



Ministerie van Verkeer en Waterstaat  
Rijkswaterstaat

## Zoute wateren EcotopenStelsel (ZES.1)

Voor het in kaart brengen van het potentiële  
voorkomen van levensgemeenschappen in zoute  
en brakke rijkswateren

H. Bouma  
D.J. de Jong  
F. Twisk  
K. Wolfstein

Rapport RIKZ/2005.024

Middelburg, juli 2005

NB

In deze vernieuwde pdf is een aantal storende fouten verbeterd en zijn enkele tabellen die slecht leesbaar waren vervangen door beter leesbare versies.

Dit is (helaas) zichtbaar in de layout die op die plaatsen afwijkt van de originele lay out.

(D J de Jong; 20 juni 2006)



**Gegevensblad RIKZ rapporten**

Na de colofon die direct volgt op het titelblad met datum auteur etc.

Opdrachtgever / contactpersoon	Rijkswaterstaat- Directie Zeeland en Directie Noord-Nederland (K. Borrius)
--------------------------------	--

Titel	Zoute wateren EcotopenStelsel (ZES.1)
Rapportnummer	RWS/RIKZ/2005.024

Samenvatting	<p>Het Zoute wateren EcotopenStelsel (ZES.1) is een instrument waarmee het potentiële voorkomen van habitats van de bodem van brakke en zoute Rijkswateren. in kaart kan worden gebracht, voorspeld kan worden en vergeleken kan worden met een situatie in het verleden.</p> <p>Fysische omgevingsfactoren bepalen via verschillende processen primair het voorkomen van habitats en daarmee levensgemeenschappen. Op basis van de meest belangrijke fysische omgevingsfactoren en processen zijn een aantal abiotische indelingskenmerken en bijbehorende variabelen gekozen die de omgevingskenmerken op een kaart kunnen representeren. Op basis van de variabelen en de klassengrenzen worden de ecotopen beschreven en samengenomen in een hiërarchisch opgebouwd ecotopenstelsel.</p> <p>Het instrument kan toegepast worden bij beleids- en beheersvoorbereidingen, zoals toekomstverkenningen, milieu-effect-rapportages (MER) en het formuleren van beleidsdoelen. In de KaderRichtlijn Water en in de Vogel- en Habitatrichtlijn kan de ecotopenbenadering worden gebruikt bij de beschrijving van de referentiesituatie van de biologische kwaliteitselementen of de instandhoudingdoelstellingen.</p> <p>Het ZES.1 maakt deel uit van een serie rapporten die zijn vervaardigd binnen het project Rijkswateren Ecotopen Stelsels (RWES). In deze serie wordt voor alle soorten rijkswateren een ecotopenstelsel beschreven, waarbij het ZES.1 de brakke en zoute rijkswateren omvat.</p>
--------------	---

Versie	Eigenaar (= 1 <sup>ste</sup> auteur)	Datum	Opmerking	Beoordeeld	Goedgekeurd
0	RWS/RIKZ/ K. Wolfstein <i>kw</i>	Juni 2005	Concept	D. de Jong <i>[handwritten initials]</i>	B. Dauwe <i>[handwritten initials]</i>
1	RWS/RIKZ/ K. Wolfstein <i>kw</i>	Juli 2005	Definitief	W. Groenewoud <i>[handwritten initials]</i>	H. van Pagee <i>[handwritten initials]</i>
Project ID Pelagisch ecotopenstelsel					
Vertrouwelijk	<input type="checkbox"/> JA, tot (datum)	<input checked="" type="checkbox"/> NEE			
Status	<input type="checkbox"/> Startversie	<input type="checkbox"/> Concept	<input type="checkbox"/> Definitief		

# INHOUDSOPGAVE

<b>SAMENVATTING</b>	<b>5</b>
<b>DANKWOORD</b>	
<b>1 Inleiding</b>	<b>13</b>
1.1 Doelstelling	13
1.2 Kader	13
1.3 Definities	14
1.4 Algemene mogelijke toepassing	16
1.5 Leeswijzer	16
<b>2 Het ecotopenstelsel</b>	<b>19</b>
2.1 Werkwijze	19
2.2 Indelingskenmerken en variabelen	20
2.3 Hiërarchische indeling	25
2.4 Eco-elementen	27
2.5 Ecotopenmondrianen	27
<b>3 Praktische toepassing, mogelijke problemen en beperkingen</b>	<b>29</b>
3.1. Praktische toepassingen	29
3.2. Mogelijke problemen	30
3.3. Beperkingen van het ecotopenstelsel	31
<b>4 Indelingskenmerken, variabelen en klassegrenzen</b>	<b>33</b>
4.1 Zoutgehalte en –variatie	33
4.2 Substraat 1 (hard/zacht)	36
4.3 Diepte 1 (sublitoraal, litoraal en supralitoraal)	37
4.4 Hydrodynamiek	38
4.5 Diepte 2 (diepte, overspoeling)	45
4.6 Substraat 2 (sedimentsamenstelling)	50
<b>5 Ecotopen per watersysteem</b>	<b>53</b>
5.1 Voorkomen van ecotopen in de Nederlandse zoute en brakke wateren	53
5.2 Eco-elementen	57
5.3 Ecotopenmondrianen	61
<b>6 De ecologische inhoud van de ecotopen</b>	<b>69</b>
6.1 Algemeen	69
6.2 Westerschelde, Eems-Dollard, Nieuwe Waterweg, Waddenzee en Oosterschelde	69
6.3 Noordzee	97
6.4 Grevelingenmeer	107

6.5 Veerse Meer	111
<b>7 Aansluiting met andere classificaties</b>	<b>115</b>
7.1 Natuurdoeltypen	115
7.2 RWES aquatisch en oevers	115
7.3 EUNIS marine habitat classification	119
7.7. Europese Habitatrichtlijn	125
<b>8 Literatuur</b>	<b>127</b>
<b>Bijlagen</b>	
1. Vergelijking ZES.1 met eerdere concept-stelsels	136
2. Het relevante deel van de EUNIS marine habitat classification	139
3. Verschillende hard substraat oevertypen en overzicht ecotopen hardsubstraat	144
4. Voorbeelden ecotopenkaarten	147
5. Standaardlegenda geomorfologie 2005	151

#### **Disclaimer**

Het Rijksinstituut voor Kust en Zee van Rijkswaterstaat (RWS-RIKZ) heeft de in deze publicatie opgenomen gegevens zorgvuldig verzameld naar de laatste stand van wetenschap en techniek. Desondanks kunnen er onjuistheden in deze publicatie voorkomen.

Het Rijk sluit iedere aansprakelijkheid uit voor schade die uit het gebruik van de hierin opgenomen gegevens mocht voortvloeien.

## SAMENVATTING

### Doelstelling en toepassing

De doelstelling van het ontwikkelen van het Zoute wateren EcotopenStelsel (ZES.1) is het vervaardigen van een instrument waarmee

- a. het potentiële voorkomen van levensgemeenschappen in, en vlak boven de bodem van brakke en zoute Rijkswateren in kaart kan worden gebracht (actuele situatie).
- b. voorspeld kan worden wat de veranderingen in het ecosysteem zouden kunnen zijn als de omgevingsfactoren veranderen als gevolg van inrichting- en beheer maatregelen.
- c. vergeleken kan worden met een situatie in het verleden, bijvoorbeeld bij evaluaties van de effecten van inrichting- en beheer maatregelen.

### Kader

Het ZES.1 maakt deel uit van een serie rapporten die zijn vervaardigd binnen het project Rijkswateren Ecotopen Stelsels (RWES). In deze serie wordt voor alle soorten rijkswateren (meren, rivieren, kanalen, etc.) een ecotopenstelsel uitgewerkt en beschreven, waarbij het ZES.1 de brakke en zoute rijkswateren omvat. De watersystemen die onder het ZES.1 vallen zijn de Noordzee, Waddenzee, Eems-Dollard, Westerschelde, Oosterschelde, Noordrand (o.m. Nieuwe Waterweg), het Grevelingenmeer en het Veerse Meer.

### Definities

*Ecotopen* zijn ruimtelijk te begrenzen ecologische eenheden, waarvan de samenstelling en ontwikkeling worden bepaald door abiotische, biotische en antropogene condities ter plaatse. Een ecotoop is een herkenbare, min of meer homogene landschappelijke eenheid.

Een *ecotopenstelsel* is een classificatiesysteem van ecotopen waarin de van belang zijnde ecotopen in een gebied (watersysteem) op overzichtelijke wijze gerangschikt zijn. Kenmerkend voor een ecotopenstelsel is dat de indelingskenmerken van het stelsel zijn gekoppeld aan beleids- en

beheersmaatregelen.

Een *habitat* is de leefomgeving waarin een bepaalde soort leeft. Een soort kan verschillende habitats nodig hebben in de loop van een jaar of zijn levenscyclus. Deze habitats kunnen bij elkaar liggen (bijvoorbeeld lage zandplaat – hoge zandplaat; lage zandplaat – sublitoraal) of in verschillende gebieden liggen (bijvoorbeeld toendra Siberië – Waddenzee).

Een *fysiotoop* is een eenheid die homogeen is voor abiotische omstandigheden die van belang zijn voor biotische aspecten. Bij gelijk beheer, eenzelfde ontwikkelingsstadium, en zonder extreme omstandigheden in het recente verleden (storm, ijsgang, e.d.) zijn fysiotoop en ecotoop dezelfde ruimtelijke eenheid.

Een *eco-element* geeft een mogelijke toestand van (een deel van) een ecotoop aan, gebaseerd op specifieke informatie met betrekking tot een soort (groep).

### Werkwijze

De plaatselijk aanwezige fysische omgevingsfactoren bepalen via verschillende processen primair het voorkomen van levensgemeenschappen. Op basis van de meest belangrijke fysische omgevingsfactoren en processen zijn een aantal abiotische indelingskenmerken gekozen.

Voor alle abiotische indelingskenmerken zijn exacte abiotische variabelen gekozen die de omgevingskenmerken op een kaart kunnen representeren. Een belangrijke motivatie bij de keuze van de variabelen is de beschikbaarheid van gegevens, liefst in kaartvorm. Een belangrijk aandachtspunt bij het kiezen van de variabelen is de regelmatig voorkomende wederzijdse beïnvloeding tussen de verschillende variabelen.

Vervolgens zijn voor de geselecteerde variabelen klassegrenzen gekozen die relevant zijn voor het voorkomen van levensgemeenschappen. Daarbij is ook rekening gehouden met gekozen klassegrenzen van andere, nationale en internationale, stelsels.

Op basis van de variabelen en de klassegrenzen worden de ecotopen beschreven. Deze zijn samengenomen in een ecotopenstelsel dat op een hiërarchische wijze is opgebouwd, waarbij de opbouw voornamelijk gebaseerd is op 'de dominantie van de fysische omgevingsfactoren en processen', maar ook op 'de logische opbouw van een kaart' en op 'de hardheid van de variabelen'.

De ecotopen worden in kaart gebracht door via GIS de variabelekaarten te classificeren en daarna te combineren. Met name de vraag en de gewenste kaartschaal bepalen vervolgens tot welk detailniveau de ecotopenclassificatie wordt afgebeeld.

### Indelingskenmerken

De abiotische indelingskenmerken die in het ZES.1 gebruikt worden zijn:

1. zoutgehalte en -variatie
2. substraat 1 (hard, zacht)
3. diepte 1 (sublitoraal, litoraal of supralitoraal)
4. hydrodynamiek
5. diepte 2 (diepte, overspoeling)
6. substraat 2 (sedimentsamenstelling)

### Variabelen en klassegrenzen:

variabelen	klassen	klassegrenzen
<b>1 gemiddelde zoutgehalte en zoutvariatie</b>	weinig variabel brak weinig variabel zout variabel brak/zout	5,4 - 18 en variatie ≤ 100% > 18 en variatie ≤ 100% > 5,4 en variatie > 100%
<b>2 substraat 1</b>	hard substraat zacht substraat	steen, hout, veen etc. sediment
<b>3 diepte 1</b>	sublitoraal litoraal supralitoraal	< GLWS (permanent onder water) GLWS – GHWD (elk tij overspoeld) > GHWD (niet elk tij overspoeld)
<b>4 hydrodynamiek*</b> strijk lengte (kusten)  lineaire stroomsnelheid (sublitoraal en litoraal)  orbitaalsnelheid (litoraal + supralitoraal)	hoogdynamisch (golven)  hoogdynamisch (stroming) laagdynamisch (stroming)  stagnant (geen stroming)  hoogdynamisch (golven) laagdynamisch (golven)  hoogdynamisch	Noordzeekust  Klassegrenzen zijn afhankelijk van gebruikt model. Theoretisch ligt de grens bij 0,8 m/s zijnde de grens waarop megaribbels ontstaan 0 m/s  Klassegrenzen zijn afhankelijk van gebruikt model. Uit resultaten tot nu toe blijkt onderstaande grens goed werkbaar > 0,2 m/s

	laagdynamisch (golven)	< 0,2 m/s
geomorfologie** (litoraal)	hoogdynamisch laagdynamisch	megaribbels, hoogdynamisch vlak, veen/kleibank, ruggen laagdynamisch vlak, kwelder/schor
<b>5 diepte 2</b> (diepte, overspoeling) sublitoraal (diepe)	zeer diep – kans op stratificatie  diep - ongestratificeerd  ondiep	Noordzee: > 30 m Grevelingenmeer: > 15 m Veerse Meer: > 10 m  Noordzee: 20-30 m Grevelingenmeer: 5-15 m Veerse Meer: 5-10 m overige watersystemen: > 5 m - GLWS  Noordzee: 20 m tot GLWS overige watersystemen: 5 m- GLWS tot GLWS
litoraal (overspoelingsduur)	laag litoraal (lang) middelhoog litoraal (midden) hoog litoraal (kort)	GLWS - 75 % 75 - 25 % 25 % - GHWD
supralitoraal (overspoelingsfrequentie of vegetatie zones)	pionierzone en potentiële pionierzone lage kwelder/schor middelhoge kwelder/schor hoge kwelder/schor	GHWD tot > 300 keer per jaar  300 - 150 keer per jaar 150 - 50 keer per jaar 50 - 5 keer per jaar
<b>6 substraat 2</b> (sedimentsamenstelling) mediane korrelgrootte	Slibrijk fijn zand grof zand grind	Mediaan - ≤250 μm 250 - 2000 μm >2000 μm  (#: Noordzee 10% i.p.v. 25%)
		slib(< 63 μm) ≥25%# < 25% < 25% < 25%

\* De variabele hydrodynamiek bestaat uit drie variabelen die gelden voor de verschillende watersystemen of gebieden.

\*\* Geomorfologie: deze variabele kan worden gebruikt als alternatief voor lineaire stroomsnelheid en orbitaalsnelheid in de droogvallende delen.

Enkele definities:

gemiddelde zoutgehalte =

het gemiddelde zoutgehalte bij hoog water over een jaar met een gemiddelde zoetwateraanvoer (m.n. rivierafvoer)

zoutvariatie =

de zoutvariatie is [(4 x standaarddeviatie zoutgehalte) / gemiddelde zoutgehalte] x 100%, berekend over dezelfde gegevens als gebruikt voor het zoutgehalte

lineaire stroomsnelheid =

de maximale lineaire stroomsnelheid tijdens springtij ongeacht eb of vloed bij gemiddelde stormomstandigheden

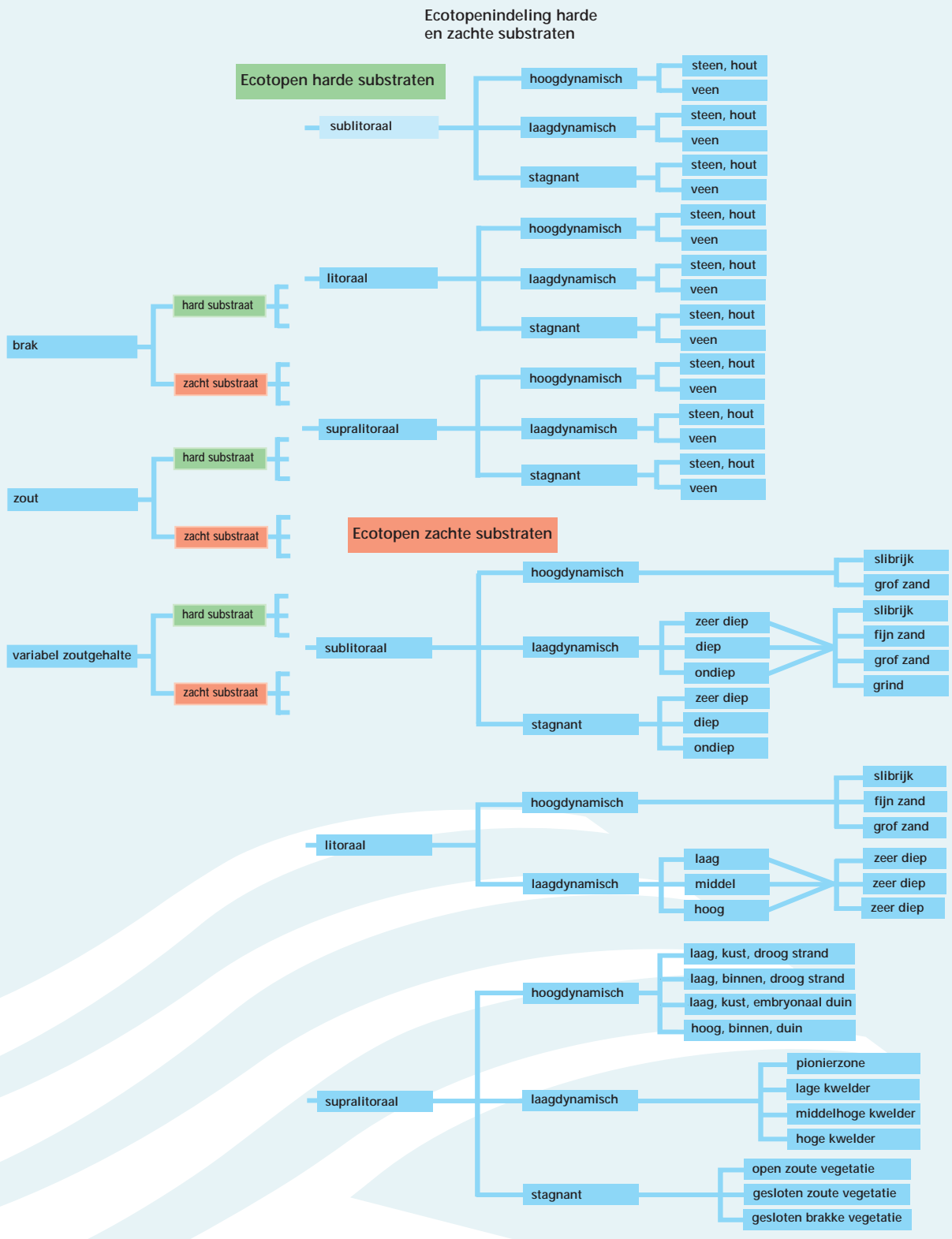
(frequentie 1 x per jaar)

orbitaalsnelheid =

de maximale orbitaalsnelheid bij gemiddeld springtij en stormomstandigheden (frequentie 1 x per jaar)







### Eco-elementen

Binnen ecotopen kunnen kleinere gebieden voorkomen waarin zich karakteristieke levensgemeenschappen met structurende eigenschappen bevinden, die afwijken van de levensgemeenschappen die worden aangetroffen elders in het betreffende ecotoop. We noemen dit eco-elementen.

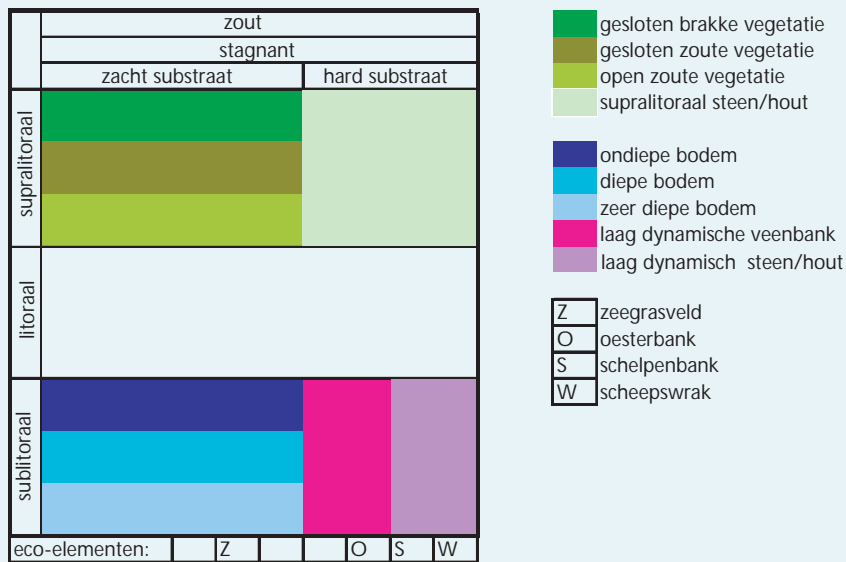
Het grootste verschil tussen eco-elementen en ecotopen is dat het wel of niet voorkomen van deze karakteristieke, structurende levensgemeenschappen voor een deel afhangt van toevalsprocessen en niet goed te voorspellen is op basis van abiotische factoren. In het ZES.1 worden de volgende eco-elementen onderscheiden:

- priel
- zeegrasveld (*Zostera marina*, *Z. noltii*)
- Ruppia-associatie (*R. maritima*, *R. cirrhosa*)
- mosselbank (*Mytilus edulis*)
- oesterbank (*Crassostrea gigas*)
- schelpenbank (een vorm van hard substraat)
- scheepswrak
- oevervegetatie langs brakke meeroevers

### Ecotopenmondriaan

Tussen de classificatie en het maken van de ecotopenkaart voor een bepaald gebied is het handig een ecologisch schema te maken, de ecotopenmondriaan. Hierin wordt de te maken ecotopenkaart in een abstract schema samengevat en wordt de ecologische samenhang weergegeven. De ecotopenmondriaan kan niet alleen dienen als hulp bij het maken van kaarten maar ook als communicatiemiddel, om de opbouw en de algemene methodiek van het ecotopenstelsel te presenteren. Het voorbeeld hieronder is de ecotopenmondriaan voor het Grevelingenmeer.

GREVELINGENMEER



Een wit veld betekent dat de ecotopen in dit gebied of watersysteem niet voorkomen.

## DANKWOORD

Een grote groep mensen leverde een bijdrage aan het tot stand komen van dit rapport. Er is meegedacht door personen uit diverse werkgebieden en disciplines, van deskundigen op het gebied van bodemdieren, vissen en vogels tot beleidsmakers.

Wij danken Peter Herman en Tom Ysebaert, beide NIOO-CEME, voor de informatieve gesprekken, en voor het leveren van kritisch en opbouwend commentaar op de concept-versies van het Zoute wateren EcotopenStelsel (ZES.1). Ed Stikvoort (RIKZ) danken wij voor het meedenken over het voorkomen van de ecotopen in de verschillende watersystemen, het vervaardigen van de ecotopenmondrianen, en het aanleveren van foto's. Dank gaat ook uit naar Jan van den Broeke voor zijn ondersteuning bij het maken van het lay-out.

Voor het leveren van zinvol en bruikbaar commentaar op meerdere conceptversies van het ZES.1 danken wij de volgende personen (op alfabetische volgorde): Joost Backx (RIZA), Cor Berrevoets (RIKZ), Gerhard Cadée (NIOZ), Norbert Dankers (Alterra), Karel Essink (RIKZ), Noël Geilen (RIZA), Joris Geurts-Van Kessel (RIKZ), Jaap Graveland (RIKZ), Zwanette Jager (RIKZ), Belinda Kater (RIKZ), Bart Kornman (RIKZ), Jan Kranenbarg (RIZA), Rob Leewis (RIVM), Sander Lilipaly (DPM), Dirk van Maldegem (RIKZ), Diederik van der Molen (RIZA), Aante Nicolai (Directie Noord-Nederland), Marieke Ohm (Directie Zuid-Holland), Leo Soldaat (CBS), Ed Stikvoort (RIKZ), Cees Storm (Directie Zuid-Holland), Michiel Vos (Max-Planck-Instituut, Duitsland), Marco van Wieringen (Directie Noord-Holland) en Wim Wolff (Rijksuniversiteit Groningen).



# 1. INLEIDING

## 1.1 DOELSTELLING

De doelstelling van het ontwikkelen van het Zoute wateren EcotopenStelsel (ZES.1) is het vervaardigen van een instrument waarmee

- a. het potentiële voorkomen van levensgemeenschappen in, en vlak boven de bodem van brakke en zoute Rijkswateren in kaart kan worden gebracht (actuele situatie).
- b. voorspeld kan worden wat de veranderingen in het ecosysteem zouden kunnen zijn als de omgevingsfactoren veranderen als gevolg van inrichting -en beheermaatregelen.
- c. vergeleken kan worden met een situatie in het verleden, bijvoorbeeld bij evaluaties van de effecten van inrichting – en beheermaatregelen.

Om deze doelstelling te kunnen bereiken is het noodzakelijk dat de ecotopen in kaart gebracht kunnen worden. In het ZES.1 staat het voorkomen van levensgemeenschappen en de relaties daarvan met abiotische omgevingsfactoren centraal. Door veranderingen in abiotische omgevingsfactoren na te bootsen (bijvoorbeeld met modellen) kan bestuurd worden waar en hoe veranderingen in levensgemeenschappen op zullen treden of op zijn getreden. De indeling van het stelsel is gebaseerd op levensgemeenschappen in, en vlak boven de bodem, zoals bodemdieren, wieren en hogere planten. De indeling is niet gebaseerd op het voorkomen van organismen in de waterkolom. Een indeling van de waterkolom in ecotopen vindt plaats bij de ontwikkeling van het Pelagisch EcotopenStelsel.

## 1.2 KADER

Het ZES.1 maakt deel uit van een serie rapporten die zijn vervaardigd binnen het project Rijkswateren Ecotopen Stelsels (RWES). In deze serie wordt voor alle soorten rijkswateren (meren, rivieren, kanalen, etc) een ecotopenstelsel uitgewerkt en beschreven.

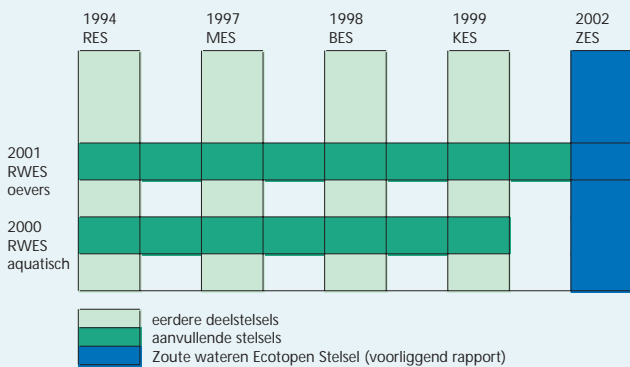
Het in dit rapport beschreven ecotopenstelsel is van toepassing op de brakke en zoute rijkswateren en wordt het ZES.1 genoemd. ZES.1 om eventuele verandering te voorkomen, als er mogelijk in de toekomst een update wordt gemaakt. De watersystemen die onder het ZES.1 vallen zijn de Noordzee, Waddenzee, Eems-Dollard, Westerschelde, Oosterschelde, Noordrand (o.m. Nieuwe Waterweg), het Grevelingenmeer en het Veerse Meer. De brakke Rijkskanalen vallen niet onder het ZES.1, maar onder het Kanalen-Ecotopen-Stelsel (KES).

In de Rijkswateren EcotopenStelsels (RWES) wordt gewerkt vanuit de benadering dat de fysische omgeving in kaart wordt gebracht en wordt geclassificeerd naar ecologische inhoud. Op deze manier zijn ecotopenstelsels vervaardigd voor de grote zoete en (zwak) brakke rijkswateren in Nederland, zoals de meren, rivieren en kanalen, gevolgd door het Zoute wateren EcotopenStelsel (ZES.1).

RES:	Rivieren - Ecotopen - Stelsel (Rademakers & Wolfert, 1994)
MES:	Meren - Ecotopen - Stelsel (Van der Meulen, 1997)
BES:	Benedenrivieren - Ecotopen - Stelsel (Maas, 1998)
KES:	Kanalen - Ecotopen - Stelsel (Peters, 1999)
ZES.1:	Zoute wateren Ecotopen - Stelsel (dit rapport)
PES:	Pelagisch – Ecotopen – Stelsel (in voorbereiding)

De eerste vier systeemgerichte stelsels zijn samengevoegd en op elkaar afgestemd in twee overkoepelende stelsels voor resp. de waterfase in RWES-aquatisch (Van der Molen et al., 2000) en de oevers in RWES-oevers (Lorenz, 2001).

In de zoute/brakke meren is de bovengrens gelegd bij de zone die nog door het meerwater wordt beïnvloed, de min of meer zilte vegetaties. Door de mens 'gemaakte' vegetaties zijn niet meegenomen in het ZES.1, bijvoorbeeld (recreatie)weiden, bossen, landbouwgebieden, et cetera.



**Figuur 1.1.1.**

*Positie van het voorliggende Zoute wateren EcotopenStelsel (ZES.1) ten opzichte van de eerder verschenen stelsels in de serie Rijkswateren Ecotopen Stelsels (RWES) (naar Van der Molen et al., 2000).*

De positie van het ZES.1 ten opzichte van de eerder verschenen ecotopenstelsels is weergegeven in figuur 1.1.1.

Voorafgaand aan het vervaardigen van het ZES.1 zijn diverse conceptstelsels opgesteld (De Jong et al., 1998; Leewis et al., 1998; De Jong, 1999; Dankers et al., 2001). Ook zijn voor specifieke onderdelen van het ZES.1 diverse conceptstelsels opgesteld (Noordzee: Hartholt, 1998; Van Horssen et al., 1999; brakke getijdewateren: Vos & Wolff, 2001; hard substraat: Meijer & Waardenburg, 2002). De (deel-) conceptstelsels hebben gediend als basis voor het uiteindelijke ZES.1 (zie voor een vergelijking bijlage 1). Er is getracht zoveel mogelijk aan te sluiten bij de marine habitat classification van EUNIS (European Nature Information System), een Europees ecotopenstelsel in ontwikkeling, dat bedoeld is voor gebruik bij Europese regelgeving (zie ook hoofdstuk 7).

### 1.3 DEFINITIES

RWES gebruikt de volgende definities van ecotoop en ecotopenstelsel (Wolfert, 1996):

**Ecotopen** zijn ruimtelijk te begrenzen ecologische eenheden, waarvan de samenstelling en ontwikke-

ling worden bepaald door abiotische, biotische en antropogene condities ter plaatse. Een ecotoop is een herkenbare, min of meer homogene landschapelijke eenheid.

Een *ecotopenstelsel* is een classificatiesysteem van ecotopen waarin de van belang zijnde ecotopen in een gebied (watersysteem) op overzichtelijke wijze gerangschikt zijn. Kenmerkend voor een ecotopenstelsel is dat de indelingskenmerken van het stelsel zijn gekoppeld aan beleids- en beheersmaatregelen.

Internationaal wordt over het algemeen de term 'habitat' ook voor ecotoop gebruikt, bijvoorbeeld in de EU-Habitatrichtlijn. In Nederland hebben de termen ecotoop en habitat echter een verschillende betekenis. Een habitat kan meerdere ecotopen omvatten, en wordt hier gedefinieerd als (De Jong, 1999):

Een *habitat* is de leefomgeving waarin een bepaalde soort leeft. Een soort kan verschillende habitats nodig hebben in de loop van een jaar of zijn levenscyclus. Deze habitats kunnen bij elkaar liggen (bijvoorbeeld lage zandplaat – hoge zandplaat; lage zandplaat – sublitoraal) of in verschillende gebieden liggen (bijvoorbeeld toendra Siberië – Waddenzee).

Binnen een ecotoop komt potentieel een bepaalde gemeenschap van organismen voor. De ecotopen zijn vooral gedefinieerd vanuit de relatie tussen fysica, sediment en bodemdiergemeenschappen. Een voorbeeld hiervan is een zandplaat waarin een gemeenschap van ingegraven bodemdieren voorkomt. Deze gemeenschap trekt weer andere organismen aan. In dit geval vissen en vogels waarvoor de bodemdieren als voedsel dienen. Het voorkomen van een bepaalde levensgemeenschap kan worden gekoppeld aan een bepaalde set van abiotische omgevingsfactoren. Door voor deze set abiotische omgevingsfactoren een set variabelen te kiezen, kan vervolgens de levensgemeenschap (op een indirecte manier) in kaart worden gebracht. Deze manier is geschikt voor het in kaart brengen van levensgemeenschappen die zich in de bodem en (een deel van het getij) onder water bevinden. Daarom kunnen ze niet direct geobserveerd en gekarteerd worden.

Een beeld van welke en hoeveel organismen zich in en boven de bodem bevinden, kan alleen verkregen worden door monsters te nemen. Het voorkomen van organismen in deze monsters kan vervolgens gekoppeld worden aan gemeten of gemodelleerde variabelen ter plaatse.

Wanneer voldoende bekend is over de relaties tussen abiotische omgevingsfactoren en levensgemeenschappen, kunnen levensgemeenschappen in kaart gebracht worden aan de hand van de voornaamste fysische variabelen. In feite is dan sprake van het weergeven van fysiotopen, waarin de levensgemeenschappen potentieel kunnen voorkomen:

**Een fysiotop is een eenheid die homogeen is voor de abiotische omstandigheden die van belang zijn voor biotische aspecten. Bij gelijk beheer, eenzelfde ontwikkelingsstadium, en zonder extreme omstandigheden in het recente verleden (storm, ijsgang, e.d.) zijn fysiotop en ecotoop dezelfde ruimtelijke eenheid.**

Omdat niet alle factoren die van invloed zijn op het voorkomen van organismen kunnen worden meegenomen, kunnen binnen één fysiotop in principe meerdere levensgemeenschappen (of ecotopen) voorkomen. Daarnaast vindt binnen levensgemeenschappen (zowel van planten als van dieren) vaak een ontwikkelingscyclus (successie) plaats. Een levensgemeenschap kan door bepaalde, vaak plotse en onvoorspelbare gebeurtenissen ('events', zoals storm, ijsgang), worden teruggebracht naar het beginpunt van de successie, waarna de gemeenschap de successie opnieuw doorloopt. Soms kunnen gedurende de successie verschillende levensgemeenschappen worden onderscheiden. In andere gevallen kan gesproken worden van verschillende verschijningsvormen van een levensgemeenschap, zeker als deze 'events' regelmatig voorkomen en een normaal onderdeel zijn van de omgevingsfactoren binnen een ecotoop. In het ZES.1 worden verschillende levensgemeenschappen/ verschijningsvormen gedurende successies als één levensgemeenschap, één ecotoop beschouwd.

Bij bodemdiergemeenschappen is vaak sprake van mengpatronen. Enkele dominante soorten komen samen voor met een bredere groep soorten, terwijl

deze bredere groep soorten ook voorkomt in combinatie met andere dominante soorten. Soms is tussen de verschillende gevallen nauwelijks of geen sprake van verschillende abiotische omgevingsfactoren. Ook deze gevallen worden in het ZES.1 beschouwd als verschillende verschijningsvormen van een bepaalde levensgemeenschap, en als één ecotoop.

Binnen ecotopen kunnen kleinere gebieden voorkomen waarin zich karakteristieke levensgemeenschappen met structurende eigenschappen bevinden, die afwijken van de levensgemeenschappen die worden aangetroffen elders in het betreffende ecotoop. Duidelijke voorbeelden hiervan zijn zeegrasvelden, mosselbanken en oesterbanken. Dergelijke gebieden worden in de Rijkswateren Ecotopen Stelsels onderscheiden als eco-elementen (Van der Molen et al., 2000):

**Een *eco-element* geeft een mogelijke toestand van (een deel van) een ecotoop aan, gebaseerd op specifieke informatie met betrekking tot een soort (-groep). Het is getypeerd door operationele factoren die gerelateerd zijn aan de werkelijke chemische en fysische processen.**

Het grootste verschil tussen eco-elementen en ecotopen is dat de locatie van deze karakteristieke, structurende levensgemeenschappen niet goed te voorspellen is op basis van abiotische factoren en voor een deel afhangt van toevalsprocessen. Welk ecotoop er ligt is te voorspellen als de fysische condities bekend zijn. Daarnaast kan wel aangegeven worden welke eco-elementen in welk ecotoop voor kunnen komen. Het in kaart brengen van eco-elementen moet gebeuren door karteringen in het veld uit te voeren, zonodig ondersteund door het gebruik van luchtfoto's.

#### 1.4. ALGEMENE MOGELIJKE TOEPASSING

Het Zoute wateren EcotopenStelsel kan gebruikt worden als een instrument waarmee het voorkomen van levensgemeenschappen in, en vlak boven de bodem van brakke en zoute rijkswateren in kaart kan worden gebracht.

##### **Kartering actuele, historische, of toekomstige situaties**

Met het ZES.1 is een instrument voorhanden waarmee het huidig voorkomen van groepen organismen potentieel in kaart gebracht kan worden, waarmee in bepaalde mate voorspeld kan worden, en waarmee kan worden teruggeblikt naar het voorkomen van deze organismen in het verleden.

Eén van de toepassingen van ecotopenkaarten is het in kaart brengen van het voorkomen van levensgemeenschappen in, en vlak boven de bodem tijdens een bepaalde periode. Ecotopenkaarten vormen daarmee een ruimtelijke uitbreiding op de gebruikelijke puntmetingen. De kaarten maken het mogelijk om ook in meer kwantitatieve zin (arealen) een beeld te geven van de situatie in een watersysteem.

Ecotopenkaarten kunnen worden gemaakt voor de huidige situatie, maar ook voor toekomstige situaties na mogelijke beheers- of inrichtingsmaatregelen of voor historische situaties wanneer vergeleken moet worden met een referentiesituatie. Voor het maken van dergelijke toekomstige of historische ecotopenkaarten wordt met behulp van modellen berekend welke abiotische omstandigheden in die periode in een gebied voor zullen komen of voorkwamen. De uitkomsten van de modelberekeningen worden omgezet naar kaarten van de abiotische variabelen die in het ecotopenstelsel worden gebruikt, waarmee vervolgens de ecotopen in beeld gebracht kunnen worden.

##### **Toepassingskader**

Deze methode kan toegepast worden bij beheer- en

beleidsvoorbereidingen, zoals toekomstverkenningen, milieueffect-rapportages (MER) en het formuleren van beleidsdoelen. In de KaderRichtlijn Water en in de Vogel- en Habitatrichtlijn spelen ecotopen een belangrijke rol, bij de beschrijving van de referentiesituatie van de biologische kwaliteitselementen of de instandhoudingdoelstellingen van de verschillende watersystemen.

##### **Kwantificering van veranderingen**

Met behulp van ecotopenkaarten kan aan de verschillende delen van een systeem ook een kwantitatieve inhoud worden toegekend.

Daarmee is het mogelijk om vergelijkingen tussen gebieden verder te laten gaan dan alleen het vergelijken van bruto areaal. Een voorbeeld: in watersysteem A is 1000ha litoraal gebied (hoog- en laagdynamisch) aanwezig en in systeem B 800ha. Als de kwaliteit (dwz. vaststellen van bepaalde criteria en uitvoeren van een validatie van wat er op dit gebied beschikbaar is) wordt meegenomen heeft systeem A 500ha ecologisch waardevol gebied (laagdynamisch is vaak waardevoller) en systeem B 700ha. Uiteraard kunnen ook binnen een systeem verschillende periodes vergeleken worden. De uitkomsten geven een heel ander beeld van de ontwikkelingen dan wanneer alleen wordt gewerkt met het bruto areaal.

#### 1.5. LEESWIJZER

In hoofdstuk 2 wordt de werkwijze bij het ontwikkelen van het ecotopenstelsel toegelicht. Ook worden in korte vorm de indelingskenmerken, variabelen, eco-elementen en het uiteindelijke ecotopenstelsel gepresenteerd en wordt het begrip ecotopenmondri-aan geïntroduceerd. De achtergronden en details over deze onderwerpen zijn in de hoofdstukken 4 en 5 beschreven.

In hoofdstuk 3 worden de feitelijke toepassingsmogelijkheden voor het Zoute wateren EcotopenStelsel beschreven. Verder worden mogelijke problemen aangeduid en voorbeelden gegeven.

In hoofdstuk 4 worden de indelingskenmerken van het ecotopenstelsel behandeld. Voor alle indelings-



kenmerken wordt beschreven via welke processen deze invloed hebben op het voorkomen van bodemflora en –fauna. Per indelingskenmerk worden ook de gekozen variabelen en klassegrenzen, met onderbouwing, beschreven.

In hoofdstuk 5 worden ecologische beschrijvingen van de eco-elementen gegeven, de ecotopenmondranen voor de verschillende watersystemen getoond en de voorkomende ecotopen gepresenteerd.

In hoofdstuk 6 wordt de ecologische inhoud van de ecotopen beschreven. De ecotopen in de Westerschelde, Eems-Dollard, Waddenzee, Oosterschelde en Noordrand (o.m. Nieuwe Waterweg) worden in één paragraaf behandeld, aangezien veelal dezelfde ecotopen voorkomen. De ecotopen in de Noordzee worden in een aparte para-

graaf behandeld, omdat in de Noordzee ecotopen voorkomen die niet in de andere watersystemen aanwezig zijn. Ook de ecotopen in het Grevelingenmeer en het Veerse Meer worden in afzonderlijke paragrafen beschreven, omdat op deze watersystemen specifieke onderdelen van het ecotopenstelsel van toepassing zijn (de stagnante wateren).

In hoofdstuk 7 worden de indelingskenmerken, variabelen en klassegrenzen van het ZES.1 vergeleken met/ gekoppeld aan die van ~~het Benedenrivieren Ecotopenstelsel (BES)~~, het RWES-aquatisch en met de Europese EUNIS marine habitat classification.



## 2. HET ECOTOPENSTELSEL

### 2.1 WERKWIJZE

De doelstelling van het ZES.1 is het aanleveren van relevante ecologische informatie voor beleid, beheer en onderzoek waarmee het potentiële voorkomen van levensgemeenschappen in de vorm van kaarten kan worden getoond, voorspeld en /of geëvalueerd. De gevolgde werkwijze verschilt door deze doelstelling enigszins van de internationale (Europese) werkwijze bij het ontwikkelen van habitat- (lees: ecotoop) classificaties. In de RWES ecotopenstelsels staan de relaties tussen abiotische omgevingsfactoren en het daadwerkelijke voorkomen van organismen centraal. Op Europees niveau worden classificaties meer ingedeeld op basis van het voorkomen van organismen en wordt minder gelet op de abiotische omgevingsfactoren. Dit verschil ontstaat vooral doordat bij internationale habitatkarteringen de kartering van de actuele situatie voorop staat. Er wordt minder uitgegaan van de mogelijkheid tot voorspellen en evalueren, waarvan het gebruik van fysische modellen een belangrijk onderdeel is.

In de werkwijze die gevolgd is bij het ontwikkelen van het ZES.1 kan globaal een aantal achtereenvolgende stappen worden onderscheiden. Deze stappen worden hieronder één voor één beschreven en gemotiveerd. Per stap wordt eerst (vet gedrukt) de essentie van de aanpak beschreven, waarna in de tekst eronder een meer gedetailleerde toelichting wordt gegeven.

#### **Stap 1, de abiotische indelingskenmerken**

**De ruimtelijke variatie in het voorkomen van levensgemeenschappen wordt primair bepaald door de plaatselijk aanwezige fysische omgevingsfactoren en processen. Op basis van de meest belangrijke fysische omgevingsfactoren en processen zijn een aantal abiotische indelingskenmerken gekozen: zoutgehalte en -variatie, substraat 1 (hard of zacht), diepte 1 (sublitoraal, litoraal, supralitoraal), hydrodynamiek, diepte 2 (diepte, overspoeling) en sub-**

**straat 2 (sedimentsamenstelling).**

De beschikbare informatie over de fysische omgevingsfactoren en de daarmee samenhangende processen die van invloed zijn op het voorkomen van in en op de bodem levende organismen is bestudeerd. Van deze fysische omgevingsfactoren en processen is zo goed mogelijk vastgesteld welke het meest bepalend zijn voor het voorkomen van bodemorganismen en welke dominant zijn over andere. Aan de hand daarvan is een serie abiotische indelingskenmerken gekozen (hoofdstuk 4). Verschillen in fysische omgevingsfactoren en de daarmee samenhangende processen zijn de primaire basis voor het onderscheiden van ecotopen. De in de volgende stappen beschreven variabelen en klassegrenzen zijn een middel om die ecotopen eenduidig te onderscheiden.

#### **Stap 2, de variabelen**

**Voor alle abiotische indelingskenmerken zijn exacte abiotische variabelen gekozen die de omgevingskenmerken op een kaart kunnen representeren of variabelen die correleren met belangrijke kenmerken van het systeem waarover minder eenvoudig ruimtelijke informatie verkrijgbaar is. Een belangrijk aandachtspunt bij het kiezen van de variabelen is het bestaan van samenhang tussen de verschillende variabelen.**

Om de abiotische indelingskenmerken in de praktijk te kunnen gebruiken, bijvoorbeeld in kaart te kunnen brengen, is het nodig 'exacte' (d.w.z. meetbare/kwantificeerbare) variabelen te kiezen (hoofdstuk 4). Een voorbeeld van een 'exacte' variabele die gebruikt kan worden voor het indelingskenmerk 'hydrodynamiek' is de maximale lineaire stroomsnelheid tijdens een gemiddeld springtij (paragraaf 4.4). De variabelekaarten kunnen voortkomen uit directe karteringen of metingen (al dan niet via interpolatie), maar ook uit modelberekeningen.

De keuzes ten aanzien van de 'exacte' variabelen zijn primair gebaseerd op de ecologische relevantie. Daarbij zijn de keuzes echter ook voor een belang-

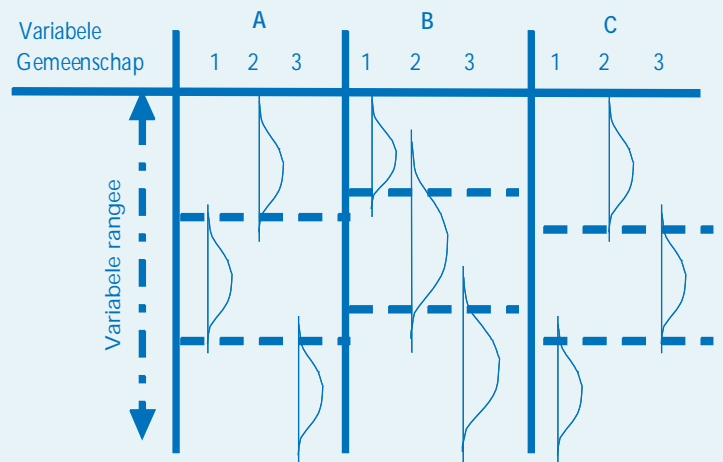
rijk deel gebaseerd op de thans beschikbare informatie over de abiotische variabelen en de betrouwbaarheid van gemeten en/of gemodelleerde gegevens. Daarnaast moeten de variabelen te karteren zijn. Bij de feitelijke toepassing van het ZES.1 (hoofdstuk 3) is het bovendien belangrijk dat de variabelen zo mogelijk ook voor situaties in de toekomst/het verleden te berekenen/karteren zijn.

