z-05	Spruit	223511.4	612255.3
SP-Z-07	Spruit	223155.3	611280.5
SP-Z-10	Spruit	223516.0	610472.9
SP-Z-11	Spruit	223686.7	609899.7
SP-Z-12	Spruit	223547.9	609440.9
SP-Z-15	Spruit	224230.9	609887.9
SP-Z-16	Spruit	223464.5	611351.2
SP-Z-17	Spruit	223458.4	611801.9
SP-Z-18	Spruit	223579.5	612200.2
SP-Z-19	Spruit	223982.3	612691.5
SP-Z-20	Spruit	224504.8	613170.2
SP-Z-21	Spruit	224764.2	613686.9
ZOL-S-05	ZO-Lauwers	232722.8	609364.1
ZOL-S-06	ZO-Lauwers	232065.4	608634.5
ZOL-S-08	ZO-Lauwers	231776.2	608356.9
ZOL-S-09	ZO-Lauwers	231522.8	608262.7
ZOL-S-10	ZO-Lauwers	230864.6	608055.1
ZOL-S-13	ZO-Lauwers	228743.8	607823.7
ZOL-S-14	ZO-Lauwers	227608.6	608358.0
ZOL-S-16	ZO-Lauwers	227295.2	608556.3
ZOL-S-17	ZO-Lauwers	227155.0	608774.5
ZOL-S-18	ZO-Lauwers	226987.2	608797.7
ZOL-S-21	ZO-Lauwers	225771.6	609924.2
ZOL-S-22	ZO-Lauwers	225710.8	610083.9
ZOL-S-23	ZO-Lauwers	225346.2	611518.3
ZOL-Z-01	ZO-Lauwers	236966.4	609833.4
ZOL-Z-02	ZO-Lauwers	236668.2	609957.2
ZOL-Z-03	ZO-Lauwers	233325.7	609588.3
ZOL-Z-04	ZO-Lauwers	232648.3	609084.0
ZOL-Z-07	ZO-Lauwers	231963.7	608511.0
ZOL-Z-11	ZO-Lauwers	230369.7	607907.0
ZOL-Z-12	ZO-Lauwers	228262.5	608018.7
ZOL-Z-15	ZO-Lauwers	227098.7	608742.2
ZOL-Z-19	ZO-Lauwers	226394.1	609280.8
ZOL-Z-20	ZO-Lauwers	226370.6	609304.3

# Bijlage 2 Voorkomen en dichtheid van de belangrijkste soorten per geul



**Figuur B2.1** Gemiddelde dichtheid (n) en voorkomen (% van de monsters) in de Van Veen-monsters genomen in Boschwad (linksboven), Schild (rechtsboven), Spruit (linksonder) en ZO-Lauwers (rechtsonder) voor soorten die tenminste in 5% van de monsters voorkomen. Met de kleur van de staafdiagram wordt de stam waarbij de taxa behoort weergegeven. Ringwormen (Annelida) worden met gele-, geleedpotige (arthropoda) met rode-, neteldieren (Cnidaria) met paarse- en weekdieren (Mollusca) met blauwe staafdiagrammen weergegeven. Met de zwarte punten wordt het gemiddelde voorkomen en dichtheid van iedere taxa weergegeven waarbij alle monsters uit de verschillende geulen gezamenlijk beschouwd zijn.





## Verschenen documenten in de reeks Technical reports van de Wettelijke Onderzoekstaken Natuur & Milieu vanaf 2017

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.wur.nl/wotnatuurenmilieu](http://www.wur.nl/wotnatuurenmilieu)