Bij het kiezen van de variabelen is gelet op de samenhang tussen sommige variabelen. Lage stroomsnelheden zullen bijvoorbeeld vaker gepaard gaan met een slibrijke bodem dan hoge stroomsnelheden. De vraag is dan welke variabele bepalend is voor het voorkomen van (bodemdier-)gemeenschappen, de stroomsnelheid, de sedimentsamenstelling of beide. Vergelijking van slibrijke en slibarme systemen met een zelfde mate van hydrodynamiek kan hierover nadere informatie leveren. Wanneer de directe variabele niet in kaartvorm beschikbaar is, kan een afgeleide variabele als vervanging worden gebruikt. De geomorfologie (het uiterlijk van de bodem) is bijvoorbeeld een afgeleide variabele die veel zegt over de aard van de hydrodynamiek als totaal. Een andere afgeleide variabele is de maximale strijklengte, die soms als vervanger kan dienen voor de golfwerking. Zo kunnen verschillende wegen tot hetzelfde doel, het in kaart brengen van de fysische omstandigheden, leiden.

### Stap 3, de klassegrenzen

Voor de geselecteerde variabelen zijn klassegrenzen gekozen die relevant zijn voor het voorkomen van levensgemeenschappen. Daarbij is ook rekening gehouden met klassegrenzen die gekozen zijn in andere, nationale en internationale, stelsels.

Na het selecteren van de variabelen zijn de klassegrenzen gedefinieerd. Ecologisch is het veelal nauwelijks mogelijk om harde grenzen te trekken, omdat eigenlijk altijd sprake is van geleidelijke overgangen tussen levensgemeenschappen. Voor de kartering van een ecotoop zijn echter duidelijke én eenduidige klassegrenzen vereist. Daarom zijn zo goed mogelijk klassegrenzen gekozen (figuur 2.1.1 en hoofdstuk 4).



**Figuur 2.1.1.**

*Illustratie kiezen klassegrenzen voor verschillende variabelen (A, B en C) en verschillende levensgemeenschappen (1, 2 en 3). De combinatie van de variabelenranges waarbinnen een bepaalde levensgemeenschap voor kan komen levert de abiotische beschrijving van een ecotoop.*

De klassegrenzen zijn in de eerste plaats gebaseerd op ecologische verschillen. Daarnaast is ook rekening gehouden met de werkbaarheid van het stelsel, zoals het totale aantal eenheden en de mate waarin details zijn weer te geven op een kaart zonder dat het overzicht verloren gaat.

Bij het definiëren van de klassegrenzen kan soms vanwege gebrek aan ecologische informatie een verdere onderverdeling (momenteel nog) niet onderbouwd worden. Daarnaast is soms wel ecologische informatie voorhanden, maar is een te gedetailleerde onderverdeling niet praktisch of zinvol, bijvoorbeeld omdat de karteringsmethode of het beschikbare model niet voldoende betrouwbaar is.

Tenslotte is ook gekeken welke klassegrenzen in andere classificatiesystemen worden gehanteerd, bijvoorbeeld in de overige RWES-stelsels en in Europees verband (de EUNIS classificatie).

### Stap 4, de hiërarchische classificatie

Op basis van de variabelen en de klassegrenzen worden de ecotopen beschreven. Deze zijn samen genomen in een ecotopenstelsel dat op een hiërarchische

chische wijze is opgebouwd. Deze opbouw is voornamelijk gebaseerd op ‘de dominantie van de fysische omgevingsfactoren en processen’, maar ook op ‘de logische opbouw van een kaart’ en op ‘de hardheid van de variabelen en/of klassegrenzen’.

Op basis van de stappen 1, 2 en 3 worden ecotopen onderscheiden, die met behulp van de gekozen variabelen en klassegrenzen eenduidig zijn beschreven qua ecologische betekenis. Voor het gebruik in de praktijk is het handig deze ecotopen in een samenhangend stelsel onder te brengen. Een dergelijk stelsel kan op vele manieren worden opgebouwd, die alle in principe goed zijn en die ieder specifieke voor- en nadelen hebben. In het ZES.1 is gekozen voor het samennemen van de ecotopen in een hiërarchische classificatie. De indelingskenmerken met de bijbehorende variabelen en klassegrenzen zijn op een hiërarchische manier gerangschikt (zie paragraaf 2.3). Op de verschillende niveaus worden verschillende indelingskenmerken en variabelen gebruikt, waardoor stap voor stap een meer gedetailleerd beschrijvingsniveau van een ecotoop wordt bereikt. Door de hiërarchische manier van werken is het mogelijk om minder gedetailleerde kaarten te maken, bijvoorbeeld in geval van gebrek aan detailinformatie. Bovendien is de nodige mate van detail afhankelijk van de beleidsvraag en van het aantal ecotopen dat nog herkenbaar op een kaart te presenteren is. Aan de andere kant kan met het hiërarchische stelsel op een kleiner gebied gedetailleerd worden ingezoomd. Leidend bij de opbouw van de hiërarchische classificatie zijn zoals hieronder toegelicht ‘de dominantie van de fysische omgevingsfactoren en processen’, ‘de logische opbouw van een kaart’ en ‘de hardheid van de variabelen en/of klassegrenzen’.

‘De dominantie van de fysische omgevingsfactoren en processen’ betekent dat sommige fysische omgevingsfactoren en de daarmee samenhangende processen een grotere invloed op het voorkomen van (groepen) organismen hebben dan andere. Het zoutgehalte is bijvoorbeeld voor het voorkomen van bodemorganismen een zeer dominante omgevingsfactor. Het zoutgehalte bepaalt namelijk welke soorten vanwege hun fysiologie (lichaamsbouw en functioneren) ergens kunnen leven, denk aan brakwatersoorten of mariene soorten. Het onderscheid tussen

ecotopen op basis van het zoutgehalte wordt in het ZES.1 dan ook op het eerste niveau van de hiërarchische indeling gemaakt (hoofdstuk 4). Een andere zeer dominante omgevingsfactor is de aard van het substraat (hard of zacht). Deze factor is belangrijker dan - of dominant over- de sedimentsamenstelling van het zachte substraat (bijvoorbeeld slibrijk of grof zand). De bouw en levenswijze van een organisme bepaalt namelijk in de eerste plaats of het in staat is zich op hard substraat vast te hechten, of zich in zacht substraat in te graven. Daarnaast bestaan er soortspecifieke voorkeuren voor een bepaald sedimenttype.

Door ‘de logische opbouw van een kaart’ wordt rekening gehouden met een logische manier van in- of uitzoomen op een kaart, omdat de mate van detail die in een kaart wordt weergegeven niet altijd gelijk is. Een kaart heeft in principe een eindig aantal legenda-eenheden. Het af te beelden aantal wordt bepaald door zaken als de schaal van de kaart (1: 50, 1:200,...), de grootte van de kaart (A4, A3, A...) en de functie van de kaart voor de gebruiker. Om de kaart overzichtelijk te houden zal meestal eerder gestreefd worden naar het minimum aantal legenda-eenheden dat nodig is dan naar het maximaal mogelijke aantal. Het is handig als het samennemen van legenda-eenheden zoveel mogelijk lop de zelfde manier plaatsvindt, zodat de vergelijkbaarheid van kaarten, eventueel zelfs op verschillende schaalniveaus, zo groot mogelijk blijft. Door een logische hiërarchie kan dit worden gestimuleerd.

Om tot een logische hiërarchie in de classificatie te komen is de ‘inzoom-methode’ gebruikt. Hierbij wordt, naarmate kaartschaal, kaartgrootte en/of vraag het toelaten of noodzakelijk maken, steeds verder ingezoomd op een gebied. Voor een overzicht van een groot gebied is bijvoorbeeld een belangrijke vraag hoe de verdeling is van permanent water, intergetijdengebied en kwelders/schorren. Bij het verder inzoomen wordt het belangrijk waar de hoog- en laagdynamische gebieden liggen, bijvoorbeeld in relatie tot de biomassa aan bodemdieren in het litoraal. Op een volgend niveau van inzoomen komt de hoogteligging van het litoraal aan de orde, bijvoorbeeld in verband met het wel of niet voorkomen van filteraars onder de bodemdieren zoals mos-

selen of kokkels. De consequentie van een op deze wijze opgebouwd stelsel is dat een variabele zoals hoogte op twee verschillende niveaus in het stelsel als criterium wordt gebruikt: eerst voor een grove indeling en later voor een verdere onderverdeling. Het grote voordeel hiervan is dat een dergelijk hiërarchisch stelsel op alle niveaus een logische serie ecotopen geeft.

In tegenstelling tot de overige Rijkswateren Ecotopen Stelsels is in het ZES.1 aan de term ecotoop geen schaalement verbonden. Een ecotoop kan op verschillende niveaus worden onderscheiden, van zeer grof tot zeer fijn. De ondergrens wordt bepaald door het niveau waarop men nog wil splitsen. In het ZES.1 wordt voor alle niveaus, ongeacht het schaalaspect, de term ecotoop gebruikt. Een zandplaat is bijvoorbeeld op zich al een ecotoop met kenmerkende organismen in een bepaalde samenstelling en de mogelijke grote variatie binnen dit ecotoop hoeft op een hoger abstractieniveau niet relevant te zijn. In sommige literatuur wordt wel gewerkt met termen als ecozone-ecoserie-ecotoop-deelecotoop (Klijn & De Haes, 1990). Dergelijke extra termen lijken de problematiek van ecotopen op verschillende schaalniveaus te verduidelijken, maar ze zijn vanwege de vele gradienten die in de kustzone voorkomen niet goed hanteerbaar.

**‘De hardheid van de variabelen en/of klassegrenzen’** betekent dat

- sommige variabelen meer betrouwbaar in een kaart zijn uit te drukken dan andere,
- en sommige klassegrenzen duidelijker of harder zijn aan te geven dan andere.

Dit heeft zijn weerslag op de mate van betrouwbaarheid van het kaartbeeld, van de inhoud van een vlak en van de ligging van de grenzen. Door minder harde variabelen en/of klassegrenzen lager in de hiërarchie van het stelsel op te nemen, komen deze ook pas bij verder inzoomen naar voren. Daarmee kan de betrouwbaarheid van de ecotopenkaart met toenemende resolutie afnemen, bijvoorbeeld bij het slibgehalte, zowel bij de inhoud als bij de begrenzing. Bij de geomorfologische eenheden ‘hoogdynamisch vlak’, ‘hoogdynamisch megaribbel’ of ‘laagdynamisch vlak’ is de betrouwbaarheid groter bij de begrenzing dan de inhoud.

De daadwerkelijke aanwezigheid van de verwachte levensgemeenschap die op basis van de kaarten wordt verwacht is niet gegarandeerd. Op het laagste niveau van het ZES.1 worden in feite fysiotoopen onderscheiden, waarbinnen een levensgemeenschap voor kán komen (zie paragraaf 1.3). In combinatie met de ecologische inhoud is er sprake van ecotopen. Door omstandigheden die niet in het stelsel zijn/kunnen worden opgenomen, denk aan strenge winters, vervuiling, menselijke invloeden als beweiding van kwelders maar ook biologische factoren zoals predatie, kan de biologische inhoud van een ecotoop afwijken, hetzij tijdelijk (door een strenge winter), hetzij semi-permanent (door beweiding of frequente bevissing). Wanneer sprake is van dergelijke zaken kunnen ecotopen op het laagste niveau apart worden aangegeven door een extra code toe te voegen.

### Stap 5, de kartering

**De ecotopen worden in kaart gebracht door via GIS de variabelekaarten discreet te maken en daarna te combineren. De mate van detail van de te gebruiken ecotopenclassificatie wordt onder andere bepaald door de gewenste kaartschaal.**

De ecotopen van het Zoute wateren Ecotopen Stelsel worden in kaart gebracht met behulp van een GIS-applicatie. Momenteel is HABIMAP hiervoor beschikbaar bij het RIKZ (Ruiter & De Jong, 1998; De Jong, 1999) en wordt er door RWS en het WL samen gewerkt aan een vernieuwing: HABITAT (WL, 2003). HABIMAP werkt onder Arc/Info-Unix, HABITAT onder PC-Raster/WL Delft-tools.

De werkwijze is globaal als volgt (figuur 2.1.2):

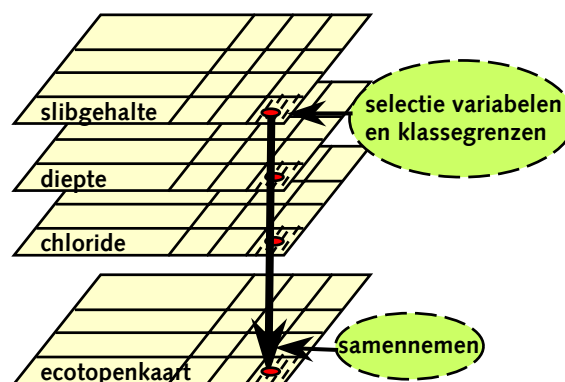
1. de gewenste schaal en het niveau van de ecotopenkaart worden bepaald;
2. GIS-kaarten van de abiotische variabelen worden geselecteerd;
3. per variabele worden de klassegrenzen gekozen en gecombineerd;
4. de geclassificeerde variabelekaarten worden gecombineerd tot een ecotopenkaart.

Omdat het resultaat, behalve een kaartafdruk, een GIS-bestand is, kunnen allerlei acties volgen: berekenen van arealen van ecotopen, vergelijkingen tussen

kaarten uit verschillende jaren of voor verschillende inrichtingsscenario's, etc.. Indien de nauwkeurigheid en/of de betrouwbaarheid van de variabelekaarten (en eventueel de klassegrenzen) bekend is, kan ook de betrouwbaarheid van de ecotopenkaart worden bepaald (Koeling 1998).

## 2.2 INDELINGSKENMERKEN EN VARIABELEN

De variabelen die bij de indelingskenmerken gekozen zijn, zijn opgesomd in tabel 2.2.1. Ook staan in deze tabel de klassen waarin de variabelen ingedeeld zijn, en de bijbehorende klassegrenzen. In hoofdstuk 4 wordt nader toegelicht waarom gekozen is voor deze variabelen en klassegrenzen. De keuzes zijn zoveel mogelijk gebaseerd op de relaties tussen fysische omgevingsfactoren en het voorkomen van bodemorganismen. Daarnaast was het noodzakelijk om rekening te houden met de beschikbaarheid van gegevens, in de vorm van bijvoorbeeld meetresultaten en/of modellen, en de nauwkeurigheid van de gegevens.



**Figuur 2.1.2.**

Globaal schema vervaardigen ecotopenkaart.

**Tabel 2.2.1.**

Overzicht van de variabelen, klassen en klassegrenzen die gebruikt worden in het ZES.1 Detailinformatie en de gebruikte afkortingen zijn beschreven in de betreffende paragrafen van hoofdstuk 4..

variabelen	klassen	klassegrenzen
<b>1 gemiddelde zoutgehalte en zoutvariatie</b>	weinig variabel brak weinig variabel zout variabel brak/zout	5,4 - 18 en variatie $\leq$ 100% 18 en variatie $\leq$ 100% > 5,4 en variatie > 100%
<b>2 substraat 1</b>	hard substraat zacht substraat	steen, hout, veen etc. sediment
<b>3 diepte 1</b>	sublitoraal litoraal supralitoraal	< GLWS (permanent onder water) GLWS – GHWD (elk tij overspoeld) > GHWD (niet elk tij overspoeld)
<b>4 hydrodynamiek* strijklengte (kusten)</b>	hoogdynamisch (golven)	Noordzeekust

<p>lineaire stroomsnelheid (sublitoraal en litoraal)</p> <p>orbitaalsnelheid (litoraal + supralitoraal)</p> <p>geomorfologie** (litoraal)</p>	<p>hoogdynamisch (stroming) laagdynamisch (stroming)</p> <p>stagnant (geen stroming)</p> <p>hoogdynamisch (golven) laagdynamisch (golven)</p> <p>hoogdynamisch</p> <p>laagdynamisch</p>	<p>Klassengrenzen zijn afhankelijk van gebruikt model. Theoretisch ligt de grens bij 0,8 m/s zijnde de grens waarop megaribbels ontstaan 0 m/s</p> <p>Klassengrenzen zijn afhankelijk van gebruikt model. Uit resultaten tot nu toe blijkt onderstaande grens goed werkbaar &gt; 0,2 m/s &lt; 0,2 m/s</p> <p>megaribbels, hoogdynamisch vlak, veen/kleibank, ruggen laagdynamisch vlak, kwelder/schor</p>										
<p><b>5 diepte 2</b> (diepte, overspoeling) sublitoraal (diepe)</p> <p>litoraal (overspoelingsduur)</p> <p>supralitoraal (overspoelingsfrequentie of vegetatie zones*)</p>	<p>zeer diep – kans op stratificatie</p> <p>diep - ongestratificeerd</p> <p>ondiep</p> <p>laag litoraal (lang) middelhoog litoraal (midden) hoog litoraal (kort)</p> <p>pionierzone en potentiële pionierzone lage kwelder/schor middelhoge kwelder/schor hoge kwelder/schor</p>	<p>Noordzee: &gt; 30 m Grevelingenmeer: &gt; 15 m Veerse Meer: &gt; 10 m</p> <p>Noordzee: 20-30 m Grevelingenmeer: 5-15 m Veerse Meer: 5-10 m overige watersystemen: &gt; 5 m - GLWS</p> <p>Noordzee: 20 m tot GLWS overige watersystemen: 5 m- GLWS tot GLWS</p> <p>GLWS - 75 % 75 - 25 % 25 % - GHWD</p> <p>GHWD tot &gt; 300 keer per jaar</p> <p>300 - 150 keer per jaar 150 - 50 keer per jaar 50 - 5 keer per jaar</p>										
<p><b>6 substraat 2</b> (sedimentsamenstelling) mediane korrelgrootte</p>	<p>Slibrijk fijn zand grof zand grind</p>	<table> <tr> <td>Mediaan</td> <td>slib(&lt; 63 µm)</td> </tr> <tr> <td>-</td> <td>≥25%#</td> </tr> <tr> <td>≤250 µm</td> <td>&lt; 25%</td> </tr> <tr> <td>250 - 2000 µm</td> <td>&lt; 25%</td> </tr> <tr> <td>&gt;2000 µm</td> <td>&lt; 25%</td> </tr> </table> <p>(#: Noordzee 10% i.p.v. 25%)</p>	Mediaan	slib(< 63 µm)	-	≥25%#	≤250 µm	< 25%	250 - 2000 µm	< 25%	>2000 µm	< 25%
Mediaan	slib(< 63 µm)											
-	≥25%#											
≤250 µm	< 25%											
250 - 2000 µm	< 25%											
>2000 µm	< 25%											



\* De variabele 'hydrodynamiek' bestaat uit drie variabelen die gelden voor de verschillende watersystemen of gebieden.  
 \*\* geomorfologie: deze variabele kan worden gebruikt als alternatief voor lineaire stroomsnelheid en orbitaalsnelheid in de droogvallende delen.

Enkele definities:

gemiddelde zoutgehalte =

het gemiddelde zoutgehalte bij hoog water over een jaar met een gemiddelde zoetwateraanvoer (m.n. rivierafvoer)

zoutvariatie =

de zoutvariatie =  $[(4 \times \text{standaarddeviatie zoutgehalte}) / \text{gemiddelde zoutgehalte}] \times 100\%$ , berekend over dezelfde gegevens als gebruikt voor gemiddelde zoutgehalte

lineaire stroomsnelheid = de maximale stroomsnelheid tijdens springtij ongeacht eb of vloed bij gemiddelde stormomstandigheden (frequentie 1 x per jaar)

orbitaalsnelheid = de maximale orbitaalsnelheid bij gemiddeld springtij en gemiddelde stormomstandigheden (frequentie 1 x per jaar)

### 2.3 HIERARCHISCHE INDELING

Het Zoute Wateren EcotopenStelsel is op een hiërarchische manier opgebouwd (figuur 2.3.1). Op de verschillende niveaus worden verschillende indelingskenmerken en variabelen gebruikt, waardoor stap voor stap een meer gedetailleerd beschrijvingsniveau van een ecotoop wordt bereikt. Daarbij worden steeds dezelfde ecologische uitgangspunten gehanteerd, zodat dezelfde ecotopenindeling gebruikt kan worden in verschillende watertypen. Daarbij zijn de overeenkomsten tussen eenzelfde ecotoop in verschillende watersystemen groter dan de verschillen. Toch kunnen er substantiële verschillen zijn tussen ecotopen op hogere niveaus in bijvoorbeeld de Westerschelde en de Oosterschelde, bijvoorbeeld doordat de slibgehalten in beide watersystemen zeer sterk verschillen. Dit uit zich onder meer in sterke verschillen in de slibgehalten in de bodem onder vergelijkbare hydrodynamische condities. Dit komt echter pas op een lager niveau (substraat 2/ sedimentsamenstelling) naar voren. Door de hiërarchische manier van werken is het mogelijk om minder gedetailleerde kaarten te maken, bijvoorbeeld in het geval van gebrek aan detailinformatie. Bovendien is de mate van detail die nodig is

afhankelijk van de beleidsvraag en van het aantal ecotopen dat nog herkenbaar op een kaart te presenteren is. Aan de andere kant kan met het hiërarchische stelsel wel zo gedetailleerd als mogelijk op een kleiner gebied worden ingezoomd. De hiërarchische opbouw van het stelsel geeft sturing aan die keuze. Bijvoorbeeld kan men op een kleine kaart minder detail kwijt dan op een grote. Bij gebruik van alle onderscheidende kenmerken blijft de grote kaart nog leesbaar. Voor de kleine kaart moeten echter de 'lagere' factoren afvallen: bijvoorbeeld verschillen in sedimentsamenstelling of in de waterbeweging (overspoelingsduur, stroming, golven).

Het hiërarchische stelsel is voor het harde substraat minder ver opgesplitst dan voor het zachte substraat. De voornaamste reden hiervoor is dat in Nederland de oppervlakte aan hard substraat zeer beperkt is ten opzichte van de oppervlakte aan zacht substraat, terwijl het verder veelal smalle structuren zijn, dijkglouingen, kribben, oeverbestortingen etc.. Het in kaart brengen van hard substraat ecotopen zal in de praktijk dan ook vaak door middel van lijnelementen op een kaart gebeuren. Het voorstel van Meijer & Waardenburg (2002) (zie ook bijlage 3) voor een ecotopenstelsel voor hard substraat is sterk vereenvoudigd om binnen het ZES.1 te passen. Hun uitgebreide voorstel moet worden gezien als een extra detailniveau van het ZES.1 ten behoeve van harde substraten en past binnen het ZES.1. Indien gewenst voor detailvragen kan het eenvoudig worden ingezet. Een samenvatting van hun ecotopenstelsel is opgenomen in bijlage 3.



**Figuur 2.3.1.**  
Hiërarchische opbouw ecotopenstelsel

## 2.4 ECO-ELEMENTEN

Binnen ecotopen kunnen kleinere gebieden voorkomen waarin zich karakteristieke levensgemeenschappen met structurerende eigenschappen bevinden, die afwijken van de levensgemeenschappen die worden aangetroffen elders in het betreffende ecotoop (let op: een specifieke soort bepaalt de structuur met als gevolg een levensgemeenschap die van die structuur afhankelijk is). Zeegrasvelden, mosselbanken en oesterbanken zijn duidelijke voorbeelden hiervan en worden in de Rijkswateren Ecotopen Stelsels onderscheiden als eco-elementen (paragraaf 1.3).

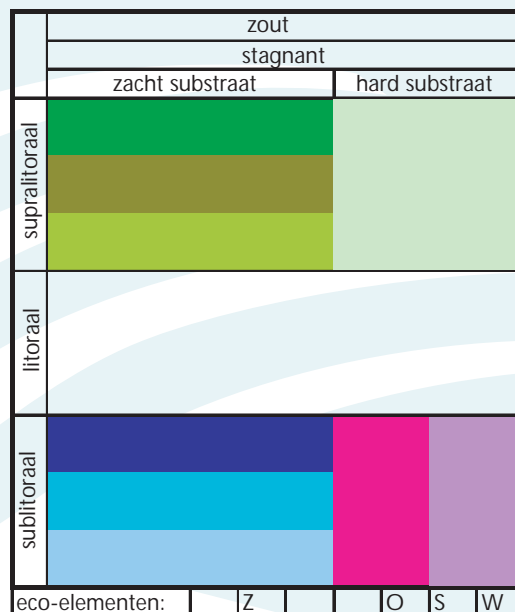
Het grootste verschil tussen eco-elementen en de overige levensgemeenschappen in ecotopen is het feit dat het wel of niet voorkomen van karakteristieke, structurerende levensgemeenschappen voor een deel afhangt van toevalsprocessen en niet goed te voorspellen is op basis van abiotische factoren. Wel is aan te geven in welk ecotoop de eco-elementen voor kunnen komen. Het in kaart brengen van eco-elementen moet gebeuren door karteringen in het veld uit te voeren en zonodig ondersteund worden door luchtfoto's.

In het ZES.1 worden de volgende eco-elementen onderscheiden:

- priel
- zeegrasveld (*Zostera marina*, *Z. noltii*)
- Ruppia-associatie (*R. maritima*, *R. cirrhosa*)
- mosselbank (*Mytilus edulis*)
- oesterbank (*Crassostrea gigas*)
- schelpenbank
- scheepswrak
- oevervegetatie langs brakke meeroevers

**Figuur 2.5.1.**  
Voorbeeld ecotopenmondriaan: het Grevelingenmeer (wit veld = ecotoop komt niet voor).

GREVELINGENMEER



- gesloten brakke vegetatie
- gesloten zoute vegetatie
- open zoute vegetatie
- supralitoraal steen/hout
- ondiepe bodem
- diepe bodem
- zeer diepe bodem
- laag dynamische veenbank
- laag dynamisch steen/hout
- Z zeegrasveld
- O oesterbank
- S schelpenbank
- W scheepswrak

In paragraaf 5.2 wordt een beschrijving van de eco-elementen gegeven en wordt aangegeven in welke ecotopen de eco-elementen voor kunnen komen.

## 2.5 ECOTOPENMONDRIANEN

Tussen de classificatie en het maken van de ecotopenkaart voor een bepaald gebied is het handig een ecologisch schema te maken, de ecotopenmondriaan. Hierin wordt de te maken ecotopenkaart in een abstract schema samengevat en wordt de ecologische samenhang weergegeven.

Een nuttige extra stap die past tussen de classificatie en het maken van de ecotopenkaart voor een bepaald gebied, is het maken van een ecologisch schema waarin de te maken ecotopenkaart in abstracte vorm wordt samengevat (figuur 2.5.1). Het schema kan worden beschouwd als een abstracte vorm van het betreffende (deel van een) watersysteem, waarin de ecotopen in onderlinge samenhang zichtbaar worden gemaakt. Daarnaast is een dergelijk schema een handige manier om te zien hoe gedetailleerd een bepaalde kaart, moet zijn, welke ecotopen eventueel worden weggelaten, en waar die passen in de wel afgebeelde ecotopen. Door het schema te voorzien van dezelfde kleuren als die wel-

ke op de ecotopenkaart worden gebruikt, ontstaat iets wat lijkt op een schilderij van Mondriaan, vandaar de naam ecotopenmondriaan.

Een ecotopenmondriaan geeft snel inzicht in welke ecotopen in een systeem voorkomen en welke variabelen en klassegrenzen zijn gebruikt.

Ecotopenmondriaanen kunnen worden gebruikt om de legenda op een ecotopenkaart op inzichtelijke en efficiënte wijze toe te lichten. In paragraaf 5.3 zijn de ecotopenmondriaanen voor de verschillende watersystemen weergegeven.

## 3 PRAKTISCHE TOEPASSING, MOGELIJKE PROBLEMEN EN BEPERKINGEN

### 3.1. PRAKTISCHE TOEPASSINGEN

Ecotopen geven aan welke levensgemeenschappen verwacht kunnen worden, in principe zonder rekening te houden met menselijk gebruik van het gebied. Dit gebruik kan de levensgemeenschappen echter sterk beïnvloeden.

Ecotopenkaarten kunnen ten eerste worden ingezet om de huidige situatie in een watersysteem te beschrijven; in bijlage 4 zijn voorbeelden opgenomen van de Noordzee, Oosterschelde, Westerschelde

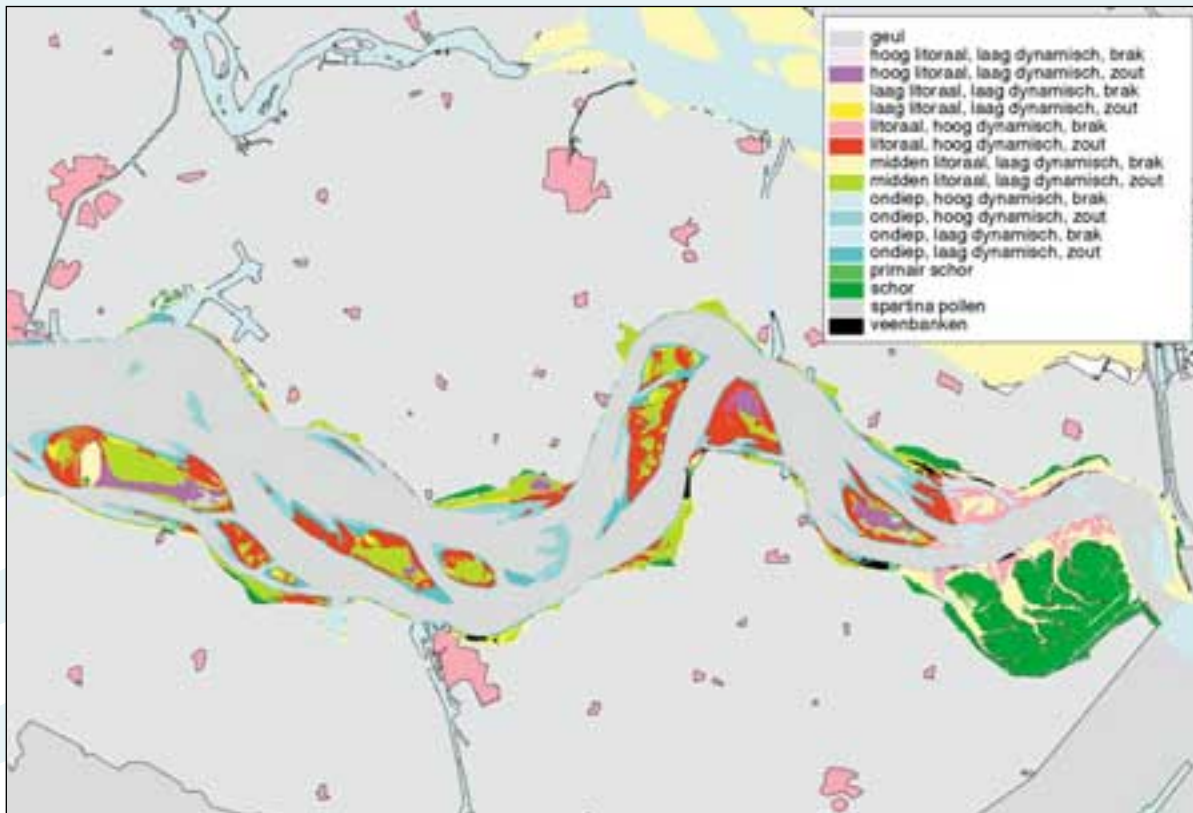
en de Waddenzee.

Ook kunnen ecotopenkaarten worden ingezet bij onderzoeken. Een voorbeeld is het gebruik van ecotopen bij een studie over het plaatgebruik door steltlopers in de Westerschelde, (project Zeekennis, in prep). In figuur 3.1.1. is de vereenvoudigde ecotopenkaart van de Westerschelde ten behoeve van steltloperonderzoek Zeekennis weergegeven.

Verder kunnen ecotopenkaarten voor een specifiek doel worden gemaakt. Daartoe kunnen bijvoorbeeld bepaalde legenda-eenheden worden samengenomen om een vereenvoudigd beeld te krijgen specifiek gericht op een bepaalde beleids- en beheersvraag. Een voorbeeld van een dergelijke kaart is de oliegevoeligheidskaart gebruikt bij de wrakopruiingen in de Westerschelde. Hierin zijn de ecotopen in groepen samengenomen die op vergelijkbare wijze gevoelig zijn voor olievervuiling (bijlage 4).

**Figuur 3.1.1**

Ecotopenkaart Westerschelde steltloperonderzoek



	gemiddelde biomassa MFB (‘95-‘97 en ‘99-2001) (g/m <sup>2</sup> )	areal 1996 (ha)	areal 2001 (ha)	biomassa 1996 MFB	biomassa 2001 MFB
platen & slikken					
hoog dynamisch	0,2	3160	3402	597	643
laag dynamisch					
<NAP zand	0,2	484	564	109	128
<NAP slib	0,4	950	1170	395	486
>NAP zand	0,3	1249	78	422	26
>NAP slib	0,4	2057	1899	858	792
ondiep water					
v>0,5m/s	0,0	2780	2415	94	82
v<0,5 m/s		233	501		
<b>totaal</b>		<b>10913</b>	<b>10029</b>	<b>2476</b>	<b>2157</b>
relatieve verandering biomassa T0-T1 (%)			9		13

**Tabel 3.1.**

Een voorbeeld van een toepassingsmogelijkheid van het ZES.1: het kwantificeren van veranderingen. De berekening van de verandering in de biomassa van microfyto benthos (MFB) in de Westerschelde ten gevolge van de verdieping (1996 = situatie voor de verdieping; 2001 = situatie na de verdieping).

Daarnaast kan het ZES.1 een bijdrage leveren aan de vergelijking van verschillende situaties van watersystemen. Voorbeelden van dit gebruik staan 1) in het rapport ‘Verlopend tij’ over veranderingen in de Oosterschelde (Geurts van Kessel, 2005.; ecotopenkaarten van voor en na het gereedkomen van de Oosterscheldekering; zie bijlage 4), 2) in het kader van het project “MOVE” over effecten in de Westerschelde (Stikvoort et al. 2003; ecotopenkaarten voor en na laatste verdieping), en 3) in het kader van het project “ZEEKENNIS” bij het schetsen van de historische situatie terug tot 1935 (in prep.).

Door een ecotopenkaart kwantitatief te gebruiken (dwz. arealen te berekenen) kan deze worden gebruikt om potentiële veranderingen in biomassa’s aan te geven. In tabel 3.1 is een eenvoudig voorbeeld uitgewerkt voor de verdieping van de Westerschelde (“MOVE”).

Als bekend zou zijn dat bepaalde vogelsoorten of vissen specifiek gebruik maken van bepaalde ecotopen kan een ecotopenkaart worden gebruikt om in kaart te brengen waar deze mobiele soorten met name te verwachten zijn. Kwantificering van dergelijke soorten is een stuk lastiger omdat de aanwezigheid van een mobiele soort niet alleen afhangt van wat ter plaatse aanwezig is, maar ook van de ecotopen in de omgeving en van de omvang van de totale populatie.

### 3.2. MOGELIJKE PROBLEMEN

#### *Gedeeltelijke validatie van de ecologische inhoud*

Na de ontwikkeling van het stelsel moet dit worden gevalideerd om te toetsen of de ecotopen werkelijk voorkomen op de aangegeven locatie en inderdaad onderscheidend zijn voor diverse levensgemeenschappen. Een eerste stap die moet leiden tot de validatie van het ecotopenstelsel is al gedaan (Wijsman 2003), namelijk het onderscheidend vermogen mbt. bodemdiergemeenschappen in de Westerschelde. Het onderzoek toonde weinig relatie tussen het voorkomen van bodemdieren en het slibgehalte. Dit wil echter niet zeggen dat deze relatie niet bestaat. De gegevens afkomstig van het programma BIOMON zijn niet verzameld met als doel om het ZES.1 te valideren, met als gevolg dat bepaalde ecotopen ondervertegenwoordigd zijn in de monsters. Om het stelsel beter te kunnen valideren zou de bemonsteringsstrategie beter moeten worden gebaseerd op reeds bestaande ecotopenkaarten. Verdere statistische benadering of een biologische of fysische veldvalidatie zouden moeten worden gedaan om te onderzoeken of de fysische verschijningsvormen aanwezig zijn en of de ecotopen inderdaad de levensgemeenschappen bevatten die aan ze zijn toegekend.

#### *Voorspelling van fysische condities is gebrekkig*

Een probleem is dat voor diverse variabelen model-

len nodig zijn. Essentieel bij het maken van voorspellende kaarten of retrospectieve kaarten is de kwaliteit van de onderliggende fysische modellen. De ecologische voorspellingen zullen nooit beter kunnen zijn dan de fysische modellen die als input worden gebruikt.

Deze modellen zijn vaak nog niet voldoende betrouwbaar voor de intergetijdengebieden. Ook zijn de uitkomsten van de modellen sterk afhankelijk van de randvoorwaarden die aan een model worden opgelegd, bijvoorbeeld of er wel of niet stormomstandigheden worden meegenomen. Daarom moet voor ieder modelresultaat opnieuw worden vastgesteld welke klassegrenzen relevant zijn. Voor het vergelijken van scenario's is het essentieel dat modelberekeningen worden uitgevoerd met dezelfde randvoorwaarden.

Er wordt gewerkt aan verbetering van deze modellen. Voor voorspellingen voor de lange termijn zijn de huidige modellen nog onvoldoende in staat om goede bodemliggingskaarten op te leveren die weer gebruikt kunnen worden als input voor bijvoorbeeld de stroomsnelheidsmodellen. Deze modellen leveren nu vooral informatie op over relatieve veranderingen. Via de ecotopenbenadering kunnen deze relatieve uitkomsten echter wel op een goede wijze worden gebruikt. In het geval van een onvoldoende kwaliteit van bijvoorbeeld stroomsnelheidsmodellen zou het een beter keuze zijn om met geomorfologische gegevens te werken (zij het dat hiermee alleen gewerkt kan worden voor situaties in het heden of recente verleden).

### 3.3. Beperkingen van het ecotopenstelsel

Een ecotopenkaart beschrijft niet exact wat er op een bepaald moment aanwezig is, omdat een ecotoop een potentiële niche voorstelt. Bovendien zijn de kaarten opgezet met de bedoeling een gemiddeld beeld weer te geven over een aantal jaren (globaal: 4-5 jaar afhankelijk van de dynamiek van het gebied). Dit betekent dat ecotopenkaarten niet geschikt – en ook niet bedoeld – zijn om te gebruiken als monitoringinstrument om van jaar tot jaar de ontwikkelingen te volgen. Voor monitoringdoeleinden is het directer en duidelijker om directe biotische metingen uit te voeren, liefst in combinatie met abiotische

metingen en/of karteringen. Wel is het ecotopenstelsel mogelijk geschikt om ontwikkelingen over lange perioden weer te geven. Daarnaast kan het worden gebruikt als ondersteuning bij het efficiënt kiezen van monitoringlocaties in een watersysteem, bijvoorbeeld opdat alle ecotopen in voldoende mate worden bemonsterd of dat bepaalde (niet interessante) ecotopen worden weggelaten.

Een andere beperking is dat het effect van menselijke invloeden op de levensgemeenschap in het ecotoop niet in het stelsel zijn opgenomen. Het kan dus zijn dat ergens een ecotoop wordt aangegeven, maar dat in werkelijkheid de ecologische inhoud anders is dan verwacht zou worden of dat er zelfs sprake is een ander ecotoop. Door bijvoorbeeld vervuiling, troebelheid van het water na het storten van bagger of door bodemvisserij kan een ecotoop sterk verarmd zijn of zelfs een geheel afwijkende bodemdiersamenstelling hebben. Indien informatie beschikbaar is over de aard en grootte van de menselijk invloed en over de effecten op het ecosysteem kan deze invloed worden toegevoegd aan de ecotopenkaart. Dit is bijvoorbeeld voor een specifieke soort, de Noordkromp (*Arctica islandica*), gedaan in relatie tot visserijdruk (AquaSense, 2001).





## 4 INDELINGSKENMERKEN, VARIABELEN EN KLASSEGRENZEN

In dit hoofdstuk worden in afzonderlijke paragrafen de indelingskenmerken van het ecotopenstelsel behandeld. Daarbij wordt toelichting gegeven op de relatie met het voorkomen van flora en fauna, de keuze van de variabele(n) en de keuze van de klassegrenzen. Bij het kiezen van de indelingskenmerken, variabelen en klassegrenzen is voornamelijk uitgegaan van de relatie met bodemdieren en wieren. Bij het beschrijven van de ecologische inhoud van de ecotopen (hoofdstuk 6) is ook aandacht besteed aan andere organismen die in de ecotopen voor kunnen komen, zoals vissen en vogels. Het belangrijkste bij deze beschrijvingen is de ecologische relevantie, het ecologische proces, dat speelt tussen een variabele en de biologische inhoud. Veel variabelen worden via modellen berekend en zijn daardoor gevoelig voor de opgelegde randvoorwaarden (zie ook hoofdstuk 3.5.). Daarom moet iedere modelberekening worden 'afgeijkt' qua klassegrenzen m.b.v. de beschreven ecologische processen.

### 4.1 ZOUTGEHALTE EN -VARIATIE

Op het eerste splitsingsniveau van het hiërarchische stelsel wordt het zoutgehalte en de zoutvariatie als indelingskenmerk gebruikt. Als variabele voor het zoutgehalte is gekozen:

- het gemiddelde zoutgehalte bij hoog water over een jaar met een gemiddelde zoetwaterafvoer (m.n. rivierafvoer)

Voor de berekening van de zoutvariatie over het zelfde jaar, bij hoog water, is gekozen voor:

- zoutvariatie =  $[(4 \times \text{standaarddeviatie zoutgehalte}) / \text{gemiddelde zoutgehalte}] \times 100\%$

De klassen en klassegrenzen zijn aangegeven in tabel 4.1.1.

Maar: voor een kaartbeeld zal gewerkt moeten worden met modelberekeningen. Om gebruik te kunnen maken van de 'standaarddeviatie' is een groot aantal

zoutberekeningen nodig, wat in de praktijk (te) tijdrovend (en kostbaar) kan zijn. In zo'n geval kan ook een eenvoudiger 'benadering' worden gekozen, waarvan de uitkomst globaal overeenkomt met de uitkomst bij gebruik van de eerder beschreven methode. Hierbij worden 2 zoutsituaties berekend, een maximum en een minimum situatie. Er wordt dan van uitgegaan dat de frequenties waarmee bepaalde zoutgehalten zich gedurende het jaar voordoen min of meer een normale verdeling volgen. Met name daar waar de zoetwaterafvoer sterk gereguleerd wordt hoeft dat echter niet het geval te zijn. De volgende formule wordt dan gebruikt:

$$\text{Zoutvariatie} = [ (\text{SituatieMax} - \text{SituatieMin}) / \text{Situatie Gemiddeld} ] \times 100\%$$

$$\text{Situatie gemiddeld zoutgehalte} = [ \text{SituatieMax} + \text{SituatieMin} ] / 2.$$

Als het verschil tussen maximaal en minimaal zoutgehalte (max-min) groter is dan het gemiddelde dan is er sprake van grote zoutvariatie. Indien het gemiddelde groter is dan het verschil tussen maximaal en minimaal zoutgehalte is er weinig zoutvariatie.

**Tabel 4.1.1.**

Zoutgehalte en zoutvariatie (gedeeltelijk naar Vos & Wolff, 2001). Het zoutgehalte gedeeld door 1,81 levert het chloridegehalte in g Cl<sup>-</sup>/l, waarmee in de overige Rijkswateren Ecotopen Stelsels gewerkt wordt.

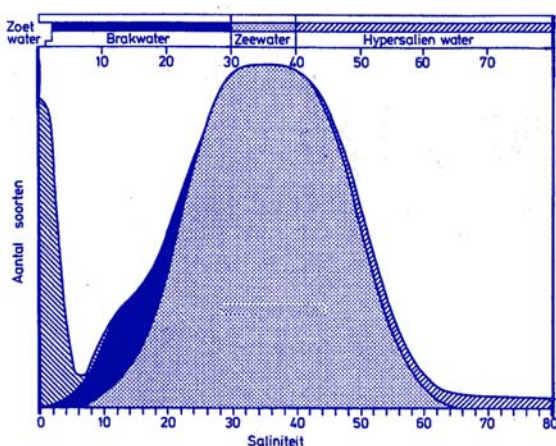
	Zoutgehalte 5,4 – 18: brak	>18: zout
zoutvariatie		
≤ 100 % weinig variabel	w weinig variabel brak	w weinig variabel zout
> 100 % variabel	v variabel brak/zout	

### Ecologische betekenis zoutgehalte en -variatie

Het zoutgehalte is als indelingskenmerk voor de brakke en zoute wateren onmisbaar omdat het van

grote invloed is op het voorkomen van soorten (Remane, 1934, Remane & Schlieper, 1971). Er bestaan geen bodemdieren die zowel in zoet als in zout water kunnen overleven. Alle soorten zijn door hun fysiologie beperkt tot een bepaalde range in zoutgehalte, waardoor er typische zoet-, brak-, en zoutwatersoorten te onderscheiden zijn. De range en de variatie in zoutgehalte die verdragen kunnen worden zijn per soort verschillend.

Er bestaat een sterke relatie tussen zoutgehalte en soortenrijkdom, die voor ongewervelde dieren beschreven is in de klassieke Remane-curve (Remane, 1934). De curve wordt gevormd door een hoge soortdiversiteit in zoet water, een minimum diversiteit in brak water, en een hoge diversiteit in zout water. De soortdiversiteit in zout water is hoger dan in zoet water. Het zogenaamde brakwaterminimum ligt in het klassieke model van Remane bij een zoutgehalte van 5-7 (de huidige meest gebruikelijke maat voor zoutgehalte is dimensieloos). Het zoutgehalte gedeeld door 1,81 levert het chloridegehalte in g Cl<sup>-</sup>/l, waarmee in de andere Rijkswateren Ecotopen Stelsels wordt gewerkt. De curve van Remane is later aangevuld en aangepast door Kinne (1971) (figuur 4.1.1).



**Figuur 4.1.1**  
De ruwe kwantitatieve relatie tussen het zoutgehalte en het aantal soorten ongewervelde dieren (figuur uit Schmidt-van Dorp, 1979, naar Remane, 1934 en Kinne, 1971). Schuine arcering: zoetwatersoorten; zwart: brakwatersoorten; grijs: mariene soorten

Dertig jaar geleden werd in de Zeeuwse estuaria een zelfde patroon voor ongewervelden waargenomen door Wolff (1973). Onlangs werd echter in het Scheldeestuarium (Westerschelde) en in het Eems estuarium (Eems-Dollard) in het zoete getijdenwater een nog lagere bodemdierdiversiteit waargenomen dan in het brakke getijdenwater. Dit zou het gevolg kunnen zijn van vervuiling, eutrofiëring of verlies aan habitatdiversiteit in de bovenlopen van deze estuaria (Ysebaert et al., 1998). Ook in stagnante wateren is de soortdiversiteit in brak water (Veerse Meer) lager dan in zout water (Grevelingenmeer).

In de grote stagnante brakke en zoute wateren zijn variaties in zoutgehalte relatief gering. Dit geldt ook voor de centrale Noordzee, waar rivierinvloeden niet meer te merken zijn. In de Waddenzee en in de Oosterschelde kunnen grotere variaties in zoutgehalte optreden door bijvoorbeeld neerslag, lozingen van polderwater en spuilsuizen. De ruimtelijke en temporele zoutvariatie in overgangsgebieden tussen rivier- en zeewater is groot, zoals in het Schelde estuarium (Westerschelde), het Eemsestuarium (Eems-Dollard), en het gekanaliseerde estuarium de Nieuwe Waterweg. De grote zoutvariaties worden veroorzaakt door de getijbeweging en de rivierafvoer. De rivierafvoer varieert vaak sterk, zowel binnen een jaar als tussen de jaren. Dit wordt voor een groot deel veroorzaakt door klimatologische factoren, zoals regenval, en is daardoor eigenlijk niet te voorspellen.

Grote variaties in zoutgehalte kunnen grote variaties in soortensamenstelling, aantallen en biomassa van bodemdieren tot gevolg hebben. Extreem hoge rivierafvoeren kunnen een grote invloed hebben op het voorkomen van bodemdieren. In het brakke overgangsgebied van een estuarium veranderen bodemdiërgemeenschappen frequent. Dit resulteert in gemeenschappen die zich meestal niet verder ontwikkelen dan een vroeg stadium in de successie van bodemdiërgemeenschappen. Kortlevende, tolerante pioniersoorten zoals *Oligochaeta* (kleine wormpjes), de Zeeduizendpoot (*Nereis diversicolor*) en het Slijkgarnaaltje (*Corophium volutator*) zijn dominant. Daarentegen worden bodemdiërgemeenschappen in het zoute deel van estuaria, met een minder variabel

zoutgehalte, gekenmerkt door grotere, langer levende soorten zoals de Kokkel (*Cerastoderma edule*) en de Wadpier (*Arenicola marina*) (Ysebaert, 2000). Daarnaast zijn bij grote zoutvariëaties minder mariene soorten en meer brakwatersoorten te verwachten.

Binnen de waterkolom kunnen ook verschillen optreden in zoutgehalte. In niet goed gemengde wateren hebben diepe waterlagen een hoger zoutgehalte dan ondiepe waterlagen, wat veroorzaakt wordt door het verschil in soortelijk gewicht. Stagnante wateren zijn in de zomer vaak gestratificeerd. In het Veerse Meer wordt dit veroorzaakt door het verschil in zoutgehalte, maar in het Grevelingenmeer door het verschil in temperatuur (temperatuurstratificatie treedt op als de bovenste waterlaag wordt opgewarmd, terwijl bij te weinig menging de diepere waterlaag kouder en dus zwaarder blijft).

### Keuze variabelen

De keuze van de variabelen voor zoutgehalte en -variatie is voornamelijk gebaseerd op Vos & Wolff (2001). Zij adviseren het gebruik van het gemiddelde en de spreiding van het zoutgehalte voor een jaar met een gemiddelde rivierafvoer, beide gebaseerd op de situatie rond hoog water.

Als variabele voor het zoutgehalte is gekozen voor: *het gemiddelde zoutgehalte bij hoog water over een jaar (met een gemiddelde rivierafvoer)*

Als variabele voor de zoutvariatie tijdens datzelfde jaar, bij hoog water, is gekozen voor:  

$$\text{zoutvariatie} = [(4 \times \text{standaarddeviatie zoutgehalte}) / \text{gemiddelde zoutgehalte}] \times 100\%$$

Voor de vervaardiging van een 'normale' ecotopenkaart, dat wil zeggen een kaart die de ecotopenverdeling over een wat langere periode (meerdere jaren) weergeeft, is het van belang de invloed van een incidentele extreme rivierafvoer op de uitkomsten beperkt te houden. Uit een analyse van de rivierafvoeren van de Schelde (in voorber.) is gebleken dat dit alleen kan worden bereikt door of te werken met gemiddelde waarden over een lange periode

(ongeveer vijf jaar), of met waarden uit een jaar met een gemiddelde rivierafvoer. Wanneer een computermodel wordt ingezet gaat de voorkeur uit naar berekeningen voor een jaar met een gemiddelde rivierafvoer. Een berekening voor een periode van vijf jaar vraagt veel rekentijd. Bovendien ligt het eindresultaat van de vijfjaarsberekening dicht bij het resultaat voor een gemiddeld jaar.

Het gebruik van zoutgehaltes bij hoog water heeft als belangrijkste voordelen dat een vlakdekkende kaart kan worden verkregen en dat alle organismen op het moment van hoog water in contact zijn met de waterkolom. Een nadeel is dat een deel van de indringing van het rivierwater in het estuarium verloren gaat. Bij hoog water is de oppervlakte van het zoute gebied in de ecotopenkaart is groter dan bij lagere waterstanden, omdat bij lagere waterstanden brak water in een deel van het gebied kan doordringen.

In de ecotopenindeling wordt geen rekening gehouden met verticale verschillen in zoutgehalte (zoutstratificatie). Wel kan opgemerkt worden dat het zoutgehalte bij de bodem de effecten op het bodemleven bepaalt, en dat het daarom zinnig is, indien aanwezig, metingen of modelberekeningen van het zoutgehalte nabij de bodem te gebruiken.

### Keuze klassegrenzen

Tegenwoordig is bijna standaard de gebruikte classificatie voor zoutgehalte 'Het Venetië-systeem' (Symposium on the Classification of Brackish Waters, Venice, 1958. Arch. Oceanogr. Limnol. XI; referentie uit Vos & Wolff, 2001). Het systeem gaat uit van gemiddelde zoutgehaltes en houdt geen rekening met de zoutvariatie. De klassegrenzen van de meeste biologische classificaties komen goed met dit systeem overeen. Overzichten van verschillende zoutclassificaties zijn gegeven in Remane & Schlieper (1971), De Leeuw & Backx (2000) en Vos & Wolff (2001). Ook in het ZES.1 zijn de klassegrenzen voor het zoutgehalte gekozen op basis van het Venetië-systeem.

- brak: water met een gemiddeld zoutgehalte tussen 5,4 en 18 (3-10 g Cl/l),

- zout: water met een gemiddeld zoutgehalte > 18 (10 g Cl-/l) (tabel 4.1.1).

De klasse brak komt overeen met het mesohalien van het Venetië-systeem, de klasse zout omvat het poly- en euhalien. Het ZES.1 omvat niet het oligohalien, met een zoutgehalte van 0,5-5,4 (0,3-3 g Cl-/l), aangezien oligohaliene ecotopen reeds zijn opgenomen in het RWES-aquatisch (sublitoraal) en het RWES-oever (litoraal en supralitoraal).

Over de exacte zoutvariatie in verschillende gebieden zijn op dit moment weinig gegevens voor handen. Daarom is de klassegrens voor zoutvariatie voorlopig overgenomen uit Vos & Wolff (2001). Zij kozen voor de sterk variabele klasse de ondergrens van 100%\*. Met deze grens is geprobeerd zo goed mogelijk aan te sluiten bij de veldsituatie. Vos & Wolff (2001) onderscheidde daarnaast een weinig variabele klasse en een matig variabele klasse, waarbij zij de weinig variabele klasse alleen gebruiken voor stagnant water. In verband met de werkbaarheid is in het ZES.1 in plaats van voor een driedeling gekozen voor een tweedeling in zoutvariatie, waarbij weinig variabel een zoutvariatie heeft van  $\leq 100\%$  en variabel een zoutvariatie van  $> 100\%$  (tabel 4.1.1).

Vervolgens zijn de klassen van het gemiddelde zoutgehalte en de zoutvariatie gecombineerd tot drie klassen: weinig variabel brak, weinig variabel zout en variabel brak/zout (tabel 4.1.1). Deze drie klassen worden gebruikt op het eerste niveau van de hiërarchische ecotopenindeling (hoofdstuk 5). Waarschijnlijk komt variabel brak/zout water in de huidige situatie alleen voor in het midden en oostelijke deel van de Westerschelde, in de Eems-Dollard, de Nieuwe Waterweg, lokaal in de Waddenzee en mogelijk in de Noordzee (kustgebied).

\* in Vos & Wolff (2001) is sprake van 2 x standaarddeviatie / gemiddeld zoutgehalte; bedoeld is echter 2 x standaarddeviatie aan weerszijden van het gemiddelde, dus totaal 4 x standaarddeviatie.

#### 4.2 SUBSTRAAT 1 (HARD/ZACHT)

**Op het tweede niveau van het hiërarchische stelsel wordt onderscheid gemaakt tussen**

- hard substraat (steen, hout, veen etc.), en
- zacht substraat (bodem van sediment, zoals zand en/of slib).

**Zowel het harde als het zachte substraat wordt lager in de hiërarchie verder opgesplitst naar type.**

#### Ecologische betekenis

Rotskusten vormen een natuurlijk hard substraat in brakke en zoute wateren. In Nederland komen geen rotskusten voor en daarom is er vrijwel geen natuurlijk hard substraat aanwezig. Vrijwel al het harde substraat dat in Nederland in de brakke en zoute wateren aanwezig is, is kunstmatig. Voorbeelden hiervan zijn dijkvlooiingen, havendammen, strandhoofden en wrakken. Het harde substraat bestaat veelal uit natuursteen of betonelementen, eventueel met een laag asfalt, en hout (denk aan palenrijen op stranden). Voorbeelden van natuurlijk hard substraat zijn veen- en kleibanen, schelpenbanken en grindbanken die eveneens vestigingsmogelijkheden bieden voor typische hard substraat soorten.

Onder zacht substraat wordt een bodem van sediment verstaan. In Nederland omvatten sedimentbodems een aanzienlijk grotere oppervlakte dan bodems van hard substraat. Het type sediment wordt bepaald door de groottesamenstelling van de sedimentkorrels. Het sediment kan bijvoorbeeld fijn- of grofzandig zijn, en wel of niet slibrijk. Aangezien dit van invloed is op het voorkomen van bodemflora en -fauna wordt het zachte substraat op een lager niveau in het ecotopenstelsel verder verdeeld op basis van sedimentsamenstelling (zie paragraaf 4.6).

Voor organismen is het grootste verschil tussen hard en zacht substraat misschien wel dat hard substraat een hoofdzakelijk twee-dimensionale leefomgeving vormt, terwijl de leefomgeving in zacht substraat drie-dimensionaal is (Little, 2000) (figuur 4.2.1). Op hard substraat kunnen wieren en organismen als anemonen en zeepokken zich vasthechten en kan mobiele fauna voorkomen. In zekere zin wordt daardoor ook een drie-dimensionale leefomgeving gevormd, maar dan in de hoogte in plaats van in de diepte. In zacht substraat kunnen (kwelder-)planten

wortelen en kunnen bodemdieren als wormen en sommige tweekleppigen zich ingraven. Daardoor is er een duidelijk verschil tussen de flora en fauna op hard substraat en op/in zacht substraat. Er zijn slechts enkele soorten die zowel op hard als zacht substraat voor kunnen komen, zoals bijvoorbeeld de Mossel (*Mytilus edulis*) en de Japanse Oester (*Crassostrea gigas*). In het ZES.1 wordt onderscheid gemaakt tussen hard en zacht substraat ecotopen.

Het is al lang bekend dat op droogvallende harde substraten een duidelijke zonering in het voorkomen van flora en fauna aanwezig is (Den Hartog, 1955; 1959). Deze zonering wordt voornamelijk veroorzaakt door verschillen in droogvalduur, mate van golfwerking en competitie tussen soorten. De mate waarin de zonering 'compleet' is hangt onder meer af van de positie van het harde substraat ten opzichte van de laagwaterlijn en van de eigenschappen van het harde substraat zelf, zoals het vochtvasthoudend vermogen. Op de ruimtelijke verspreiding van flora en fauna in en op (droogvallend) zacht substraat is veel moeilijker grip te krijgen, hoewel aan dit onderwerp veel aandacht wordt besteed (Peterson, 1991).

### Keuze variabele en klassegrenzen

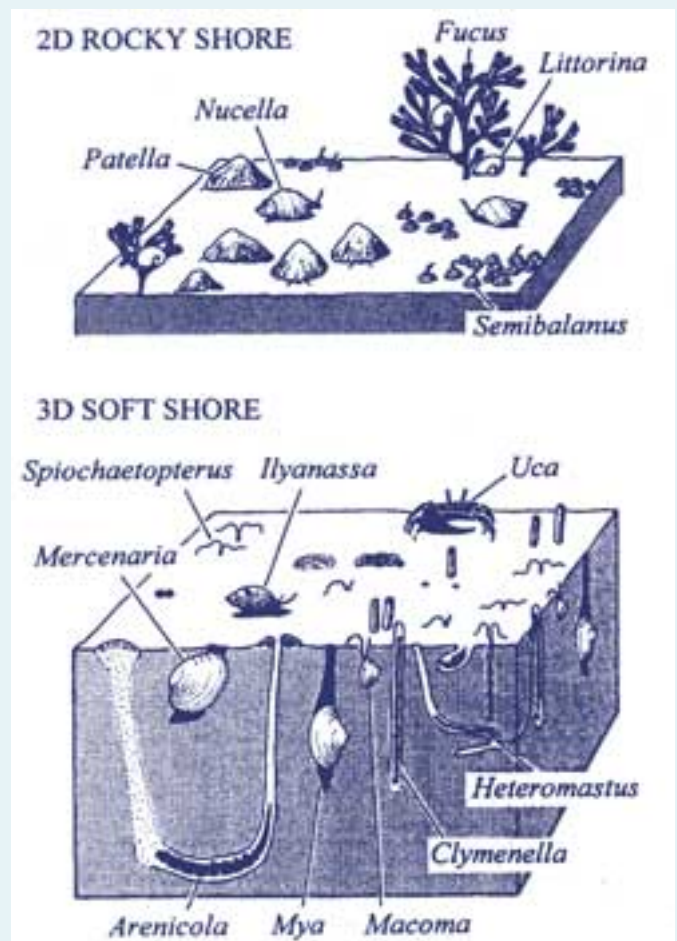
In dit geval spreekt het onderscheid tussen de twee klassen voor zich. Er is voor gekozen om het onderscheid tussen hard en zacht substraat op het tweede niveau van het hiërarchische stelsel aan te brengen. Zowel het harde als het zachte substraat wordt lager in de hiërarchie verder opgesplitst naar respectievelijk type (Meijer & Waardenburg, 2002) en sedimentsamenstelling.

### 4.3 DIEPTE 1 (SUBLITORAAL, LITORAAL EN SUPRALITORAAL)

Op het derde niveau van het hiërarchische stelsel wordt onderscheid gemaakt tussen

- het sublitoraal (permanent onder water staand),
- het litoraal (elk tij overspoeld), en
- het supralitoraal (niet elk tij overspoeld).

De klassegrenzen zijn aangegeven in tabel 4.3.1.



**Figuur 4.2.1.**

Illustratie uit Little (2000) ter vergelijking van levensgemeenschappen op hard substraat en levensgemeenschappen in/op zacht substraat. De soorten komen niet allemaal in Nederland voor.

Ecotoopklassen	Klassegrenzen	Omschrijving
sublitoraal	< GLWS	permanent onder water
litoraal	GLWS – GHWD	elk tij overspoeld
supralitoraal	> GHWD	niet elk tij overspoeld

**Tabel 4.3.1.**

Klassegrenzen voor het sublitoraal, het litoraal en het supralitoraal. GLWS = gemiddeld laag water springtij; GHWD = gemiddeld hoog water doortij.

### Ecologische betekenis sublitoraal, litoraal en supralitoraal

Tussen gebieden die continu onder water staan (het sublitoraal), gebieden die een deel van de getijdencyclus droogvallen (het litoraal), en gebieden die slechts zo nu en dan overspoeld worden (het supralitoraal), bestaan grote verschillen in het voorkomen van soorten. Deze verschillen hebben bijvoorbeeld te maken met de manier waarop organismen zich van voedsel voorzien. Het sublitorale zachte substraat bestaat uit geulen en (on-)diepe vlakke gebieden, het litorale zachte substraat uit zand- en slikplaten (eventueel begroeid met pioniervegetatie) en het supralitorale zachte substraat uit stranden en kwelders/schorren. Kwelders en schorren zijn verschillende woorden voor hetzelfde begrip. De term kwelders wordt gebruikt rond de Waddenzee en de Eems-Dollard, terwijl men in Zuidwest Nederland de term schorren hanteert.

Sommige flora- en faunasoorten zijn sterk gebonden aan één van deze deelgebieden. Voorbeelden hiervan zijn korstmossen op supralitoraal hard substraat en kwelderplanten in de hoge kwelders/schorren. Andere flora- en faunasoorten maken voor verschillende doeleinden gebruik van meer dan één deelgebied. Een voorbeeld hiervan zijn steltlopers die foerageren op de platen en broeden in de kwelder. Een ander voorbeeld zijn platvissen die bij hoog water op de platen foerageren en zich bij laag water terugtrekken in het sublitoraal.

#### Keuze variabele en klassegrenzen

Er is voor gekozen om op het derde niveau in het hiërarchische stelsel onderscheid te maken tussen sublitoraal, litoraal en supralitoraal gelegen gebieden. Als variabele is de gemiddelde waterstand gekozen, waarbij

- het sublitoraal onder de gemiddelde laagwaterlijn bij springtij (GLWS) ligt,
- het litoraal tussen GLWS en de gemiddelde hoogwaterlijn bij doortij (GHWD) en
- het supralitoraal boven GHWD (tabel 4.3.1)
- oeverzone stagnante wateren.

In feite is deze onderverdeling gebaseerd op de diepte en de hoogteligging. Lager in de hiërarchie wordt voor het zachte substraat nogmaals een, meer gedetailleerde, onderverdeling gemaakt naar diepte en de aan hoogteligging gerelateerde overspoelingsduur en –frequentie (paragraaf 4.5). De invloed van stroomsnelheid en golfwerking wordt echter van groter belang geacht dan de invloed van diepte, overspoelingsduur en –frequentie, en komt daarom eerder in het hiërarchische stelsel aan de orde (paragraaf 4.4). Het onderscheid tussen sublitoraal, litoraal en supralitoraal gelegen gebieden blijft, naast de tweede opsplitsing die aan diepte en hoogteligging gerelateerd is, zeer nuttig vanwege de eenvoud in het onderscheid en de vaak sterke relatie met inrichting- en beheervragen. Een vraag die vaak gesteld wordt is, of door een bepaalde ingreep de oppervlakte aan platen/slikken en kwelders/schorren zal toenemen of afnemen.

#### 4.4 HYDRODYNAMIEK

Op het vierde niveau van het hiërarchische stelsel wordt als indelingskenmerk de hydrodynamiek gebruikt. Voor zowel het harde als het zachte substraat langs de zee en het harde substraat niet langs de zee-kust geldt (op basis van de *strijklengte*) dat:

- de open Noordzeekust hoogdynamisch is,
- het harde substraat 'binnen de kust', langs de randen van de overige watersystemen, laagdynamisch is.

Voor het sublitorale zachte substraat en harde substraat dat niet langs de kust is gelegen, is als variabele gekozen:

- *de maximale lineaire stroomsnelheid tijdens een gemiddeld springtij, ongeacht eb of vloed.*

Voor het litorale zachte substraat en harde substraat dat niet langs de kust is gelegen, zijn als variabelen gekozen:

- *de maximale lineaire stroomsnelheid tijdens een gemiddeld springtij, ongeacht eb of vloed,*
- *de maximale orbitaalsnelheid bij springtij en gemiddelde stormomstandigheden (stormfrequentie 1x/jaar).*

Alternatief is de variabele *geomorfologie*. De supralitorale delen binnen de kust zijn in principe laagdynamisch. De klassen en klassegrenzen zijn aangegeven in tabel 4.4.1.

variabelen hydrodynamiek	golven op basis van strijklengte (Nienhuis, 1976)	maximale lineaire stroomsnelheid ( $V_{lin}$ )	maximal orbitaalsnelheid ( $V_{orb}$ )	ecotoopklasse	geomorfologie*
langs de kust	hard- en zachtsubstraat Noordzeekust	---	---	hoogdynamisch	hoogdynamisch plaat, slik
sublitoraal	---	theoretisch – fysisch $> 0,8$ m/s	---	hoogdynamisch (stroming)	---
		theoretisch – fysisch $\leq 0,8$ m/s		laagdynamisch (stroming)	
		0 m/s		stagnant (geen stroming)	
litoraal	---	$V_{lin}$ theoretisch – fysisch $> 0,8$ m/s of $V_{orb}$ (in de praktijk) $> 0,2$ m/s		hoogdynamisch (golven en/of stroming)	megaribbels, ruggen, hoogdyn. vlakke plaat/slik, veen/kleibanken
		$V_{lin}$ theoretisch – fysisch $\leq 0,8$ m/s én $V_{orb}$ (in de praktijk) $\leq 0,2$ m/s		laagdynamisch (golven en stroming)	laagdyn. plaat/slik
supralitoraal	---	---	$V_{orb} > 0,2$ m/s	hoogdynamisch	hoogdyn. vlakke plaat/slik
			$V_{orb} \leq 0,2$ m/s	laagdynamisch	laagdynamisch slik

Tabel 4.4.1.

Klassenindeling van de variabelen voor de hydrodynamiek: de strijklengte, de maximale lineaire stroomsnelheid de maximale orbitaalsnelheid en als alternatief – de geomorfologie (kolom onder \*).

### Ecologische betekenis hydrodynamiek

De hydrodynamiek is op allerlei manieren van invloed op het voorkomen van flora en fauna. Onder hydrodynamiek wordt in het ZES.1 vooral de

\* In bijlage 5 is kort aangegeven hoe een geomorfologische kaart wordt gemaakt. Tevens staat daar de volledige geomorfologische legenda en een korte toelichting hierop.

stroomsnelheid van het water en de golfwerking verstaan. In het supralitoraal kan een onderscheid worden gemaakt op basis van golfaanval tijdens storm: bij hoogdynamische omstandigheden is geen kweldervorming mogelijk, (b.v. Razende bol/Noorder Haaks bij Texel), bij laagdynamische omstandigheden kan wel kweldervorming plaatsvinden.

De flora en fauna van het harde substraat (dijkvlooiingen, havendammen, bestortingen, geulwandverdingen, strandhoofden, palenrijen, veenbanken, scheepswrakken maar ook mossel- en schelpenbanken) dat zich voornamelijk langs de kusten/randenvan de watersystemen bevindt, wordt wat betreft hydrodynamiek waarschijnlijk vooral beïnvloed door de golfwerking. Er is nog weinig bekend over de invloed van stroming op hard substraat levensgemeenschappen. Een hoge mate van golfwerking beperkt de vestigings- en overlevingskansen voor wier- en diersoorten op hard substraat. Op hoogdynamische plaatsen kan slechts een zeer beperkt aantal wiersoorten voorkomen, zoals in het litoraal darmwieren (*Blidingia minima*, *Enteromorpha spp.*) (Meijer & Waardenburg, 2002). De ontwikkeling van soortenrijke bruinwiegemeenschappen is op hoogdynamische locaties veelal niet mogelijk. Op laagdynamische plaatsen kan onder geschikte omstandigheden in het litoraal een uitgebreide zonerings van soortenrijke levensgemeenschappen tot ontwikkeling komen. Beschut gelegen locaties kunnen daarom geschikte foerageerplaatsen zijn voor wietende vogels, in havens langs de Nieuwe Waterweg foerageren bijvoorbeeld grote aantallen Knobbelzwanen (*Cygnus olor*). Vaak komt op beschutte locaties het bruinwier Knotswier (*Ascophyllum nodosum*) met een hoge bedekking voor (Meijer & Waardenburg, 2002). Klei/veenbanken en schelpenbanken komen in het litoraal voor op plaatsen met een hogere dynamiek als gevolg van stroming. Ook veen/kleibanken in het sublitoraal zijn waarschijnlijk te kenmerken als hoogdynamisch als gevolg van stroming. Dit kan worden afgeleid van het feit dat deze gebieden veelal grenzen aan hoogdynamische delen zodat vermoedelijk het zandige sediment hier permanent wordt weggespoeld. De oevergebieden in de kom van de Oosterschelde vormen hierop een uitzondering, omdat hier veen vrij komt bloot te liggen door erosie als gevolg van de zandhonger in de Oosterschelde (Geurts van Kessel, 2005).

Hoogdynamische gebieden op zandplaten en slikken zijn bij laag water vaak duidelijk te herkennen aan de aanwezigheid van grote ribbels, die tot een à twee meter hoog kunnen zijn. (zie foto 4.4.1) De ribbels worden gevormd door een sterke stroming, min. ca.



**Foto 4.4.1**

Luchtfoto van megaribbels in de Westerschelde

0,8m/s, waardoor een groot deel van het zand in beweging is en getransporteerd wordt. Stroomribbels komen ook voor op diepere (geul)bodems. Op dergelijke hoogdynamische locaties is de bodem tot op een zekere diepte voortdurend in beweging. Dit is ook het geval wanneer de hoge dynamiek niet veroorzaakt wordt door hoge stroomsnelheden maar door een hoge mate van golfwerking. Een duidelijk voorbeeld hiervan zijn de brekende golven op de kust (foto 4.4.2).

Wanneer de stroomsnelheid of de golfwerking zodanig hoog is dat het sediment regelmatig in beweging en/of in suspensie wordt gebracht, moeten bodemdieren moeite doen om op hun plaats te blijven. Dit kan door zich dieper in te graven, maar als dit niet lukt worden de bodemdieren weggespoeld. Op plaatsen waar de bovenste laag van de bodem vrijwel continu in beweging is, komen alleen enkele soorten voor die aan dergelijke hoogdynamische omstandigheden goed aangepast zijn.

Voorbeelden daarvan zijn de Gemshoornworm (*Scolelepis squamata*), het Kniksprietkreeftje (*Bathyporeia sp.*) en het tweekleppige Zaagje (*Donax vittatus*). Voorbeelden van soorten die niet goed aangepast zijn aan hoogdynamische omstandigheden zijn de Mossel (*Mytilus edulis*) en Zeegras (*Zostera marina*, *Z. noltii*) (Wijggers & de Jong, 1999). Uit





*foto 4.4.2*  
Brekende golven op een palenrij langs de kust

de mosselkwekerij is bekend dat bij stroomsnelheden hoger dan 0,6 m/s een grote kans bestaat dat mosselen worden weggespoeld (Van Stralen & Dijkema, 1994). Optimaal voor Zeegras zijn stroomsnelheden tot ongeveer 0,5 m/s, terwijl bij (oppervlakte-)stroomsnelheden hoger dan 1,2 m/s Zeegras niet voor kan komen (Fonseca et al., 1983).

Niet alleen in extreme gevallen heeft de hydrodynamiek invloed op het voorkomen van bodemdieren. Het is bekend dat de hydrodynamiek de vestiging van bodemdieren beïnvloedt. Veel bodemdieren verblijven de eerste weken van hun leven als larven in de waterkolom. De plaats waar de postlarvale bodemdierjes zich kunnen vestigen in het sediment wordt voornamelijk bepaald door de stroomsnelheid en turbulentie van het water en de daardoor veroorzaakte beweging van het sediment (Bouma et al., 2001a). Verschillende aspecten van de invloed van

de hydrodynamiek op de vestiging van bodemdieren zijn uitgebreid beschreven in de review van Butman (1987). In een later levensstadium komen veel bodemdieren, zoals Kokkels (*Cerastoderma edule*) en Nonnetjes (*Macoma balthica*), nogmaals in de waterkolom terecht. Dit kan zowel actief als passief gebeuren (review Armonies, 1994; Bouma et al., 2001b). Via de waterkolom kunnen deze, in principe in het sediment levende, dieren zich toch verplaatsen naar andere gebieden. De getijdenstromingen hebben een grote invloed op deze secundaire verspreiding.

Indirect is de hydrodynamiek van invloed op het voedselaanbod voor bodemdieren. Dit geldt vooral voor de bodemdieren die de voedseldeeltjes (fytoplankton) uit het water filteren (filterfeeders). Het voedselaanbod van deze dieren wordt voor een deel bepaald door de hoeveelheid water, en daarmee de hoeveelheid voedsel, die langs stroomt. Bij een te lage stroomsnelheid en te weinig menging kan, vooral in het geval van hoge dichtheden, voedseltekort optreden (Fréchette & Bourget, 1985). Aan de andere kant kan een te hoge stroomsnelheid en een te grote hoeveelheid gesuspendeerd sediment negatieve effecten op de groei hebben (Ducrotoy et al., 1987). In zeer troebele estuaria komen dan ook weinig filterfeeders voor.

### **Keuze variabelen en klassegrenzen**

#### **Hard en zacht substraat langs de kusten/randen van de watersystemen (sublitoraal en litoraal)**

Het harde en zachte substraat dat langs de kusten/randen van de watersystemen gelegen is, staat wat hydrodynamiek betreft onder invloed van golfwerking. De mate van golfwerking op een bepaalde locatie is gerelateerd aan de ruimte aan open water rond die locatie, aangezien de grootte van de golven bepaald wordt door de ononderbroken afstand waarover de wind over het water kan waaien (de strijklengte). De mate van golfwerking is ook gerelateerd aan de helling van de kust, maar aangezien in Nederland dijkglooiingen en zeekusten een vrij constante helling hebben, is de strijklengte van doorslaggevend belang.

In het ZES.1 wordt, op advies van Meijer & Waardenburg (2002), het harde substraat langs de kusten/randen van de watersystemen wat betreft hydrodynamiek ingedeeld volgens methoden en resultaten van Ballantine (1961) en Nienhuis (1976). Nienhuis (1976) bepaalt, gedeeltelijk in overeenstemming met Ballantine (1961), de mate van golfwerking met behulp van de hoek waarover de strijklengte van een zekere lengte geldt. Daarbij zijn locaties waar in een hoek van tenminste 20 graden een strijklengte van 80-240 kilometer geldt als “semi-exposed” beschouwd en alle andere locaties als “sheltered” (hoog water situatie) (figuur 4.4.1). De resultaten laten zien dat op deze manier

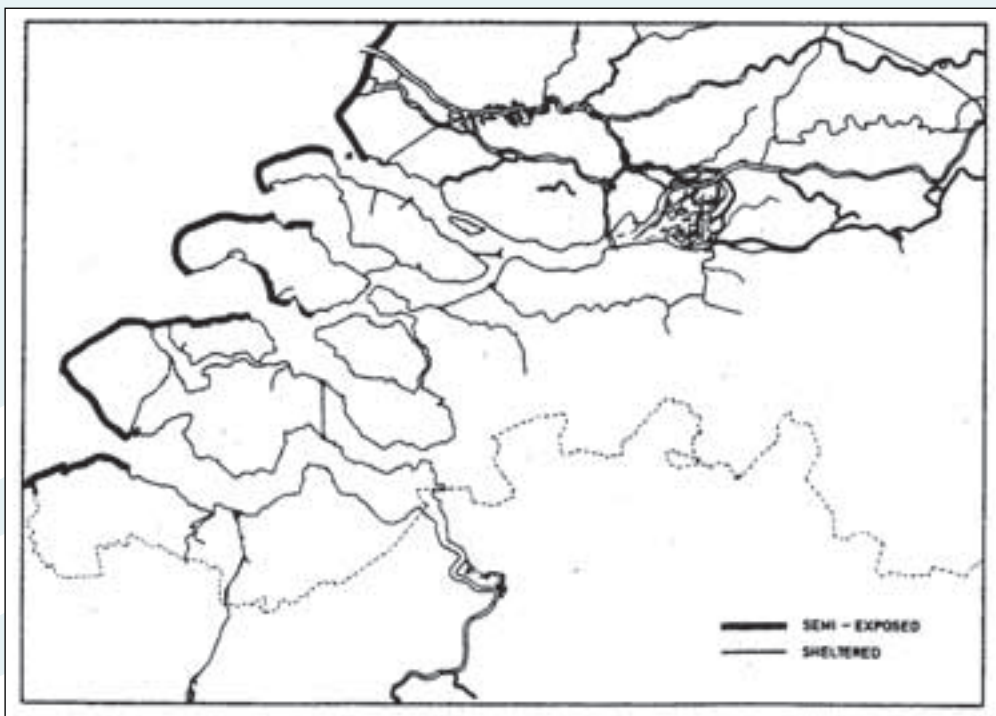
- de Noordzeekust en de mondingen van de Westerschelde (tot de lijn Vlissingen-Breskens) en de Oosterschelde (tot de stormvloedkering) onder de “semi-exposed” (ZES.1: hoogdynamische) klasse valt;
- hardsubstraat aan de randen van de overige watersystemen onder de “sheltered” (ZES.1: laag

dynamische) klasse vallen.

Bij het bekijken van figuur 4.4.1 moet rekening gehouden worden met het feit dat destijds de stormvloedkering in de Oosterschelde nog niet aangelegd was. Na de aanleg van de stormvloedkering is de strijklengte in een groot deel van de monding aanzienlijk korter geworden en is de kust van Noord-Beveland en Schouwen niet meer hoogdynamisch. Ook de zachte substraten langs de kust en in de buitenste delen van de mondingen kunnen op deze wijze worden benaderd. Zo valt de westelijke kop van de Hooge Platen van de Westerschelde in de categorie hoogdynamisch, evenals bijvoorbeeld Richel en Simonszand in de Waddenzee.

**Figuur 4.4.1.**

*De mate van golfwerking op de kusten in het Deltagebied (figuur uit Nienhuis, 1976). De Noordzeekust, inclusief de mondingen van de Westerschelde en de Oosterschelde, is “semi-exposed” (ZES.1: hoogdynamisch) en de kusten/randen van de overige watersystemen zijn “sheltered” (ZES.1: laagdynamisch).*



Plaatselijk bevinden zich zowel langs hoogdynamische als laagdynamische kusten/randen van watersystemen afgeschermd en zeer beschut gelegen lokaties, zoals in havens. Op dergelijke beschut gelegen lokaties is de strijklengte slechts tientallen tot maximaal honderden meters. Vanwege het incidentele karakter zijn deze lokaties niet apart opgenomen als ecotoop. Dergelijke lokaties kunnen beschouwd worden als de overige laagdynamische ecotopen, waar onder gunstige omstandigheden soortenrijke levensgemeenschappen voor kunnen komen.

#### **Sublitoraal hard en zacht substraat dat niet langs de zeekust is gelegen\***

De levensgemeenschappen in het sublitorale zachte substraat worden wat betreft de hydrodynamiek beïnvloed door de stroming. Een duidelijk voorbeeld hiervan zijn getijdengeulen, daar waar het zo hard stroomt dat slechts enkele bodemorganismen zich kunnen handhaven. De vlakke ondiepe sublitorale bodems die bijvoorbeeld voorkomen in de Waddenzee en de Oosterschelde liggen te diep om sterk beïnvloed te worden door de over het algemeen beperkte golfwerking. In de Westerschelde komen sublitorale veenbanken (hard substraat) voor die hoogdynamisch zijn vanwege de hoge stroomsnelheden.

- Als variabele voor het sublitoraal is gekozen voor de lineaire stroomsnelheid (d.w.z. de 'gewone' stroomsnelheid, om verwarring met de hieronder beschreven orbitaalsnelheid te voorkomen). Om precies te zijn: de maximale lineaire stroomsnelheid die voorkomt tijdens een gemiddeld springtij, ongeacht eb of vloed. Deze variabele is waarschijnlijk het meest bepalend voor het gemiddelde voorkomen van bodemdiergemeenschappen gedurende enkele jaren. Er is gekozen voor een onderverdeling van de lineaire stroomsnelheid in twee klassen. De grens ligt op het niveau waar het zand sterk in beweging komt en megaribbelvorming mogelijk is: theoretisch-fysisch 0,8 m/s.

\* De niet langs de Noordzee gelegen gebieden worden ook wel aangeduid als 'binnen de kust' gelegen gebieden: Waddenzee, Eems-Dollard, Westerschelde, en Oosterschelde.

De bodemdiergemeenschappen in de Noordzee zijn overigens waarschijnlijk meer gerelateerd aan diepte (paragraaf 4.5) en aan sedimentsamenstelling (paragraaf 4.6) dan aan hydrodynamiek (Holtmann et al., 1996; Hartholt, 1998). Golven spelen een rol in de ondiepe delen (branding) en tijdens zware stormen ook in de wat diepere delen (tot 20m). Omdat hierover niet veel kwantitatieve gegevens zijn komt dit nu (nog) alleen naar voren bij de variabele diepte 2 (zie hoofdstuk 4.5.). In de getijdengeulen tussen/boven de Waddeneilanden en in de Voordelta speelt de stroomsnelheid wel een belangrijke rol.

#### **Zacht substraat in het litoraal**

Omdat in het litoraal zowel stroming als golfwerking een belangrijke invloed kunnen hebben op het voorkomen van bodemorganismen (De Jonge & Van Beusekom, 1995; Bell et al., 1997), is voor beide elementen een variabele gekozen. De variabele en de klassegrenzen voor stroming zijn dezelfde als voor het sublitoraal (maximale lineaire stroomsnelheid tijdens een gemiddeld springtij, tabel 4.4.1). Over het effect van brekende golven op het voorkomen van bodemdieren in het litoraal is nog weinig bekend. In het kader van de ecotopenclassificatie is hier verkennend onderzoek naar gedaan voor de Oosterschelde (Van Helvert, 2001). Het bestuderen van de effecten is erg ingewikkeld, bijvoorbeeld door de wisselende waterstanden. Het onderzoek heeft tot nu toe geen bevredigende resultaten opgeleverd voor het maken van ecotopenkaarten. Daarom is als variabele voor de golfwerking in het litoraal de maximale orbitaalsnelheid tijdens een gemiddeld springtij en bij gemiddelde stormomstandigheden gekozen. Onder gemiddelde stormomstandigheden wordt hier verstaan een storm die ingrijpt in het leven van een bodemdier; hiervoor is gekozen een frequentie van 1x/jaar. De orbitaalsnelheid is de stroomsnelheid aan de bodem van een golf. Een golf is in feite een rondgaande beweging, die onderaan op de bodem aangrijpt. Een maat voor de hoeveelheid energie waarmee een golf aangrijpt op de bodem is de snelheid waarmee die beweging langs de bodem gaat. De orbitaalsnelheid veroorzaakt, evenals de lineaire stroomsnelheid, een bodemschuif-

spanning en eventueel resuspensie. De orbitaalsnelheid is een functie van de golfhoogte en de diepte, waarbij in ondiep water de invloed op de bodem het grootst is. De klassegrens voor de orbitaalsnelheid is gebaseerd op de beschikbare kaarten voor de Waddenzee en de Westerschelde, waarbij is gekozen voor een grens van 0,2 m/s (tabel 4.4.1). De klassegrens bij de orbitaalsnelheid ligt veel lager dan bij de lineaire stroomsnelheid omdat bij golven de beweging niet constant is. Golven hebben meer een 'plukkend' effect en werken daarmee sterker door naar de bodem.

Om de totale mate van hydrodynamiek in het litoraal te bepalen worden zowel kaarten van de lineaire stroomsnelheid als van de orbitaalsnelheid gebruikt.

- Als de lineaire stroomsnelheid groter is dan de vastgestelde maximum snelheid waarbij megaribbels beginnen te ontstaan **en/óf** de orbitaalsnelheid groter is dan 0,2 m/s is een litorale lokatie hoogdynamisch.
- Een litorale lokatie wordt alleen laagdynamisch genoemd als de lineaire stroomsnelheid kleiner is dan de vastgestelde maximum snelheid waarbij megaribbels beginnen te ontstaan **én** de orbitaalsnelheid kleiner is dan 0,2 m/s (tabel 4.4.1).

Stroomsnelheids- en golfkaarten worden gemaakt op basis van modellen. In de praktijk is gebleken dat deze modellen behoorlijk presteren in de geulen, maar relatief slecht in de ondiepe en droogvallende delen.

Daarnaast zijn de randvoorwaarden zoals springtij, stormsituatie, windrichting(en) bij de stormsituatie etc, die worden opgelegd aan het model in hoge mate bepalend voor de uitkomsten. Iedere modelkaart moet getoetst worden aan de veldsituatie om de snelheidsgrenzen te bepalen die voor die specifieke kaart geldig zijn. Worden voor een scenario-berekening vervolgens met een zelfde set randvoorwaarden berekeningen uitgevoerd voor verschillende situaties dan kan de vastgestelde klassengrens ook voor de andere berekende situaties worden gebruikt. Zo is bijvoorbeeld voor de Westerschelde gebleken dat voor een berekening voor een springtij-gemiddeld tij-situatie zonder wind een grens bij 0,5 m/s geschikt is (De Jong, 1999, Ysebaert, 2000). Deze grens werd onder ander ook gebruikt in project

'MOVE'. Voor een kaart van de Waddenzee, berekend met stormcondities, kwam een grens van 0,8m/s goed overeen met de veldsituatie. Dit geldt ook voor het sublitoraal. De vergelijking van de modelresultaten met de veldsituatie kan gebeuren door directe vergelijking met gegevens uit het veld, maar kan ook heel goed via een vergelijking met een geomorfologische kaart van het gebied (gemaakt op basis van luchtfoto's). Deze laatste optie maakt het mogelijk een meer statistische benadering toe te passen door de beide kaarten over elkaar te leggen. Een voorbeeld ter illustratie: in het veld begint de vorming van megaribbels globaal bij  $\max V_{lin} > 0,8$  m/s. Volgens een specifieke modelberekening kan dit bij een andere waarde al gebeuren, bijvoorbeeld bij 0,6 m/s. Dan moet voor die specifiek berekening (+ model + randvoorwaarden) de waarde 0,6 m/s worden gebruikt als grens tussen hoog- en laagdynamisch. Bij scenario-berekeningen zal telkens het model met dezelfde randvoorwaarden moeten worden gebruikt en moet telkens dezelfde klassegrens gebruikt worden.

Uit reeds uitgevoerde berekeningen voor de orbitaalsnelheid in de Ooster- en Westerschelde is gebleken dat hier de grens van 0,2 m/s zelden wordt bereikt behalve in de meest zeevaardse delen van Westerschelde. Daar geldt al de grens vanuit de strijklengde. In deze systemen zou golfwerking dus eventueel weggelaten kunnen worden.

#### *Hydrodynamiek via geomorfologie*

Een alternatieve manier om voor de litorale delen hydrodynamiek toe te voegen is direct via de geomorfologie. De geomorfologie van een litoraal gebied is de vorm van het oppervlak van dat gebied. Op platen en slikken wordt deze vorm in belangrijke mate bepaald door de hydrodynamiek ter plaatse: de stroomsnelheid en de golfaanval. Als er geen (goede) modelberekeningen beschikbaar zijn voor stroomsnelheid en golven is de geomorfologie een goed alternatief.

De geomorfologie wordt gekarteerd met behulp van luchtfoto's, die genomen zijn bij een zo laag mogelijke waterstand. Op deze foto's zijn allerlei fenomenen te onderscheiden die samenhangen met de invloed van stroming en golven. Bijvoorbeeld zal bij lage hydrodynamische omstandigheden de bodem

op de foto (nagenoeg) vlak lijken, terwijl bij hoge stroomsnelheden er (mega)ribbelpatronen te zien zijn. Deze fenomenen kunnen worden gekarteerd en vervolgens ingezet bij het onderscheiden van ecotopen.

Omdat in de huidige situatie de beschikbare golf- en stromingsmodellen nog niet voldoende betrouwbaar zijn in de litorale delen, kan voor actuele situaties en voor situaties in het recente verleden goed gebruik worden gemaakt van de geomorfologie. Een voordeel van deze parameter is dat de kartering gebaseerd is op de actuele situatie in het veld; een nadeel is dat dit alleen kan voor jaren waarvan luchtfoto's beschikbaar zijn. Voor een toekomstige situatie of voor scenarioberekeningen kan er uiteraard geen geomorfologische kaart worden gemaakt. In zo'n geval kan de geomorfologische kaart worden gebruikt om voor de actuele situatie de klassegrenzen voor  $V_{in}$  en  $V_{orb}$  vast te stellen waarna deze grenzen kunnen worden gebruikt in de scenarioberekeningen.

Omdat de stroomsnelheidsmodellen (en golfmodellen) ook in de ondiepe delen nog niet voldoende betrouwbaar zijn, kan de geomorfologische kaart worden gebruikt om ook voor deze delen een verdeling te krijgen in hoog- en laagdynamisch. Verder kan de geomorfologische kaart ook bij het ontbreken van een modelberekening worden gebruikt. Dat gebeurt op basis van de aanname dat als het in het litoraal hoog- resp. laagdynamisch is dat het in het aangrenzende ondiepe gebied ook hoog- resp. laagdynamisch is. Uiteraard is dat niet altijd het geval, maar de indruk is dat dit globaal gezien redelijk op gaat en dat de fouten niet groter zijn dan wanneer de stroomsnelheidsmodellen worden gebruikt. In bijlage 5 is een en ander nader toegelicht.

Voor het maken van geomorfologische kaarten is een standaardprocedure (van Vooren 1997) opgesteld, die het gehele proces tot in detail beschrijft. De hoofdpunten voor een kartering, alsmede de methode om de basiskaart op te werken naar een in GIS te gebruiken kaart staat in bijlage 5. Essentieel onderdeel van de kartering is de standaardlegenda die wordt gebruikt. Deze standaardlegenda is eveneens in bijlage 5 opgenomen, inclusief een korte beschrij-

ving ervan.

De opzet van de standaardlegenda is dat deze op verschillende niveaus kan worden gebruikt, afhankelijk van de gewenste mate van detail. De eerste indeling is in

- schor
- slik/plaat
- grote schorkreek
- hardsubstraat
- duin en
- overig.

Dit onderscheid is zonder veel problemen te maken. Op het tweede niveau vindt er een onderverdeling plaats, die ook nog betrouwbaar kan worden gekarteerd:

- open of gesloten schor
- hoog- of laagdynamisch slik/plaat of grote schorkreek
- natuurlijk of kunstmatig hardsubstraat of duin.

De onderverdeling op het derde niveau is weer iets minder hard te karteren en die op het vierde niveau is als regel het minst betrouwbaar. Hier wordt bijvoorbeeld onderscheid gemaakt in zandig, slibrijk en zeer slibrijk plaat/slik. Op het voor ecotopen belangrijke niveau van hoog/laagdynamisch is de begrenzing als regel voldoende betrouwbaar te karteren

#### 4.5 DIEPTE 2 (DIEPTE, OVERSPOELING)

Op het vijfde niveau van het hiërarchische stelsel wordt het sublitoraal, litoraal en supralitoraal gedetailleerder onderverdeeld op basis van diepte/hoogteligging. Als variabelen voor respectievelijk het sublitoraal, het litoraal en het supralitoraal zijn gekozen:

- het aantal meters onder de gemiddelde laagwaterlijn bij springtij (m beneden GLWS)
- de overspoelingsduur (%)
- de overspoelingsfrequentie (aantal keer per jaar)

De klassen en klassegrenzen zijn aangegeven in tabel 4.5.1.

Variabelen	klassegrenzen	ecotoopklassen
sublitoraal (diepte beneden GLWS)	Noordzee: > 30 m Grevelingenmeer: > 15 m Veerse Meer: > 10 m	zeer diep – kans op stratificatie
	Noordzee: 20-30 m Grevelingenmeer: 5-15 m Veerse Meer: 5-10 m overige watersystemen: > 5 m –GLWS	diep – ongestratificeerd
	Noordzee: 20 m tot GLWS overige watersystemen: 5 m –GLWS tot GLWS	ondiep
litoraal (overspoelingsduur)	GLWS tot 75% 75% - 25% 25% - GHWD	laag litoraal middelhoog litoraal hoog litoraal
supralitoraal (overspoelingsfrequentie of vegetatiezonering)	GHWD tot > 300 keer per jaar 300 – 150 keer per jaar 150 – 50 keer per jaar 50 – 5 keer per jaar	pionierzone en potentiële pionierzone lage kwelder/schor middelhoge kwelder/schor hoge kwelder/schor

Tabel 4.5.1.

Klassenindeling van de variabelen diepte (meters beneden GLWS), overspoelingsduur (%) en overspoelingsfrequentie (aantal keer per jaar).  
GLWS = gemiddeld laagwater springtij; GHWD = gemiddeld hoogwater doodtij.

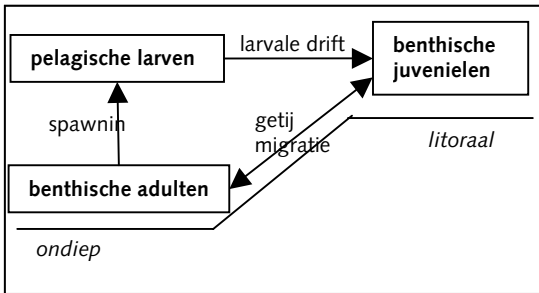
### Sublitoraal: ecologische betekenis diepte

Voor de sublitorale gebieden kan een verder onderscheid in ecologische eigenschappen gemaakt worden naar diepte. In de Oosterschelde en in het Grevelingenmeer worden wieren tot een diepte van ongeveer vijf meter beneden de laagwaterlijn aangetroffen (Van Geldere & Vanalderweireldt, 1995). Op grotere diepte dringt onvoldoende licht door om wiergroei mogelijk te maken. Het doorzicht in de Oosterschelde en in het Grevelingenmeer is over het algemeen aanzienlijk groter dan in de overige Nederlandse brakke en zoute wateren, waar dan ook zeker geen wieren beneden deze diepte voorkomen. Het doorzicht in de centrale Noordzee kan wel zeer hoog zijn, maar daar ligt de bodem te diep.