<b>88</b>	Mol-Dijkstra, J.P. & G.J. Reinds (2017). <i>Technical documentation of the soil model VSD+; Status A</i>	<b>101</b>	Daamen, W.P., A.P.P.M. Clerx & M.J. Schelhaas (2017). <i>Veldinstructie Zevende Nederlandse Bosinventarisatie (2017-2021)</i> .
<b>89</b>	Arets, E.J.M.M., J.W.H van der Kolk, G.M. Hengeveld, J.P. Lesschen, H. Kramer, P.J. Kuikman & M.J. Schelhaas (2017). <i>Greenhouse gas reporting for the LULUCF sector in the Netherlands. Methodological background, update 2016</i>	<b>102</b>	Boer, T.A. de & F.L. Langers (2017). <i>Maatschappelijk draagvlak voor natuurbeleid en betrokkenheid bij natuur in 2017</i>
<b>90</b>	Bruggen, C. van, A. Bannink, C.M. Groenestein, J.F.M. Huijsmans, H.H. Luesink, S.V. Oude Voshaar, S.M. van der Sluis, G.L. Velthof & J. Vonk (2017). <i>Emissies naar lucht uit de landbouw in 2014. Berekeningen met het model NEMA</i>	<b>103</b>	Buijs, A.E., B.H.M. Elands & C.S.A. van Koppen (2017) <i>Vijfentwintig jaar burgerbetrokkenheid in het natuurbeleid. Analyse van beleidsdiscoursen en publiek draagvlak</i>
<b>91</b>	Os van, J., M.G.T.M. Bartholomeus, L.J.J. Jeurissen & C.G. van Reenen (2017). <i>Rekenregels rundvee voor de landbouwtelling. Verantwoording van het gebruik van I&amp;R gegevens voor de landbouwtelling</i>	<b>104</b>	Cremer, J.S.M., S.M.J.M. Brasseur., A. Meijboom, J. Schop & J.P. Verdaat (2017). <i>Monitoring van gewone en grijze zeehonden in de Nederlandse Waddenzee, 2002-2017</i>
<b>92</b>	Haas, W. de, R.J. Fonteijn & M. Pleijte (2017). <i>Is eenvoudig beter? Twee essays natuur en landschap in het nieuwe omgevingsbeleid</i>	<b>105</b>	Glorius, S.T., A. Meijboom, J.T. van der Wal & J.S.M. Cremer (2017). <i>Ontwikkeling van enkele mosselbanken in de Nederlandse Waddenzee, situatie 2016</i>
<b>93</b>	Schuilings, C., A.M. Schmidt, I.J. La Rivière & R.A. Smidt (2017). <i>Beschermde gebiedenregister; Technische documentatie, Status A.</i>	<b>106</b>	Hennekens, S.M., W.A. Ozinga & J.H.J. Schaminée (2017). <i>BioScore 3 – Plants. Background and pre-processing of distribution data</i>
<b>94</b>	Henkens, R.J.H.G., M.M.P. van Oorschot en J. Ganzevles (2017). <i>Bijdrage van Green Deals aan de beleidsdoelen voor natuur en biodiversiteit</i>	<b>107</b>	Melman, Th.C.P., M.H.C. van Adrichem, M. Broekmeyer, J. Clement, R. Jochem, H.A.M. Meeuwssen, F.G.W.A. Ottburg, A.G.M. Schotman & T. Visser (2017). <i>Natuurcombinaties en Europese natuurdoelen; Ontwikkeling van een methode om natuurdoelen te realiseren buiten het Natuurnetwerk Nederland</i>
<b>95</b>	Arets, E.J.M.M., J.W.H van der Kolk, G.M. Hengeveld, J.P. Lesschen, H. Kramer, P.J. Kuikman & M.J. Schelhaas (2017). <i>Greenhouse gas reporting for the LULUCF sector in the Netherlands. Methodological background, update 2017</i>	<b>108</b>	Vries, S. de, W. Nieuwenhuizen & J.M.J. Farjon (2017) <i>HappyHier: hoe gelukkig is men waar?; Gegevensverzameling en bepaling van de invloed van het type grondgebruik - deel I.</i>
<b>96</b>	IJsseldijk, L.L., M.J.L. Kik, L. Solé & A. Gröne (2017). <i>Postmortaal onderzoek van bruinvissen (Phocoena phocoena) uit Nederlandse wateren, 2016.</i>	<b>109</b>	Overbeek, M.M.M., E. Smeets & D. Verhoog (2017). <i>Biobased materialen, circulaire economie en natuurlijk kapitaal.</i>
<b>97</b>	Verburg, R.W., W.H.G.J. Hennen, L.F. Puister, R. Michels & K. van Duijvendijk (2017). <i>Estimating costs of nature management in the European Union; Exploration modelling for PBL's Nature Outlook</i>	<b>110</b>	Pouwels, R., G.W.W. Wamelink, M.H.C. van Adrichem, R. Jochem, R.M.A. Wegman en B. de Knecht. (2017). <i>MetaNatuurplanner v4.0 - Status A; Toepassing voor Evaluatie Natuurpact</i>
<b>98</b>	Bruggen, C. van, A. Bannink, C.M. Groenestein, J.F.M. Huijsmans, H.H. Luesink, S.V. Oude Voshaar, S.M. van der Sluis, G.L. Velthof & J. Vonk (2017). <i>Emissies naar lucht uit de landbouw in 2015. Berekeningen met het model NEMA</i>	<b>111</b>	Commissie Deskundigen Meststoffenwet (2017). <i>Advies Mestverwerkingspercentages 2018.</i>
<b>99</b>	Kuiters, A.T., G.A. de Groot, D.R. Lammertsma, H.A.H. Jansman & J. Bovenschen (2017). <i>Genetische monitoring van de Nederlandse otterpopulatie; Ontwikkeling van populatieomvang en genetische status 2016/2017</i>	<b>112</b>	Koffijberg K., J.S.M. Cremer, P. de Boer, J. Nienhuis, H. Schekkerman, J. Postma & K. Oosterbeek (2017). <i>Broedsucces van kustbroedvogels in de Waddenzee. Resultaten 2015-2016 en trends in broedsucces in 2005-2016.</i>
<b>100</b>	Adriaanse, P.I. & W.H.J. Beltman (2017) <i>Comparison of pesticide concentrations at drinking water abstraction points in The Netherlands simulated by DROPLET version 1.2 and 1.3.2 model suites</i>	<b>113</b>	Arets, E.J.M.M., J.W.H van der Kolk, G.M. Hengeveld, J.P. Lesschen, H. Kramer, P.J. Kuikman & M.J. Schelhaas (2018). <i>Greenhouse gas reporting for the LULUCF sector in the Netherlands. Methodological background, update 2018</i>
		<b>114</b>	Bos-Groenendijk, G.I. en C.A.M. van Swaay (2018). <i>Standaard Data Formulieren Natura 2000-gebieden;</i>