Ondiepe vlakke bodems in de Waddenzee, Eems-Dollard en Westerschelde spelen een zeer belangrijke rol tijdens het opgroeien van jonge platvissen, krabben en garnalen (Zijlstra et al., 1982; Jager, 1999). Deze gebieden hebben een kinderkamerfunctie. Veel juveniele, maar ook adulte vissen en kreeftachtigen, gebruiken naast het ondiepe sublitoraal het litoraal om voedsel te zoeken. Deze dieren pendelen met het op- en afgaande water heen en weer tussen het ondiepe sublitoraal en het litoraal, en worden daarom getijmigreerders genoemd (Kuipers, 1973; Janssen & Kuipers, 1980) (figuur 4.5.1). In Van Damme & Van der Veer (2001) wordt op basis van literatuuronderzoek geconcludeerd dat het sublitorale deel dat belangrijk is voor de kinderkamerfunctie en voor de getijmigreerders, zich uitstrekt

van de gemiddelde laagwaterlijn (GLW) tot vijf meter beneden GLW.

In de stagnante wateren, zoals het Grevelingenmeer en het Veerse Meer, is vanwege de slechte menging de waterkolom in het voorjaar en in de zomer vaak gestratificeerd. Hierdoor kan na verloop van tijd zuurstofloosheid in de onderste waterlaag optreden, wat massale sterfte van bodemdieren tot gevolg kan hebben (Peperzak et al., 2002). Daarom is de diepte waarop de spronglaag, de grens tussen de onderste en de bovenste watermassa, zich bevindt ook van belang voor het voorkomen van bodemdieren. In het Grevelingenmeer ligt de spronglaag op circa 15 meter (Hoeksema, 2002), in het Veerse Meer op circa 10 meter (figuur 4.5.2, uit Wattel, 1994). In 2004 is een doorlaatmiddel tussen Veerse Meer en Oosterschelde (Holland et al., 2004) gereed gekomen. Er wordt verwacht dat daardoor de waterkwaliteit verbetert en de stratificatie in het meer afneemt of zelfs verdwijnt.



**Figuur 4.5.1.** De kinderkamerfunctie van het ondiepe sublitoraal en het litoraal voor diverse soorten platvissen, garnalen en krabben. De pelagische (= in de waterkolom verblijvende) larven ontwikkelen zich in het ondiepe sublitoraal, drijven naar het litoraal, en veranderen daar in benthische (= in of, in dit geval, vlak boven de bodem verblijvende) juvenielen. Zowel de juvenielen als de volwassenen pendelen heen en weer met het getij (figuur naar Reise, 1985).



**Figuur 4.5.2.** Stratificatie in het Veerse Meer (figuur uit Wattel, 1994). De lijnen geven het niveau van stratificatie per maand weer.

**Sublitoraal: keuze variabele en klassegrenzen diepte**

Als variabele voor diepte in het sublitoraal is het aantal meters onder de laagwaterlijn bij springtij (GLWS) gekozen. Er is gekozen voor GLWS in plaats van GLW in verband met de praktische aansluiting met het onderscheid tussen het sublitoraal en het litoraal (paragraaf 4.3). Daar is voor het sublitoraal GLWS als bovengrens gekozen. Omdat het ecotopenstelsel voor verschillende watersystemen gebruikt wordt, is het consistent om te werken met een laagwaterlijn dan met het aantal meters beneden NAP. Op deze manier omvat de waterlaag waarover gesproken wordt in alle gevallen een gelijk aantal meters. In de meeste watersystemen is gekozen voor twee diepteklassen (tabel 4.5.1), waarbij de ondiepe klasse, deze omvat bodems die tussen de gemiddelde laagwaterlijn bij springtij (GLWS) en vijf meter beneden GLWS liggen, en de diepe klasse, deze omvat bodems die meer dan vijf meter beneden GLWS liggen. Door de grens van vijf meter te gebruiken vallen alle (ondiepe) vlakke bodems van de verschillende watersystemen in de ondiepe klasse. Deze gebieden zijn, zoals beschreven, belangrijk voor kinderkamersoorten en getijmigreerders. Behalve de vlakke ondieptes zal ook regelmatig het bovenste deel van een geulrand binnen deze klasse vallen. Geulranden hebben een lage ecologische waarde, in tegenstelling tot de ondiepe vlakke bodems. De relatieve oppervlakte van geulranden in het ecotoop is echter zeer klein.

**Voor de Noordzee zijn andere klassegrenzen voor de diepte gekozen** (tabel 4.5.1). In de Noordzee is het areaal in de zone vijf meter beneden GLWS tot GLWS slechts zeer beperkt, zeker op de schaal van het Nederlands Continentaal Plaat; daarom is deze grens hier achterwege gelaten. In plaats daarvan is gekozen voor een zeewaartse grens van de ondiepe zone op twintig meter beneden GLWS, zodat het kustgebied met specifieke bodemdiergemeenschappen (en vogels!) als apart ecotoop onderscheiden wordt (Holtmann et al., 1996; Van Horssen et al., 1999). Daarnaast is een extra grens gelegd op dertig meter, aangezien het voorkomen van bodemdiergemeenschappen in de Noordzee gerelateerd kan worden aan de diepte en deze dieptegrens zinvol lijkt (Holtmann et al., 1996).

**Ook voor de stagnante wateren is gekozen voor drie diepteklassen** (tabel 4.5.1). Zowel in het Grevelingenmeer als in het Veerse Meer komen in de ondiepe klasse bodems voor die minder dan vijf meter onder de waterlijn liggen. De diepe klasse omvat in het Grevelingenmeer bodems tussen vijf en vijftien meter onder de waterlijn, in het Veerse Meer bodems tussen vijf en tien meter onder de waterlijn (grenzen in verband met stratificatie en de ligging van de spronglaag). In de zeer diepe bodems (Grevelingenmeer dieper dan vijftien meter, Veerse Meer dieper dan tien meter) is in het voorjaar en in de zomer regelmatig kans op zuurstofloosheid, en is de bodemfauna zeer arm.

#### **Litoraal: ecologische betekenis overspoelingsduur**

In de binnen de kust gelegen litorale delen bepaalt de hoogteligging in het litoraal samen met de lokale getij-curve de overspoelingsduur. De overspoelingsduur heeft daar een directe invloed op het voorkomen en op de groei van bodemdieren in het zachte substraat. Er is duidelijk een grens waarboven bodemdieren niet voor kunnen komen doordat ze daar te kort onder water staan om te kunnen overleven (Reise, 1985). Daarnaast bepaalt de overspoelingsduur direct de foerageertijd van de meeste bodemdieren. Deze is langer naarmate de bodem langer onder water staat (Buschbaum & Saier, 2001). Indirect heeft de overspoelingsduur via de predatie-

druk invloed op het voorkomen van bodemdieren. Tijdens perioden dat het intergetijdengebied droogvalt kunnen steltlopers op de bodemdieren foerageren (Hulscher, 1981; Zwarts, 1997), terwijl gedurende de overspoelde tijd krabben, garnalen en platvisen de kleinste bodemdieren eten (Sanchez-Salazar et al., 1987; Hiddink et al., 2002). Verschillende levensstadia van bodemdieren kunnen soms gebruik maken van verschillende zones in het litoraal, zoals dat bijvoorbeeld het geval is bij het Nonnetje (Beukema, 1993; Bouma et al., 2001b).

De hoogdynamische litorale delen, zowel binnen de kust als langs de Noordzee, zijn arm aan bodemdieren. Hier speelt de hoogteligging een minder belangrijke rol. In deze zone wordt verder geen onderscheid gemaakt in hoogteligging, omdat het minder relevant is.

#### **Litoraal: keuze variabele en klassegrenzen overspoelingsduur**

Omdat de hoogteligging ten opzichte van NAP op zich geen directe relatie heeft met het voorkomen van bodemflora en -fauna, is er voor gekozen om het litorale zachte substraat verder onder te verdelen naar overspoelingsduur (%). Daarmee kunnen ook verschillende gebieden als de Waddenzee en de Zeeuwse wateren met elkaar worden vergeleken. De overspoelingsduur is ook van invloed op het voorkomen van levensgemeenschappen op litoraal hard substraat (zie Meijer & Waardenburg, 2002). Om het ecotopenstelsel werkbaar en overzichtelijk te houden wordt het litorale harde substraat echter niet verder onderverdeeld. Ook het hoogdynamische litoraal wordt niet verder onderverdeeld naar overspoelingsduur omdat de hydrodynamiek in deze gebieden duidelijk dominant is. Wel wordt het hoogdynamische litoraal nog onderverdeeld op basis van sedimentsamenstelling (paragraaf 4.6).

Er is voor gekozen om de overspoelingsduur onder te verdelen in drie klassen. Eén van de redenen hiervoor is dat de dichtheid en de biomassa aan bodemdieren in het middenlitoraal vaak hoger is dan in het lage en in het hoge litoraal (Beukema, 1976; Wolff & De Wolf, 1977). In het lage litoraal kan soms wel een



hoge biomassa en een hoge diversiteit aan bodemdieren voorkomen wellicht omdat daar geen andere omgevingsfactoren, zoals de hydrodynamiek, beperkend zijn. Ook als in het lage litoraal mosselbanken of oesterbanken (eco-elementen, zie paragraaf 4.7) voorkomen, is de biomassa hoog.

Op basis van onder andere BIOMON biomassa gegevens van de Westerschelde (ongepubliceerd) is gekozen voor de klassegrenzen van 25% en 75% (tabel 4.5.1).

- Het lage litoraal is het gebied tussen de gemiddelde laagwaterlijn bij springtij en de 75% overspoelingslijn,
- het middelhoge litoraal is de zone tussen 75% en 25% overspoeling, en
- het hoge litoraal loopt van de 25% overspoelingslijn tot de gemiddelde hoogwaterlijn bij doortij (tabel 4.5.1).

Mossel- en oesterbanken kunnen voorkomen in het lage en het middelhoge litoraal. Zeegrasvelden kunnen voorkomen in het middelhoge en hoge litoraal. In het hoge litoraal komen nauwelijks of geen filterfeeders voor en de bodemfauna bestaat vooral uit sedimenteters als wormen en kleine kreeftachtigen. De totale biomassa aan bodemdieren in het hoge litoraal is laag en er kan een pioniervegetatie van bijvoorbeeld Engels Slijkgras (*Spartina anglica*) aanwezig zijn.

#### **Supralitoraal: ecologische betekenis overspoelingsfrequentie**

Het supralitoraal, het gebied boven de gemiddelde hoogwaterlijn bij doortij, kan ruwweg worden verdeeld in de delen binnen de kust en langs de Noordzeekust.

In de binnen de kust gelegen delen is in de laagdynamische delen de overspoelingsfrequentie een belangrijke factor voor de vegetatie van kwelders/schorren. De specifieke fysiologie van elke plantensoort bepaalt hoe vaak en hoe lang deze overspoeld kan worden (in verband met zouttolerantie en de overspoelingsduur). Op kwelders/schorren is een gradiënt in de vegetatie aanwezig van laag naar hoog, waarbij de successie van de vegetatie steeds verder gevorderd is. Op de lage delen komen de pionier-

planten voor, op de hoge delen is de vegetatie hoger en 'ruiger'. De soortenrijkdom aan planten is in het middengebied het hoogst.

Als kwelders/schorren beheerd worden, bijvoorbeeld door begrazing of bemaaiing, ziet de vegetatie er heel anders uit dan in de natuurlijke situatie. De vegetatie wordt kort gehouden en de successie naar het eindstadium van de vegetatie-ontwikkeling wordt tegengehouden (zodat de hoge delen van de kwelders minder hoog en ruigachtig begroeid raken). Beheer van kwelders/schorren is in het ZES.1 alleen opgenomen in de beschrijving van de ecologische inhoud van de ecotopen (hoofdstuk 6). De factor kan, indien gewenst, worden toegevoegd door aan het betreffende ecotoop een code toe te voegen.

Het supralitoraal langs de Noordzeekust en de bovenste delen van de 'binnen de kust' gelegen watersystemen wordt ruwweg verdeeld in twee zones:

- 1) een lage zone waar nog geen embryonale duinvorming optreedt en vloedmerkplanten kunnen voorkomen, en
- 2) een hoge zone waar wel embryonale duinvorming optreedt inclusief de bijbehorende planten (zoals biestarweggras); respectievelijk het droge strand en de embryonale duintjes.

In de lage supralitorale zone langs de kust vallen ook zeer hoog gelegen platen zoals de Richel en Noorderhaaks.

#### **Supralitoraal: keuze variabele en klassegrenzen overspoelingsfrequentie**

Er is dus voor gekozen om in het supralitoraal alleen voor de kwelders/schorren de variabele overspoelingsfrequentie te gebruiken. Het supralitorale harde substraat (met korstmossen), zoals dat bijvoorbeeld voorkomt op dijkglouingen, wordt niet verder onderverdeeld. De stranden (en de oevers van stagnerende wateren) worden onderverdeeld op basis van de aanwezigheid van embryonale duinen of een bepaalde vegetatie (zie hoofdstuk 6). Overigens wordt in de praktijk de vegetatie in kwelders/schorren ook apart gekarteerd, en in die gevallen kan de gewenste informatie rechtstreeks uit de vegetatiekaart worden gehaald.

Als exacte variabele voor de onderverdeling van kwelders/schorren is het aantal keren overspoeling per jaar gekozen. Er wordt onderscheid gemaakt tussen de pionierzone, de lage, middelhoge, de hoge en de zeer hoge delen. Daarbij zijn de verschillende indelingen die gehanteerd worden voor de kwelders (Waddenzee) en de schorren (Zeeland) samengevoegd. De klassegrenzen zijn afgeleid uit Dankers et al. (2001), die de indeling gebaseerd hebben op een standaard vegetatie classificatie (De Jong et al., 1991):

- de pionierzone en potentiële pionierzone wordt vrijwel elk tij overspoeld (GHWD - > 300 keer per jaar),
- de lage kwelders/schorren regelmatig (300-150 keer per jaar),
- de middelhoge kwelders/schorren af en toe (150-50 keer per jaar),
- de hoge kwelders/schorren zelden (50-5 keer per jaar) (tabel 4.5.1).

#### 4.6 SUBSTRAAT 2 (SEDIMENTSAMENSTELLING)

Op het zesde niveau van het hiërarchische stelsel wordt als indelingskenmerk de sedimentsamenstelling gebruikt. Als variabelen zijn gekozen:

- de mediane korrelgrootte van de zandfractie ( $\mu\text{m}$ )
- het slibgehalte (% < 63  $\mu\text{m}$ ).

De klassen en klassegrenzen zijn aangegeven in tabel 4.6.1

##### Methodiek

Voor de indeling van de ecotopen met behulp van de variabele 'sedimentsamenstelling' is het zeer belangrijk dat met monstergegevens wordt gewerkt die op dezelfde manier worden gewonnen (bemonsterd diepte, behandeling). De methodiek van de bemonstering en het bepalen van de korrelgroottesamenstelling en slibgehalte zijn dus zeer belangrijk en deze kan invloed hebben op de indeling van de ecotopen. In het ZES.1 wordt uitgegaan van een bemonstering van de bovenste 10 cm sediment. Bij de bepaling van de korrelgrootte van de monsters wordt voorgesteld om de McLaren methode

ecotoop-aanduiding	mediane korrelgrootte	slibgehalte (< 63 $\mu\text{m}$ )
slibrijk	-	$\geq 25\% \#$
fijn zand	$\leq 250 \mu\text{m}$	< 25%
grof zand	250 – 2000 $\mu\text{m}$	< 25%
grind	> 2000 $\mu\text{m}$	< 25%
		$\#$ : Noordzee < 10%

Tabel 4.6.1.

Klassenindeling van de variabelen mediane korrelgrootte en slibgehalte (< 63  $\mu\text{m}$ ).

(McLaren et al., 1993; McLaren, 1994) te handhaven. Bij deze methode worden de monsters niet met zuur voorbehandeld om organische stof en kalkdelen te verwijderen en aggregaten te splitsen tot de minerale delen. In de fijne fractie kan het voorbehandelen leiden tot sterk verschillende uitkomsten opzichte van de zeef- en pipetmethode. De korrelgrootteverdeling wordt bepaald met de Malvern 2600L Laser Particle Sizer. In het geval dat er een andere methode wordt gebruikt moet een serie monsters met beide methoden worden geanalyseerd om zo een goede afstemming van de gegevens op elkaar mogelijk maken.

##### Ecologische betekenis sedimentsamenstelling

Naast de saliniteit is de sedimentsamenstelling de belangrijkste factor die het voorkomen en de verspreiding van bodemdieren in estuaria bepaalt (Ysebaert 2000). Met de sedimentsamenstelling, wordt de samenstelling van de grootte van de korrels bedoeld. De samenstelling van het sediment is bijvoorbeeld van invloed op de efficiëntie van voedselopname, op de ingraafmogelijkheden (Huz et al., 2002) en op de mogelijkheden voor het bouwen van gangen. Ook de foerageermogelijkheid en -efficiëntie van sommige steltlopers is afhankelijk van de sedimentsamenstelling.

De sedimentsamenstelling is vaak een weerspiegeling van de hydrodynamische omstandigheden, waardoor ook indirecte relaties met het voorkomen van bodemdieren bestaan (zie paragraaf 4.4). Doordat stromend water vlak boven de bodem stil staat,

bevindt zich boven de bodem een overgangszone waarin de horizontale snelheid van het water sterk toeneemt. Door dit verschil in stroomsnelheid wordt er op de bodem een schuifspanning uitgeoefend, de bodemschuifspanning. De bodemschuifspanning kan erosie of resuspensie van het sediment veroorzaken en verhinderen dat in het water zwevend sediment de bodem bereikt (sedimentatie). De kritische bodemschuifspanning voor resuspensie en sedimentatie is anders voor fijne en grove deeltjes. Het sediment bestaat op plaatsen met hogere stroomsnelheden meestal uit grover zand. Een duidelijk voorbeeld zijn getijdengeulen, waar de stroomsnelheid zeer hoog en de bodem onstabiel is (Ysebaert et al., 2000; Ysebaert & Herman, 2001). Op plaatsen met lagere stroomsnelheden bestaat het sediment meestal uit fijner zand en slib (sedimentdeeltjes < 63  $\mu\text{m}$ ). Het slibgehalte van de bodem is echter niet alleen afhankelijk van de stroomsnelheid, maar ook bijvoorbeeld van de hoeveelheid slib die aanwezig is in de waterkolom (slibaanbod), en van de aanwezigheid van bodemdieren waardoor slib kan worden ingevangen (denk aan mosselbanken), en bodemdiatomeeën die slib kunnen vasthouden. Het slibgehalte vertoont vaak een seizoensdynamiek, waarbij de slibgehalten het hoogst zijn in de zomer en in het najaar.

Ook als in de waterkolom voldoende slib aanwezig is, is het slibgehalte van de bodem niet altijd gecorreleerd met de stroomsnelheid. In slibrijke bodems hechten de sedimentdeeltjes aan elkaar, waardoor de bodem cohesief is. Bovendien worden slibrijke bodems in het litoraal vaak bijeengehouden door een laag van diatomeeën (micro-algen) op het sedimentoppervlak. Door deze verstevigde structuur wordt het slib minder gemakkelijk opgewoeld door de stroming, waardoor plaatsen voor kunnen komen met tegelijkertijd hoge stroomsnelheden en slibrijke bodems. Klei (sedimentdeeltjes < 2  $\mu\text{m}$ ) speelt een nog belangrijkere rol bij de cohesiviteit van bodems dan slib, maar omdat kleigegevens over het algemeen niet beschikbaar zijn wordt daar in het ecotopenstelsel niet verder op ingegaan.

Elke bodemdiersoort heeft een eigen range in sedimentsamenstelling waarbinnen deze voor kan komen. De range wordt onder meer bepaald door de foerageerstrategie die de soort toepast en door de

levenswijze van het dier in het sediment.

Waarschijnlijk kunnen veel soorten bij een brede range in sedimentsamenstelling voorkomen, waaraan soortspecifieke grenzen liggen omdat het sediment te slibrijk of te zandig is. Voorbeelden van soorten die voornamelijk in slibrijke bodems voorkomen zijn de Zeeduizendpoot (*Nereis diversicolor*) en het Slijkgarnaaltje (*Corophium volutator*). Voorbeelden van soorten die in grover zand voorkomen zijn de Zandzager (*Nephtys spp.*) en het Kniksprietkreeftje (*Bathyporeia sp.*), terwijl bijvoorbeeld de Wadpier (*Arenicola marina*) en de Kokkel (*Cerastoderma edule*) een tussenliggend optimum vertonen in fijner zand (Ysebaert & Herman, 2001) (figuur 4.6.1).

#### Keuze variabele en klassegrenzen

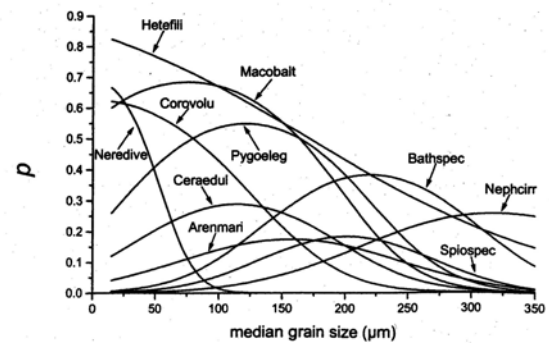
Er is voor gekozen om op het laagste niveau van het hiërarchische stelsel het sublitorale en litorale sediment verder onder te verdelen op basis van sedimentsamenstelling. De exacte variabelen die gekozen zijn, zijn de mediane korrelgrootte van de zandfractie en het slibgehalte (< 63  $\mu\text{m}$ ). Er is gekozen voor het slibgehalte, omdat in de praktijk kleigegevens meestal niet beschikbaar zijn. Wel is gebleken dat binnen een watersysteem het slibgehalte en het kleigehalte goed correleren. Indien slibgegevens van meerdere tijdstippen binnen een jaar aanwezig zijn, dient de voorkeur te worden gegeven aan zomer- of najaargegevens. De redenen hiervoor zijn de slibaccumulatie in met name de zomer, en de grootste aantallen bodemdieren in deze seizoenen.

Gebaseerd op het voorkomen van bepaalde soorten bodemdieren in sediment met een specifieke korrelgrootte (Ysebaert 2000) is ervoor gekozen om een onderverdeling te maken in de klassen:

- slibrijk (slibgehalte  $\geq 25\%$  ongeacht de mediane korrelgrootte),
- fijn zand (mediane korrelgrootte  $\leq 250 \mu\text{m}$  en slibgehalte < 25%),
- grof zand (mediane korrelgrootte 250-2000  $\mu\text{m}$  en slibgehalte < 25%) en
- grind (mediane korrelgrootte > 2000  $\mu\text{m}$ ) (tabel 4.6.1).

Alleen voor de Noordzee wordt een slibgehaltengrens

gehanteerd van 10% (zie Holtmann et al., 1996). De klassegrenzen zijn gekozen op basis van het voorkomen van de verschillende typen sediment in het veld (zie Van Eck, 1999 en internetpagina [www.waddenzee.nl](http://www.waddenzee.nl)), en op basis van de kennis die over individuele bodemdieren bestaat (zie Ysebaert, 2000). Vooral op grindbodems, die in Nederland alleen voorkomen in de Noordzee (Klaverbanken), komen specifieke fauna soorten voor en kunnen ook sommige hardsubstraat- soorten zich vestigen.



**Figuur 4.6.1.**

De kans dat een soort voorkomt als functie van de mediane korrelgrootte (gebaseerd op de Westerschelde) (figuur uit Ysebaert, 2000). Corovolu: *Corophium volutator*, Neredive: *Nereis diversicolor*, Macobalt: *Macoma balthica*, Bathspec: *Bathyporeia* sp., Pygoeleg: *Pygospio elegans*, Arenmari: *Arenicola marina*, Ceraedul: *Cerastoderma edule*, Heteffili: *Heteromasus filiformis*, Nephcirr: *Nephtys cirrosa*.

## 5 ECOTOPEN PER WATER SYSTEEM

### 5.1. VOORKOMEN VAN ECOTOPEN IN DE NEDERLANDSE ZOUTE EN BRAKKE WATERSYSTEMEN

In dit hoofdstuk wordt het voorkomen van ecotopen in de Nederlandse brakke en zoute watersystemen behandeld. Niet alle mogelijke combinaties van ecotopen ( met hun toegewezen codes, zie tabellen 5.1.1. t/m 5.1.3 ) komen ook werkelijk in de Nederlandse watersystemen voor. Zo komen bijvoorbeeld niet alle ecotopen zowel in brak, variabel

Is zout water voor. Op het meest gedetailleerde niveau worden in totaal 31 brakke ecotopen (tabel 5.1.1), 29 variabel brak/zoute ecotopen (tabel 5.1.2) en 49 zoute ecotopen (tabel 5.1.3) onderscheiden. In tabel 5.1.4 zijn alle in de Nederlandse watersystemen voorkomende ecotopen opgesomd. Daarom is tevens aangegeven welke combinaties van abiotische omgevingsfactoren (ecotopen) niet voorkomen (schuingedrukte codes). Het voorkomen van de ecotopen in de verschillende watersystemen is verder uitgewerkt in paragraaf 5.3, waar dit door middel van de zogenaamde ecotopenmondrianen op een schematische manier is geïllustreerd.

DE BRAKKE ECOTOPEN		zout	substraat	positie	dynamiek	diepte/ hoogte	substraat- samenstelling
hard substraat in het sublitoraal							
B1.112	hoogdynamische veenbank	b	h	sb	hd		v
B1.121	laagdynamisch steen/hout	b	h	sb	ld		sh
B1.131	steen/hout in stagnant water	b	h	sb	s		sh
hard substraat in het litoraal							
B1.212	hoogdynamische veenbank	b	h	l	hd		v
B1.221	laagdynamisch steen/hout	b	h	l	ld		sh
hard substraat in het supralitoraal							
B1.3	hard substraat in het supralitoraal	b	h	sp			sh
zacht substraat in het sublitoraal							
B2.11	hoogdynamische bodem	b	z	sb	hd		
B2.11s	hoogdynamische slibrijke bodem	b	z	sb	hd		s
B2.122s	laagdynamische diepe slibrijke bodem	b	z	sb	ld	d	s
B2.122f	laagdynamische diepe fijnzandige bodem	b	z	sb	ld	d	f
B2.123s	laagdynamische ondiepe slibrijke bodem	b	z	sb	ld	o	s
B2.123f	laagdynamische ondiepe fijnzandige bodem	b	z	sb	ld	o	f
B2.131	zeer diepe bodem in stagnant water	b	z	sb	st	z	
B2.132	diepe bodem in stagnant water	b	z	sb	st	d	
B2.133	ondiepe bodem in stagnant water	b	z	sb	st	o	
zacht substraat in het litoraal							
B2.21f	hoogdynamisch litoraal	b	z	l	hd		f
B2.21s	hoogdynamisch slibrijk litoraal	b	z	l	hd		s
B2.221s	laagdynamische slibrijk laag litoraal	b	z	l	ld	ll	s
B2.221f	laagdynamisch fijnzandig laag litoraal	b	z	l	ld	ll	f
B2.222s	laagdynamisch slibrijk middelhoog litoraal	b	z	l	ld	ml	s
B2.222f	laagdynamisch fijnzandig middelhoog litoraal	b	z	l	ld	ml	f
B2.223s	laagdynamisch slibrijk hoog litoraal	b	z	l	ld	hl	s
B2.223f	laagdynamisch fijnzandig hoog litoraal	b	z	l	ld	hl	f
zacht substraat in het supralitoraal							
B2.311	hoogdynamisch supralitoraal	b	z	sp	hd		f/g
B2.321	pionierzone + potentieel pionierzone	b	z	sp	ld	pk	
B2.322	lage kwelder/schor	b	z	sp	ld	lk	
B2.323	middelhoge kwelder/schor	b	z	sp	ld	mk	
B2.324	hoge kwelder/schor	b	z	sp	ld	hk	
B2.331	oever stagnant: open brake vegetatie	b	z	sp	st	ov	
B2.332	oever stagnant: gesloten zoute vegetatie	b	z	sp	st	ov	
B2.333	oever stagnant: gesloten brakke vegetatie	b	z	sp	st	ov	

Tabel 5.1.1.

De brakke ecotopen met de bijbehorende abiotische kenmerken.

B=brak; h=hard substraat; z=zacht substraat; sb=sublitoraal; l=litoraal; sp=supralitoraal;

hd=hoogdynamisch; ld=laagdynamisch; st=stagnant;

z=zeer diep; d=diep; o=ondiep; ll=laag litoraal; ml=middelhoog litoraal; hl=hoog litoraal;

pk=pionierzone; lk=lage kwelder/schor; mk=middelhoge kwelder/schor; hk=hoge kwelder/schor ov=oevervegetatie;

sh=steen/hout; v=veen; s=slibrijk; f=fijnzandig;

DE VARIABEL BRAK/ZOUTE ECOTOPEN		zout	substraat	positie	dynamiek	diepte/hoogte	substraat-samenstelling
hard substraat in het sublitoraal							
V1.111	hoogdynamisch steen/hout	v	h	sb	hd		sh
V1.112	hoogdynamische veenbank	v	h	sb	hd		v
V1.121	laagdynamisch steen/hout	v	h	sb	ld		sh
hard substraat in het litoraal							
V1.211	hoogdynamisch steen/hout	v	h	l	hd		sh
V1.212	hoogdynamische veenbank	v	h	l	hd		v
V1.221	laagdynamisch steen/hout	v	h	l	ld		sh
hard substraat in het supralitoraal							
V1.3	hard substraat in het supralitoraal	v	h	sp			sh
zacht substraat in het sublitoraal							
V2.11	hoogdynamische bodem	v	z	sb	hd		
V2.11s	hoogdynamische slibrijke bodem	v	z	sb	hd		s
V2.122s	laagdynamische diepe slibrijke bodem	v	z	sb	ld	d	s
V2.122f	laagdynamische diepe fijnzandige bodem	v	z	sb	ld	d	f
V2.123s	laagdynamische ondiepe slibrijke bodem	v	z	sb	ld	o	s
V2.123f	laagdynamische ondiepe fijnzandige bodem	v	z	sb	ld	o	f
zacht substraat in het litoraal							
V2.21f	hoogdynamisch litoraal	v	z	l	hd		f
V2.21s	hoogdynamisch slibrijk litoraal	v	z	l	hd		s
V2.221s	laagdynamische slibrijk laag litoraal	v	z	l	ld	ll	s
V2.221f	laagdynamisch fijnzandig laag litoraal	v	z	l	ld	ll	f
V2.221z	laagdynamisch grofzandig laag litoraal	v	z	l	ld	ll	z
V2.222s	laagdynamische slibrijk middelhoog litoraal	v	z	l	ld	ml	s
V2.222f	laagdynamisch fijnzandig middelhoog litoraal	v	z	l	ld	ml	f
V2.222z	laagdynamisch grofzandig middelhoog litoraal	v	z	l	ld	ml	z
V2.223s	laagdynamische slibrijk hoog litoraal	v	z	l	ld	hl	s
V2.223f	laagdynamisch fijnzandig hoog litoraal	v	z	l	ld	hl	f
V2.223z	laagdynamisch grofzandig hoog litoraal	v	z	l	ld	hl	z
zacht substraat in het supralitoraal							
V2.31	kaal hoogdynamisch supralitoraal	v	z	sp	hd		z/f
V2.321	pionierzone	v	z	sp	lddl	pk	
V2.322	lage kwelder/schor	v	z	sp	ld	lk	
V2.323	middelhoge kwelder/schor	v	z	sp	ld	mk	
V2.324	hoge kwelder/schor	v	z	sp	ld	hk	

**Tabel 5.1.2.**

De variabel brak/zoute ecotopen met de bijbehorende abiotische kenmerken.

V=variabel brak/zout; h=hard substraat; z=zacht substraat; sb=sublitoraal; l=litoraal; sp=supralitoraal;

hd=hoogdynamisch; ld=laagdynamisch; d=diep; o=ondiep;

ll=laag litoraal; ml=middelhoog litoraal; hl=hoog litoraal; pk=pionierzone; lk=lage kwelder/schor; mk=middelhoge kwelder/schor; hk=hoge kwelder/schor;

sh=steen/hout; v=veen; s=slibrijk; f=fijnzandig; z=grofzandig

DE ZOUTE ECOTOPEN	zout	substraat	positie	dynamiek	diepte/hoogte	substraat-samenstelling
hard substraat in het sublitoraal						
Z1.111 hoogdynamisch steen/hout	zt	h	sb	hd		sh
Z1.112 hoogdynamische veenbank	zt	h	sb	hd		v
Z1.121 laagdynamisch steen/hout	zt	h	sb	ld		sh
Z1.122 laagdynamische veenbank	zt	h	sb	ld		v
Z1.131 steen/hout in stagnant water	zt	h	sb	s		sh
Z1.132 veenbank in stagnant water	zt	h	sb	s		v
hard substraat in het litoraal						
Z1.211 hoogdynamisch steen/hout	zt	h	l	hd		sh
Z1.212 hoogdynamische veenbank	zt	h	l	hd		v
Z1.221 laagdynamisch steen/hout	zt	h	l	ld		sh
Z1.222 laagdynamisch veenbank	zt	h	l	ld		v
hard substraat in het supralitoraal						
Z1.3 hard substraat in het supralitoraal	zt	h	sp	ld		sh
zacht substraat in het sublitoraal						
Z2.11 hoog dynamische bodem	zt	z	sb	hd		s
Z2.11s hoog dynamische slibrijke bodem	zt	z	sb	hd		s
Z2.121s laagdynamische zeer diepe slibrijke bodem	zt	z	sb	ld	z	s
Z2.121f laagdynamische zeer diepe fijnzandige bodem	zt	z	sb	ld	z	f
Z2.121z laagdynamische zeer diepe grofzandige bodem	zt	z	sb	ld	z	z
Z2.121g laagdynamische zeer diepe grindbodem	zt	z	sb	ld	z	g
Z2.122s laagdynamische diepe slibrijke bodem	zt	z	sb	ld	d	s
Z2.122f laagdynamische diepe fijnzandige bodem	zt	z	sb	ld	d	f
Z2.122z laagdynamische diepe grofzandige bodem	zt	z	sb	ld	d	z
Z2.123s laagdynamische ondiepe slibrijke bodem	zt	z	sb	ld	o	s
Z2.123f laagdynamische ondiepe fijnzandige bodem	zt	z	sb	ld	o	f
Z2.123z laagdynamische ondiepe grofzandige bodem	zt	z	sb	ld	o	z
Z2.131 zeer diepe bodem in stagnant water	zt	z	sb	st	z	
Z2.132 diepe bodem in stagnant water	zt	z	sb	st	d	
Z2.133 ondiepe bodem in stagnant water	zt	z	sb	st	o	
zacht substraat in het litoraal						
Z2.21z hoogdynamisch litoraal grof zand; 'nat strand'	zt	z	l	hd	ns	z
Z2.21f hoogdynamisch litoraal fijn zand; 'binnen de kust'	zt	z	l	hd	ns	f
Z2.21s hoogdynamisch slibrijk litoraal	zt	z	l	hd	ll	s
Z2.221s laagdynamische slibrijk laag litoraal	zt	z	l	ld	ll	s
Z2.221f laagdynamisch fijnzandig laag litoraal	zt	z	l	ld	ll	f
Z2.221z laagdynamisch grofzandig laag litoraal	zt	z	l	ld	ml	z
Z2.222s laagdynamisch slibrijk middelhoog litoraal	zt	z	l	ld	ml	s
Z2.222f laagdynamisch fijnzandig middelhoog litoraal	zt	z	l	ld	ml	f
Z2.222z laagdynamisch grofzandig middelhoog litoraal	zt	z	l	ld	hl	z
Z2.223s laagdynamisch slibrijk hoog litoraal	zt	z	l	ld	hl	s
Z2.223f laagdynamisch fijnzandig hoog litoraal	zt	z	l	ld	hl	f
Z2.223z laagdynamisch grofzandig hoog litoraal	zt	z	l	ld	hl	z
zacht substraat in het supralitoraal						
Z2.311 hoogdynamisch supralitoraal laag 'droog strand'	zt	z	sp	hd	ds	z
Z2.312 hoog dynamisch supralitoraal hoog 'embryonaal duin'	zt	z	sp	hd	ed	z
Z2.313 hoog dyn. supralit. fijn zand laag; 'strand binnen de kust'	zt	z	sp	hd	ds	f
Z2.314 hoog dyn. supralit. fijn zand hoog; 'embr. duin binnen kust'	zt	z	sp	hd	ed	f
Z2.321 pionierzone + potentieel pionierzone	zt	z	sp	ld	pk	
Z2.322 lage kwelder/schor	zt	z	sp	ld	lk	
Z2.323 middelhoge kwelder/schor	zt	z	sp	ld	mk	
Z2.324 hoge kwelder/schor	zt	z	sp	ld	hk	
Z2.331 open zoute vegetatie	zt	z	sp	st	ov	
Z2.332 oever stagnant: gesloten zoute vegetatie	zt	z	sp	st	ov	
Z2.333 oever stagnant: gesloten brakke vegetatie	zt	z	sp	st	ov	

**Tabel 5.1.3** De zoute ecotopen met de bijbehorende abiotische kenmerken

zt=zout; h=hard substraat; z=zacht substraat;

sb=sublitoraal; l=litoraal; sp=supralitoraal;

hd=hoogdynamisch; ld=laagdynamisch; st=stagnant;

z=zeer diep; d=diep; o=ondiep; ll=laag litoraal; ml=middelhoog litoraal; hl=hoog litoraal;

ns=nat strand; ds=droog strand; ed=embryonale duintjes; pk=pionierzone; lk=lage kwelder/schor; mk=middelhoge

kwelder/schor; hk=hoge kwelder/schor; ov=oevervegetatie

s=slibrijk; f=fijnzandig; z=grofzandig; g=grind

HET VOORKOMEN VAN DE ECOTOPEN IN DE WATERSYSTEMEN																
	brak				variabel				zout							
	ws	ed	nr	wz	os	nz	vm	ws	ed	nr	wz	os	nz	gm		
hard substraat in het sublitoraal																
hoogdynamisch steen/hout	B1.111				V1.111				nz	Z1.111		nz				
hoogdynamische veenbank	B1.112 ws				V1.112 ws					Z1.112 ws		os				
laagdynamisch steen/hout	B1.121 ws ed nr				V1.121 ws ed nr wz				nz	Z1.121 ws		wz os nz				
laagdynamische veenbank	B1.122				V1.122					Z1.122		os				
steen/hout in stagnant water	B1.131				vm	V1.131					Z1.131		gm			
veenbank in stagnant water	B1.132					V1.132					Z1.132		gm			
hard substraat in het litoraal																
hoogdynamisch steen/hout	B1.211				V1.211				nz	Z1.211		nz				
hoogdynamische veenbank	B1.212 ws				V1.212 ws					Z1.212 ws		os				
laagdynamisch steen/hout	B1.221 ws ed nr				V1.221 ws ed nr wz				nz	Z1.221 ws		wz os nz				
laagdynamische veenbank	B1.222				V1.222					Z1.222						
hard substraat in het supralitoraal																
hard substraat in het supralitoraal																
zacht substraat in het sublitoraal																
hoogdynamische bodem	B2.11 ws ed nr				V2.11 ws ed nr wz os nz				nz	Z2.11 ws		wz os nz				
hoogdynamische slibrijke bodem	B2.11s ws ed				V2.11s ws ed					Z2.11s ws						
laagdynamische zeer diepe slibrijke bodem	B2.121s				V2.121s					Z2.121s		nz				
laagdynamische zeer diepe fijnzandige bodem	B2.121f				V2.121f					Z2.121f		nz				
laagdynamische zeer diepe grofzandige bodem	B2.121z				V2.121z					Z2.121z		nz				
laagdynamische zeer diepe grindbodem	B2.121g				V2.121g					Z2.121g		nz				
laagdynamische diepe slibrijke bodem	B2.122s ws ed nr				V2.122s ws ed nr wz				nz	Z2.122s ws		wz os nz				
laagdynamische diepe fijnzandige bodem	B2.122f ws ed nr				V2.122f ws ed nr wz				nz	Z2.122f ws		wz os nz				
laagdynamische diepe grofzandige bodem	B2.122z				V2.122z					Z2.122z		nz				
laagdynamische ondiepe slibrijke bodem	B2.123s ws ed nr				V2.123s ws ed nr wz				nz	Z2.123s ws		wz os nz				
laagdynamische ondiepe fijnzandige bodem	B2.123f ws ed nr				V2.123f ws ed nr wz				nz	Z2.123f ws		wz os nz				
laagdynamische ondiepe grofzandige bodem	B2.123z				V2.123z				nz	Z2.123z		nz				
zeer diepe bodem in stagnant water	B2.131				vm	V2.131					Z2.131		gm			
diepe bodem in stagnant water	B2.132				vm	V2.132					Z2.132		gm			
ondiepe bodem in stagnant water	B2.133				vm	V2.133					Z2.133		gm			
ondiepe bodem in stagnant water met oevervegetatie	B2.133ov				vm	V2.133ov					Z2.133ov		gm			
zacht substraat in het litoraal																
hoogdynamisch litoraal	B2.21 ws ed				V2.21 ws ed wz				nz	Z2.21 ws		wz os nz				
hoogdynamisch slibrijk litoraal	B2.21s ws ed				V2.21s ws ed					Z2.21s ws						
laagdynamisch slibrijk laag litoraal	B2.221s ws ed				V2.221s ws ed wz				nz	Z2.221s ws		wz nz				
laagdynamisch fijnzandig laag litoraal	B2.221f ws ed nr				V2.221f ws ed nr wz				nz	Z2.221f ws		wz os nz				
laagdynamisch grofzandig laag litoraal	B2.221z				V2.221z				nz	Z2.221z		nz				
laagdynamisch slibrijk middelhoog litoraal	B2.222s ws ed				V2.222s ws ed wz				nz	Z2.222s ws		wz nz				
laagdynamisch fijnzandig middelhoog litoraal	B2.222f ws ed nr				V2.222f ws ed nr wz				nz	Z2.222f ws		wz os nz				
laagdynamisch grofzandig middelhoog litoraal	B2.222z				V2.222z				nz	Z2.222z		nz				
laagdynamisch slibrijk hoog litoraal	B2.223s ws ed				V2.223s ws ed wz				nz	Z2.223s ws		wz nz				
laagdynamisch fijnzandig hoog litoraal	B2.223f ws ed nr				V2.223f ws ed nr wz				nz	Z2.223f ws		wz os nz				
laagdynamisch grofzandig hoog litoraal	B2.223z				V2.223z				nz	Z2.223z		nz				
zacht substraat in het supralitoraal																
hoogdyn. supralit. grof zand laag ('droog strand')	B2.311				V2.311					Z2.311 ws		os nz				
hoogdyn. supralit. grof zand hoog ('embryonaal duin')	B2.312				V2.312					Z2.312 ws		os nz				
hoogdyn. supralit. fijnzand laag ('droog strand binnen	B2.313 ws				V2.313 ws				wz	Z2.313 ws		wz os				
hoogdyn. supralit. fijn zand hoog ('embryonaal duin	B2.314 ws				V2.314 ws				wz	Z2.314 ws		wz				
pionierzone	B2.321 ws ed nr				V2.321 ws ed nr wz				nz	Z2.321 ws		wz os nz				
lage kwelder/schor	B2.322 ws ed nr				V2.322 ws ed nr wz				nz	Z2.322 ws		wz os nz				
middelhoge kwelder/schor	B2.323 ws ed nr				V2.323 ws ed nr wz				nz	Z2.323 ws		wz os nz				
hoge kwelder/schor	B2.324 ws ed nr				V2.324 ws ed nr wz				nz	Z2.324 ws		wz os nz				
open zoute en brakke vegetatie	B2.331				V2.331					Z2.331		gm				
gesloten zoute vegetatie	B2.332				vm	V2.332					Z2.332		gm			
gesloten brakke vegetatie	B2.333				vm	V2.333					Z2.333		gm			

**Tabel 5.1.4.** *Het voorkomen van de ecotopen in de Nederlandse watersystemen: ws=Westerschelde; ed=Eems-Dollard; nr=noordrand; wz= Waddenzee; os=Oosterschelde; nz=Noordzee; gm=Grevelingenmeer; vm=Veerse meer. De schuingedrukte codes (ecotopen) komen in Nederland niet voor.*



## 5.2 DE ECO-ELEMENTEN

Een toelichting op de term eco-elementen is gegeven in paragraaf 2.4. In tabel 5.2.1 is aangegeven welke eco-elementen in het Zoute wateren Ecotopen Stelsel onderscheiden zijn, en in welke ecotopen

deze voor kunnen komen. Vervolgens wordt een korte ecologische beschrijving van de eco-elementen gegeven, en worden de eco-elementen geïllustreerd aan de hand van foto's.

Eco-element	het potentiële voorkomen in ecotopen omschrijving	brak	zout	variabel brak/zout
prielen	laagdynamisch laag litoraal	X	X	X
	laagdynamisch middelhoog litoraal	X	X	X
	laagdynamisch hoog litoraal	X	X	X
zeegrasvelden	laagdynamische ondiepe bodem	X	X	X
	ondiepe bodem in stagnant water	X	X	
	laagdynamisch middelhoog litoraal	X	X	X
	laagdynamisch hoog litoraal	X	X	X
Ruppia-associaties	laagdynamische ondiepe bodem in stagnant water	X		
	laagdynamisch middelhoog & hoog litoraal	X		
mosselbanken	laagdynamische ondiepe bodem		X	
	laagdynamisch laag litoraal		X	
	laagdynamisch middelhoog litoraal		X	
oesterbanken	laagdynamische ondiepe bodem		X	
	laagdynamisch laag litoraal		X	
	laagdynamisch middelhoog litoraal		X	
schelpenbanken	sublitoraal	X	X	X
	litoraal	X	X	X
scheepswrakken	sublitoraal	X	X	X
oevervegetatie langs brakke meeroevers	laagdynamische ondiepe bodem in stagnant brak water	X		

**Tabel 5.2.1**

*Het potentiële voorkomen van de eco-elementen in de ecotopen.*



Foto 5.2.1 Prielen

Prielen zijn kleine ondiepe geultjes die voorkomen in platen, slikken en kwelders/schorren (foto 5.2.1). Het eco-element prielen omvat alleen de prielen in platen en slikken. De prielen (kreeken) in kwelders/schorren worden standaard tot het betreffende ecotoop gerekend. De kreeken in kwelders/schorren die breder zijn dan 100 meter worden gerekend tot het litoraal. Hoewel prielen vaak boven de laagwaterlijn liggen, bevatten ze toch lange tijd of zelfs permanent water dat bij eb afstroomt van het omliggende gebied totdat de vloed weer opkomt. Tijdens laag water zijn veel op of vlak boven het sediment levende dieren die aan water gebonden zijn teruggetrokken in de prielen (Berghahn, 1983). Voorbeelden van algemeen in prielen voorkomende dieren zijn garnalen, krabben en platvissen. Prielen en kreeken vervullen een belangrijke kinderkamerfunctie voor de Gewone Garnaal (*Crangon crangon*) (Cattrijsse, 1997). Vogels die regelmatig in prielen foerageren op garnalen en andere kleine kreeftachtigen zijn meeuwen, Lepelaars (*Platalea leucorodia*), Groenpootruiters (*Tringa nebularia*), Zwarte Ruiters (*Tringa erythropus*) en Kluten (*Recurvirostra avosetta*) (uit Dankers et al., 2001).