	<i>Aanvullingen vanwege wijzigingen in Natura 2000-aanwijzingsbesluiten</i>		
<b>115</b>	Vonk, J. , S.M. van der Sluis, A. Bannink, C. van Bruggen, C.M. Groenestein, J.F.M. Huijsmans, J.W.H. van der Kolk, L.A. Lagerwerf, H.H. Luesink, S.V. Oude Voshaar & G.L. Velthof (2018.) <i>Methodology for estimating emissions from agriculture in the Netherlands – update 2018. Calculations of CH4, NH3, N2O, NOx, PM10, PM2.5 and CO2 with the National Emission Model for Agriculture (NEMA)</i>	<b>128</b>	Langers, F. (2018). <i>Recreatie in groenblauwe gebieden; Actualisatie van CLO-indicator 1258 (Bezoek aan groenblauwe gebieden) op basis van data van het Continu Vrijetijdsonderzoek uit 2015</i>
<b>116</b>	IJsseldijk, L.L., M.J.L. Kik, & A. Gröne (2018). <i>Postmortaal onderzoek van bruinvissen (Phocoena phocoena) uit Nederlandse wateren, 2017. Biologische gegevens, gezondheidsstatus en doodsoorzaken.</i>	<b>129</b>	Glorius, S.T., I.Y.M. Tulp, A. Meijboom, L.J. Bolle and C. Chen (2018). <i>Developments in benthos and fish in gullies in an area closed for human use in the Wadden Sea; 2002-2016</i>
<b>117</b>	Mattijssen, T.J.M. & I.J. Terluin (2018). <i>Ecologische citizen science; een weg naar grotere maatschappelijke betrokkenheid bij de natuur?</i>	<b>130</b>	Kamphorst, D.A & T.J.M. Mattijssen (2018). <i>Scopingstudie Vermaatschappelijking van natuur. Een overzicht van onderzoek bij Wageningen Universiteit &amp; Research voor het Planbureau voor de Leefomgeving en het ministerie van Landbouw, Natuur en Voedselkwaliteit</i>
<b>118</b>	Aalbers, C.B.E.M., D. A. Kamphorst & F. Langers (2018). <i>Bedrijfs- en burgerinitiatieven in stedelijke natuur. Hun succesfactoren en knelpunten en hoe de lokale overheid ze kan helpen slagen.</i>	<b>131</b>	Breman, B.C., T.J.M. Mattijssen & T.M. Stevens (2018). <i>Natuur 2.0. Het natuurdebat op social media.</i>
<b>119</b>	Bruggen, C. van, A. Bannink, C.M. Groenestein, J.F.M. Huijsmans, L.A. Lagerwerf, H.H. Luesink, S.M. van der Sluis, G.L. Velthof & J. Vonk (2018). <i>Emissies naar lucht uit de landbouw in 2016. Berekeningen met het model NEMA</i>	<b>132</b>	Vries, S. de & W. Nieuwenhuizen (2018) HappyHier: hoe gelukkig is men waar?; Gegevensverzameling en bepaling van de invloed van het type grondgebruik, deel II
<b>120</b>	Sanders, M.E., F. Langers, R.J.H.G. Henkens, J.L.M. Donders, R.I. van Dam, T.J.M. Mattijssen & A.E. Buijs (2018). <i>Maatschappelijke initiatieven voor natuur en biodiversiteit; Een schets van de reikwijdte en ecologische effecten en potenties van maatschappelijke initiatieven voor natuur in feiten en cijfers</i>	<b>133</b>	Kistenkas, F.H., W. Nieuwenhuizen, D.A. Kamphorst & M.E.A. Broekmeyer (2018). <i>Natuur- en landschap in de Omgevingswet.</i>
<b>121</b>	Farjon, J.M.J., A.L. Gerritsen, J.L.M. Donders, F. Langers & W. Nieuwenhuizen (2018). <i>Conditie voor natuurinclusief handelen. Analyse van vier praktijken van natuurinclusief ondernemen</i>	<b>135</b>	Sanders, M.E. (2018). <i>Voortgang realisatie natuurnetwerk. Technische achtergronden bij de digitale Balans van de Leefomgeving 2018</i>