Beide in Nederland voorkomende soorten zee gras, Klein Zee gras (*Zostera noltii*) en Groot Zee gras (*Zostera marina*) zijn doelsoorten van het natuurbeleid van LNV (Bal et al., 2001). Als criterium voor een zee grasveld (foto 5.2.2.) wordt een bedekkingspercentage van 5% aangehouden. De twee zee grassoorten kunnen naast elkaar, maar ook afzonderlijk



Foto 5.2.2 Zee grasvelden

van elkaar voorkomen. Hoewel de geassocieerde flora en fauna grotendeels gelijk is, wordt toch meestal onderscheid gemaakt tussen de associaties van beide soorten. Beide soorten komen zowel in brak als in zout water voor. In getijdengebieden komen zee grasvelden voor in het laagdynamische litoraal, in stagnante wateren in het ondiepe sublitoraal. De Klein Zee gras-associatie komt momenteel voor in de Waddenzee, Oosterschelde en Westerschelde. De Groot Zee gras-associatie in de oostelijke Waddenzee, het Eems estuarium, de Oosterschelde en het Veerse Meer. Zee grasvelden hebben belangrijke ecologische functies binnen een watersysteem. Diverse soorten rood- en bruinwieren groeien als epifyt op de zee grasbladeren, waarop in meren ook vaak poliepen worden aangetroffen. Schelpdieren als het Wadslakje (*Hydrobia ulva*) en de (juvenile) Alikruik (*Littorina littorea*) zijn in zee grasvelden talrijk aanwezig. De zee grasvelden bieden beschutting aan dieren zoals krabben (Wilson et al., 1990). Sublitorale zee grasvelden bieden een geschikte leefomgeving voor inktvissen (*Sepia officinalis*) en vissen (zoals Trompetterzeenaald *Syngnathus typhle* en Zeestekelbaars *Spinachia spinachia*) (Van Goor, 1919). Zee gras wordt gegeten door onder andere Smienten (*Anas penelope*), Rotganzen (*Branta bernicla*) en Zwanen (*Cygnus sp.*). Zie voor meer informatie over zee grasvelden en het voorkomen in Nederland bijvoorbeeld De Jong & De Jonge (1989), Wijgengangs & De Jong (1999) en [www.zee gras.nl](http://www.zee gras.nl).

In Nederland komen de soorten Snavelruppia (*Ruppia maritima*) en Spiraalruppia (*Ruppia cirrho-*

Foto 5.2.3. *Ruppia*-associaties

sa) voor, die beide doelsoorten zijn van het natuurbeleid van LNV (Bal et al., 2001). *Ruppia*-associaties (plantengemeenschappen) (foto 5.2.3.) komen voornamelijk voor in binnendijkse brakke wateren (waarop het ZES.1 niet van toepassing is), maar worden ook aangetroffen in bijvoorbeeld kreken en supralitorale poelen in kwelders/schorren (Schaminée et al., 1995). De in supralitorale poelen sterk fluctuerende saliniteit verhindert dat *Snavelruppia* of *Spiraalruppia* door andere plantensoorten wordt verdrongen. Tegenwoordig komt ook op het westelijke deel van het Balgzand (westelijke Waddenzee) veel *Snavelruppia* voor. Deze éénjarige soort komt voornamelijk voor in ondiep water met een geringe dynamiek. *Spiraalruppia* is een meerjarige soort, die in dieper water voorkomt en een hogere dynamiek tolereert dan *Snavelruppia*. In de *Snavelruppia*-associatie zijn de naast *Snavelruppia* meest voorkomende planten Schedefonteinkruid (*Potamogeton pectinatus*), Gesteelde *Zannichellia* (*Zannichellia palustris*) en *Spiraalruppia*. De *Spiraalruppia*-associatie is soortenarmer, alleen Schedefonteinkruid (*Potamogeton pectinatus*) komt regelmatig samen met *Spiraalruppia* voor.



Foto 5.2.4. Mosselbanken

Mosselbanken (foto 5.2.4.) zijn benthische gemeenschappen waar Mosselen (*Mytilus edulis*) beeldbepalend zijn, en die bestaan uit een ruimtelijk goed af te bakenen lappendeken van grote of kleine groepen Mosselen, die als bulten boven de omgeving kunnen uitsteken en die door open ruimten gescheiden zijn. De grens met (los liggende) strooimosselen wordt gelegd op 1 kg per m<sup>2</sup>. Mosselbanken komen voor in zout water, in het lage en middelhoge litoraal en in het ondiepe sublitoraal. De banken kunnen ontstaan wanneer geschikt substraat aanwezig is waarop mossebroed zich kan vestigen, zoals (lege) schelpen, kokers van Schelpkokerwormen (*Lanice conchilega*) en ook zeegras. Door de depositie van (pseudo-)faeces en het bezinken van zwevend slib vormt zich tussen en onder de mosselen een sliklaag.

Mosselbanken vormen een geschikte vestigingsplaats voor een aantal hard substraat soorten, zoals Zeesla (*Ulva sp.*), Zeepokken (*Cirripedia*) en poliepen. Daarnaast is er een groot aantal wormen, mollusken en kreeftachtigen geassocieerd met mosselbanken. In de poeltjes tussen de litorale mosselbulten groeien anemonen en bij laag water blijven er garnalen achter. Diverse vissoorten, waaronder Paling (*Anguilla anguilla*) en Botervis (*Pholis gunnellus*), vinden tus-

sen de mosselbulten beschutting. Mosselen worden gegeten door bijvoorbeeld Scholeksters (*Haematopus ostralegus*) (tijdens laag water) en Eidereenden (*Somateria mollissima*) (tijdens hoog water). Daarnaast wordt in mosselbanken gevoerd op krabben, garnalen, kleine visjes en wormen door bijvoorbeeld Wulp (*Numenius arquata*), Tureluur (*Tringa totanus*), Groenpootruiter (*Tringa nebularia*), Steenloper (*Arenaria interpres*) en Kokmeeuw (*Larus ridibundus*). Uitgebreide infor-



Foto 5.2.5.  
Oesterbanken

matie over mosselbanken is te vinden in het Ecoprofiel van de wilde litorale mosselbank (Tydeman, 1996). In de Waddenzee en de Oosterschelde worden op ondiepe permanent onder water staande percelen mosselen gekweekt. Deze door de mens aangelegde en beheerde kweekpercelen worden ook als (een apart) eco-element beschouwd, omdat de mosselen hier vaak geruime tijd (meer dan een jaar) aanwezig zijn. Sinds 1965 wordt de Japanse Oester (*Crassostrea gigas*) geteeld in de Oosterschelde. Sinds de jaren 1990 verspreidt de soort zich explosief in het wild. De soort is tegenwoordig behalve in de Oosterschelde (foto 5.2.5.) ook zeer algemeen in het westelijke deel van de Westerschelde en in de Grevelingen, en breidt zich behoorlijk uit in de Waddenzee en de Eems (bron: www.waddenzee.nl). Over het algemeen is een oesterperceel een behoorlijke monocultuur, maar in principe kunnen wieren zich op de oesters vasthechten, zoals Donker

Buiswier (*Polysiphonia nigra*), Iers Mos (*Chondrus crispus*), Japans bessenwier (*Sargassum muticum*), Rood Hoorntjeswier (*Ceramium rubrum*), Tongwier (*Hypoglossum hypoglossoides*), Vederwier (*Bryopsis plumosa*), Viltwier (*Codium fragile*) en Zeesla (*Ulva* sp.). Ook kunnen op de laag oesters sponzen voorkomen, zoals de Boorspons (*Cliona celata*) en de Geweispons (*Haliclona oculata*), en anemonen (bv. Golfbrekeranemoon *Diadumene cincta*, Slikanemoon *Sagartia troglodytes*, Zeeanjelier *Metridium senile*) en zakpijpen (bv. Japanse zakpijp *Styela clava*, Doorzichtige zakpijp *Ciona intestinalis*,



Foto 5.2.6.  
Schelpenbanken

Ruwe zakpijp *Ascidia aspersa*). Daarnaast bieden oesterbanken een onderkomen en beschutting aan mobiele fauna zoals de Europese zeekreeft (*Homarus gammarus*), Hooiwagenkrab (*Macropodia rostrata*) en Strandkrab (*Carcinus maenas*). Plaatselijk kan van een hoog ontwikkelde levensgemeenschap gesproken worden, hoewel dit slechts op enkele plaatsen is waargenomen (Meijer & Waardenburg, 2002).

Schelpenbanken (Foto 5.2.6) worden als eco-element beschouwd, omdat de aanwezigheid van een schelpenbank een grote invloed heeft op het voorkomen van bodemorganismen, en omdat de ligging ervan niet te voorspellen is op basis van omgevingsfactoren. Schelpenbanken kunnen zowel in het litoraal als in het sublitoraal voorkomen. Als criterium wordt een 80% bedekking van de bodem met schel-



Foto 2.5.7  
Bodemdieren op scheepswrak

pen aangehouden. Het oppervlak van een schelpenbank kan vlak zijn, maar ook kunnen zich bulten en kuilen vormen. De schelpenbanken zijn een vorm van hard substraat, waarop groenwieren kunnen voorkomen (bv Darmwieren *Enteromorpha spp.*, Zeesla *Ulva spp.*). Tussen de schelpen is vrijwel geen bodemdierleven mogelijk. Wel kunnen op de (lege) schelpen vastzittende organismen voorkomen die snel kunnen groeien en voortplanten (zoals ciliaten). Van schelpenbanken is het voorkomen van een typische bryozoe (*Electra melolontha*) bekend (pers. meded. Gerhard Cadee).

De scheepswrakken (en andere artefacten (foto 2.5.7) zoals boor-/productie platforms) zoals deze met name op de bodem van de Noordzee voorkomen, zijn te vergelijken met de oases in een woestijn. Zowel de soortenrijkdom als de biomassa is op en rond de wrakken aanzienlijk hoger dan in en boven de kale zandbodems er omheen. Vanwege de structurerende eigenschappen en omdat de ligging van de wrakken niet te voorspellen is op basis van omgevingsfactoren, worden scheepswrakken en andere artefacten als eco-element beschouwd.

Scheepswrakken zijn een vorm van hard substraat waarop allerlei organismen zich kunnen vestigen, zoals sponzen (bv Broodspoon *Halichondria panicea*), anemonen (bv Golfbrekeranemenoon *Diadumene cincta*, Wedueroos *Sagartiogeton undatus*, Zeeanjelier *Metridium senile*), hydroïedpoliepen (*Tubularia spp.*) en zeepokken (*Cirripedia*).

Daarnaast bieden de scheepswrakken een onderkomen en beschutting voor mobiele organismen zoals kreeftachtigen (bv Noordseekrab *Cancer pagurus*,



Foto 5.2.8  
Oevervegetatie langs brakke meeroevers

Fluwelen Zwemkrab *Necora puber*) en vissen (bv Kabeljauw *Gadus morhua*, Steenbolk *Trisopterus luscus*). Wiergroei is vanwege de grote diepte waarop de wrakken in de Noordzee liggen niet mogelijk (voorkomen van organismen op scheepswrakken in de Noordzee uit Meijer & Waardenburg, 2002).

Oevervegetatie langs brakke meeroevers. Dit betreft vegetaties in de ondiepe delen van brakke en variabel brakke meren (foto 5.2.8.) Ze komen voor op beschutte delen, bijvoorbeeld langs oude krekensprielen. Het betreft met name Zeebies en Riet in een een tot enkele meters brede zone langs de oever.

Onduidelijk is in hoeverre peilregime en/of zoet drangwater vanuit de hoger gelegen oever een rol speelt in het voorkomen van deze vegetaties. Andere hogere planten komen niet in deze zone voor. De vegetatiezone kan wel ruimte bieden aan vogels om te broeden, bijvoorbeeld Meerkoet en typische rietvogels.

### 5.3 ECOTOPENMONDRIANEN

#### Westerschelde

De Westerschelde is een estuarium (Schelde-estuarium), waar het rivierwater van de Schelde (België) uitmondt in de Noordzee. Hierdoor is er een gradiënt in zoutgehalte aanwezig van brak in het oostelijk naar zout in het westelijk deel van de Westerschelde. Kenmerkend voor de Westerschelde

zijn de voor Nederlandse begrippen grote getijverschillen, hoge stroomsnelheden en hoge troebelheid van het water. De primaire productie en de systeem-gemiddelde bodemdierbiomassa zijn in de Westerschelde laag in verhouding tot bijvoorbeeld de Oosterschelde, het Grevelingenmeer en het Veerse Meer (Herman et al., 1999). Uitgebreide informatie over fysische en chemische kenmerken van de Westerschelde is te vinden in de ScheldeAtlas (Van Eck, 1999).

De ecotopenmondriaan voor de Westerschelde is in figuur 5.3.1 weergegeven. Van oost naar west komen in de Westerschelde respectievelijk brakke, variabel brak/zoute en zoute ecotopen voor. In alle drie zoutklassen komen 'dezelfde' ecotopen voor. Hard substraat is zowel sublitoraal, litoraal als supralitoraal aanwezig, waarbij het sublitorale en het litorale steen/hout wordt onderverdeeld in hoogdynamisch en laagdynamisch. In de Westerschelde zijn zowel in het sublitoraal als in het litoraal veenbanken aanwezig, die per definitie hoogdynamisch zijn.

Voor het hoogdynamische sublitorale en litorale zachte substraat wordt alleen onderscheid gemaakt naar slibrijke of fijnzandige bodems. Het laagdynamische sublitorale en litorale zachte substraat wordt in de eerste plaats onderverdeeld naar diepte/hoogteligging (ondiep of diep; laag, midden of hoog), en vervolgens ook naar sedimentsamenstelling (slibrijk of fijnzandig). De zacht substraat ecotopen in het supralitoraal zijn de stranden en de schorren, waarbij voor de schorren verder onderscheid wordt gemaakt naar pionierzone, laag schor, middelhoog schor, hoog schor ~~en zeer hoog schor~~. De eco-elementen priel (litoraal), zeegrasveld (middelhoog en hoog litoraal), schelpenbank (sublitoraal en litoraal) en scheepswrak (sublitoraal) kunnen hier voorkomen.

### Eems-Dollard

De Eems-Dollard is een estuarium (Eems-estuarium), waar het rivierwater van de Eems (Duitsland) uitmondt in de Waddenzee. De Dollard is het (brakke) zuidoostelijke deel, de Eems het (variabel brak/zoute) noordwestelijke deel. Het getijverschil is

kleiner dan in de Westerschelde, maar ook de Eems-Dollard heeft een hoge troebelheid van het water. De primaire productie en de systeemgemiddelde bodemdierbiomassa in de Eems-Dollard zijn te vergelijken met de Westerschelde (Herman et al., 1999).

De ecotopenmondriaan voor de Eems-Dollard is in figuur 5.3.1 weergegeven. Alleen de zoutklassen 'brak' en 'variabel brak/zout' komen voor in de Eems-Dollard. Het deel waar de zoutklasse 'zout' voorkomt wordt bij de Waddenzee gerekend. In beide zoutklassen is hard substraat (steen/hout) zowel sublitoraal, als litoraal aanwezig, onderverdeeld in hoogdynamisch en laagdynamisch. Hardsubstraat als supralitoraal is waarschijnlijk alleen aanwezig in het brakke deel. In de Eems-Dollard komen voor zover bekend geen veenbanken voor.

Voor het hoogdynamische sublitorale en litorale zachte substraat wordt geen verder onderscheid gemaakt naar sedimenttype omdat slibrijke hoogdynamische bodems in de Eems-Dollard niet voorkomen. Al het hoogdynamische sublitorale en litorale zachte substraat is fijnzandig (mediane korrelgrootte < 250 µm). Het laagdynamische sublitorale en litorale zachte substraat wordt in de eerste plaats onderverdeeld naar diepte/hoogteligging (ondiep of diep; laag, midden of hoog), en vervolgens naar sediment-samenstelling (slibrijk of fijnzandig). De zacht substraat ecotopen in het supralitoraal zijn de kwelders, waarbij verder onderscheid wordt gemaakt naar pionierzone, lage kwelder, middelhoge kwelder, hoge kwelder ~~en zeer hoge kwelder~~. In de Eems-Dollard komen geen stranden voor. De eco-elementen priel (litoraal), zeegrasveld (middelhoog en hoog litoraal), Ruppia-associatie (litoraal), mosselbank (variabel brak/zout, laag en middelhoog litoraal) en schelpenbank (sublitoraal en litoraal) kunnen voorkomen.

### Noordrand

Het gebied de Noordrand omvat de Nieuwe Waterweg, het Caland- en Beerkanaal en het Hartelkanaal; de Nieuwe en Oude Maas vormen grensgevallen. De Noordrand vormt een open ver-

binding tussen het rivierengebied van de Rijn en de Maas en de Noordzee. Er is dus van oost naar west een gradiënt in zoutgehalte aanwezig van zoet naar zout. De watergangen in het Noordrandgebied bestaan voornamelijk uit hoogdynamische vaargeulen. Er komt vrijwel geen droogvallend intergetijdengebied voor, op enkele beschutte lokaties langs de randen na.

De ecotopenmondriaan voor de Noordrand is in figuur 5.3.1 weergegeven. Alleen de zoutklassen brak en variabel brak/zout komen voor in het gebied. In beide zoutklassen komen 'dezelfde' ecotopen voor. Hard substraat (steen/hout) is zowel sublitoraal, litoraal als supralitoraal aanwezig, waarbij het sublitorale en het litorale steen/hout wordt onderverdeeld in hoogdynamisch en laagdynamisch. In de Noordrand komen voor zover bekend geen veenbanken voor.

Voor het hoogdynamische sublitorale zachte substraat wordt geen verder onderscheid gemaakt naar sedimenttype omdat dit in de Noordrand overal fijnzandig is (mediane korrelgrootte < 250 µm). Het laagdynamische sublitorale zachte substraat wordt in de eerste plaats onderverdeeld naar diepte (ondiep of diep) en vervolgens naar sedimentsamenstelling (slibrijk of fijnzandig). Het (overal) laagdynamische litoraal wordt onderverdeeld naar hoogteligging (laag, midden, hoog). In de Noordrand zijn in het litoraal geen slibrijke gebieden bekend. De zacht substraat ecotopen in het supralitoraal zijn de schorren, waarbij verder onderscheid wordt gemaakt naar pionierzone, laag schor, middelhoog schor, hoog schor ~~en zeer hoog schor~~. In de Noordrand komen geen stranden voor en zijn geen eco-elementen aanwezig.

### Waddenzee

De Waddenzee is een voornamelijk zout getijdengebied, hoewel er plaatselijk zeer variabel brak/zoute lokaties voorkomen bij bijvoorbeeld spuisluisen. Dergelijke lokaties in de Waddenzee zijn door De Boer en Wolff (1996) in kaart gebracht. In de Waddenzee komt een aanzienlijke oppervlakte aan droogvallende platen en slikken voor. De niet droogvallende bodems in de Waddenzee zijn ondiep

(< 5 m), met uitzondering van de diepere getijdengeulen. De Waddenzee is één van de belangrijkste voedselgebieden voor (trek-)vogels in Noordwest Europa.

In figuur 5.3.2 is de ecotopenmondriaan voor de Waddenzee weergegeven. In de Waddenzee komen de zoutklassen zout en variabel brak/zout voor. Laagdynamisch hard substraat (steen/hout) is zowel sublitoraal, litoraal als supralitoraal aanwezig. In de Waddenzee komen voor zover bekend geen veenbanken voor.

Voor het hoogdynamische sublitorale en litorale zachte substraat wordt geen verder onderscheid gemaakt naar sedimenttype omdat dit in de Waddenzee overal fijnzandig is (mediane korrelgrootte < 250 µm). Het laagdynamische sublitorale en litorale zachte substraat wordt in de eerste plaats onderverdeeld naar diepte/hoogteligging (ondiep of diep; laag, midden of hoog) en vervolgens naar sedimentsamenstelling (slibrijk of fijnzandig). De zacht substraat ecotopen in het supralitoraal zijn de stranden en de kwelders, waarbij voor de kwelders verder onderscheid wordt gemaakt naar pionierzone, lage kwelder, middelhoge kwelder, hoge kwelder ~~en zeer hoge kwelder~~. De eco-elementen priel (litoraal), zee-grasveld (middelhoog en hoog litoraal), Ruppia-associatie (litoraal), mosselbank (laag en middelhoog litoraal), oesterbank (laag en middelhoog litoraal) en schelpenbank (sublitoraal en litoraal) kunnen voorkomen.

### Oosterschelde

Aan de oostzijde is de Oosterschelde afgesloten van andere wateren door de Oesterdam, de Philipsdam en de Grevelingendam. Aan de westzijde is ten behoeve van de veiligheid de Oosterscheldekering aangelegd. Door de aanleg van deze dammen en de kering zijn de stroomsnelheden er lager geworden dan voorheen. Er is een vrij groot areaal aan droogvallende zandplaten aanwezig. De helderheid van het water is het grootste deel van het jaar in de Oosterschelde aanzienlijk groter dan in de andere Nederlandse watersystemen. Daardoor komen er uitgebreidere wiergemeenschappen en meer hard

substraat soorten voor.

In figuur 5.3.2 is de ecotopenmondriaan voor de Oosterschelde weergegeven. Er komt alleen de zoutklasse zout voor. Laagdynamisch hard substraat (steen/hout) is zowel sublitoraal, litoraal als supralitoraal aanwezig. Er komen in het litoraal en sublitoraal veenbanken (zowel hoog als laagdynamisch) voor.

Voor het hoogdynamische sublitorale en litorale zachte substraat wordt geen verder onderscheid gemaakt naar sedimenttype omdat dit in de Oosterschelde overal fijnzandig is (mediane korrelgrootte < 250 µm). Het laagdynamische sublitorale zachte substraat wordt in de eerste plaats onderverdeeld naar diepte (ondiep of diep) en vervolgens naar sedimentsamenstelling (slibrijk of fijnzandig). Het laagdynamische litorale zachte substraat wordt onderverdeeld naar hoogteligging (laag, midden, hoog). Er is geen slibrijk litoraal aanwezig in de Oosterschelde, het sediment is overal fijnzandig. De zachte substraat ecotopen in het supralitoraal zijn de stranden en de schorren, waarbij voor de schorren verder onderscheid wordt gemaakt naar pionierzone, laag schor, middelhoog schor en hoog schor. Langs de Oosterschelde zijn geen zeer hoge schorren aanwezig. De eco-elementen priel (litoraal), zeegrasveld (middelhoog en hoog litoraal), mosselbank (laag en middelhoog litoraal), oesterbank (laag en middelhoog litoraal), schelpenbank (sublitoraal en litoraal) en scheepswrak (sublitoraal) kunnen voorkomen.

### Noordzee

In de Noordzee (Nederlands Continentaal Plat) kunnen op basis van diepte en sedimentsamenstelling een aantal specifieke gebieden worden aangewezen. Voorbeelden hiervan zijn de ondiepe kustzone (met als grens de 20 meter diepte lijn), de Doggersbank in het noordelijke deel van het NCP (20-30 meter diep, fijn zand), de Oestergronden en het Friese Front in het centrale deel van het NCP (slibrijke bodems dieper dan 30 meter), en de Klaverbanken (grindbodem dieper dan 30 meter).

In figuur 5.3.2 is de ecotopenmondriaan voor de Noordzee weergegeven. Naast zoute ecotopen komen er ook variabel brak/zoute ecotopen voor op plaatsen waar rivieren uitmonden in zee. Hard substraat ecotopen (steen/hout) komen voor in het sublitoraal, litoraal en supralitoraal, waarbij voor het sublitorale en litorale harde substraat onderscheid wordt gemaakt tussen hoog en laagdynamisch.

Voor het hoogdynamische sublitorale en litorale zachte substraat (brandingszone en dagelijks overspoelde deel strand) wordt geen verder onderscheid gemaakt naar diepte (ondergeschikt aan hydrodynamiek) of sedimenttype (fijnzandig, mediane korrelgrootte < 250 µm). Het laagdynamische sublitorale zachte substraat wordt in de eerste plaats onderverdeeld naar diepte (ondiep GLW-20 m, diep 20-30 m of zeer diep > 30 m). In de Noordzee zijn de klassengrenzen voor diepte anders dan in de overige watersystemen. Daarnaast wordt onderscheid gemaakt op basis van sedimentsamenstelling (slibrijk, fijn zand, grof zand of grind), waarbij grindbodems niet voorkomen in variabel brak/zoute gebieden en niet in zoute (on-)diepe gebieden. Het laagdynamische litorale zachte substraat (droogvallende zandplaten, bijvoorbeeld in de Voordelta) wordt onderverdeeld naar hoogteligging (laag, midden, hoog). Daarnaast kan het sediment bestaan uit fijn zand, grof zand of slibrijk sediment. De zachte substraat ecotopen in het supralitoraal zijn de stranden en de kwelders, die bijvoorbeeld voorkomen op de Noordzee-zijden van de waddeneilanden. Voor de kwelders wordt verder onderscheid gemaakt naar pionierzone, lage kwelder, middelhoge kwelder, hoge kwelder ~~en zeer hoge kwelder~~. De eco-elementen priel (litoraal), schelpenbank (sublitoraal en litoraal) en scheepswrak (sublitoraal) kunnen voorkomen.

### Grevelingenmeer

Het Grevelingenmeer was tot circa dertig jaar geleden nog een estuarium. Om het omringende gebied voor overstromingen te beschermen, werd in 1965 aan de oostzijde van het gebied de Grevelingendam aangelegd, en in 1971 aan de westzijde de Brouwersdam. Hierdoor ontstond een getijloos zoutwatermeer, dat langzaam zoeter werd. Door de



afsluiting van het getij kwam een groot deel van de slikken en schorren en een aantal zandplaten permanent droog te liggen (Nienhuis, 1975). De Slikken van Flakkee en de Slikken van Bommenede zijn hier voorbeelden van.

Omdat het zoeter worden van het meer negatieve gevolgen had voor de mariene flora en fauna, werd in 1978 de Brouwerssluis aangelegd. Hierdoor werd de verbinding met de Noordzee hersteld. Tegenwoordig staat de sluis vrijwel het hele jaar open. Het water is weer zouter geworden en vele zeedieren zijn geleidelijk weer teruggekeerd, waardoor er weer sprake is van een soortenrijke onderwaterwereld.

In figuur 5.3.3 is de ecotopenmondriaan voor het Grevelingenmeer weergegeven. Op het Grevelingenmeer is het deel van het ZES.1 van toepassing dat het stagnante zoute water omvat. De ecotopen zijn specifiek voor het Grevelingenmeer, omdat dat het enige stagnante zoute water is dat onder het ZES.1 valt. Omdat er geen getijverschil aanwezig is, zijn er geen litorale ecotopen. In het sublitoraal worden zeer diepe, diepe en ondiepe bodems onderscheiden. Het harde substraat bestaat uit steen/hout of uit veen. In het supralitoraal wordt onderscheid gemaakt tussen oevers met een gesloten brakke vegetatie, een gesloten zoute vegetatie of een open zoute vegetatie. Daarnaast is het supralitorale harde substraat (korstmossen) een apart ecotoop. In de sublitorale zacht substraat ecotopen kunnen de eco-elementen zeegrasveld (ondiep), oesterbank, schelpenbank en scheepswrak aanwezig zijn.

### **Veerse Meer**

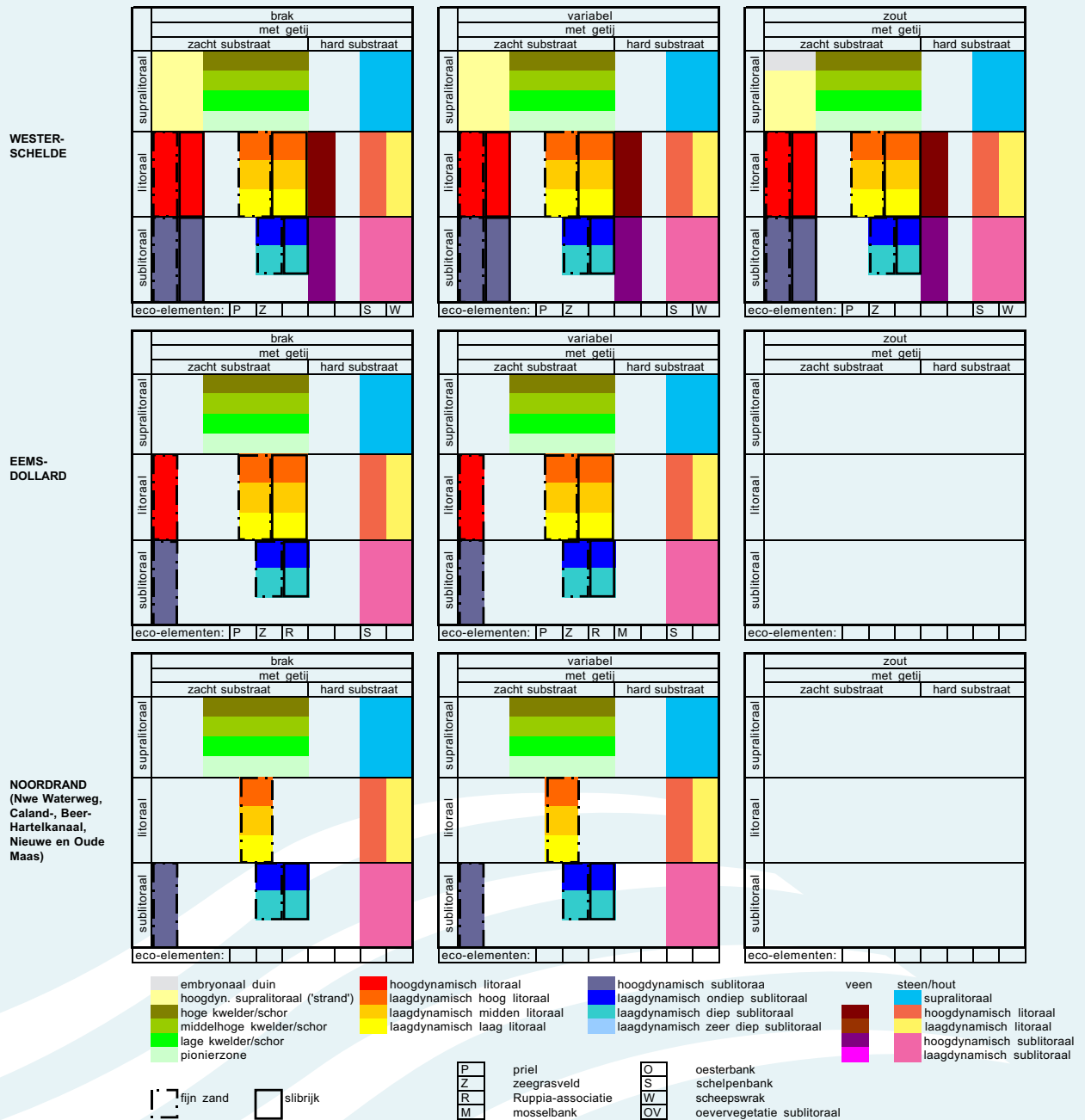
Het Veerse Meer is een door middel van dammen aangelegd meer met niet stromend, inmiddels brak water. Aan de oostelijke zijde van het Veerse Meer bevindt zich de Zandkreekdijk, aan de westelijke zijde de Veerse Dam. Het waterpeil wordt met behulp van de Zandkreeksluis in de winter lager gehouden dan in de zomer, in verband met de afwatering van het omringende land. In het voorjaar is de waterkolom vanwege de slechte menging vaak gestratificeerd (zoutstratificatie). In combinatie met het bezinken

van organisch materiaal (bijvoorbeeld afstervende algenbloeien) kan zuurstofloosheid bij de bodem optreden, wat massale sterfte van bodemdieren tot gevolg kan hebben.

In figuur 5.3.3 is de ecotopenmondriaan voor het Veerse Meer weergegeven. Op het Veerse Meer is het deel van het ZES.1 van toepassing dat het stagnante brakke water omvat. De ecotopen zijn specifiek voor het Veerse Meer, omdat dat het enige stagnante brakke water is dat onder het ZES.1 valt. Omdat er geen getijverschil aanwezig is, zijn er geen litorale ecotopen. In het sublitoraal worden zeer diepe, diepe en ondiepe bodems onderscheiden. Het harde substraat bestaat uit steen/hout, er zijn voor zover bekend geen veenbanken aanwezig. In het supralitoraal wordt onderscheid gemaakt tussen oevers met een gesloten brakke vegetatie en een gesloten zoute vegetatie, en het supralitorale harde substraat (korstmossen) is een apart ecotoop. In de sublitorale zacht substraat ecotopen kunnen de eco-elementen zeegrasveld (ondiep), *Ruppia*-associatie (ondiep) en scheepswrak (alle dieptes) aanwezig zijn.

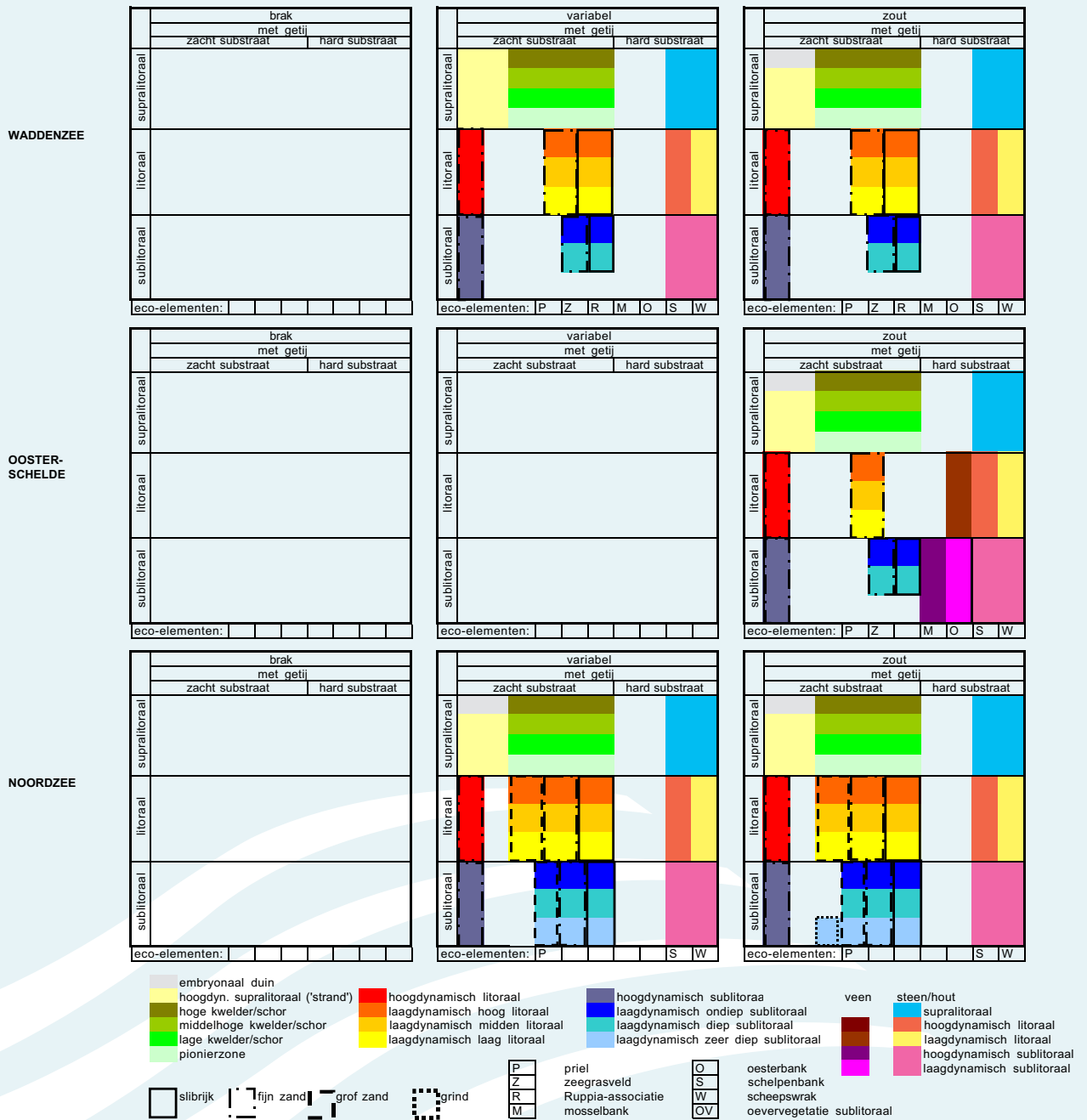
### **Kanaal door Zuid-Beveland**

In figuur 5.3.3 is de ecotopenmondriaan voor het Kanaal door Zuid-Beveland weergegeven. Hier komen alleen variabel brak/zoute ecotopen voor. In het kanaal is getijwerking aanwezig. Hard substraat in de vorm van steen en hout is sublitoraal, litoraal en supralitoraal aanwezig. Al het harde substraat is laagdynamisch. Er zijn geen veenbanken aanwezig. Het zachte substraat in het sublitoraal wordt onderverdeeld naar diepte (diep of ondiep) en naar sedimentsamenstelling (slibrijk of fijnzandig). Er zijn geen zacht substraat ecotopen in het litoraal en supralitoraal onderscheiden.

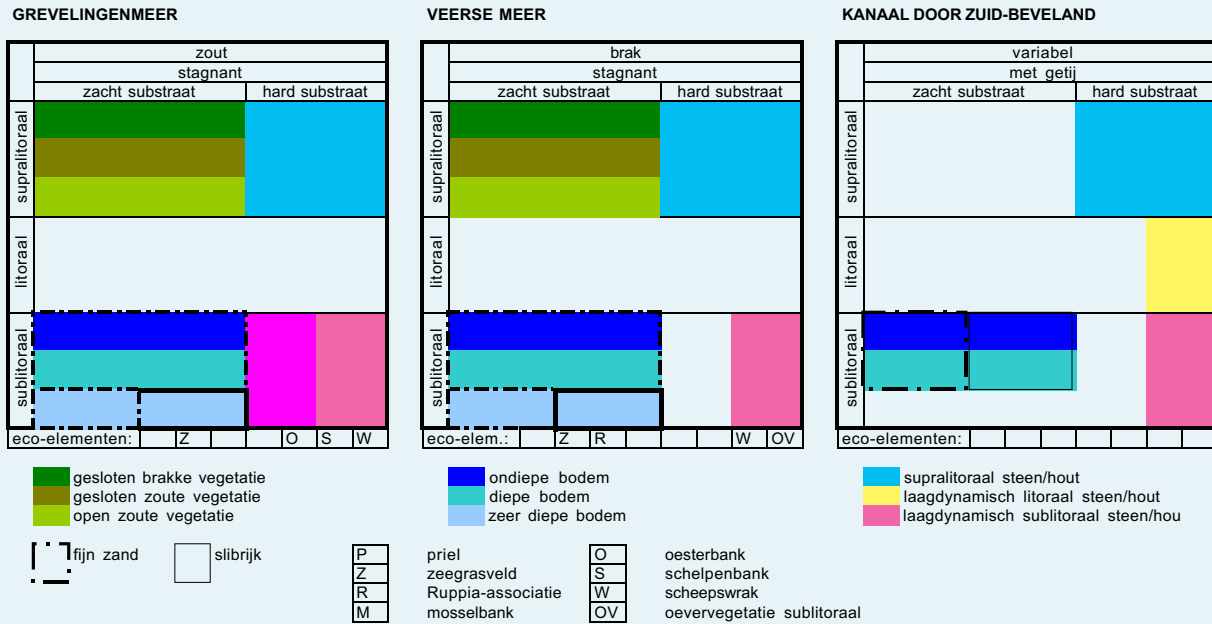


**Figuur 5.3.1**

De ecotopenmondiaren voor de Westerschelde, Eems-Dollard en de Noordrand (Nieuwe Waterweg, Caland-, Beer- en Hartelkanaal en de Nieuwe en Oude Maas). Leeg veld: ecotopen ontbreken in dit gebied.



**Figuur 5.3.2**  
De ecotopenmondrianen voor de Waddenzee en de Oosterschelde en de Noordzee.



**Figuur 5.3.3.**

De ecotopenmondrianen voor het Grevelingenmeer, het Veerse Meer en het Kanaal door Zuid-Beveland.

## 6 DE ECOLOGISCHE INHOUD VAN DE ECOTOPEN

### 6.1 ALGEMEEN

In de paragrafen 6.2 tot en met 6.5 wordt de ecologische inhoud van de ecotopen beschreven. In paragraaf 6.2 worden de ecotopen die in de Westerschelde, Eems-Dollard, Waddenzee, Oosterschelde en Nieuwe Waterweg voorkomen, behandeld. De beschrijving van de ecotopen in deze watersystemen is samengevoegd in één paragraaf, omdat in deze watersystemen veel overlap in het voorkomen van ecotopen aanwezig is (zie ook de ecotopenmondiën in paragraaf 5.4). De ecotopen in de Noordzee worden in een aparte paragraaf behandeld (paragraaf 6.3), omdat in de Noordzee ecotopen voorkomen die niet in de andere watersystemen aanwezig zijn. Ook de ecotopen die in het Grevelingenmeer en het Veerse Meer voorkomen worden beschreven in afzonderlijke paragrafen (respectievelijk 6.4 en 6.5), omdat op deze watersystemen specifieke onderdelen van het ecotopenstelsel van toepassing zijn (resp. zout en brak stagnant water).

De potentiële ecologische inhoud van de ecotopen wordt beschreven door eerst een algemene beschrijving te geven en vervolgens de in het ecotoop algemeen voorkomende soorten per groep (wieren, sponzen, wormen etc.) op te sommen in tabellen. Daarbij is aangegeven welke soorten doelsoorten zijn in het natuurbeleid van LNV, welke soorten op de nationale Rode Lijst voorkomen en op welke soorten de EU-Habitat- en Vogelrichtlijnen van toepassing zijn. Ook wordt in de tabellen het potentiële voorkomen van de diverse eco-elementen aangegeven. Een beschrijving van de levensgemeenschappen die voor kunnen komen op hard substraat in het litoraal is gegeven in bijlage 3 (naar Meijer & Waardenburg, 2002). De ecotopen met een zeer variabel zoutgehalte zijn wat betreft de beschrijving van de ecologische inhoud voorlopig opgenomen onder de brakke ecotopen.

De bronnen waar het meest gebruik van gemaakt is bij het beschrijven van de soorten per ecotoop zijn (per onderwerp op alfabetische volgorde):

hard substraat	Meijer & Waardenburg (2002)
zacht substraat	Craeymeersch (1999) (Westerschelde, Noordzee) Dankers et al. (2001) (zout) De Boer & Wolff (1996; brak) Dekker & De Bruin (2000; Waddenzee, Eems-Dollard) Essink et al. (1998) Gittenberger & Janssen (1998; zoetwater mollusken) Holtmann et al. (1996; Noordzee) Kranenborg & Backx (2001) Meire et al. (1991) (Westerschelde, Oosterschelde) Paalvast (1999) (estuariene organismen) Vos & Wolff (2001) (brak) Ysebaert (2000) (Westerschelde, Oosterschelde, Eems-Dollard)
vissen en garnalen	Elliott & Hemingway (2002) Hostens et al. (1996) Nijssen & De Groot (1987)
vogels en zeezoogdieren	Berrevoets et al. (2002) Dankers et al. (2001)
algemene soortinformatie	Campbell (1994) Hayward et al. (1999)

### 6.2 WESTERSCHELDE, EEMS-DOLLARD, NIEUWE WATERWEG, WADDENZEE EN OOSTERSCHELDE

#### 6.2.1 Hard substraat ecotopen in het sublitoraal

##### Hoogdynamische sublitorale veenbank in brak of variabel brak/zout water

Het ecotoop komt in elk geval voor in het oostelijke deel van de Westerschelde. Hier komen permanent onder water gelegen veenbanken voor in een hoogdynamische omgeving. De dynamiek is hoog vanwege de hoge stroomsnelheden. Hierdoor is wiergroei (vrijwel) niet mogelijk. Er is vrijwel niets bekend over het voorkomen van organismen op de permanent

onder water gelegen veenbanken in het oostelijke deel van de Westerschelde. De flora en fauna zal hoogst waarschijnlijk arm zijn aan soorten vanwege de hoge dynamiek en het brakke of variabel brak/zoute water. In principe zijn kenmerkende soorten voor veenbanken Boormosselen (*Petricola pholadiformis*, *Barnea candida*, *Zirfaea crispata*), die zich in het veen kunnen ingraven. Maar het is niet duidelijk in hoeverre deze soorten lagere zoutgehalten kunnen verdragen (tabel 6.2.1).

#### **Laagdynamisch sublitoraal steen/hout in brak of variabel brak/zout water**

Dit laagdynamische brakke of variabel brak/zoute ecotoop omvat het permanent onder water gelegen harde substraat langs de kusten/randen van bijvoorbeeld het oostelijke deel van de Westerschelde, de Eems-Dollard en de Nieuwe Waterweg, en is lokaal ook aanwezig in de Waddenzee. Het harde substraat bestaat voornamelijk uit (de permanent onder water gelegen delen van) dijkglooiingen, strekdammen en pieren. Het aantal soorten is lager dan in de zoute versie van het ecotoop. Omdat het doorzicht in de Nederlandse brakke (delen van) watersystemen zeer gering is, is wiergroei alleen mogelijk in de bovenste decimeters van het sublitoraal. Organismen die in het ecotoop kunnen voorkomen zijn Purperwier (*Porphyra umbilicalis*), hydroïedpoliepen, anemonen, strandkrabben, zeepokken en zakpijpen (bv Zeiker *Molgula manhattensis*). Het wel of niet voorkomen van organismen als anemonen en zakpijpen is echter sterk afhankelijk van de lokale omstandigheden, zoals de troebelheid van het water. In het ecotoop kunnen lokaties voorkomen met een nog geringere hydrodynamiek, zoals in haventjes en langs luwe zijden van pieren. Vanwege het incidentele karakter worden dergelijke beschutte lokaties niet als een apart ecotoop beschouwd.

#### **Hoogdynamische sublitorale veenbank in zout water**

Het ecotoop komt voor in het westelijke deel van de Westerschelde en in de kom van de Oosterschelde. De dynamiek is hoog vanwege de hoge stroomsnelheden. Hierdoor is wiergroei (vrijwel) niet mogelijk. Er is weinig bekend over het voorkomen van organismen op deze permanent onder water gelegen veenbanken. De flora en fauna zal hoogst waar-

schijnlijk arm zijn aan soorten vanwege de hoge dynamiek. Soorten die kenmerkend zijn voor veenbanken en zich waarschijnlijk wel kunnen handhaven onder hoogdynamische omstandigheden zijn de in het veen ingegraven Amerikaanse Boormossel (*Petricola pholadiformis*), Witte Boormossel (*Barnea candida*) en de Ruwe Boormossel (*Zirfaea crispata*).

#### **Laagdynamisch sublitoraal steen/hout in zout water**

Dit laagdynamische zoute ecotoop omvat het permanent onder water gelegen harde substraat langs de kusten/randen van bijvoorbeeld de Waddenzee, Oosterschelde en het westelijke deel van de Westerschelde, en is lokaal ook aanwezig langs de Noordzeekust (beschut gelegen lokaties, zie paragraaf 6.3). Het harde substraat bestaat voornamelijk uit (de permanent onder water gelegen delen van) dijkglooiingen, strekdammen en pieren. Het aantal soorten is hoger dan in de brakke en variabel brak/zoute versie van het ecotoop. Omdat het doorzicht in de meeste Nederlandse watersystemen zeer gering is, is wiergroei meestal alleen mogelijk in de bovenste decimeters van het sublitoraal. Ook het voorkomen van organismen als anemonen en zakpijpen is sterk afhankelijk van de troebelheid van het water. In de Oosterschelde is het water over het algemeen echter aanzienlijk helderder, en worden wieren aangetroffen tot een diepte van circa vijf meter onder de laagwaterlijn (Van Geldere & Vanalderweireldt, 1995). Naast wieren leven in het ecotoop sponzen, hydroïedpoliepen, anemonen, kreeftachtigen (bv Europese Zeekreeft *Homarus gammarus*, Strandkrab *Carcinus maenas*, zeepokken *Cirripedia*), zakpijpen, zeesterren en vissen (bv Botervis *Pholis gunnellus*, Vorskwab *Raniceps raninus*). Ook de Japanse Oester-gemeenschap (*Crassostrea gigas*) kan in het ecotoop voorkomen (zie bijlage 4). In het ecotoop kunnen lokaties voorkomen met een nog geringere hydrodynamiek, zoals in haventjes en langs luwe zijden van pieren. Vanwege het zeer lokale karakter worden dergelijke beschutte lokaties niet als een apart ecotoop beschouwd.

#### **Laagdynamische sublitorale veenbank in zout water**

Het ecotoop komt voor in de kom van de Oosterschelde. Het veen biedt voldoende houvast aan de meeste wieren en sessiele dieren die ook op

andere harde substraten voorkomen. Wieren die voorkomen op de veenbanken zijn bijvoorbeeld Vederwier (*Bryopsis plumosa*) en Zeesla (*Ulva lactuca*). Ook komen op het veen sponzen en anemonen voor. De overhangende grotachtige situaties bieden een onderkomen en beschutting aan bijvoorbeeld

kreeftachtigen en vissen (bv Vorskwab *Raniceps raninus*, Zeebaars *Dicentrarchus labrax*) (Meijer & Waardenburg, 2002). Kenmerkende soorten voor veenbanken zijn Boormosselen (*Petricola pholadiformis*).

HARD SUBSTRAAT ECOTOPEN IN HET SUBLITORAAL		hoogdynamische veenbank (brak of variabel brak/zout)			
		laagdynamisch steen/hout (brak of variabel brak/zout)			
GROEPEN	SOORTEN+	hoogdynamische veenbank (zout)			
		laagdynamisch steen/hout (zout)			
		laagdynamische veenbank (zout)			
wieren	Donker Buiswier ( <i>Polysiphonia nigra</i> )			x	x
	Iers Mos ( <i>Chondrus crispus</i> )			x	x
	Rood hoortjeswier ( <i>Ceramium rubrum</i> )			x	x
	Purperwier ( <i>Porphyra umbilicalis</i> )	x		x	x
	Tongwier ( <i>Hypoglossum hypoglossoides</i> )			x	x
	Vederwier ( <i>Bryopsis plumosa</i> )			x	x
	Zeesla ( <i>Ulva lactuca</i> )			x	x
sponzen	Broodspons ( <i>Halichondria panicea</i> )			x	x
	Geweispons ( <i>Haliclona oculata</i> )			x	x
hydroïed-poliepen	Campanulariidae	x		x	x
	Gorgelpijp ( <i>Tubularia larynx</i> )			x	x
	Haringgraat ( <i>Halecium halecium</i> )			x	x
	Ruwe Zeerasp ( <i>Hydractinea echinata</i> )			x	x
	Sertulariidae			x	x
	<i>Tubularia spp.</i>	x		x	x
anemonen	Golfbrekeranemoon ( <i>Diadumene cincta</i> )	x		x	x
	Paarde-anemoon ( <i>Actinea equina</i> )	x		x	x
	Slikanemoon ( <i>Sagartia troglodytes</i> )	x		x	x
	Wedueroos ( <i>Sagartiogeton undatus</i> )			x	x
	Zeeanjelier ( <i>Metridium senile</i> )			x	x
	Zeedahlia ( <i>Urticina felina</i> )	x		x	x
mollusken	Amerikaanse Boormossel ( <i>Petricola pholadiformis</i> )	x		x	x
	Japanse Oester ( <i>Crassostrea gigas</i> )			x	
	Muiltje ( <i>Crepidula fornicata</i> )		x	x	
	Ruwe Boormossel ( <i>Zirfaea crispata</i> )	x		x	x
	Witte Boormossel ( <i>Barnea candida</i> )	x		x	x
kreeftachtigen	Europese Zeekreeft ( <i>Homarus gammarus</i> )			x	x
	Spookkreeftje ( <i>Caprella linearis</i> )			x	x
	Strandkrab ( <i>Carcinus maenas</i> )	x		x	x
	Vlokreeften ( <i>Gammaridae</i> )	x			
	Zeepokken ( <i>Cirripedia</i> )		x	x	x
mosdiertjes	Harige Vliescelpoliep ( <i>Electra pilosa</i> )			x	x
stekelhuidigen	Gewone Zeester ( <i>Asterias rubens</i> )			x	x
manteldieren	Zeiker ( <i>Molgula manhattensis</i> )	x		x	x
vissen	Botervis ( <i>Pholis gunnellus</i> )			x	x
	Paling ( <i>Anguilla anguilla</i> )	x		x	x
	Vorskwab ( <i>Raniceps raninus</i> )			x	x
	Zeebaars ( <i>Dicentrarchus labrax</i> )			x	x
	Zeedonderpad ( <i>Myoxocephalus scorpius</i> )			x	x

Tabel 6.2.1.

De soortenlijst van de hard substraat ecotopen in het sublitoraal. DSt = doelsoort LNV; RL = soort op nationale Rode Lijst (beide uit Bal et al., 2001).

### 6.2.2 Hard substraat ecotopen in het litoraal en supralitoraal

#### Hoogdynamische litorale veenbank in brak of variabel brak/zout water

Het ecotoop omvat droogvallende veenbanken in brak of variabel brak/zout water. Droogvallende veenbanken komen voor zover bekend alleen voor in de Westerschelde. Er is weinig bekend over de voorkomende flora en fauna op veenbanken. In principe zijn kenmerkende soorten voor veenbanken Boormosselen (*Petricola pholadiformis*, *Barnea candida*, *Zirfaea crispata*), die zich in het veen kunnen ingraven, maar het is niet duidelijk in hoeverre deze soorten lagere zoutgehalten kunnen verdragen. Onder de hoogdynamische omstandigheden is weinig wiergroei mogelijk. Pioniersoorten als Darmwieren (*Enteromorpha spp.*) kunnen eventueel voorkomen.

#### Laagdynamisch litoraal steen/hout in brak of variabel brak/zout water

Het ecotoop omvat bijvoorbeeld het droogvallende harde substraat langs de kusten/randen van het oostelijke deel van de Westerschelde, de Eems-Dollard en de Nieuwe Waterweg. De golfdynamiek is vanwege de kortere strijklengte aanzienlijk lager dan langs de Noordzeekust. De variabel brak/zoute versie van het ecotoop komt lokaal ook voor in de Waddenzee en in de Noordzee (zie paragraaf 6.3). Het harde substraat bestaat voornamelijk uit dijkglooiingen (foto 6.2.1), havendammen en pieren. De ecologische inhoud lijkt op de zoute versie van het ecotoop, maar het aantal levensgemeenschappen en met name het aantal soorten is beperkter. Naast door het zoutgehalte wordt het aantal gemeenschappen en soorten sterk beïnvloed door de eigenschappen van het harde substraat (zoals het vochtvasthoudend vermogen) en door andere plaatselijke omgevingsfactoren (zoals helderheid, sedimentatie). De levensgemeenschappen die vaak in dit ecotoop worden aangetroffen zijn de Zeepok-Alikruik (*Cirripedia-Littorinidae*), Klein Darmwier (*Blidingia minima*), Darmwier (*Enteromorpha sp.*) en Blaaswier (*Fucus vesiculosus*) gemeenschappen (zie bijlage 3). Wanneer zich voor het harde substraat een geul of ondiepte bevindt, bevindt zich



Foto 6.2.1.

Laagdynamisch litoraal hard substraat. Een drooggevallen dijk-glooiing met een zone groenwieren en daaronder een zone bruinwieren.

hard substraat tussen de gemiddelde laagwaterlijn en de gemiddelde laagwaterlijn bij springtij (zie bijlage 3). Deze zone wordt de infralitorale rand genoemd. In het brakke water komt op de infralitorale rand in vergelijking tot in zout water slechts een beperkt aantal kleinere wiersoorten voor. Wanneer zich voor de dijkglooiing een slik of kwelder/schor bevindt, is de infralitorale rand niet aanwezig (zie bijlage 3) en komen deze kleinere wiersoorten niet voor. De Blaaswier (*Fucus vesiculosus*)-gemeenschap is dan ook hooguit marginaal aanwezig en ontbreekt meestal geheel. Droogvallend hard substraat op zeer beschut gelegen lokaties, zoals in havens, vallen ook onder dit ecotoop.

#### Hoogdynamische litorale veenbank in zout water

Droogvallende veenbanken in zout water vallen onder dit ecotoop (foto 6.2.2). Deze komen voor zover bekend alleen voor in de Westerschelde. Er is weinig bekend over de voorkomende flora en fauna op deze veenbanken. Soorten die kenmerkend zijn voor veenbanken, en zich waarschijnlijk kunnen handhaven onder hoogdynamische omstandigheden, zijn de in het veen ingegraven Amerikaanse Boormossel (*Petricola pholadiformis*), Witte Boormossel (*Barnea candida*) en de Ruwe Boormossel (*Zirfaea crispata*). Onder de hoogdynamische omstandigheden is weinig wiergroei mogelijk. Pioniersoorten als Darmwieren (*Enteromorpha spp.*) kunnen eventueel voorkomen.

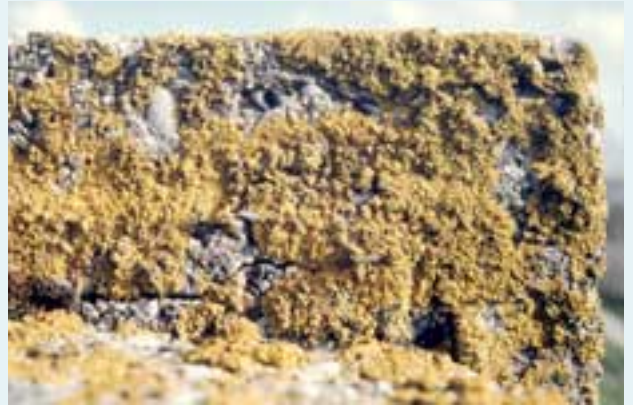




**Foto 6.2.2.**  
Een litorale veenbank in de Westerschelde.

#### Laagdynamisch litoraal steen/hout in zout water

Het ecotoop komt bijvoorbeeld voor langs de kusten/randen van de Waddenzee en de Oosterschelde. De golfdynamiek is vanwege de kortere strijklengte aanzienlijk lager dan langs de Noordzeekust. Het harde substraat bestaat voornamelijk uit dijkglooiingen, havendammen en pieren. Het aantal levensgemeenschappen en met name het aantal soorten is hoger dan in brak water. Naast door het zoutgehalte wordt het aantal gemeenschappen en soorten sterk beïnvloed door de eigenschappen van het harde substraat (zoals het vochtvasthoudend vermogen) en door andere plaatselijke omgevingsfactoren (zoals helderheid, sedimentatie). In de huidige situatie zijn de omstandigheden in de Oosterschelde zodanig dat zich hier de meest soortenrijke gemeenschappen kunnen ontwikkelen. De levensgemeenschappen die in het ecotoop kunnen voorkomen zijn de Zeepok-Alikruik (*Cirripedia-Littorinidae*), Klein darmwier (*Blidingia minima*), Darmwier (*Enteromorpha sp.*), Kleine zeeëik (*Fucus spiralis*), Blaaswier (*Fucus vesiculosus*) en Gezaagde Zeeëik (*Fucus serratus*) gemeenschappen. Ook de Japanse Oester-gemeenschap (*Crassostrea gigas*) kan aanwezig zijn. In de Oosterschelde wordt in het hogere deel van de getijdenzone soms de Groefwier (*Pelvetia canaliculata*) gemeenschap aangetroffen (zie bijlage 3). Wanneer zich voor het harde substraat een geul of ondiepte bevindt, bevindt zich hard substraat tussen de gemiddelde laagwaterlijn en de gemiddelde



**Foto 6.2.3.**  
Hard substraat (steen) boven de hoogwaterlijn met de kenmerkende korstmossen.

laagwaterlijn bij springtij (zie bijlage 3). Deze zone wordt de infralitorale rand genoemd. Op de infralitorale

rand kunnen diverse kleine groen-, bruin-, en roodwieren voorkomen. Wanneer zich voor het harde substraat een slik of kwelder/schor bevindt is de infralitorale rand met deze kleinere wieren niet aanwezig en ontbreekt de Blaaswier (*Fucus vesiculosus*) gemeenschap meestal geheel. Het zeer beschut gelegen harde substraat in bijvoorbeeld haventjes valt ook onder dit ecotoop. Op dergelijke beschutte lokaties komt vaak een brede zone met de Knotswier (*Ascophyllum nodosum*) gemeenschap voor.

#### Steen boven de hoogwaterlijn

Zowel langs brak als langs zout water komt op hard substraat boven de hoogwaterlijn vaak een kenmerkende geelkleurige Korstmos (*Lichenes*)-gemeenschap voor (foto 6.2.3). Deze gemeenschap kan echter ook grijs of zwart gekleurd zijn. Meestal wordt de Korstmos-gemeenschap aangetroffen op al het harde substraat dat boven de waterlijn aanwezig is. Het merendeel van de korstmossen behoort tot de geslachten *Caloplaca* en *Xanthoria*, welke geel van kleur zijn. Daarnaast komen soorten uit de geslachten *Verrucaria* en *Lecanora* voor, die respectievelijk zwart en grijs gekleurd zijn. Behalve korstmossen komen er nauwelijks andere soorten in de gemeenschap voor. Soms worden aan de onderzijde van de zone Klein Darmwier (*Blidingia minima*), Nieuwzeelandse Zeepok (*Elminius modestus*), Ruwe

Alikruik (*Littorina saxatilis*), Havenpissebed (*Ligia oceanica*) en het insect *Lipura maritima* aangetroffen. Onder de Korstmos-gemeenschap kan zich als een zwarte bandvormige zone een gemeenschap van de cyanobacterie *Entophysalis deusta* bevinden, welke voornamelijk uit deze ene cyanobacterie bestaat (Nienhuis, 1976). In het voorjaar kan op vrijwel dezelfde hoogte de groenwiegemeenschap van *Prasiola stipitata* voorkomen (Den Hartog, 1959).

#### Laagdynamische litorale veenbank in zout water

Droogvallende veenbanken in de Oosterschelde vallen onder dit ecotoop. Het betreft een ecotoop dat de laatste jaren aan het toenemen is als gevolg van de zandhonger in de Oosterschelde, waardoor het sediment op de veenbanken langzaam naar de geulen wordt afgevoerd. Van de levensgemeenschap is nog weinig bekend. Belangrijke soorten zijn waarschijnlijk vooral boormossels en groenwieren (darmwieren) en eventueel alikruiken op de wieren.

HARD SUBSTRAAT ECOTOPEN IN HET LITORAAL EN SUPRALITORAAL	hoogdynamische litorale veenbank (brak of variabel brak/zout)					
	laagdynamisch litoraal steen/hout (brak of variabel brak/zout)					
	hoogdynamische litorale veenbank (zout)					
	laagdynamisch litoraal steen/hout (zout)					
GEMEENSCHAPPEN (in grote lijnen van hoog naar laag in de getijdenzone)	steen boven de hoogwaterlijn					
	laagdynamisch veen zout					
Korstmos-gemeenschap ( <i>Lichenes</i> )					x	
Cyanobacterie-gemeenschap ( <i>Entophysalis deusta</i> )					x	
Groefwier-gemeenschap ( <i>Pelvetia canaliculata</i> )				x		Oosterschelde
Klein Darmwier-gemeenschap ( <i>Blidingia minima</i> )	x	x	x	x		x
Zeepok-Alikruik-gemeenschap ( <i>Cirripedia-Littorinidae</i> )		x		x		
Darmwier-gemeenschap ( <i>Enteromorpha compressa</i> , <i>E. intestinalis</i> )	x	x	x	x		x
Kleine Zeeëik-gemeenschap ( <i>Fucus spiralis</i> )				x		
Blaaswier-gemeenschap ( <i>Fucus vesiculosus</i> )		x		x		
Gezaagde Zeeëik-gemeenschap ( <i>Fucus serratus</i> )				x		
Knotswier-gemeenschap ( <i>Ascophyllum nodosum</i> )				x		
Soortenarme Mossel-gemeenschap ( <i>Mytilus edulis</i> )						
Zeepok-Alikruik-Japanse Oester-Mossel-gemeenschap						x
Japanse Oester-gemeenschap ( <i>Crassostrea gigas</i> )				x		x
Amerikaanse Boormossel ( <i>Petricola pholadiformis</i> )	x		x			x
Ruwe Boormossel ( <i>Zirfaea crispata</i> )	x		x			x
Witte Boormossel ( <i>Barnea candida</i> )	x		x			x

Tabel 6.2.2. De levensgemeenschappen van het litorale harde substraat (naar Meijer & Waardenburg, 2002).

#### 6.2.3 Zacht substraat ecotopen in het brakke en variabel brak/zout sublitoraal

##### Hoogdynamische fijnzandige bodem in brak of variabel brak/zout water

Het ecotoop omvat de getijdengeulen in het oostelijke deel van de Westerschelde en in de Dollard en de vaarweg in de Nieuwe Waterweg. De dynamiek in dit sublitorale ecotoop is hoog vanwege de hoge lineaire stroomsnelheden. Het ecotoop wordt niet verder

onderverdeeld naar diepte, omdat aangenomen wordt dat de hydrodynamiek en de sedimentsamenstelling bepalender zijn voor het voorkomen van organismen. Er wordt onderscheid gemaakt met de slibrijke versie van dit ecotoop vanwege de cohesieve eigenschappen van een slibrijke bodem. Een zandige bodem wordt sneller in beweging gebracht door een sterke stroming. De bodem van de getijdengeulen is

tot op zekere diepte continu in beweging door de hoge stroomsnelheden. Er zijn maar weinig bodemdieren die zich in dergelijke omstandigheden kunnen handhaven. De aantallen bodemdieren, de biomassa en de soortdiversiteit zijn zeer laag (tabel 6.2.3). Kenmerkende soorten zijn de Agaatpissebed (*Eurydice pulchra*), het Kniksprietkreeftje (*Bathyporeia* sp.) en de amphipode *Haustorius arenarius* (Ysebaert, 2000). Het sublitoraal in het oostelijke deel van de Westerschelde is belangrijk voor het opgroeien van diverse juveniele (plat-)vissen (Hostens et al., 1996).

#### Hoogdynamische slibrijke bodem in brak of variabel brak/zout water

Dit ecotoop komt in elk geval voor in de Westerschelde en waarschijnlijk ook in de Eems-Dollard. De dynamiek in dit sublitorale ecotoop is hoog vanwege de hoge lineaire stroomsnelheden. Het ecotoop wordt niet verder onderverdeeld naar diepte, omdat aangenomen wordt dat de hydrodynamiek en de sedimentsamenstelling bepalender zijn voor het voorkomen van organismen. Er wordt onderscheid gemaakt met de zandige versie van dit ecotoop vanwege de cohesieve eigenschappen van een slibrijke bodem, waardoor deze minder snel in beweging wordt gebracht. De bodemdierdichtheden, biomassa en diversiteit zijn laag vanwege de hoge dynamiek, maar zijn hoger dan in de zandige versie van het ecotoop. Bodemdiersoorten die zich in dit ecotoop kunnen handhaven zijn de worm *Polydora ligERICA*, de Rode Draadworm (*Heteromastus filiformis*), de Zeeduizendpoot (*Nereis* sp.) en de Slijkgarnaal (*Corophium volutator*). Het sublitoraal in het oostelijke deel van de Westerschelde is belangrijk voor het opgroeien van diverse juveniele (plat-)vissen (Hostens et al., 1996).

#### Laagdynamische diepe slibrijke bodem in brak of variabel brak/zout water

Het ecotoop komt bijvoorbeeld voor in het oostelijke deel van de Westerschelde en in de Eems-Dollard. De bodem ligt dieper dan vijf meter onder de laagwaterlijn. De dynamiek in dit sublitorale ecotoop is laag vanwege de lage stroomsnelheden. Bij zeer lage stroomsnelheden en sterke consolidatie van het slib kan vlak onder het sedimentoppervlak al zuurstofloos sediment ontstaan. De soortenrijkdom is lager

dan in de zoute versie van dit ecotoop. Voorbeelden van bodemdiersoorten die een voorkeur hebben voor slibrijk sediment zijn de Slijkgarnaal (*Corophium volutator*) en de Zeeduizendpoot (*Nereis* sp.). Oligochaeten kunnen qua dichtheden in dit ecotoop een belangrijke groep vormen. Typische soorten voor het brakke water zijn de worm *Polydora ligERICA* en de Brakwatersteurgarnaal *Palaemonetes varians*. Ook het tweekleppige Nonnetje *Macoma balthica* kan zich goed in brak water handhaven (Ysebaert, 2000).

#### Laagdynamische diepe fijnzandige bodem in brak of variabel brak/zout water

Het ecotoop komt bijvoorbeeld voor in het oostelijke deel van de Westerschelde, in de Eems-Dollard en de Nieuwe Waterweg. De bodem ligt dieper dan vijf meter onder de laagwaterlijn. De dynamiek in dit sublitorale ecotoop is laag vanwege de lage stroomsnelheden. De soortenrijkdom is lager dan in de zoute versie van dit ecotoop. Voorbeelden van bodemdiersoorten die een voorkeur hebben voor zandig sediment zijn het Kniksprietkreeftje (*Bathyporeia* sp.) en de Gewone Garnaal (*Crangon crangon*). Typische soorten voor het brakke water zijn de worm *Polydora ligERICA* en de Brakwatersteurgarnaal *Palaemonetes varians*. Ook het tweekleppige Nonnetje *Macoma balthica* kan zich goed in brak water handhaven.

#### Laagdynamische ondiepe slibrijke bodem in brak of variabel brak/zout water

Het ecotoop komt bijvoorbeeld voor in het oostelijke deel van de Westerschelde en in de Eems-Dollard. De bodem ligt minder diep dan vijf meter onder de laagwaterlijn. De dynamiek in dit sublitorale ecotoop is laag vanwege de lage stroomsnelheden. Bij zeer lage stroomsnelheden en sterke consolidatie van het slib kan vlak onder het sedimentoppervlak al zuurstofloos sediment ontstaan. De soortenrijkdom is lager dan in de zoute versie van het ecotoop. Voorbeelden van bodemdiersoorten die een voorkeur hebben voor slibrijk sediment zijn de Slijkgarnaal (*Corophium volutator*) en de Zeeduizendpoot (*Nereis* sp.). Oligochaeten kunnen qua dichtheden in dit ecotoop een belangrijke groep vormen (Ysebaert, 2000). Typische soorten voor het brakke water zijn de worm *Polydora ligERICA* en de

ZACHT SUBSTRAAT ECOTOPEN BRAK EN VARIABEL BRAK/ZOUT SUBLITORAAL		hoogdynamische fijnzandige bodem					
		hoogdynamische slibrijke bodem					
		laagdynamisch diep slibrijk					
		laagdynamisch diep fijnzandig					
GROEPEN	SOORTEN	laagdynamisch ondiep slibrijk					
		laagdynamisch ondiep fijnzandig					
oligochaeten	<i>Limnodrilus claparedianus</i>			x		x	
	<i>Limnodrilus hoffmeisteri</i>			x		x	
	<i>Limnodrilus udekemianus</i>			x		x	
	<i>Tubifex costatus</i>			x		x	
	<i>Tubifex tubifex</i>			x		x	
wormen	<i>Paranais litoralis</i>			x	x	x	x
	<i>Polydora ligERICA</i>	x	x	x	x	x	x
	Rode Draadworm ( <i>Heteromastus filiformis</i> )		x	x	x	x	x
	Zeeduizendpoot ( <i>Nereis spp.</i> )	x	x	x	x	x	x
mollusken	Nonnetje ( <i>Macoma balthica</i> )			x	x	x	x
kreeftachtigen	aasgarnaaltje ( <i>Mesopodopsis slabberi</i> )				x		x
	aasgarnaaltje ( <i>Neomysis integer</i> )	x					
	Agaatpissebed ( <i>Eurydice pulchra</i> )	x					
	amphipode ( <i>Haustorius arenarius</i> )	x					
	Brakwatersteurgarnaal ( <i>Palaemonetes varians</i> )			x	x	x	x
	Gewone Garnaal ( <i>Crangon crangon</i> )	x			x		x
	Gewone Zeepissebed ( <i>Idotea chelipes</i> )				x	x	x
	Kniksprietkreeftje ( <i>Bathyporeia sp.</i> )	x			x		x
	Slijkarnaal ( <i>Corophium volutator</i> )		x	x		x	
	zeepissebed ( <i>Idotea granulosa</i> )			x	x	x	x
vissen	Bot ( <i>Platichthys flesus</i> )	x	x	x	x	x	x
	Brakwatergrondel ( <i>Pomatoschistus microps</i> )	x			x		x
	Grondels ( <i>Gobiidae</i> )	x	x	x	x	x	x
	Haring ( <i>Clupea harengus</i> )	x	x	x	x	x	x
	Kleine Zeenaald ( <i>Syngnathus rostellatus</i> )	x	x	x	x	x	x
	Schar ( <i>Limanda limanda</i> )	x	x	x	x	x	x
	Schol ( <i>Pleuronectes platessa</i> )	x	x	x	x	x	x
	Slakdolf ( <i>Liparis liparis</i> )	x	x	x	x	x	x
	Spiering ( <i>Osmerus eperlanus</i> )	x	x	x	x	x	x
	Sprot ( <i>Sprattus sprattus</i> )	x	x	x	x	x	x
	Steenbolk ( <i>Trisopterus luscus</i> )	x	x	x	x	x	x
vogels	Aalscholver ( <i>Phalacrocorax carbo</i> )	x	x	x	x	x	x
	Fuut ( <i>Podiceps cristatus</i> )	x	x	x	x	x	x
	Middelste Zaagbek ( <i>Mergus serrator</i> )			x	x	x	x
	Toppereend ( <i>Aythya marila</i> )			x	x	x	x
	Visdief ( <i>Sterna hirundo</i> )	x	x	x	x	x	x
eco-elementen	Zeegrasveld ( <i>Zostera marina, Z. noltii</i> )					x	x

**Tabel 6.2.3.** De soortenlijst van de zacht substraat ecotopen in het brakke en variabel brak/zoute sublitoraal. DS = doelsoort LNV; VR = soort in EU-Vogelrichtlijn (appendix 1); RL = soort op nationale Rode Lijst (alle uit Bap et al., 2001)

Brakwatersteurgarnaal *Palaemonetes varians*. Ook het tweekleppige Nonnetje *Macoma balthica* kan zich goed in brak water handhaven. Verschillen met de diepe versie van het ecotoop zijn de kinderkamerfunctie en de functie voor getijmigreerders (zie paragraaf 4.5) en de potentiële aanwezigheid van Zeegrasvelden (*Zostera marina*) (eco-element).

#### **Laagdynamische ondiepe fijnzandige bodem in brak of variabel brak/zout water**

Het ecotoop komt bijvoorbeeld voor in het oostelijke deel van de Westerschelde, in de Eems-Dollard en de Nieuwe Waterweg. De bodem ligt minder diep dan vijf meter onder de laagwaterlijn. De dynamiek in dit sublitorale ecotoop is laag vanwege de lage stroomsnelheden. De soortenrijkdom is lager dan in de zoute versie van dit ecotoop. Voorbeelden van bodemdiersoorten die een voorkeur hebben voor zandig sediment zijn het Kniksprietkreeftje (*Bathyporeia* sp.) en de Gewone Garnaal (*Crangon crangon*). Typische soorten voor het brakke water zijn de worm *Polydora ligERICA* en de Brakwatersteurgarnaal *Palaemonetes varians*. Ook het tweekleppige Nonnetje *Macoma balthica* kan zich goed in brak water handhaven. Verschillen met de diepe versie van het ecotoop zijn de kinderkamerfunctie en de functie voor getijmigreerders (zie paragraaf 4.5) en de potentiële aanwezigheid van Zeegrasvelden (*Zostera marina*) (eco-element).

#### **6.2.4 Zachte substraat ecotopen in het zoute sublitoraal**

##### **Hoogdynamische fijnzandige bodem in zout water**

De hoge dynamiek in dit sublitorale ecotoop wordt veroorzaakt door de hoge lineaire stroomsnelheden. Het ecotoop omvat diepe en minder diepe zoute getijdengeulen in de Waddenzee, Oosterschelde en in het westelijke deel van de Westerschelde. Ook de brandingszone langs de Noordzeekust valt onder dit ecotoop, maar hier wordt de hoge dynamiek veroorzaakt door de sterke mate van golfwerking (zie paragraaf 6.3). Het ecotoop wordt niet verder onderverdeeld naar diepte, omdat aangenomen wordt dat de hydrodynamiek en de sedimentsamenstelling bepalender zijn voor het voorkomen van organismen. Er wordt onderscheid gemaakt met de slibrijke versie

van dit ecotoop vanwege de cohesieve eigenschappen van een slibrijke bodem. Een zandige bodem wordt sneller in beweging gebracht door een sterke stroming. Sediment in getijdengeulen bestaat voornamelijk uit grover zand. Doordat de bodem tot op zekere diepte continu in beweging is, is er weinig bodemdierleven mogelijk. De aantallen bodemdieren, de biomassa en de soortdiversiteit zijn laag. Soms is de biomassa hoog door de aanwezigheid van mollusken uit bijvoorbeeld de geslachten *Ensis* (zwaardscheden) en *Spisula* (strandschelpen). Typische soorten voor dit hoogdynamische ecotoop zijn de Agaatpissebed (*Eurydice pulchra*) en de Gemshoornworm (*Scolelepis squamata*) (tabel 6.2.4). Het water in de geulen is een belangrijk transportmiddel voor zowel volwassen bodemdieren en vissen, als voor hun larven (Creutzberg, 1978; Dankers & Binsbergen, 1984; Hostens et al., 1996).

##### **Hoogdynamische slibrijke bodem in zout water**

De dynamiek in dit sublitorale ecotoop is hoog vanwege de hoge lineaire stroomsnelheden. Het ecotoop wordt niet verder onderverdeeld naar diepte, omdat aangenomen wordt dat de hydrodynamiek en de sedimentsamenstelling bepalender zijn voor het voorkomen van organismen. Er wordt onderscheid gemaakt met de zandige versie van dit ecotoop vanwege de cohesieve eigenschappen van een slibrijke bodem, waardoor deze minder snel in beweging wordt gebracht. Het ecotoop komt voor in het westelijke deel van de Westerschelde. De bodemdierdichtheden, biomassa en diversiteit zijn laag vanwege de hoge dynamiek, maar zijn hoger dan in de zandige versie van het ecotoop. Bodemdiersoorten die zich in dit ecotoop kunnen handhaven zijn de Rode Draadworm (*Heteromastus filiformis*), de Zeeduizendpoot (*Nereis* sp.) en de Slijkgarnaal (*Corophium volutator*).

##### **Laagdynamische diepe slibrijke bodem in zout water**

Het ecotoop komt voor in de Waddenzee, Oosterschelde en in het westelijke deel van de Westerschelde. De bodem ligt dieper dan vijf meter onder de laagwaterlijn. De dynamiek in dit sublitorale ecotoop is laag vanwege de lage stroomsnelheden. Bij zeer lage stroomsnelheden en sterke consolidatie van het slib kan vlak onder het sedimentop-

pervlak al zuurstofloos sediment ontstaan. De soortenrijkdom is hoger dan in de brakke versie van dit ecotoop. Voorbeelden van bodemdiersoorten die een voorkeur hebben voor slibrijk sediment zijn de Slijkgarnaal (*Corophium volutator*) en de Zeeduizendpoot (*Nereis sp.*).

#### **Laagdynamische diepe fijnzandige bodem in zout water**

Het ecotoop komt voor in de Waddenzee, Oosterschelde en in het westelijke deel van de Westerschelde. De bodem ligt dieper dan vijf meter onder de laagwaterlijn. De dynamiek in dit sublitorale ecotoop is laag vanwege de lage stroomsnelheden. De soortenrijkdom is hoger dan in de brakke versie van dit ecotoop. Voorbeelden van bodemdiersoorten die een voorkeur hebben voor zandig sediment zijn het Kniksprietkreeftje (*Bathyporeia sp.*) en de Gewone Garnaal (*Crangon crangon*).

#### **Laagdynamische ondiepe slibrijke bodem in zout water**

Het ecotoop komt voor in de Waddenzee, Oosterschelde en in het westelijke deel van de Westerschelde. De bodem ligt minder diep dan vijf meter onder de laagwaterlijn. De dynamiek in dit sublitorale ecotoop is laag vanwege de lage stroomsnelheden. Bij zeer lage stroomsnelheden en sterke consolidatie van het slib kan vlak onder het sedimentoppervlak al zuurstofloos sediment ontstaan. De soortenrijkdom is hoger dan in de brakke versie van dit ecotoop. Voorbeelden van bodemdiersoorten die een voorkeur hebben voor slibrijk sediment zijn de Slijkgarnaal (*Corophium volutator*) en de Zeeduizendpoot (*Nereis sp.*). De bodemdiersoorten in ondiepe sublitorale gebieden vertonen op de meeste plaatsen een vrij grote overeenkomst met de bodemdiersoorten in het nabijgelegen litoraal. De aantallen organismen, de biomassa en de soortdiversiteit zijn vrij hoog, maar over het algemeen lager dan in het litoraal (Beukema, 1976; Ysebaert, 2000). Het ecotoop is belangrijk voor bepaalde soorten vissen en kreeftachtigen waarvan zowel de juvenielen als de adulten met hoog water naar de platen trekken en met laag water in het ondiepe litoraal verblijven (getijmigreerders). Voorbeelden van dergelijke soorten zijn de Schol (*Pleuronectes platessa*) (Kuipers, 1973) en de Gewone Garnaal (*Crangon*

*crangon*) (Janssen & Kuipers, 1980). In het ecotoop kunnen Mosselbanken (*Mytilus edulis*), Oesterbanken (*Crassostrea gigas*) en Zeegrasvelden (*Zostera marina*, *Z. noltii*) voorkomen (eco-elementen).

#### **Laagdynamische ondiepe fijnzandige bodem in zout water**

Het ecotoop komt voor in de Waddenzee, Oosterschelde en in het westelijke deel van de Westerschelde. De bodem ligt minder diep dan vijf meter onder de laagwaterlijn. De dynamiek in dit sublitorale ecotoop is laag vanwege de lage stroomsnelheden. De soortenrijkdom is hoger dan in de brakke versie van dit ecotoop. Voorbeelden van bodemdiersoorten die een voorkeur hebben voor zandig sediment zijn het Kniksprietkreeftje (*Bathyporeia sp.*) en de Gewone Garnaal (*Crangon crangon*). De bodemdiersoorten in ondiepe sublitorale gebieden vertonen op de meeste plaatsen een vrij grote overeenkomst met de bodemdiersoorten in het nabijgelegen litoraal. De aantallen organismen, de biomassa en de soortdiversiteit zijn vrij hoog, maar over het algemeen lager dan in het litoraal (Beukema, 1976; Ysebaert, 2000). Het ecotoop is belangrijk voor bepaalde soorten vissen en kreeftachtigen waarvan zowel de juvenielen als de adulten met hoog water naar de platen trekken en met laag water in het ondiepe litoraal verblijven (getijmigreerders). Voorbeelden van dergelijke soorten zijn de Schol (*Pleuronectes platessa*) (Kuipers, 1973) en de Gewone Garnaal (*Crangon crangon*) (Janssen & Kuipers, 1980). In het ecotoop kunnen Mosselbanken (*Mytilus edulis*), Oesterbanken (*Crassostrea gigas*) en Zeegrasvelden (*Zostera marina*, *Z. noltii*) voorkomen (eco-elementen). Een deel van het ondiepe zandige sublitoraal in de Waddenzee en de Oosterschelde wordt gebruikt als kweekgebied voor mosselen. De mosselen worden gekweekt op permanent onder water staande kweekpercelen. Het voor de kweek benodigde mosselzaad wordt opgevisst van de wilde sublitorale mosselbanken in de Waddenzee. In de Oosterschelde zijn delen van het zandige ondiepe sublitoraal ook in gebruik voor de oestercultuur.

ZACHT SUBSTRAAT ECOTOPEN IN HET ZOUTE SUBLITORAAL		hoogdynamische fijnzandige bodem					
		hoogdynamische slibrijke bodem					
		laagdynamisch diep slibrijk					
		laagdynamisch diep fijnzandig					
GROEPEN	SOORTEN	laagdynamisch ondiep slibrijk					
		laagdynamisch ondiep fijnzandig					
wormen	<i>Anaitides groenlandica</i>	x					
	<i>Anaitides maculata</i>		x	x		x	
	<i>Aricidea minuta</i>		x	x	x	x	x
	Gemshoornworm ( <i>Scolecopsis squamata</i> )	x					
	Groengele Wadworm ( <i>Eteone longa</i> )		x	x	x	x	x
	<i>Harmothoe</i> sp.		x	x	x	x	x
	<i>Ophelia</i> spp.	x					
	<i>Pygospio elegans</i>		x	x	x	x	x
	Rode Draadworm ( <i>Heteromastus filiformis</i> )		x	x	x	x	x
	<i>Spio</i> spp.	x					
	<i>Tharyx marioni</i>		x	x		x	
	Wadpier ( <i>Arenicola marina</i> )						x
	Zandzagers ( <i>Nephtys cirrosa</i> , <i>N. longoseta</i> )	x			x		x
	Zandzagers ( <i>Nephtys hombergii</i> , <i>N. caeca</i> )		x	x		x	
Zeeduizendpoot ( <i>Nereis</i> spp.)		x	x		x		
mollusken	Dunschalen ( <i>Abra</i> spp.)	x					
	Kokkel ( <i>Cerastoderma edule</i> )			x	x	x	x
	Nonnetje ( <i>Macoma balthica</i> )			x	x	x	x
	Strandschelpen ( <i>Spisula</i> spp.)	x					
	Tapijtschelp ( <i>Venerupis pullastra</i> )	x					
	Tweetandschelpje ( <i>Mysella bidentata</i> )				x		x
	Zwaardscheden ( <i>Ensis</i> spp.)	x					
kreeftachtigen	aasgarnaaltje ( <i>Gastrosaccus spinifer</i> )	x					
	aasgarnaaltje ( <i>Schistomysis spiritus</i> )	x					
	aasgarnaaltje ( <i>Schistomysis kervillei</i> )	x					
	Agaatpissebed ( <i>Eurydice pulchra</i> )	x					
	amphipode ( <i>Haustorius arenarius</i> )	x					
	Gewone Garnaal ( <i>Crangon crangon</i> )				x		x
	Kniksprietkreeftje ( <i>Bathyporeia</i> sp.)	x			x		x
	Slijkgarnaal ( <i>Corophium volutator</i> )		x	x		x	
	Strandkrab ( <i>Carcinus maenas</i> )			x	x	x	x
vissen	Bot ( <i>Platichthys flesus</i> )	x	x	x	x	x	x
	Botervis ( <i>Pholis gunnellus</i> )		x	x	x	x	x
	Diklipharder ( <i>Chelon labrosus</i> )	x	x	x	x	x	x
	Geep ( <i>Belone belone</i> )	x					
	Grondels ( <i>Gobiidae</i> )	x	x	x	x	x	x
	Kleine Zeenaald ( <i>Syngnathus rostellatus</i> )			x	x	x	x
	Puitaal ( <i>Zoarces viviparus</i> )			x	x	x	x
	Schol ( <i>Pleuronectes platessa</i> )	x	x	x	x	x	x
	Schar ( <i>Limanda limanda</i> )	x	x	x	x	x	x
	Slakdolf ( <i>Liparis liparis</i> )	x	x	x	x	x	x
	Sprot ( <i>Sprattus sprattus</i> )	x	x	x	x	x	x
	Tong ( <i>Solea solea</i> )	x	x	x	x	x	x
	Vijfdradige Meun ( <i>Ciliata mustela</i> )			x	x	x	x
	Wijting ( <i>Merlangius merlangus</i> )	x	x				
Zandspiering ( <i>Ammodytes</i> sp.)	x	x					

Tabel 6.2.4.

De soortenlijst van de zacht substraat ecotopen in het zoute sublitoraal. DS = doelsoort LNV; VR = soort in EU-Vogelrichtlijn (appendix 1); HR2 = soort in EU-Habitatrichtlijn (appendix 2); RL = soort op nationale Rode Lijst (alle uit Bal et al., 2001).

vogels	Aalscholver ( <i>Phalacrocorax carbo</i> )	x	x	x	x	x	x	DS
	Dwergstern ( <i>Sterna albifrons</i> )	x	x	x	x	x	x	DS, VR, RL
	Eidereend ( <i>Somateria mollissima</i> )			x	x	x	x	DS, RL
	Fuut ( <i>Podiceps cristatus</i> )	x	x	x	x	x	x	
	Grote Stern ( <i>Sterna sandvicensis</i> )	x	x	x	x	x	x	DS, VR, RL
	Middelste Zaagbek ( <i>Mergus serrator</i> )			x	x	x	x	
	Toppereend ( <i>Aythya marila</i> )			x	x	x	x	DS
	Visdief ( <i>Sterna hirundo</i> )	x	x	x	x	x	x	DS, VR, RL
zoogdieren	Gewone Zeehond ( <i>Phoca vitulina</i> )	x	x	x	x	x	x	DS, HR2, RL
	Grijze Zeehond ( <i>Halichoerus grypus</i> )	x	x	x	x	x	x	DS, HR2, RL
eco-elementen	Mosselbank ( <i>Mytilus edulis</i> )					x	x	
	Oesterbank ( <i>Crassostrea gigas</i> )					x	x	
	Zeegrasveld ( <i>Zostera marina</i> , <i>Z. noltii</i> )					x	x	DS, RL

### 6.2.5 Zacht substraat ecotopen in het brakke litoraal

#### Hoogdynamisch fijnzandig litoraal in brak of variabel brak/zout water

Het ecotoop omvat droogvallende hoogdynamische zandige bodems in bijvoorbeeld het oostelijke deel van de Westerschelde en in de Eems-Dollard. De hoge dynamiek in dit litorale ecotoop kan veroorzaakt worden door een hoge mate van golfwerking (hoge orbitaalsnelheid) of door hoge lineaire stroomsnelheden. Het ecotoop wordt niet verder onderverdeeld naar overspoelingsduur (gerelateerd aan de hoogteligging), omdat de hydrodynamiek en de sedimentsamenstelling bepalender geacht worden voor het voorkomen van bodemdieren. Een zandige bodem wordt in veel sterkere mate in beweging gebracht dan een slibrijke bodem, vanwege de consolidatie van het slib en de eventueel aanwezige diatomeeënlaag op het sediment. In de Westerschelde wordt de hoge dynamiek in het litoraal voornamelijk veroorzaakt door de hoge stroomsnelheden. Hier wordt het ecotoop vaak gekenmerkt door de zogenaamde megaribbels op de zandplaten (foto 4.4.1). Doordat in het ecotoop de bodem tot een relatief grote diepte continu in beweging is, is de bodemfauna zeer arm. De bodemfauna wordt nagenoeg gedomineerd door het Kniksprietkreeftje (*Bathyporeia sp.*). Kenmerkende soorten zijn de amphipode *Haustorius arenarius* en de Agaatpissebed (*Eurydice pulchra*) (Ysebaert, 2000) (tabel 6.2.5).

Schelpdieren komen vanwege de hoge dynamiek in dit ecotoop vrijwel niet voor.

#### Hoogdynamisch slibrijk litoraal in brak of variabel brak/zout water

Het ecotoop omvat droogvallende hoogdynamische slibrijke bodems die bijvoorbeeld voorkomen in het oostelijke deel van de Westerschelde en misschien ook in de Eems-Dollard. De hoge dynamiek in dit litorale ecotoop kan veroorzaakt worden door een hoge mate van golfwerking (hoge orbitaalsnelheid) of door hoge lineaire stroomsnelheden. Het ecotoop wordt niet verder onderverdeeld naar overspoelingsduur (gerelateerd aan de hoogteligging), omdat de hydrodynamiek en de sedimentsamenstelling bepalender geacht worden voor het voorkomen van bodemdieren. Door de consolidatie van het slib en de eventueel aanwezige diatomeeënlaag op het sediment wordt de bodem minder omgewoeld dan in het hoogdynamische zandige litoraal. Het aantal soorten bodemdieren, de dichtheden en de biomassa zijn laag, maar hoger dan in de zandige versie van het ecotoop.

#### Laagdynamisch slibrijk laag litoraal in brak of variabel brak/zout water

Het ecotoop omvat laagdynamische slibrijke bodems in het litoraal, die meer dan 75% van het getij onder water staan. Dit brakke of variabel brak/zoute ecotoop komt bijvoorbeeld voor in het oostelijke deel van de Westerschelde en in de Eems-



Dollard. Bij een zeer lage dynamiek en sterke consolidatie van het slib kan weinig zuurstof in het sediment doordringen en ontstaat dicht onder de oppervlakte al zuurstofloos sediment. Zeer slibrijke bodems worden gekenmerkt door een vrij arme bodem- en vogelfauna. Vooral onder geëutrofeerde omstandigheden komen in het ecotoop veel oligochaeten en weinig andere soorten voor. Soorten in het ecotoop die een voorkeur hebben voor een slibrijk sediment zijn bijvoorbeeld de wormen *Manayunkia aestuarina* en *Marenzelleria viridis*. Typische soorten voor het brakke water zijn bijvoorbeeld het Opgezwollen Wadslakje (*Hydrobia ventrosa*) en de Brakwaterpissebed (*Cyathura carinata*). In het ecotoop kunnen prielen voorkomen (eco-element).

#### **Laagdynamisch fijnzandig laag litoraal in brak of variabel brak/zout water**

Het ecotoop omvat laagdynamische droogvallende zandbodems, die meer dan 75% van het getij onder water staan. Dit brakke of variabel brak/zoute ecotoop komt bijvoorbeeld voor in het oostelijke deel van de Westerschelde, in de Eems-Dollard en in de Nieuwe Waterweg. Vergeleken met de zoute versie van dit ecotoop komen er weinig soorten voor en is de dichtheid en de biomassa laag. Voorbeelden van soorten die in het ecotoop voorkomen en een voorkeur hebben voor zandig sediment zijn de aasgarnalen *Mesopodopsis slabberi* en *Neomysis integer*. In het ecotoop foerageren steltlopers (zoals Kluten *Recurvirostra avosetta*) en eenden (zoals Bergeend *Tadorna tadorna*). In het ecotoop kunnen prielen voorkomen (eco-element).

#### **Laagdynamisch slibrijk middelhoog litoraal in brak of variabel brak/zout water**

Het ecotoop omvat droogvallende laagdynamische slibrijke bodems, die tussen 75% en 25% van het getij onder water staan. Dit brakke of variabel brak/zoute ecotoop komt bijvoorbeeld voor in het oostelijke deel van de Westerschelde en in de Eems-Dollard. De biomassa aan bodemdieren is vaak hoger dan in het lage litoraal. Vergeleken met de zoute versie van dit ecotoop komen er echter weinig soorten voor en is de dichtheid en de biomassa laag. Bij een zeer lage dynamiek en sterke consolidatie van het slib kan weinig zuurstof in het sediment door-

dringen en ontstaat dicht onder de oppervlakte al zuurstofloos sediment. Zeer slibrijke bodems worden gekenmerkt door een vrij arme bodem- en vogelfauna. Vooral onder geëutrofeerde omstandigheden komen in het ecotoop veel oligochaeten en weinig andere soorten voor. Soorten in het ecotoop die een voorkeur hebben voor een slibrijk sediment zijn bijvoorbeeld de wormen *Manayunkia aestuarina* en *Marenzelleria viridis*. Typische soorten voor het brakke water zijn bijvoorbeeld het Opgezwollen Wadslakje (*Hydrobia ventrosa*) en de Brakwaterpissebed (*Cyathura carinata*). In het ecotoop kunnen prielen en Zeegrassvelden (*Zostera marina*, *Z. noltii*) voorkomen (eco-elementen).