<b>122</b>	Gerritsen, A.L., D.A. Kamphorst & W. Nieuwenhuizen (2018). <i>Instrumenten voor maatschappelijke betrokkenheid. Overzicht en analyse van vier cases</i>	<b>136</b>	Koffijberg K., J.S.M. Cremer, P. de Boer, J. Nienhuis, K. Oosterbeek & J. Postma (2018). <i>Broedsucces van kustbroedvogels in de Waddenzee in 2017</i>
<b>123</b>	Vullings, L.A.E., A.E. Buijs, J.L.M. Donders, D.A. Kamphorst, H. Kramer & S. de Vries (2018). <i>Monitoring van groene burgerinitiatieven; Analyse van de resultaten van een pilot en nulmeting in vier gemeenten</i>	<b>137</b>	Egmond, F.M. van, S. van der Veeke, M. Knotters, R.L. Koomans, D. Walvoort, J. Limburg (2018). <i>Mapping soil texture with a gamma-ray spectrometer: comparison between UAV and proximal measurements and traditional sampling; Validation study</i>
<b>124</b>	Boonstra, F.G., Th.C.P. Melman, W. Nieuwenhuizen & A. Gerritsen (2018). <i>Aanpak evaluatie stelselvernieuwing agrarisch natuurbeheer; Uitgangspunten en opties voor een beleidsevaluatie</i>	<b>138</b>	Glorius, S.T., A. Meijboom, J.T. Wal van der, J.S.M. Cremer (2018). <i>Ontwikkeling van enkele droogvallende mosselbanken in de Nederlandse Waddenzee; situatie 2017.</i>
<b>125</b>	Vullings, L.A.E., A.E. Buijs, J.L.M. Donders & D.A. Kamphorst (2018). <i>Monitoring van groene burgerinitiatieven; Methodiek, indicatoren en ervaring met pilot en nulmeting.</i>	<b>139</b>	Berg, F. van den, A. Tiktak, D.W.G. van Kraalingen, J.G. Groenwold & J.J.T.I. Boesten (2018). <i>User manual for GeoPEARL version 4.4.4.</i>
<b>126</b>	Beltman, W.H.J., M.M.S. ter Horst, P.I. Adriaanse & A. de Jong (2018). <i>Manual for FOCUS_TOXSWA v5.5.3 and for expert use of TOXSWA kernel v3.3; User's Guide version 5</i>	<b>140</b>	Kuiters, A.T., G.A. de Groot, D.R. Lammertsma, H.A.H. Jansman & J. Bovenschen (2018). <i>Genetische monitoring van de Nederlandse otterpopulatie; Ontwikkeling van populatieomvang en genetische status 2017/2018</i>
<b>127</b>	Van der Heide, C.M. & M.M.M. Overbeek (2018). <i>Natuurinclusief handelen en ondernemen. Scopingstudie 'Bedrijven, economie en natuur'</i>	<b>141</b>	Müsken G.J.D.M., M.J.J. La Haye, R.J.M. van Kats & A.T. Kuiters (2018). <i>Ontwikkeling van de hamsterpopulatie in Limburg. Stand van zaken voorjaar 2018</i>
		<b>142</b>	Glorius, S.T. (2018). <i>Ontwikkeling van de bodemdiërgemeenschap in de geulen van referentiegebied Rottum; Tussenrapportage twaalf jaar na sluiting (najaar 2017).</i>





---

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.wur.nl/wotnatuurenmilieu](http://www.wur.nl/wotnatuurenmilieu)

---

De missie van Wageningen University & Research is 'To explore the potential of nature to improve the quality of life'. Binnen Wageningen University & Research bundelen 9 gespecialiseerde onderzoeksinstituten van Stichting Wageningen Research 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, 5.000 medewerkers en 10.000 studenten behoort Wageningen University & Research 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.