#### **Laagdynamisch fijnzandig middelhoog litoraal in brak of variabel brak/zout water**

Het ecotoop omvat droogvallende laagdynamische fijnzandige bodems, die tussen 75% en 25% van het getij onder water staan. Dit brakke of variabel brak/zoute ecotoop komt bijvoorbeeld voor in het oostelijke deel van de Westerschelde, in de Eems-Dollard en in de Nieuwe Waterweg. De biomassa is vaak hoger dan in het lage litoraal. Vergeleken met de zoute versie van dit ecotoop komen er echter weinig soorten voor en is de dichtheid en de biomassa laag. De brakwatersoorten *Mesopodopsis slabberi* en *Neomysis integer* (aasgarnalen) hebben een voorkeur voor zandig sediment. In het ecotoop foerageren steltlopers (zoals Kluten *Recurvirostra avosetta*) en eenden (zoals Bergeend *Tadorna tadorna*). In het ecotoop kunnen prielen en Zeegrassvelden (*Zostera marina*, *Z. noltii*) voorkomen (eco-elementen).

#### **Laagdynamisch slibrijk hoog litoraal in brak of variabel brak/zout water**

Het ecotoop omvat droogvallende laagdynamische slibrijke bodems, die minder dan 25% van het getij onder water staan. Dit brakke of variabel brak/zoute ecotoop komt bijvoorbeeld voor in het oostelijke deel van de Westerschelde en in de Eems-Dollard. Vanwege de korte overspoelingsduur komen er weinig tot geen filterfeeders voor. De bodemfauna bestaat voornamelijk uit kreeftachtigen en wormen (zoals respectievelijk *Leptocheirus pilosus* en *Polydora ligni*). De totale biomassa aan bodemdieren is laag. Wormen in dit ecotoop die een voorkeur hebben voor slibrijk sediment zijn *Manayunkia aestuarina*

en *Marenzelleria viridis*. Er kunnen in het ecotoop pionierplanten aanwezig zijn, zoals Ruwe Bies (*Scirpus tabernaemontani*) en Zeebies (*Scirpus maritimus*). Ook kunnen in het ecotoop kunnen prielen en Zeegrasvelden (*Zostera marina*, *Z. noltii*) voorkomen (eco-elementen).

**Laagdynamisch fijnzandig hoog litoraal in brak of variabel brak/zout water**

Het ecotoop omvat droogvallende laagdynamische fijnzandige bodems, die minder dan 25% van het getij onder water staan. Dit brakke of variabel brak/zoute ecotoop komt bijvoorbeeld voor in het

oostelijke deel van de Westerschelde, in de Eems-Dollard en in de Nieuwe Waterweg. Vanwege de korte overspoelingsduur komen er weinig tot geen filterfeeders voor. De bodemfauna bestaat voornamelijk uit kreeftachtigen en wormen. De totale biomassa aan bodemdieren is laag. De amphipode *Orchestia cavimana* is kenmerkend voor dit ecotoop. Er kunnen in het ecotoop pionierplanten voorkomen zoals Ruwe Bies (*Scirpus tabernaemontani*) en Zeebies (*Scirpus maritimus*). Ook kunnen in het ecotoop kunnen prielen en Zeegrasvelden (*Zostera marina*, *Z. noltii*) voorkomen (eco-elementen).

Tabel 6.2.5.

De soortenlijst van de litorale zacht substraat ecotopen in het brakke en variabel brak/zoute litoraal. WS= Westerschelde, ED= Eems-Dollard, DS = doelsoort LNV; RL = soort op nationale Rode Lijst (beide uit Bal et al., 2001).

ZACHT SUBSTRAAT IN HET LITORAAL BRAK EN VARIABEL BRAK/ZOUT		hoogdynamisch fijnzandig litoraal								
		hoogdynamisch slibrijk litoraal								
GROEPEN	SOORTEN	laagdynamisch slibrijk laag litoraal								
		laagdynamisch fijnzandig laag litoraal								
		laagdynamisch slibrijk middelhoog litoraal								
		laagdynamisch fijnzandig middelhoog litoraal								
		laagdynamisch slibrijk hoog litoraal								
		laagdynamisch fijnzandig hoog litoraal								
planten	Engels Slijkgras ( <i>Spartina anglica</i> )							x	x	
	Riet ( <i>Phragmites australis</i> )							x	x	
	Ruwe Bies ( <i>Scirpus tabernaemontani</i> )							x	x	
	Schorrezoutgras ( <i>Triglochin maritima</i> )							x	x	
	Zeeaster ( <i>Aster tripolium</i> )							x	x	
	Zeebies ( <i>Scirpus maritimus</i> )							x	x	
	Zilte Schijnspurrie ( <i>Spergularia salina</i> )							x	x	
oligochaeten	<i>Limnodrilus claparedianus</i>			x		x		x		
	<i>Limnodrilus hoffmeisteri</i>			x		x		x		
	<i>Limnodrilus udekemianus</i>			x		x		x		
	<i>Tubifex tubifex</i>			x		x		x		
wormen	Gemshoornworm ( <i>Scolecopsis squamata</i> )	x								WS
	<i>Manayunkia aestuarina</i>			x		x		x		
	<i>Marenzelleria wireni</i>			x		x		x		ED
	<i>Polydora ligni</i>			x	x	x	x	x	x	
	<i>Pygospio elegans</i>			x	x	x	x	x	x	
	Rode Draadworm ( <i>Heteromastus filiformis</i> )		x	x	x	x	x	x	x	
	<i>Spio filicornis</i>	x	x							
	Zandzagers ( <i>Nephtys hombergii</i> , <i>N. caeca</i> )		x	x		x				
Zeeduizendpoot ( <i>Nereis spp.</i> )			x	x	x	x	x	x		
mollusken	Nonnetje ( <i>Macoma balthica</i> )			x	x	x	x			
	Opgezwollen Wadslakje ( <i>Hydrobia ventrosa</i> )			x		x		x		
	Slijkgaper ( <i>Scrobicularia plana</i> )			x		x				
	Strandgaper ( <i>Mya arenaria</i> )			x		x				
kreeftachtigen	aasgarnaal ( <i>Mesopodopsis slabberi</i> )				x		x			
	aasgarnaal ( <i>Neomysis integer</i> )					x		x		
	Agaatpissebed ( <i>Eurydice pulchra</i> )	x	x							
	amphipode ( <i>Haustorius arenarius</i> )	x								
	amphipode ( <i>Orchestia cavimana</i> )									x
	Brakwaterpissebed ( <i>Cyathura carinata</i> )			x	x	x	x			
	Brakwatersteurgarnaal ( <i>Palaemonet. varians</i> )			x	x	x	x			
	brakwatervlokreeft ( <i>Leptocheirus pilosus</i> )			x		x		x		
	Gewone Garnaal ( <i>Crangon crangon</i> )					x		x		
	Gewone Zeepissebed ( <i>Idotea balthica</i> )					x		x		
	Kniksprietkreeftje ( <i>Bathyporeia sp.</i> )	x			x		x			
	Ruwe Brakwaterpissebed ( <i>L. rugicauda</i> )			x	x	x	x	x	x	
	Schaarpoot ( <i>Idotea chelipes</i> )			x		x		x		
	Slijkgarnaal ( <i>Corophium volutator</i> )			x		x		x		
	zeepissebed ( <i>Idotea granulosa</i> )					x		x		x
	zeepissebed ( <i>Jaera praeheirsuta</i> )								x	

vissen	Bot ( <i>Platichthys flesus</i> )	x	x	x	x	x	x			
	Brakwatergrondel ( <i>Pomatoschistus microps</i> )	x			x		x			
	Grondels ( <i>Gobiidae</i> )	x	x	x	x	x	x			
	Kleine Zeenaald ( <i>Syngnathus rostellatus</i> )			x	x	x	x			
	Schar ( <i>Limanda limanda</i> )	x	x	x	x	x	x			
	Schol ( <i>Pleuronectes platessa</i> )	x	x	x	x	x	x			DS
	Sprot ( <i>Sprattus sprattus</i> )	x	x	x	x	x	x			
Zeebaars ( <i>Dicentrarchus labrax</i> )	x	x	x	x	x	x				
vogels	Bergeend ( <i>Tadorna tadorna</i> )			x	x	x	x			DS
	Bonte Strandloper ( <i>Calidris alpina</i> )			x	x	x	x			DS
	Eidereend ( <i>Somateria mollissima</i> )			x	x	x	x			DS, RL
	Grauwe Gans ( <i>Anser anser</i> )							x	x	DS, WS
	Kanoetstrandloper ( <i>Calidris canutus</i> )			x	x	x	x			
	Kluut ( <i>Recurvirostra avosetta</i> )			x	x	x	x			DS, VR
	Kokmeeuw ( <i>Larus ridibundus</i> )			x	x	x	x			
	Rosse Grutto ( <i>Limosa lapponica</i> )			x	x	x	x			DS, VR
	Scholekster ( <i>Haematopus ostralegus</i> )			x	x	x	x	x	x	DS
	Tureluur ( <i>Tringa totanus</i> )			x	x	x	x			DS, RL
	Wintertaling ( <i>Anas crecca</i> )							x	x	
	Wulp ( <i>Numenius arquata</i> )			x	x	x	x			DS
	Zilvermeeuw ( <i>Larus argentatus</i> )			x	x	x	x			
	Zilverplevier ( <i>Pluvialis squatarola</i> )			x	x	x	x			DS
eco-elementen	priel			x	x	x	x	x	x	
	Zeegrasveld ( <i>Zostera marina</i> , <i>Z. noltii</i> )					x	x	x	x	DS, RL

### 6.2.6 Zacht substraat ecotopen in het zoute litoraal

#### Hoogdynamisch grofzandig litoraal in zout water, het 'natte strand'

Het ecotoop omvat de droogvallende hoogdynamische zandige bodems zoals die ook voorkomen langs de Noordzeekust, het zgn. 'natte strand'. Het omvat de zone die in de normale getijcyclus regelmatig wordt overspoeld. Door de grote golfdynamiek, met name in de winter, is het ecotoop arm aan bodemdieren, terwijl planten geheel ontbreken. Enkele soorten die er kunnen voorkomen zijn Wadpier (*Arenicola marina*), Gemshoornworm (*Scololepus squamata*) en strandvlooien (*Chamarrus spec.*) (tabel 6.2.6) Hierop wordt door enkele steltlopers gefourageerd, onder andere Scholekster (*Ostralegus haematopus*) en Drieteen strandloper (*Calidris alba*).

#### Hoogdynamisch fijnzandig litoraal in zout water

Het ecotoop omvat droogvallende hoogdynamische zandige bodems zoals die bijvoorbeeld voorkomen in de Waddenzee, de Oosterschelde en in het westelijke deel

van Westerschelde. De hoge dynamiek in dit litorale ecotoop kan veroorzaakt worden door een hoge mate van golfwerking (hoge orbitaalsnelheid) of door hoge lineaire stroomsnelheden. Het ecotoop wordt niet verder onderverdeeld naar overspoelingsduur (gerelateerd aan de hoogteligging), omdat de hydrodynamiek en de sedimentsamenstelling bepalender geacht worden voor het voorkomen van bodemdieren. Een zandige bodem wordt in sterkere mate in beweging gebracht dan een slibrijke bodem, vanwege de consolidatie van het slib en de eventueel aanwezige diatomeeënlaag op slibrijk sediment. In de Westerschelde wordt de hoge dynamiek in het litoraal voornamelijk veroorzaakt door de hoge stroomsnelheden. Hier wordt het ecotoop vaak gekenmerkt door de zogenaamde megaribbels op de zandplaten (foto 4.4.1). Doordat in het ecotoop de bodem tot een relatief grote diepte continu in beweging is, is de bodemfauna zeer arm. Soorten die in het ecotoop voor kunnen komen zijn de Agaatpissebed (*Eurydice pulchra*), de Gemshoornworm (*Scolelepis squamata*), de Zandzager (*Nephtys cirrhosa*) en de worm Spio sp.

Schelpdieren komen vanwege de hoge dynamiek in dit ecotoop vrijwel niet voor.

#### Hoogdynamisch slibrijk litoraal in zout water

Het ecotoop omvat droogvallende hoogdynamische slibrijke bodems in het westelijke deel van de Westerschelde. De hoge dynamiek wordt veroorzaakt door hoge lineaire stroomsnelheden. Het ecotoop wordt niet verder onderverdeeld naar overspoelingsduur (gerelateerd aan de hoogteligging), omdat de hydrodynamiek en de sedimentsamenstelling bepalender geacht worden voor het voorkomen van bodemdieren. Door de consolidatie van het slib en de eventueel aanwezige diatomeeënlaag op het sediment wordt de bodem minder omgewoeld dan in de zandige versie van het ecotoop. Het aantal soorten bodemdieren, de dichtheden en de biomassa zijn laag.

#### Laagdynamisch slibrijk laag litoraal in zout water

Het ecotoop omvat droogvallende laagdynamische slibrijke bodems die meer dan 75% van het getij onder water staan, welke bijvoorbeeld voorkomen in de Waddenzee en in het westelijke deel van de Westerschelde. Bij een zeer lage dynamiek en sterke consolidatie van het slib kan weinig zuurstof in het sediment doordringen. Hierdoor kan dicht onder het sedimentoppervlak al zuurstofloosheid ontstaan. De dichtheid en biomassa aan bodemdieren is vaak lager dan in het middenlitoraal (Beukema, 1976; Wolff & De Wolf, 1977). Er kan in het ecotoop wel een hoge biomassa en een hoge diversiteit aan bodemdieren voorkomen, bijvoorbeeld wanneer zich eco-elementen in het ecotoop bevinden. Het ecotoop kan daarom een belangrijke foerageergebied zijn voor steltlopers zoals Kluut (*Recurvirostra avosetta*) en Kanoetstrandloper (*Calidris canutus*). Zeer slibrijke bodems worden echter gekenmerkt door een vrij arme bodem- en vogelfauna. In het ecotoop kunnen prielen, mosselbanken (*Mytilus edulis*) en oesterbanken (*Crassostrea gigas*) voorkomen.

#### Laagdynamisch fijnzandig laag litoraal in zout water

Het ecotoop omvat droogvallende laagdynamische fijnzandige bodems die meer dan 75% van het getij onder water staan, welke bijvoorbeeld voorkomen in de Oosterschelde, Waddenzee en westelijke deel van

de Westerschelde. De dichtheid en biomassa aan bodemdieren is vaak lager dan in het middenlitoraal (Beukema, 1976; Wolff & De Wolf, 1977). Er kan in het ecotoop wel een hoge biomassa en een hoge diversiteit aan bodemdieren voorkomen, bijvoorbeeld wanneer zich eco-elementen in het ecotoop bevinden. Het ecotoop wordt dikwijls gekenmerkt door de karakteristieke pierenhoopjes van de Wadpier (*Arenicola marina*) (foto 6.2.4). Op lage zandplaten wordt gefoerageerd door steltlopers, meeuwen en eenden. Erg herkenbaar zijn de trappelgaten van Bergeenden (*Tadorna tadorna*) en Eidereenden (*Somateria mollissima*). In het ecotoop kunnen prielen, mosselbanken (*Mytilus edulis*) en oesterbanken (*Crassostrea gigas*) voorkomen.

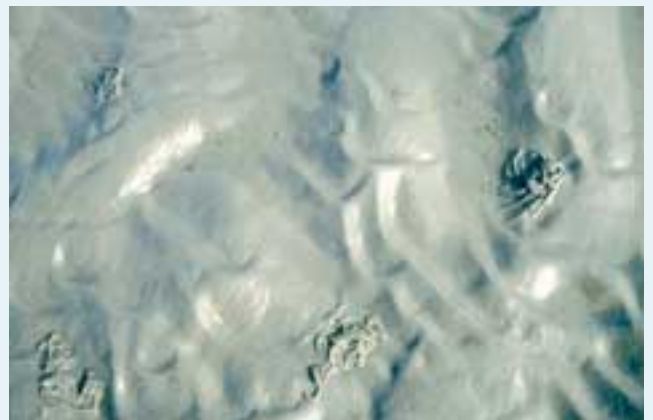


Foto 6.2.4.

De kenmerkende wadpierenhoopjes (*Arenicola marina*) op een zandplaat in zout water.

#### Laagdynamisch slibrijk middelhoog litoraal in zout water

Het ecotoop omvat droogvallende laagdynamische slibrijke bodems die tussen 75% en 25% van het getij onder water staan, welke bijvoorbeeld voorkomen in de Waddenzee en in het westelijke deel van de Westerschelde. Bij een zeer lage dynamiek en sterke consolidatie van het slib kan weinig zuurstof in het sediment doordringen. Hierdoor kan dicht onder het sedimentoppervlak al zuurstofloosheid ontstaan. Zeer slibrijke bodems worden vaak gekenmerkt door een vrij arme bodem- en vogelfauna. In iets minder slibrijke bodems is de biomassa in het



**Foto 6.2.5.**  
Slibrijk hoog litoraal

middelhoge litoraal vaak hoger dan in het lage litoraal. De dichtheden aan jonge bodemdieren kunnen hoog zijn (Farke et al., 1979; Günther, 1992). De overlevingskansen zijn hier beter dan in de lagere versie van dit ecotoop door de lagere predatiedruk van vissen, krabben en garnalen. De oudere dieren migreren vaak naar de lagere delen. Het organisch stofgehalte en het voorkomen van microfyto-benthos op het sedimentoppervlak (voedsel voor veel bodemdieren) is hoger dan in de fijnzandige versie van dit ecotoop. Het ecotoop kan een belangrijke foerageergebied zijn voor steltlopers zoals Kluut (*Recurvirostra avosetta*) en Kanoetstrandloper (*Calidris canutus*). In het ecotoop kunnen prielen, Mosselbanken (*Mytilus edulis*), Oesterbanken (*Crassostrea gigas*) en Zeegrasvelden (*Zostera marina*, *Z. noltii*) voorkomen.

#### Laagdynamisch fijnzandig middelhoog litoraal in zout water

Het ecotoop omvat droogvallende laagdynamische fijnzandige bodems die tussen 75% en 25% van het getij onder water liggen, welke bijvoorbeeld voorkomen in de Oosterschelde, Waddenzee en westelijke



**Foto 6.2.6.**  
Een pioniervegetatie van Engels Slijkgras (*Spartina anglica*) in het hoge litoraal.

deel van de Westerschelde. De biomassa in het middelhoge litoraal is vaak hoger dan in het lage litoraal. De dichtheden aan jonge bodemdieren zijn vaak hoog (Farke et al., 1979; Günther, 1992). De overlevingskansen zijn hier beter dan in de lagere versie van dit ecotoop door de lagere predatiedruk van vissen, krabben en garnalen. De oudere dieren migreren vaak naar de lagere delen. Middelhoge zandplaten zijn belangrijke foerageergebieden voor steltlopers, meeuwen en eenden (zoals respectievelijk Kluut *Recurvirostra avosetta*, Kokmeeuw *Larus ridibundus* en Bergeend *Tadorna tadorna*). In het ecotoop kunnen prielen, mosselbanken (*Mytilus edulis*), oesterbanken (*Crassostrea gigas*) en Zeegrasvelden (*Zostera marina*, *Z. noltii*) voorkomen.

#### Laagdynamisch slibrijk hoog litoraal in zout water

Het ecotoop omvat droogvallende laagdynamische slibrijke bodems die minder dan 25% van het getij overspoeld zijn (foto 6.2.5), welke bijvoorbeeld voorkomen in de Waddenzee en in het westelijke deel van de Westerschelde. Bij een zeer lage dynamiek en sterke consolidatie van het slib kan weinig zuurstof in het sediment doordringen. Hierdoor kan dicht onder het sedimentoppervlak al zuurstofloosheid ontstaan. Vanwege de korte overspoelingsduur komen er weinig tot geen filterfeeders voor. De bodemfauna bestaat voornamelijk uit kleine kreeftachtigen en wormen. De totale biomassa aan

bodemdieren is laag. Er kan een pioniervegetatie van bijvoorbeeld Engels Slijkgras (*Spartina anglica*) aanwezig zijn (foto 6.2.6). In het ecotoop kunnen prielen en Zeegrasvelden (*Zostera marina*, *Z. noltii*) voorkomen.

**Laagdynamisch fijnzandig hoog litoraal in zout water**

Het ecotoop omvat droogvallende laagdynamische fijnzandige bodems die minder dan 25% van het getij overspoeld zijn, en komt bijvoorbeeld voor in de Oosterschelde, Waddenzee en westelijke deel van de Westerschelde. Vanwege de korte overspoelingsduur

komen er weinig tot geen filterfeeders voor. De bodemfauna bestaat voornamelijk uit kleine kreeftachtigen en wormen. Het ecotoop kan gekenmerkt worden door de karakteristieke pierenhoopjes van de Wadpier (*Arenicola marina*), maar de dichtheden zijn lager dan op lager gelegen zandplaten. Er kan een pioniervegetatie van bijvoorbeeld Engels Slijkgras (*Spartina anglica*) aanwezig zijn. Ook kunnen in het ecotoop kunnen prielen en Zeegrasvelden (*Zostera marina*, *Z. noltii*) voorkomen

**Tabel 6.2.6.**

De soortenlijst van de zacht substraat ecotopen in het zoute litoraal. DS = doelsoort LNV; VR = soort in EU-Vogelrichtlijn (appendix 1); RL = soort op nationale Rode Lijst (alle uit Bal et al., 2001)

ZACHT SUBSTRAAT ECOTOPEN IN HET ZOETE LITORAAL		hoogdynamisch grof- en fijnzandig litoraal (incl 'nat strand')							
		hoogdynamisch slibrijk litoraal							
GROEPEN	SOORTEN	laagdynamisch slibrijk laag litoraal							
		laagdynamisch fijnzandig laag litoraal							
		laagdynamisch slibrijk middelhoog litoraal							
		laagdynamisch fijnzandig middelhoog litoraal							
		laagdynamisch slibrijk hoog litoraal							
		laagdynamisch fijnzandig hoog litoraal							
planten	Engels Slijkgras ( <i>Spartina anglica</i> )							x	x
	Zeekraal ( <i>Salicornia spp</i> )							x	x
wormen	<i>Anaitides maculata</i>			x		x			
	<i>Aricidea minuta</i>			x	x	x	x		
	Gemshoornworm ( <i>Scolecopsis squamata</i> )	x							
	Goudkammetje ( <i>Pectinaria koreni</i> )				x		x		
	Groengele Wadworm ( <i>Eteone longa</i> )				x		x		x
	<i>Harmothoe sp.</i>				x		x		
	<i>Marenzelleria wireni</i>			x		x		x	
	<i>Pygospio elegans</i>			x	x	x	x	x	x
	Rode Draadworm ( <i>Heteromastus filiformis</i> )		x	x	x	x	x	x	x
	Schelpkokerworm ( <i>Lanice conchilega</i> )			x	x	x	x		
	Slangpier ( <i>Capitella capitata</i> )			x		x		x	
	<i>Spio filicornis</i>	x							
	<i>Tharyx marioni</i>			x		x			
	Wadpier ( <i>Arenicola marina</i> )				x		x		x
	Wapenworm ( <i>Scoloplos armiger</i> )				x		x		x
	Zandzagers ( <i>Nephtys hombergii</i> , <i>N. caeca</i> )		x	x		x		x	
Zandzagers ( <i>Nephtys cirrhosa</i> , <i>N. longoseta</i> )	x			x		x		x	
Zeeduizendpoot ( <i>Nereis spp.</i> )			x	x	x	x	x	x	
mollusken	Gray's Kustslakje ( <i>Assiminea grayana</i> )							x	x
	Kokkel ( <i>Cerastoderma edule</i> )			x	x	x	x		
	Nonnetje ( <i>Macoma balthica</i> )			x	x	x	x		
	<i>Retusa obtusata</i>							x	x
	Slijkgaper ( <i>Scrobicularia plana</i> )			x		x			
	Strandgaper ( <i>Mya arenaria</i> )			x	x	x	x		
	Tere Dunschaal ( <i>Abra tenuis</i> )			x	x	x	x		
	Tweetandschelpje ( <i>Mysella bidentata</i> )			x	x	x	x		
	Wadslakje ( <i>Hydrobia ulva</i> )			x		x		x	

kreeftachtigen	Agaatpissebed ( <i>Eurydice pulchra</i> )	x	x							
	Gewone Garnaal ( <i>Crangon crangon</i> )				x		x		x	
	Knipsprietkreeftje ( <i>Bathyporeia sp.</i> )	x			x		x		x	
	Slijkgarnaal ( <i>Corophium volutator</i> )					x		x		
	Strandkrab ( <i>Carcinus maenas</i> )			x	x	x	x	x	x	
vissen	Bot ( <i>Platichthys flesus</i> )			x	x	x	x			
	Diklipharder ( <i>Chelon labrosus</i> )			x	x	x	x			
	Grondels ( <i>Gobiidae</i> )			x	x	x	x			
	Kleine Zeenaald ( <i>Syngnathus rostellatus</i> )			x	x	x	x			
	Schol ( <i>Pleuronectes platessa</i> )			x	x	x	x			DS
	Schar ( <i>Limanda limanda</i> )			x	x	x	x			
	Sprot ( <i>Sprattus sprattus</i> )			x	x	x	x			
	Tong ( <i>Solea solea</i> )			x	x	x	x			DS
	Zeebaars ( <i>Dicentrarchus labrax</i> )			x	x	x	x			
vogels	Bergeend ( <i>Tadorna tadorna</i> )			x	x	x	x			DS
	Bonte strandloper ( <i>Calidris alpina</i> )			x	x	x	x			DS
	Drieteenstrandloper ( <i>Calidris alba</i> )	x								
	Eidereeend ( <i>Somateria mollissima</i> )			x	x	x	x			DS, RL
	Grauwe Gans ( <i>Anser anser</i> )							x	x	DS, WS
	Kanoetstrandloper ( <i>Calidris canutus</i> )			x	x	x	x			
	Kluut ( <i>Recurvirostra avosetta</i> )			x	x	x	x			DS, VR
	Kokmeeuw ( <i>Larus ridibundus</i> )			x	x	x	x			
	Rosse Grutto ( <i>Limosa lapponica</i> )			x	x	x	x			DS, VR
	Scholekster ( <i>Haematopus ostralegus</i> )	x		x	x	x	x	x	x	DS
	Tureluur ( <i>Tringa totanus</i> )			x	x	x	x			DS, RL
	Wintertaling ( <i>Anas crecca</i> )							x	x	
	Wulp ( <i>Numenius arquata</i> )			x	x	x	x			DS
	Zilvermeeuw ( <i>Larus argentatus</i> )			x	x	x	x			
	Zilverplevier ( <i>Pluvialis squatarola</i> )			x	x	x	x			DS
eco-elementen	prielen			x	x	x	x	x	x	
	Zeegrasvelden ( <i>Zostera marina</i> , <i>Z. noltii</i> )				x	x	x	x	x	DS, RL
	Mosselbanken ( <i>Mytilus edulis</i> )			x	x	x	x			
	Oesterbanken ( <i>Crassostrea gigas</i> )			x	x	x	x			

### 6.2.7 Zacht substraat ecotopen in het supralitoraal

Hoogdynamisch grofzandig 'laaggelegen' supralitoraal, het zgn. 'droge strand'. Op de lagergelegen, zelden overspoelde delen van het 'droge strand' kunnen vloedmerkplanten tot ontwikkeling komen, bijvoorbeeld Zeeraket (*Cakile maritima*) en Zeepostelein (*Honkenya peploides*), maar ook Zeekool (*Crambe maritima*) en Zeevenkel (*Crithmum maritimum*) (tabel 6.2.7). Het ecotoop is geschikt als broedgebied voor Strandplevieren (*Charadrius alexandrinus*), Bontbekplevieren (*Charadrius hiaticula*) en Dwergsterns (*Sterna albifrons*). Dit ecotoop komt lokaal in de 'binnen de kust'

gelegen wateren voor, met name meer naar de zee kant van het gebied.

### Hoogdynamisch grofzandig 'hooggelegen' supralitoraal, de 'embryonale duintjes'

Op de hoogste delen van het 'droge strand' kunnen de eerste duinvormende planten gaan groeien, Biestarwegras (*Elytrigia junceiformis*) en Zeeraket (*Cakile maritima*). Deze kunnen aanleiding geven tot de vorming van embryoduinen. Door de aanwezigheid van de embryoduinen is het ecotoop geschikt als broedgebied voor Bergeenden (*Tadorna tadorna*), Stormmeeuwen (*Larus canus*),



Zilvermeeuwen (*Larus argentatus*) en Kleine Mantelmeeuwen (*Larus fuscus*). Dit ecotoop komt lokaal in de 'binnen de kust' gelegen wateren voor, met name meer naar de zee kant van het gebied.

#### (Potentiële) pionierzone brakke kwelder/schor + kale zone

De pionierzone van een kwelder/schor omvat het gebied tussen de gemiddelde hoogwaterlijn bij doortij en een minimale overspoelingsfrequentie van 300 keer per jaar. Het ecotoop komt voor in het oostelijke deel van de Westerschelde en in de Eems-Dollard. De pionierzone wordt gekenmerkt door een open vegetatie, maar hoeft niet begroeid te zijn - dat wil zeggen dat er veel kale grond aanwezig is. Maar de kale zone waarin schorvorming potentieel mogelijk is zou hierbij moeten worden gerekend - als 'potentiële pionierzone'. Deze zone is essentieel om de schorcyclus van opbouw en afbraak mogelijk te maken. Over het algemeen wordt ze alleen in de kwelderwerken soms als zodanig onderscheiden. Omdat nog niet voldoende hard kan worden aangegeven welke de randvoorwaarden zijn om schorvorming potentieel mogelijk te maken, wordt hier nog geen onderscheid gemaakt in 'potentiële pionierzone', 'kale zone niet-potentiële pionierzone' en 'pionierzone' zelf. Zodra meer bekend is over de precieze randvoorwaarden kan de potentiële pionierzone eventueel apart worden begrensd ten opzicht van de echte kale zone. Voorlopig wordt dus de hele kale zone tussen GHWD - 300 x/jaar ook tot dit ecotoop gerekend.

De vegetatie bestaat uit slechts enkele soorten planten die aangepast zijn aan de hoge overspoelingsfrequentie (pioniersoorten). Dit zijn met name Zeebies (*Scirpus maritimus*) en Zeekraal (*Salicornia spp.*). Kenmerkende slakjes zijn het Gewone Muizenootje (*Ovatella myosotis*) en Gray's Kustslakje (*Assimineea grayana*) (tabel 6.2.7). In het ecotoop komen vrijwel altijd prielen voor, die bij het ecotoop worden gerekend en niet worden benoemd als eco-element.

#### Lage brakke kwelder/schor

Het lage deel van een kwelder/schor omvat het gebied tussen een maximale overspoelingsfrequentie van 300 keer per jaar en een minimale overspoelingsfrequentie van 150 keer per jaar. Het ecotoop



**Foto 6.2.8.**

Riet (*Phragmites australis*) in een lage brakke kwelder/schor.

komt voor in het oostelijke deel van de Westerschelde en in de Eems-Dollard. In het oostelijke deel van de Westerschelde ligt het Verdrongen Land van Saeftinge, één van de grootste schorren van Europa. In tegenstelling tot de pionierzone is de vegetatie in dit ecotoop gesloten, dat wil zeggen dat er weinig kale grond aanwezig is. Kenmerkende plantensoorten voor dit ecotoop zijn Zeebies (*Scirpus maritimus*), Zeeaster (*Aster tripolium*), Gewoon Kweldergras (*Puccinellia maritima*) en Riet (*Phragmites australis*) (zie foto 6.2.8). Kenmerkende slakjes zijn het Gewone Muizenootje (*Ovatella myosotis*) en Gray's Kustslakje (*Assimineea grayana*). Het ecotoop wordt gebruikt als hoogwatervluchtplaats door vele soorten steltlopers en meeuwen. In het ecotoop komen vrijwel altijd krekens voor, die dan ook bij het ecotoop worden gerekend en niet worden benoemd als eco-element. De krekens vervullen een belangrijke kinderkamerfunctie voor onder meer de Gewone Garnaal (*Crangon crangon*) (Cattrijsse et al., 1997), en zijn van groot belang voor de ontwatering en de aanvoer van sediment. In het ecotoop kunnen poelen ontstaan, bijvoorbeeld door het dichtslibben van delen van krekens of door het uitschuren van kuilen tijdens een stormvloed. De poelen worden gevuld met zeewater tijdens springvloed of stormen. In de tussenliggende periodes veroorzaken droge perioden stijging van het zoutgehalte, en leidt neerslag tot verlaging van het zoutgehalte (De Boer & Wolff, 1996). In dergelijke poelen kunnen Ruppia-associaties (*Ruppia cir-*

*rhosa*, *R. maritima*) voorkomen.

#### Middelhoge brakke kwelder/schor

Het middelhoge deel van een kwelder/schor omvat het gebied tussen een maximale overspoelingsfrequentie van 150 keer per jaar en een minimale overspoelingsfrequentie van 50 keer per jaar. Het ecotoop komt voor in het oostelijke deel van de Westerschelde en in de Eems-Dollard. In het oostelijke deel van de Westerschelde ligt het Verdrongen Land van Saeftinge, één van de grootste schorren van Europa. De vegetatie in het ecotoop is gesloten, dat wil zeggen dat er vrijwel geen kale grond aanwezig is. Kenmerkende plantensoorten voor dit ecotoop zijn Gewoon Kweldergras (*Puccinellia maritima*), Schorrezoutgras (*Triglochin maritima*), Zeebies (*Scirpus maritimus*) en Riet (*Phragmites australis*). Kenmerkende slakjes zijn het Gewone Muizenootje (*Ovatella myosotis*) en Gray's Kustslakje (*Assiminea grayana*). Het ecotoop wordt gebruikt als hoogwatervluchtplaats door vele soorten steltlopers en meeuwen, en is van belang als foerageergebied voor Grauwe Ganzen (*Anser Anser*; WS), Rotganzen (*Branta bernicla*; ED), Brandganzen (*Branta leucopsis*; ED) en Smienten (*Anas penelope*). In het ecotoop komen vrijwel altijd krekens voor, die dan ook bij het ecotoop worden gerekend en niet worden benoemd als eco-element. De krekens vervullen een belangrijke kinderkamerfunctie voor onder meer de Gewone Garnaal (*Crangon crangon*) (Cattrijsse et al., 1997), en zijn van groot belang voor de ontwatering en de aanvoer van sediment. In het ecotoop kunnen poelen ontstaan, bijvoorbeeld door het dichtslibben van delen van krekens of door het uitschuren van kuilen tijdens een stormvloed. De poelen worden gevuld met zeewater tijdens springvloeden of stormen. In de tussenliggende periodes veroorzaken droge perioden stijging van het zoutgehalte, en leidt neerslag tot verlaging van het zoutgehalte (De Boer & Wolff, 1996). In dergelijke poelen kunnen *Ruppia*-associaties (*Ruppia cirrhosa*, *R. maritima*) voorkomen.

#### Hoge brakke kwelder/schor

Het hoge deel van een kwelder/schor omvat het gebied tussen een maximale overspoelingsfrequentie van 50 keer per jaar en een minimale overspoelingsfrequentie van 5 keer per jaar. Het ecotoop komt voor in het oostelijke deel van de Westerschelde en

in de Eems-Dollard. In het oostelijke deel van de Westerschelde ligt het Verdrongen Land van Saeftinge, één van de grootste schorren van Europa. De vegetatie is gesloten, dat wil zeggen dat er vrijwel geen kale grond aanwezig is. Kenmerkende plantensoorten voor dit ecotoop zijn Strandkweek (*Elymus athericus*), Rood Zwenkgras (*Festuca rubra*) en Riet (*Phragmites australis*) en in de hoogste delen Fioringras (*Agrostis stolonifera*). Het ecotoop is van belang als foerageergebied voor Grauwe Ganzen (*Anser Anser*; WS), Rotganzen (*Branta bernicla*; ED), Brandganzen (*Branta leucopsis*; ED) en Smienten (*Anas penelope*). Het Riet biedt broedmogelijkheden voor Kleine Karekiet (*Acrocephalus scirpaceus*) en Rietgors (*Emberiza schoeniclus*). In het ecotoop komen vrijwel altijd krekens voor, die dan ook bij het ecotoop worden gerekend en niet worden benoemd als eco-element. De krekens vervullen een belangrijke kinderkamerfunctie voor onder meer de Gewone Garnaal (*Crangon crangon*) (Cattrijsse et al., 1997), en zijn van groot belang voor de ontwatering en de aanvoer van sediment. In het ecotoop kunnen poelen ontstaan, bijvoorbeeld door het dichtslibben van delen van krekens of door het uitschuren van kuilen tijdens een stormvloed. De poelen worden gevuld met zeewater tijdens springvloeden of stormen. In de tussenliggende periodes veroorzaken droge perioden stijging van het zoutgehalte, en leidt neerslag tot verlaging van het zoutgehalte (De Boer & Wolff, 1996). In dergelijke poelen kunnen *Ruppia*-associaties (*Ruppia cirrhosa*, *R. maritima*) voorkomen. In de hoogst gelegen delen zonder beweiding neemt de ecologische betekenis voor vegetatie en vogels sterk af door het monotone, ruige karakter van de vegetatie. Als hoogwatervluchtplaats wordt door wadvogels meestal een opener terrein verkozen. Lokaal kan het ecotoop van belang zijn als broed- en foerageergebied voor bijvoorbeeld de Bruine Kiekendief (*Circus aeruginosus*), Kokmeeuw (*Larus ridibundus*) en Lepelaar (*Platalea leucorodia*). Daarnaast is het ecotoop van belang voor wintergasten als Sneeuwgorst (*Plectrophenax nivalis*), Strandleuwerik (*Eremophila alpestris*) en Frater (*Carduelis flavirostris*). Het Riet biedt broedmogelijkheden voor Kleine Karekiet (*Acrocephalus scirpaceus*) en Rietgors (*Emberiza schoeniclus*). In het ecotoop komen minder krekens en supralitorale poelen voor dan in de lager gelegen delen van kwelFoto



**Foto 6.2.9.**  
Engels Slijkgras (*Spartina anglica*) in de pionierzone van een zoute kwelder/schorders/schorren.

In de eventueel aanwezige poelen kunnen *Ruppia*-associaties (*Ruppia cirrhosa*, *R. maritima*) voorkomen.

**(Potentiële) pionierzone zoute kwelder/schor**

De potentiële pionierzone van een kwelder/schor is het gebied tussen de gemiddelde hoogwaterlijn bij doortij en een minimale overspoelingsfrequentie van 300 keer per jaar. Het ecotoop beslaat de grootste oppervlakte in de Waddenzee, maar komt ook voor in het westelijke deel van de Westerschelde en de Oosterschelde. De pionierzone wordt gekenmerkt door een open vegetatie, dat wil zeggen dat er veel kale grond aanwezig is. Maar de kale zone waarin schorvorming potentiëel mogelijk is zou hierbij moeten worden gerekend -als 'potentiële pionierzone'. Deze zone is essentieel om de schorcyclus van opbouw en afbraak mogelijk te maken. Over het algemeen wordt ze alleen in de kwelderwerken soms als zodanig onderscheiden. Omdat nog niet voldoende hard kan worden aangegeven welke de randvoorwaarden zijn om schorvorming potentiëel mogelijk te maken, wordt hier nog geen onderscheid gemaakt in 'potentiële pionierzone', 'kale zone niet-potentiële pionierzone' en 'pionierzone' zelf. Zodra meer bekend is over de preciese randvoorwaarden kan de potentiële pionierzone zone eventueel apart worden begrensd ten opzicht van de echte kale zone. Voorlopig wordt dus de hele kale zone tussen



**Foto 6.2.10**  
Zeekraal (*Salicornia* sp.) in de pionierzone van een zoute kwelder/schor

GHWD – 300 x/jaar ook tot dit ecotoop gerekend. De vegetatie bestaat uit slechts enkele soorten planten die aangepast zijn aan de hoge overspoelingsfrequentie (pioniersoorten). In de Westerschelde is dit met name Engels Slijkgras (*Spartina anglica*) (foto 6.2.9) en in de Waddenzee met name Zeekraal (*Salicornia* spp.) (foto 6.2.10). Een kenmerkend slakje in de Westerschelde is het Gewone Muizenootje (*Ovatella myosotis*).

**Lage zoute kwelder/schor**

Het lage deel van een kwelder/schor omvat het gebied tussen een maximale overspoelingsfrequentie van 300 keer per jaar en een minimale overspoelingsfrequentie van 150 keer per jaar. Het ecotoop omvat de grootste oppervlakte in de Waddenzee, maar komt ook voor in het westelijke deel van de Westerschelde en in de Oosterschelde. In tegenstelling tot de pionierzone is de vegetatie in dit ecotoop gesloten, dat wil zeggen dat er weinig kale grond aanwezig is. Kenmerkende plantensoorten voor dit ecotoop zijn Engels Slijkgras (*Spartina anglica*) (tabel 6.2.8), Zeeaster (*Aster tripolium*) en Gewoon Kweldergras (*Puccinellia maritima*). Een kenmerkend slakje is het Gewone Muizenootje (*Ovatella myosotis*). Het ecotoop wordt gebruikt als hoogwatervluchtplaats door vele soorten steltlopers en meeuwen.. De krekken vervullen een belangrijke kinderkamerfunctie voor onder meer de Gewone Garnaal (*Crangon crangon*) (Cattrijsse et al., 1997),

en zijn van groot belang voor de ontwatering en de aanvoer van sediment. In het ecotoop kunnen poelen ontstaan, bijvoorbeeld door het dichtslibben van delen van krekken of door het uitschuren van kuilen tijdens een stormvloed. De poelen worden gevuld met zeewater tijdens springvloeden of stormen. In de tussenliggende periodes veroorzaken droge perioden stijging van het zoutgehalte, en leidt neerslag tot verlaging van het zoutgehalte (De Boer & Wolff, 1996). In dergelijke poelen kunnen *Ruppia*-associaties (*Ruppia cirrhosa*, *R. maritima*) voorkomen. In de krekken kan zeegras (*m.n. Zostera marina*) voorkomen.

#### Middelhoge zoute kwelder/schor

Het middelhoge deel van een kwelder/schor omvat het gebied tussen een maximale overspoelingsfrequentie van 150 keer per jaar en een minimale overspoelingsfrequentie van 50 keer per jaar. Het ecotoop omvat de grootste oppervlakte in de Waddenzee, maar komt ook voor in het westelijke deel van de Westerschelde en in de Oosterschelde. De vegetatie is gesloten, dat wil zeggen dat er vrijwel geen kale grond aanwezig is. Kenmerkende plantensoorten voor dit ecotoop zijn Zoutmelde (*Halimione portulacoides*), Gewoon Kweldergras (*Puccinellia maritima*) en Lamsoor (*Limonium vulgare*) (zie foto 6.2.11). Een kenmerkend slakje is het Gewone Muizenootje (*Ovatella myosotis*). Het ecotoop wordt gebruikt als hoogwatervluchtplaats voor vele soorten steltlopers en meeuwen, en is van belang als foerageergebied voor Grauwe Ganzen (*Anser Anser*; WS), Rotganzen (*Branta bernicla*; WZ), Brandganzen (*Branta leucopsis*; WZ) en Smienten (*Anas penelope*). In het ecotoop komen vrijwel altijd krekken voor, die dan ook bij het ecotoop worden gerekend en niet worden benoemd als eco-element. De krekken vervullen een belangrijke kinderkamerfunctie voor onder meer de Gewone Garnaal (*Crangon crangon*) (Cattrijsse et al., 1997), en zijn van groot belang voor de ontwatering en de aanvoer van sediment. In het ecotoop kunnen poelen ontstaan, bijvoorbeeld door het dichtslibben van delen van krekken of door het uitschuren van kuilen tijdens een stormvloed. De poelen worden gevuld met zeewater tijdens springvloeden of stormen. In de tussenliggende periodes veroorzaken droge perioden stijging van het zoutgehalte, en leidt neerslag tot



Foto 6.2.11.

Lamsoor (*Limonium vulgare*) in een middelhoge zoute kwelder/schor

verlaging van het zoutgehalte (De Boer & Wolff, 1996). In dergelijke poelen kunnen *Ruppia*-associaties (*Ruppia cirrhosa*, *R. maritima*) voorkomen. In de krekken kan zeegras (*m.n. Zostera marina*) voorkomen.

#### Hoge zoute kwelder/schor

Het hoge deel van een kwelder/schor omvat het gebied tussen een maximale overspoelingsfrequentie van 50 keer per jaar en een minimale overspoelingsfrequentie van 5 keer per jaar. Het ecotoop omvat de grootste oppervlakte in de Waddenzee, maar komt ook voor in het westelijke deel van de Westerschelde en in de Oosterschelde. De vegetatie in het ecotoop is gesloten, dat wil zeggen dat er vrijwel geen kale grond aanwezig is. Kenmerkende plantensoorten voor dit ecotoop zijn Strandkweek (*Elymus athericus*) en Rood Zwenkgras (*Festuca rubra*) en op de hoogste delen Foringras (*Agrostis stolonifera*). Op de goed ontwaterende plaatsen domineert meestal Strandkweek (*Elymus athericus*), in sommige jaren samen met Spijmelde (*Atriplex hastata*). Wanneer bemaaid of beweid wordt, is Strandkweek (*Elymus athericus*) veel minder dominant aanwezig en treden andere soorten meer op de voorgrond. De ecologische betekenis van onbeheerde hoge kwelders/schoren is voor vogels relatief gering door het monotone, ruige karakter van de vegetatie. Als hoogwatervluchtplaats wordt door wadvogels meestal een opener terrein verkozen. Lokaal kan het ecotoop van belang zijn als broed- en foerageergebied voor bij-

voorbeeld de Bruine Kiekendief (*Circus aeruginosus*), Kokmeeuw (*Larus ridibundus*), Lepelaar (*Platalea leucorodia*) en Zilvermeeuw (*Larus argentatus*). Daarnaast is het ecotoop van belang voor wintergasten als Sneeuwgorst (*Plectrophenax nivalis*), Strandleeuwerik (*Eremophila alpestris*) en Frater (*Carduelis flavirostris*). In het ecotoop komen vrijwel altijd krekens voor, die dan ook bij het ecotoop worden gerekend en niet worden benoemd als eco-element. De krekens vervullen een belangrijke kinderka-merfunctie voor onder meer de Gewone Garnaal (*Crangon crangon*) (Cattrijsse et al., 1997), en zijn

van groot belang voor de ontwatering en de aanvoer van sediment. In het ecotoop kunnen poelen ontstaan, bijvoorbeeld door het dichtslibben van delen van krekens of door het uitschuren van kuilen tijdens een stormvloed. De poelen worden gevuld met zee-water tijdens springvloed of stormen. In de tussentijdse periodes veroorzaken droge periodes stijging van het zoutgehalte, en leidt neerslag tot verlaging van het zoutgehalte (De Boer & Wolff, 1996). In dergelijke poelen kunnen Ruppia-associaties (*Ruppia cirrhosa*, *R. maritima*) voorkomen. In de krekens kan zeegras (*m.n. Zostera marina*) voorkomen.

Tabel 6.2.7.

De soortenlijst van de zacht substraat ecotopen in het brakke supralitoraal. DS = doelsoort LNV; VR = soort in EU-Vogelrichtlijn (appendix 1); RL = soort op nationale Rode Lijst (alle uit Bal et al., 2001).

SUPRALITORAAL ZACHT SUBSTRAAT BRAK OF VARIABEL BRAK/ZOUT		(pot.) pionierzone brakke kwelder/schor +kale zone				
		lage brakke kwelder/schor				
		middelhoge brakke kwelder/schor				
GROEPEN	SOORTEN				hoge brakke kwelder/schor	
planten	Akkerdistel ( <i>Cirsium arvense</i> )				x	
	Echt Lepelblad ( <i>Cochlearia officinalis</i> )	x	x			DS, RL
	Engels Slijkgras ( <i>Spartina anglica</i> )	x				
	Fioringras ( <i>Agrostis stolonifera</i> )			x	x	
	Gewoon Kweldergras ( <i>Puccinellia maritima</i> )	x	x			
	Groot zee gras ( <i>Zostera marina</i> )	x	x	x		DS; RL
	Heemst ( <i>Althaea officinalis</i> )				x	DS, RL
	Moerasmelkdistel ( <i>Sonchus palustris</i> )				x	
	Riet ( <i>Phragmites australis</i> )	x	x	x		
	Rood Zwenkgras ( <i>Festuca rubra</i> )				x	
	Ruwe Bies ( <i>Scirpus tabernaemontani</i> )	x	x			
	Schorrezoutgras ( <i>Triglochin maritima</i> )		x			
	Snavelruppia ( <i>Ruppia maritima</i> )		x	x	x	DS, RL, poelen
	Spiraalruppia ( <i>Ruppia cirrhosa</i> )		x	x	x	DS, RL, poelen
	Strandkweek ( <i>Elymus athericus</i> )				x	
	Zeeaster ( <i>Aster tripolium</i> )		x			
	Zeebies ( <i>Scirpus maritimus</i> )	x	x			
	Zeekraal ( <i>Salicornia spp.</i> )	x				
	Zilte Schijnspurrie ( <i>Spergularia salina</i> )		x			
	mollusken	Gewone Muizenootje ( <i>Ovatella myosotis</i> )	x	x	x	
Gray's Kustslakje ( <i>Assiminea grayana</i> )		x	x	x		kenmerkend
kreeftachtigen	Gewone Garnaal ( <i>Crangon crangon</i> )	x	x	x	x	in prielen/kreken
vogels	Brandgans ( <i>Branta leucopsis</i> )			x	x	DS, VR, Eems-Dollard
	Bruine Kiekendief ( <i>Circus aeruginosus</i> )				x	DS, VR
	Frater ( <i>Carduelis flavirostris</i> )				x	
	Grauwe Gans ( <i>Anser anser</i> )			x	x	DS, WS
	Kleine Karekiet ( <i>Acrocephalus scirpaceus</i> )			x	x	broedvogel (riet)
	Kokmeeuw ( <i>Larus ridibundus</i> )	x	x	x	x	kreken
	Lepelaar ( <i>Platalea leucorodia</i> )					DS, VR, RL
	Pijlstaart ( <i>Anas acuta</i> )	x	x	x	x	DS, RL, kreken
	Rietgors ( <i>Emberiza schoeniclus</i> )			x	x	broedvogel (riet)
	Rotgans ( <i>Branta bernicla</i> )			x	x	DS, Eems-Dollard
	Slobeend ( <i>Anas clypeata</i> )	x	x	x	x	kreken
	Smient ( <i>Anas penelope</i> )			x	x	
	Sneeuwgors ( <i>Plectrophenax nivalis</i> )				x	
	Strandleeuwerik ( <i>Eremophila alpestris</i> )				x	
	Visdief ( <i>Sterna hirundo</i> )		x	x		DS, VR, RL, broedvogel

Tabel 6.2.8.

De soortenlijst van de zacht substraat ecotopen in het zoute supralitoraal. DS = doelsoort LNV; VR = soort in EU-Vogelrichtlijn (appendix 1); RL = soort op nationale Rode Lijst (alle uit Bal et al., 2001).

SUPRALITORAAL ZACHT SUBSTRAAT ZOUT		Laag droog strand							
GROEPEN	SOORTEN	hoog droog strand embryonale duinen							
		(pre) pionierzone zoute kwelder/schor							
		lage zoute kwelder/schor							
		middelhoge zoute kwelder/schor							
								hoge zoute kwelder/schor	
planten	Biestarwegras ( <i>Elytrigia junceiformis</i> )	x	x						
	Engels Gras ( <i>Armeria maritima</i> )							x	DS, RL
	Engels Slijkgras ( <i>Spartina anglica</i> )			x	x				
	Fioringras ( <i>Agrostis stolonifera</i> )							x	
	Groot Zee gras ( <i>Zostera marina</i> )				x	x	x		DS; RL
	Kweldergras ( <i>Puccinellia maritima</i> )				x	x			
	Lamsoor ( <i>Limonium vulgare</i> )				x	x			DS
	Rode Ogentroost ( <i>Odontites verna</i> )						x	x	DS, RL
	Roodzwenkgras ( <i>Festuca rubra</i> )							x	
	Schorrekruid ( <i>Suaeda maritima</i> )				x				
	Schorrezoutgras ( <i>Triglochin maritima</i> )				x	x			
	Snavelruppia ( <i>Ruppia maritima</i> )				x	x	x		DS, RL, poelen
	Spiesmelde ( <i>Atriplex hastata</i> )				x	x	x		
	Spiraalruppia ( <i>Ruppia cirrhosa</i> )				x	x	x		DS, RL, poelen
	Strandkweek ( <i>Elymus athericus</i> )							x	
	Zeealsem ( <i>Artemisia maritima</i> )				x	x			DS, RL
	Zeeaster ( <i>Aster tripolium</i> )	x			x	x			
	Zeekool ( <i>Crambe maritima</i> )								
	Zeekraal ( <i>Salicornia spp.</i> )	x		x					
	Zeeraket ( <i>Cakile maritima</i> )	x	x						
	Zeevenkel ( <i>Crithmum maritimum</i> )								DS; RL
	Zeeweegbree ( <i>Plantago maritima</i> )						x		DS, RL
	Zilte Rus ( <i>Juncus gerardii</i> )						x	x	
Zoutmelde ( <i>Halimione portulacoides</i> )					x	x			
wormen	Gemshoornworm ( <i>Scolecopsis squamata</i> )								
mollusken	Gewone Muizenootje ( <i>Ovatella myosotis</i> )			x	x	x			
kreeftachtigen	Gewone Garnaal ( <i>Crangon crangon</i> )			x	x	x	x		kreken
	Bergeend ( <i>Tadorna tadorna</i> )	x	x						broedvogel
vogels	Bontbekplevier ( <i>Charadrius hiaticula</i> )		x						broedvogel
	Brandgans ( <i>Branta leucopsis</i> )					x			DS, VR
	Bruine Kiekendief ( <i>Circus aeruginosus</i> )						x		DS, VR
	Drieteenstrandloper ( <i>Calidris alba</i> )	x							
	Dwergsterne ( <i>Sterna albifrons</i> )		x						DS, VR, RL
	Frater ( <i>Carduelis flavirostris</i> )							x	
	Kokmeeuw ( <i>Larus ridibundus</i> )			x	x	x	x		kreken
	Lepelaar ( <i>Platalea leucorodia</i> )							x	DS, VR, RL
	Rotgans ( <i>Branta bernicla</i> )						x		DS
	Pijlstaart ( <i>Anas acuta</i> )			x	x	x	x		DS, RL, kreken
	Scholekster ( <i>Haematopus ostralegus</i> )						x		DS
	Slobeend ( <i>Anas clypeata</i> )			x	x	x	x		kreken
	Smient ( <i>Anas penelope</i> )							x	
	Sneeuwgors ( <i>Plectrophenax nivalis</i> )							x	
	Stormmeeuw ( <i>Larus canus</i> )		x						broedvogel
	Strandleeuwerik ( <i>Eremophila alpestris</i> )	x						x	
	Strandplevier ( <i>Charadrius alexandrinus</i> )		x						DS, RL
Visdief ( <i>Sterna hirundo</i> )				x	x			DS VR, RL, broedvogel	
Zilvermeeuw ( <i>Larus argentatus</i> )									





## 6.3 NOORDZEE

### 6.3.1 Hard substraat ecotopen

#### Hoogdynamisch sublitoraal steen/hout in zout of variabel brak/zout water

Vanwege de hoge mate van golfwerking (grote strijklengte) valt vrijwel al het permanent onder water gelegen harde substraat langs de Noordzeekust onder dit ecotoop. Hiertoe behoren ook de mondingen van de Westerschelde (pragmatisch tot de lijn Vlissingen-Breskens) en de Oosterschelde (tot de stormvloedkering) (zie paragraaf 4.4: figuur 4.4.1). Het harde substraat bestaat uit de permanent onder water gelegen delen van dijkglooingen en sterk geëxponeerde zijden van haven- en strekdammen. Vanwege de hoge dynamiek kunnen wieren slecht tot ontwikkeling komen. Eventuele wiergroei is bovendien slechts mogelijk in de bovenste decimeters van het sublitoraal vanwege de hoge troebelheid van het water door de hoge dynamiek. Naast een beperkte wiergroei kunnen in het ecotoop anemonen, vlokreeften (*Gammaridae*), strandkrabben, zeepokken (*Cirripedia*) en zeesterren voorkomen (tabel 6.3.1). Op lokaties langs de Noordzeekust waar rivierinvloeden of andere lozingspunten van brak (zoet) water aanwezig zijn, vertoont het zoutgehalte grote variaties. Op dergelijke lokaties zal het aantal soorten lager zijn dan in de zoute versie van het ecotoop.

#### Laagdynamisch sublitoraal steen/hout in zout of variabel brak/zout water

Dit laagdynamische ecotoop omvat permanent onder water gelegen hard substraat op beschutte lokaties langs de Noordzeekust, zoals in havens en aan luwe zijden van strekdammen. Het ecotoop komt langs de Noordzeekust alleen plaatselijk voor, aangezien met uitzondering van deze beschutte lokaties de hele Noordzeekust hoogdynamisch is door de grote strijklengte. Vanwege de geringe dynamiek is in principe een goede ontwikkeling van wieren mogelijk. Naast wieren leven in het ecotoop sponzen, hydroïedpoliepen, anemonen, kreeftachtigen (Strandkrab *Carcinus maenas*, zeepokken *Cirripedia*), zakpijpen, zeesterren en vissen

(Zeebaars *Dicentrarchus labrax*). Ook kan de Japanse Oester-gemeenschap (*Crassostrea gigas*) in het ecotoop voorkomen (zie bijlage 4). Op lokaties langs de Noordzeekust waar rivierinvloeden of andere lozingspunten van brak (zoet) water aanwezig zijn, vertoont het zoutgehalte grote variaties. Op dergelijke lokaties zal het aantal soorten lager zijn dan in de zoute versie van het ecotoop.

#### Hoogdynamisch litoraal steen/hout in zout of variabel brak/zout water

Vanwege de grote strijklengte over de Noordzee staat er een sterke mate van golfdynamiek (brekende golven) op de Noordzeekust. Vrijwel al het droogvallende harde substraat langs de Noordzeekust valt daarom onder dit hoogdynamische ecotoop. Hiertoe behoren ook de mondingen van de Westerschelde (pragmatisch tot de lijn Vlissingen-Breskens) en de Oosterschelde (tot de stormvloedkering) (zie paragraaf 4.4: figuur 4.4.1). Het harde substraat bestaat bijvoorbeeld uit dijkglooingen, havendammen, piepen, strandhoofden en palenrijen (zie bijlage 3). Door de sterke golfdynamiek kunnen wieren slecht tot ontwikkeling komen en is het aantal levensgemeenschappen beperkt. Ook de soortenrijkdom binnen de levensgemeenschappen is vanwege de hoge dynamiek beperkt. Naast de Zeepok-Alikruik (*Cirripedia-Littorinidae*)-gemeenschap kunnen de Klein darmwier (*Blidingia minima*) en Darmwier (*Enteromorpha sp.*)-gemeenschappen voorkomen (zie bijlage 4). Ook worden wel kleine Mosseltjes (*Mytilus edulis*) aangetroffen. Op lokaties langs de Noordzeekust waar rivierinvloeden of andere lozingspunten van brak (zoet) water aanwezig zijn, vertoont het zoutgehalte grote variaties. Op dergelijke lokaties zal het aantal soorten lager zijn dan in de zoute versie van het ecotoop.

#### Laagdynamisch litoraal steen/hout in zout of variabel brak/zout water

Langs de Noordzeekust komt het ecotoop alleen plaatselijk voor op beschut gelegen lokaties, zoals in havens of aan luwe zijden van strekdammen. Op dergelijke lokaties is slechts een beperkte mate van golfwerking (korte strijklengte) aanwezig. De levensgemeenschappen die te verwachten zijn, zijn de Zeepok-Alikruik (*Cirripedia-Littorinidae*), Klein Darmwier (*Blidingia minima*), Darmwier

(*Enteromorpha sp.*), Kleine Zeeëik (*Fucus spiralis*), Blaaswier (*Fucus vesiculosus*) en Gezaagde Zeeëik (*Fucus serratus*) gemeenschappen (zie bijlage 4). Vaak komt in plaats van de twee laatstgenoemde gemeenschappen een brede zone met de Knotswier (*Ascophyllum nodosum*)-gemeenschap voor. Ook bevindt zich in havens hard substraat tussen de gemiddelde laagwaterlijn en de gemiddelde laagwaterlijn bij springtij. Deze zone wordt de infralitorale rand genoemd (zie bijlage 3). Op de infralitorale rand kunnen diverse kleine groen-, bruin-, en roodwieren voorkomen. Op lokaties langs de Noordzeekust waar rivierinvloeden of andere lozingspunten van brak (zoet) water aanwezig zijn, vertoont het zoutgehalte grote variaties. Op dergelijke lokaties zal het aantal soorten lager zijn dan in de zoute versie van het ecotoop.

#### **Steen boven de hoogwaterlijn**

Op hard substraat boven de hoogwaterlijn komt vaak een kenmerkende geelkleurige Korstmoss (Lichenes)-gemeenschap voor. Deze gemeenschap

kan echter ook grijs of zwart gekleurd zijn. Meestal wordt de Korstmoss-gemeenschap aangetroffen op al het harde substraat dat boven de waterlijn aanwezig is. Het merendeel van de korstmossen behoort tot de geslachten *Caloplaca* en *Xanthoria*, welke geel van kleur zijn. Daarnaast komen soorten uit de geslachten *Verrucaria* en *Lecanora* voor, die respectievelijk zwart en grijs gekleurd zijn. Behalve korstmossen komen er nauwelijks andere soorten in de gemeenschap voor. Soms worden aan de onderzijde van de zone Klein Darmwier (*Blidingia minima*), Nieuwzeelandse Zeepok (*Elminius modestus*), Ruwe Alikruik (*Littorina saxatilis*), Havenpissebed (*Ligia oceanica*) en het insect *Lipura maritima* aangetroffen. Onder de Korstmoss-gemeenschap kan zich als een zwarte bandvormige zone een gemeenschap van de cyanobacterie *Entophysalis deusta* bevinden, welke voornamelijk uit deze ene cyanobacterie bestaat (Nienhuis, 1976). In het voorjaar kan op vrijwel dezelfde hoogte de groenwiergemeenschap van *Prasiola stipitata* voorkomen (Den Hartog, 1959) (tabel 6.3.1.).

ECOTOPEN IN DE NOORDZEE HARD SUBSTRAAT		hoogdynamisch sublitoraal steen/hout					
		laagdynamisch sublitoraal steen/hout					
		hoogdynamisch litoraal steen/hout					
		laagdynamisch litoraal steen/hout					
GROEPEN	SOORTEN	steen boven de hoogwaterlijn					
cyanobacteriën	<i>Entophysalis deusta</i>					x	
korstmossen	<i>Lichenes</i>					x	
wieren	Blaaswier ( <i>Fucus vesiculosus</i> )				x		
	Darmwieren ( <i>Enteromorpha spp.</i> )			x	x		
	Donker Buiswier ( <i>Polysiphonia nigra</i> )	x	x				
	Iers Mos ( <i>Chondrus crispus</i> )		x				
	Gezaagde Zeeëik ( <i>Fucus serratus</i> )				x		
	Klein Darmwier ( <i>Blidingia minima</i> )			x	x		
	Kleine Zeeëik ( <i>Fucus spiralis</i> )				x		
	Knotswier ( <i>Ascophyllum nodosum</i> )				x		
	Rood Hoorntjeswier ( <i>Ceramium rubrum</i> )	x	x				
	Purperwier ( <i>Porphyra umbilicalis</i> )	x	x				
	Tongwier ( <i>Hypoglossum hypoglossoides</i> )		x				
	Vederwier ( <i>Bryopsis plumosa</i> )		x				
	Zeesla ( <i>Ulva spp.</i> )	x	x				
sponzen	Broodspons ( <i>Halichondria panicea</i> )	x	x				
	Geweispons ( <i>Haliclona oculata</i> )		x				
hydroïed- poliepen	Gorgelpijp ( <i>Tubularia larynx</i> )		x				
	Haringgraat ( <i>Halecium halecium</i> )		x				
	Ruwe Zeerasp ( <i>Hydractinea echinata</i> )	x	x				
	Sertulariidae		x				
	<i>Tubularia spp.</i>	x	x				
anemonen	Golfbrekeranemoon ( <i>Diadumene cincta</i> )	x	x				
	Paarde-anemoon ( <i>Actinea equina</i> )	x	x				
	Slikanemoon ( <i>Sagartia troglodytes</i> )	x	x				
	Wedueroos ( <i>Sagartiogeton undatus</i> )	x	x				
	Zeeanjelier ( <i>Metridium senile</i> )	x	x				
mollusken	Alikruiken ( <i>Littorinidae</i> )			x	x		
kreeftachtigen	Fluwelen Zwemkrab ( <i>Necora puber</i> )		x				
	Noordzeekrab ( <i>Cancer pagurus</i> )		x				
	Spookkreeftje ( <i>Caprella linearis</i> )	x	x				
	Strandkrab ( <i>Carcinus maenas</i> )	x	x	x	x		
	Vlokkreeften ( <i>Gammaridae</i> )	x					
	Zeepokken ( <i>Cirripedia</i> )	x	x	x	x		
mosdiertjes	Harige Vliescelpoliep ( <i>Electra pilosa</i> )	x					
stekelhuidigen	Gewone Zeester ( <i>Asterias rubens</i> )	x	x				
vissen	Botervis ( <i>Pholis gunnellus</i> )		x		x		DS, RL
	Kabeljauw ( <i>Gadus morhua</i> )		x		x		
	Steenbolk ( <i>Trisopterus luscus</i> )		x		x		
	Vorskwab ( <i>Raniceps raninus</i> )		x		x		DS, RL
	Zeebaars ( <i>Dicentrarchus labrax</i> )		x		x		
	Zeedonderpad ( <i>Myoxocephalus scorpius</i> )		x		x		

Tabel 6.3.1.

De soortenlijst van de hard substraat ecotopen in de Noordzee. DS = doelsoort LNV; RL = soort op nationale Rode Lijst (beide uit Bal et al., 2001)

### 6.3.2 SUBLITORALE ZACHT SUBSTRAAT ECOTOPEN

#### Hoogdynamische bodem in zout water

Het ecotoop wordt niet verder onderverdeeld naar diepte, omdat de hoge mate van hydrodynamiek bepalender wordt geacht voor het voorkomen van bodemdieren. Onder het ecotoop vallen bijvoorbeeld de getijdegeulen ten noorden/westen van de waddeneilanden en in de Voordelta. In de getijdegeulen wordt de hoge dynamiek veroorzaakt door de hoge lineaire stroomsnelheden. Ook de brandingszone langs de Noordzeekust (het niet droogvallende deel) valt onder dit ecotoop. Langs de kust wordt de hoge dynamiek veroorzaakt door de hoge mate van golfwerking (grote strijk lengte). Doordat de bodem tot op zekere diepte continu in beweging is, is er weinig bodemdierleven mogelijk. De aantallen bodemdieren, de biomassa en de soortdiversiteit zijn laag. Een kenmerkende bodemdiersoort voor de brandingszone is de Gemshoornworm (*Scolelepis squamata*). Het water in de geulen is een belangrijk transportmiddel voor zowel volwassen bodemdieren en vissen, als voor hun larven (Creutzberg, 1978; Dankers & Binsbergen, 1984) (tabel 6.3.2). In getijdegeulen wordt gevoeragerd door bijvoorbeeld Grote Sterns (*Sterna sandvicensis*), Noordse Sterns (*Sterna paradisaea*), Visdieven (*Sterna hirundo*) en Roodkeelduikers (*Gavia stellata*). In de brandingszone foerageren Futen (*Podiceps cristatus*) en meeuwen (*Larus spp.*).

#### Laagdynamische zeer diepe slibrijke bodem in zout water

In dit ecotoop, dat in Nederland alleen voorkomt in de Noordzee, ligt de bodem dieper dan 30 meter en is het sediment slibrijk (> 10% slib). Het ecotoop komt voor in de gebieden Oestergronden en Friese Front. Doordat de watermassa's van de zuidelijke en de centrale Noordzee elkaar hier tegenkomen, kunnen in deze gebieden veel voedingsstoffen de bodem bereiken. Mede hierdoor is er een hoge diversiteit, dichtheid en biomassa aan bodemdieren aanwezig. Indicatorsoorten voor de bodemdiergemeenschappen van de Oestergronden en het Friese Front zijn bijvoorbeeld de wormen *Glycera rouxi*, *Lumbrineris latreilli* en *Pholoe minuta*, het Burchtenkreeftje *Callianassa subterranea* en het Tweetandschelpje

(*Mysella bidentata*). Belangrijke soorten qua dichtheden zijn de Draadarmige Slangster (*Amphiura filiformis*) en het Tweetandschelpje (*Mysella bidentata*). Kenmerkende soorten voor het noordelijke en het centrale deel van het NCP, waarin de Oestergronden en het Friese Front liggen, zijn bijvoorbeeld de Perkamentkokerworm (*Chaetopterus variopedatus*) en de amphipode *Harpinia antennaria* (Holtmann et al., 1996). Vanwege het aanwezige voedsel (met name pelagische vissen, die niet in het ZES.1 opgenomen zijn) zijn de Oestergronden en het Friese Front belangrijke gebieden voor zeevogels als Alken (*Alca torda*), Zeekoeten (*Uria aalge*) en Drieteenmeeuwen (*Rissa tridactyla*), en ook voor zeezoogdieren als de Bruinvis (*Phocoena phocoena*).

#### Laagdynamische zeer diepe fijnzandige bodem in zout water

In dit ecotoop, dat in Nederland alleen in de Noordzee voorkomt, ligt de bodem dieper dan 30 meter en bestaat het sediment uit fijn zand. Het ecotoop komt voor in een groot deel van het centrale NCP, zoals in en rond de gebieden Oestergronden en Friese Front. De diversiteit, dichtheid en biomassa aan bodemdieren is over het algemeen lager dan in de slibrijke bodems in deze gebieden. Indicatorsoorten voor dit ecotoop zijn de Wapenworm (*Scoloplos armiger*), de kleine kreeftachtigen *Eudorellopsis deformis* en *Harpinia antennaria*, en de Rechtsgestreepte Platschelp (*Tellina fabula*). Een kenmerkende soort voor het noordelijke en het centrale deel van het NCP is bijvoorbeeld de Perkamentkokerworm (*Chaetopterus variopedatus*). Belangrijke soorten qua dichtheden zijn de wormen *Spiophanes bombyx* en *Magelona papillicornis*, de Draadarmige Slangster (*Amphiura filiformis*) en het Tweetandschelpje (*Mysella bidentata*) (Holtmann et al., 1996). Vanwege het aanwezige voedsel (met name pelagische vissen, die niet in het ZES.1 opgenomen zijn) zijn de Oestergronden en het Friese Front belangrijke gebieden voor zeevogels als Alken (*Alca torda*), Zeekoeten (*Uria aalge*) en Drieteenmeeuwen (*Rissa tridactyla*), en ook voor zeezoogdieren als de Bruinvis (*Phocoena phocoena*).

#### Laagdynamische zeer diepe grofzandige bodem in zout water

In dit ecotoop, dat in Nederland alleen in de

Noordzee voorkomt, ligt de bodem dieper dan 30 meter en bestaat het sediment uit grof zand (mediale korrelgrootte > 250 µm). De oppervlakte aan dit ecotoop is beperkt, het komt in elk geval voor in de omgeving van de Klaverbanken (noordwestelijk NCP). Indicatorsoorten voor bodemdiergemeenschappen in dit ecotoop zijn de Zandzager (*Nephtys cirrosa*) en de kleine kreeftachtige *Bathyporeia guilliamsoniana* (Holtmann et al., 1996). Qua dichtheden kunnen de wormen *Spiophanes bombyx* en *Magelona papillicornis* belangrijk zijn, qua biomassa de Hart-egel (*Echinocardium cordatum*). Een kenmerkende soort voor zandbodems in de centrale Noordzee is de Glanzende Tepelhoorn (*Lunatia alderi*).

#### Laagdynamische zeer diepe grindbodem in zout water

In dit ecotoop, dat in Nederland alleen in de Noordzee voorkomt, ligt de bodem dieper dan 30 meter en bestaat het sediment uit grind. Het ecotoop komt voor in het noordwestelijke deel van het NCP, de Klaverbanken. De bodemdiergemeenschap die zich op en in het grind bevindt is duidelijk anders dan gemeenschappen in zandige en slibrijke bodems. Er komen veel soorten voor die typisch zijn voor een harde ondergrond, zoals zee-anemonen en poliepen. Ook komen er koudwaterkoralen voor. Schelpdieren zijn talrijk en hebben een hoge individuele biomassa. De Klaverbank is van belang voor langlevende schelpdieren zoals de Noordkromp (*Arctica islandica*) en de Wulk (*Buccinum undatum*). Ook komen er veel zeesterren (bv *Kamster Astropecten irregularis*), zeekomkommers en zee-egels (Hartegel *Echinocardium cordatum*) voor.

#### Laagdynamische diepe slibrijke bodem in zout water

In dit ecotoop ligt de bodem tussen 20 en 30 meter diep en is het sediment slibrijk. Het ecotoop komt alleen zeer plaatselijk voor. De bodemfauna is waarschijnlijk te vergelijken met de fauna in de omringende fijnzandige bodems. Qua dichtheden kunnen de wormen *Spiophanes bombyx* en *Magelona papillicornis* belangrijk zijn, qua biomassa de Hartegel (*Echinocardium cordatum*) (Holtmann et al., 1996) (tabel 6.3.3).

#### Laagdynamische diepe fijnzandige bodem in zout water

In dit ecotoop ligt de bodem tussen 20 en 30 meter diep en is het sediment fijnzandig. Onder het ecotoop valt een groot deel van de Zuidelijke Bocht, maar ook de Doggersbank in het noordelijke deel van het NCP. Indicatorsoorten voor bodemdiergemeenschappen in de 20 tot 30 meter dieptezone in de Noordzee (inclusief de Doggersbank) zijn de Zandzager (*Nephtys cirrosa*) en de kleine kreeftachtige *Bathyporeia guilliamsoniana* (Holtmann et al., 1996). Qua dichtheden kunnen de wormen *Spiophanes bombyx* en *Magelona papillicornis* belangrijk zijn, qua biomassa de Hart-egel (*Echinocardium cordatum*). Vanwege het aanwezige voedsel (met name pelagische vissen, die niet in het ZES.1 zijn opgenomen) is de Doggersbank een belangrijk gebied voor zeevogels als Alken (*Alca torda*), Zeekoeten (*Uria aalge*) en Drieteenmeeuwen (*Rissa tridactyla*), en ook voor zeezoogdieren als de Bruinvis (*Phocoena phocoena*).

#### Laagdynamische diepe grofzandige bodem in zout water

In dit ecotoop ligt de bodem tussen 20 en 30 meter diep en is het sediment grofzandig (mediale korrelgrootte > 250 µm). Onder het ecotoop valt met name het zuidelijke deel van de Zuidelijke Bocht. Indicatorsoorten voor bodemdiergemeenschappen in de 20 tot 30 meter dieptezone in de Noordzee zijn de Zandzager (*Nephtys cirrosa*) en de kleine kreeftachtige *Bathyporeia guilliamsoniana* (Holtmann et al., 1996). Soorten die uitsluitend in zandige bodems in het zuidelijke deel van de Noordzee voorkomen zijn het Zaagje (*Donax vittatus*) en de worm *Aricidea minuta*. Qua dichtheden kunnen de wormen *Spiophanes bombyx* en *Magelona papillicornis* belangrijk zijn, qua biomassa de Hartegel (*Echinocardium cordatum*).

#### Laagdynamische ondiepe slibrijke bodem in zout water

In dit ecotoop ligt de bodem minder diep dan 20 meter en is het sediment slibrijk. Het ecotoop komt voor in het kustgebied, maar slibrijke bodems komen alleen zeer plaatselijk voor. De bodemfauna is waarschijnlijk te vergelijken met de fauna in de omringende fijnzandige bodems in het kustgebied.

Indicatorsoorten voor bodemdiergemeenschappen in het kustgebied zijn de Zandzager (*Nephtys hombergii*), de Halfgeknotte Strandschelp (*Spisula subtruncata*) en het Nonnetje (*Macoma balthica*) (Holtmann et al., 1996). Op lokaties langs de Noordzeekust waar rivierinvloeden of andere lozingspunten van brak (zoet) water aanwezig zijn, vertoont het zoutgehalte grote variaties. Op dergelijke lokaties zal het aantal soorten lager zijn dan in de zoute versie van het ecotoop.

#### Laagdynamische ondiepe fijnzandige bodem in zout water

In dit ecotoop ligt de bodem minder diep dan 20 meter en is het sediment fijnzandig. Het ecotoop omvat een groot deel van het kustgebied. Indicatorsoorten voor bodemdiergemeenschappen in het kustgebied zijn de Zandzager (*Nephtys hombergii*), de Halfgeknotte Strandschelp (*Spisula subtruncata*) en het Nonnetje (*Macoma balthica*) (Holtmann et al., 1996). In het kustgebied kan lokaal het aantal soorten bodemdieren en de biomassa hoog zijn. Er kunnen grote schelpdierbestanden voorkomen, zoals banken van de Halfgeknotte Strandschelp (*Spisula subtruncata*) en de Amerikaanse Zwaardschede (*Ensis directus*). Het voorkomen van deze banken, en de aanwezige dichtheden, vertonen echter een sterke jaarlijkse variatie. Dergelijke schelpdierbanken vormen een belangrijke voedselbron voor Eidereenden (*Somateria mollissima*) en Zwarte Zee-eenden (*Melanitta nigra*). Het kustgebied van de Noordzee is voor veel vissoorten van belang als kinderkamer. Bij de bodem levende vissoorten die in het kustgebied voorkomen zijn bijvoorbeeld Bot (*Platichthys flesus*), Schol (*Pleuronectes platessa*), Schar (*Limanda limanda*) en Tong (*Solea solea*). Op locaties langs de Noordzeekust waar rivierinvloeden of andere lozingspunten van brak (zoet) water aanwezig zijn, vertoont het zoutgehalte grote variaties. Op dergelijke locaties zal het aantal soorten lager zijn dan in de zoute versie van het ecotoop.

#### Laagdynamische ondiepe grofzandige bodem in zout water

In dit ecotoop ligt de bodem minder diep dan 20 meter en is het sediment grofzandig (mediane korrelgrootte > 250 µm). Het ecotoop omvat delen van

het kustgebied. Indicatorsoorten voor bodemdiergemeenschappen in het kustgebied zijn de Zandzager (*Nephtys hombergii*), de Halfgeknotte Strandschelp (*Spisula subtruncata*) en het Nonnetje (*Macoma balthica*) (Holtmann et al., 1996). In het kustgebied kan lokaal het aantal soorten bodemdieren en de biomassa hoog zijn. Er kunnen grote schelpdierbestanden voorkomen, zoals banken van de Halfgeknotte Strandschelp (*Spisula subtruncata*) en de Amerikaanse Zwaardschede (*Ensis directus*). Het voorkomen van deze banken, en de aanwezige dichtheden, vertonen echter een sterke jaarlijkse variatie. Dergelijke schelpdierbanken vormen een belangrijke voedselbron voor Eidereenden (*Somateria mollissima*) en Zwarte Zee-eenden (*Melanitta nigra*). Het kustgebied van de Noordzee is voor veel vissoorten van belang als kinderkamer. Bij de bodem levende vissoorten die in het kustgebied voorkomen zijn bijvoorbeeld Bot (*Platichthys flesus*), Schol (*Pleuronectes platessa*), Schar (*Limanda limanda*) en Tong (*Solea solea*). Op lokaties langs de Noordzeekust waar rivierinvloeden of andere lozingspunten van brak (zoet) water aanwezig zijn, vertoont het zoutgehalte grote variaties. Op dergelijke lokaties zal het aantal soorten lager zijn dan in de zoute versie van het ecotoop.

#### 6.3.3 LITORALE ENSUPRALITORALE ZACHT SUBSTRAAT ECOTOPEN

Aangezien de ecologische inhoud van de litorale en supralitorale ecotopen in de Noordzee niet afwijkend is van de overige getijdewateren wordt voor de beschrijving en de soortenlijsten verwezen naar paragraaf 6.2. De litorale en supralitorale ecotopen die voorkomen in de Noordzee zijn opgelijst in tabel 6.2.5 tot 6.2.8, en in tabel 6.3.4.

ZACHT SUBSTRAAT ECOTOPEN IN DE NOORDZEE HOOGDYNAMISCH; LAAGDYNAMISCH ZEER DIEP		hoogdynamische bodem					
		laagdynamische zeer diepe slibrijke bodem					
		laagdynamische zeer diepe fijnzandige bodem					
		laagdynamische zeer diepe grofzandige bodem					
GROEPEN	SOORTEN	laagdynamische zeer diepe grindbodem					
wormen	<i>Anaitides groenlandica</i>			x	x		
	Gemshoornworm ( <i>Scolelepis squamata</i> )	x					
	<i>Glycera rouxi</i>		x	x			
	<i>Harmothoe spp.</i>		x	x			
	<i>Lumbrineris latreilli</i>		x	x			
	<i>Magelona papillicornis</i> (franjeworm)		x	x	x	x	
	<i>Ophelia borealis</i>			x	x		
	Perkamentkokerworm ( <i>Chaetopterus variopedatus</i> )		x	x			
	<i>Pholoe minuta</i>		x				
	<i>Spio filicornis</i>		x	x	x	x	
	<i>Spiophanes bombyx</i> (zandkokerworm)		x	x	x	x	
	Wapenworm ( <i>Scoloplos armiger</i> )			x	x	x	
	Zandzager ( <i>Nephtys cirrosa</i> )			x	x	x	
mollusken	Glanzende Tepelhoorn ( <i>Lunatia alderi</i> )			x	x		
	Noordhoren ( <i>Neptunea antiqua</i> )					x	
	Noordkromp ( <i>Arctica islandica</i> )		x	x	x	x	
	Rechtsgestreepte Platschelp ( <i>Tellina fabula</i> )			x			
	Snavelneut ( <i>Nucula nitidosa</i> )		x	x			
	Tweetandschelpje ( <i>Mysella bidentata</i> )		x	x			
	Venuschelp ( <i>Chamelea striatula</i> )			x	x		
	Witte Dunschaal ( <i>Abra alba</i> )		x	x			
	Wulk ( <i>Buccinum undatum</i> )		x	x	x	x	
kreeft-achtigen	<i>Bathyporeia guilliamsoniana</i>			x	x		
	Burchtenkreeftje ( <i>Callianassa subterranea</i> )		x				
	<i>Eudorellopsis deformis</i>			x			
	<i>Harpinia antennaria</i> (amphipode)		x	x			
	Gewone Zwemkrab ( <i>Macropipus holsatus</i> )		x	x	x	x	
	Heremietkreeft ( <i>Eupagurus bernhardus</i> )		x	x	x	x	
	Ringsprietgarnaal ( <i>Pandalus montagui</i> )						x
stekel-huidigen	Draadarmige Slangster ( <i>Amphiura filiformis</i> )		x	x	x	x	
	Dwergzeeëgel ( <i>Echinocyamus pusillus</i> )				x	x	
	Gewone Slangster ( <i>Ophiura texturata</i> )			x	x		
	Hart-egel ( <i>Echinocardium cordatum</i> )		x	x	x	x	
	Kamster ( <i>Astropecten irregularis</i> )		x	x	x	x	
	Kleine Slangster ( <i>Ophiura albida</i> )			x	x		

**Tabel 6.3.2.**

De soortenlijst van de sublitorale zacht substraat ecotopen in de Noordzee (hoogdynamisch en laagdynamisch zeer diep). DS = doelsoort LNV; VR = soort in EU-Vogelrichtlijn (appendix 1); HR2 = soort in EU-Habitatrichtlijn, (appendix 2); HR2/4 = soort in EU-Habitatrichtlijn, (appendices 2 en 4); RL = soort op nationale Rode Lijst (alle uit Bal et al., 2001).

vissen	Haring ( <i>Clupea harengus</i> )		x	x	x	x	
	Hondshaai ( <i>Scyliorhinus canicula</i> )		x	x	x	x	
	Kabeljauw ( <i>Gadus morhua</i> )		x	x	x	x	
	Kathaai ( <i>Scyliorhinus stellaris</i> )		x	x	x	x	
	Stekelrog ( <i>Raja clavata</i> )		x	x	x	x	
	Vleet ( <i>Raja batis</i> )		x	x	x	x	
vogels	Alk ( <i>Alca torda</i> )		x	x			
	Drieteenmeeuw ( <i>Rissa tridactyla</i> )		x	x	x	x	
	Dwergmeeuw ( <i>Larus minutus</i> )	x					DS
	Fuut ( <i>Podiceps cristatus</i> )	x					
	Grote Stern ( <i>Sterna sandvicensis</i> )	x					DS, VR, RL
	Jan van Gent ( <i>Morus bassanus</i> )		x	x	x	x	
	Kleine Mantelmeeuw ( <i>Larus fuscus</i> )	x					DS
	Kokmeeuw ( <i>Larus ridibundus</i> )	x					
	Noordse Stern ( <i>Sterna paradisaea</i> )	x					DS, VR, RL
	Noordse Stormvogel ( <i>Fulmarus glacialis</i> )		x	x	x	x	
	Roodkeelduiker ( <i>Gavia stellata</i> )	x					DS, VR
	Visdief ( <i>Sterna hirundo</i> )	x					DS, VR, RL
	Zeekoet ( <i>Uria aalge</i> )		x	x			
	Zilvermeeuw ( <i>Larus argentatus</i> )	x					
zeezoogdieren	Bruinvis ( <i>Phocoena phocoena</i> )	x	x	x	x	x	DS, HR2/4, RL
	Gewone Zeehond ( <i>Phoca vitulina</i> )	x	x	x	x	x	DS, HR2, RL
	Grijze Zeehond ( <i>Halichoerus grypus</i> )	x	x	x	x	x	DS, HR2, RL
eco-element	scheepswrakken	x	x	x	x	x	



ZACHT SUBSTRAAT ECOTOPEN IN DE NOORDZEE LAAGDYNAMISCH DIEP EN ONDIEP		laagdynamische diepe slibrijke bodem					
		laagdynamische diepe fijnzandige bodem					
		laagdynamische diepe grofzandige bodem					
		laagdynamische ondiepe slibrijke bodem					
		laagdynamische ondiepe fijnzandige bodem					
GROEPEN	SOORTEN						
wormen	<i>Anaitides groenlandica</i>		x	x		x	x
	<i>Aricidea minuta</i>		x	x		x	x
	<i>Harmothoe spp.</i>	x	x	x	x	x	x
	<i>Magelona papillicornis</i> (franjeworm)	x	x	x	x	x	x
	<i>Ophelia borealis</i>		x	x		x	x
	<i>Spio filicornis</i>	x	x	x	x	x	x
	<i>Spiophanes bombyx</i> (zandkokerworm)	x	x	x	x	x	x
	Wapenworm ( <i>Scoloplos armiger</i> )	x	x	x	x	x	x
	Zandzager ( <i>Nephtys cirrosa</i> )		x	x		x	x
	Zandzager ( <i>Nephtys hombergii</i> )				x	x	x
mollusken	Amerikaanse Zwaardschede ( <i>Ensis directus</i> )		x	x		x	x
	Glanzende Tepelhoren ( <i>Lunatia alderi</i> )		x	x		x	x
	Halfgeknotte Strandschelp ( <i>Spisula subtrunc.</i> )				x	x	x
	Nonnetje ( <i>Macoma balthica</i> )				x	x	x
	Rechtsgestreepte Platschelp ( <i>Tellina fabula</i> )	x	x		x	x	
	Tere Platschelp ( <i>Tellina tenuis</i> )		x			x	
	Witte Dunschaal ( <i>Abra alba</i> )	x	x		x	x	
	Zaagje ( <i>Donax vittatus</i> )		x	x		x	x
kreeftachtigen	<i>Bathyporeia guilliamsoniana</i>		x	x		x	x
	Gewone Zwemkrab ( <i>Macropipus holsatus</i> )	x	x	x	x	x	x
	Heremietkreeft ( <i>Eupagurus bernhardus</i> )	x	x	x	x	x	x
stekelhuidigen	Dwergzeeëgel ( <i>Echinocyamus pusillus</i> )		x	x			
	Gewone Slangster ( <i>Ophiura texturata</i> )	x	x	x	x	x	x
	Hart-egel ( <i>Echinocardium cordatum</i> )	x	x	x	x	x	x
vissen	Bot ( <i>Platichthys flesus</i> )	x	x	x	x	x	x
	Haring ( <i>Clupea harengus</i> )	x	x	x	x	x	x
	Kabeljauw ( <i>Gadus morhua</i> )	x	x	x	x	x	x
	Schar ( <i>Limanda limanda</i> )	x	x	x	x	x	x
	Schol ( <i>Pleuronectes platessa</i> )	x	x	x	x	x	x DS
	Tong ( <i>Solea solea</i> )	x	x	x	x	x	x DS
vogels	Aalscholver ( <i>Phalacrocorax carbo</i> )				x	x	x DS
	Alk ( <i>Alca torda</i> )		x				Doggersbank
	Brilduiker ( <i>Bucephala clangula</i> )				x	x	x
	Drieteenmeeuw ( <i>Rissa tridactyla</i> )	x	x	x			
	Dwergmeeuw ( <i>Larus minutus</i> )				x	x	x DS
	Eidereend ( <i>Somateria mollissima</i> )				x	x	x DS, RL
	Fuut ( <i>Podiceps cristatus</i> )				x	x	x
	Grote Stern ( <i>Sterna sandvicensis</i> )				x	x	x DS, VR, RL
	Grote Zee-eend ( <i>Melanitta fusca</i> )				x	x	x
	Jan van Gent ( <i>Morus bassanus</i> )	x	x	x			

Tabel 6.3.3.

De soortenlijst van de sublitorale zacht substraat ecotopen in de Noordzee (laagdynamisch diep en ondiep). DS = doelsoort LNV; VR = soort in EU-Vogelrichtlijn (appendix 1); HR2 = soort in EU-Habitatrichtlijn (appendix 2); HR2/4 = soort in EU-Habitatrichtlijn (appendices 2 en 4); RL = soort op nationale Rode Lijst (alle uit Bal et al., 2001).

	Kleine Mantelmeeuw ( <i>Larus fuscus</i> )				x	x	x	DS
	Kokmeeuw ( <i>Larus ridibundus</i> )				x	x	x	
	Noordse Stern ( <i>Sterna paradisaea</i> )				x	x	x	DS, VR, RL
	Noordse Stormvogel ( <i>Fulmarus glacialis</i> )	x	x	x				
	Roodkeelduiker ( <i>Gavia stellata</i> )				x	x	x	DS, VR
	Visdief ( <i>Sterna hirundo</i> )				x	x	x	DS, VR, RL
	Zeekoet ( <i>Uria aalge</i> )		x					Doggersbank
	Zilvermeeuw ( <i>Larus argentatus</i> )				x	x	x	
	Zwarte Zee-eend ( <i>Melanitta nigra</i> )				x	x	x	
zeezoogdieren	Bruinvis ( <i>Phocoena phocoena</i> )	x	x	x	x	x	x	DS, HR2/4, RL
	Gewone Zeehond ( <i>Phoca vitulina</i> )	x	x	x	x	x	x	DS, HR2, RL
	Grijze Zeehond ( <i>Halichoerus grypus</i> )	x	x	x	x	x	x	DS, HR2, RL
eco-elementen	scheepswrakken	x	x	x	x	x	x	

ZACHT SUBSTRAAT ECOTOPEN IN DE NOORDZEE HOOGDYNAMISCH LITORAAL EN STRAND (overig litoraal in tabel 6.2.6; kwelders/schorren in tabel 6.2.8)		laaggelegen hoogdynamisch litoraal, het 'natte strand'			
		laaggelegen hoogdynamisch supralitoraal, het 'droge strand'			
GROEPEN	SOORTEN	Hooggelegen hoogdynamisch supralitoraal, 'embryonale duintjes'			
planten	Biestarwegras ( <i>Elytrigia junceiformis</i> )		x	x	DS
	Helmgras ( <i>Ammophila arenaria</i> )			x	
	Zeekool ( <i>Crambe maritima</i> )		x	x	
	Zeeraket ( <i>Cakile maritima</i> )		x	x	
	Zeevenkel ( <i>Crithmum maritimum</i> )		x	x	DS; RL
kreeftachtigen	Strandvlo ( <i>Gammarus spec.</i> )	x	x		
wormen	Gemshoornworm ( <i>Scolecopsis squamata</i> )	x	x		
vogels	Bergeend ( <i>Tadorna tadorna</i> )			x	DS, broedvogel
	Bontbekplevier ( <i>Charadrius hiaticula</i> )			x	broedvogel
	Bonte Strandloper ( <i>Calidris alpina</i> )	x	x		DS
	Drieteenstrandloper ( <i>Calidris alba</i> )	x	x		
	Dwergstern ( <i>Sterna albifrons</i> )			x	DS, VR, RL, broedvogel
	Kleine Mantelmeeuw ( <i>Larus fuscus</i> )			x	DS, broedvogel
	Kokmeeuw ( <i>Larus ridibundus</i> )	x	x		
	Scholekster ( <i>Haematopus ostralegus</i> )	x	x		DS
	Stormmeeuw ( <i>Larus canus</i> )			x	DS, broedvogel
	Strandplevier ( <i>Charadrius alexandrinus</i> )			x	DS, RL, broedvogel
	Zilvermeeuw ( <i>Larus argentatus</i> )			x	broedvogel

**Tabel 6.3.4.**

De soortenlijst van het hoogdynamische litorale zachte substraat en de stranden in de Noordzee. Voor de soortenlijsten voor het laagdynamische litorale zachte substraat wordt verwezen naar tabel 6.2.6 (paragraaf 6.2), voor de kwelders/schorren naar tabel 6.2.8 (paragraaf 6.2). DS = doelsoort LNV; VR = soort in EU-Vogelrichtlijn (appendix 1); RL = soort op nationale Rode Lijst (alle uit Bal et al., 2001).

## 6.4 ECOTOPEN IN HET GREVELINGENMEER

### Laagdynamisch sublitoraal steen/hout in zout water

Het harde substraat langs de randen van het Grevelingenmeer is laagdynamisch vanwege de beperkte strijklengte en golfwerking in verhouding tot de Noordzeekust (zie paragraaf 4.4: figuur 4.4.1). Het harde substraat bestaat voornamelijk uit dijk-glooiingen, strekdammen en pieren. Ook zijn recentelijk in het Grevelingenmeer op diverse lokaties kunstmatige riffen (bolle betonelementen met gaten) geplaatst. In het meer treedt vanwege de slechte menging van het water in de zomer vaak temperatuurstratificatie op. Hierdoor kan na verloop van tijd in de onderste waterlaag zuurstofloosheid optreden, wat massale sterfte van organismen tot gevolg kan hebben. Het water in het Grevelingenmeer is meestal vrij helder en wieren worden dan ook tot een diepte van vijf meter beneden de waterlijn aangetroffen. Het harde substraat is bedekt met wieren (bv Japans Bessenwier *Sargassum muticum*), sponzen, anemonen (bv Wedueroos *Sagartiogeton undatus*) en zakpijpen (bv Ruwe Zakpijp *Ascidia aspersa*), waartussen kreeftachtigen, stekelhuidigen en kleine visjes (zoals Botervis *Pholis gunnellus*, Zwarte Grondel *Gobius niger*) beschutting vinden (Van Geldere & Vanalderweireldt, 1995). De Japanse Oestergemeenschap (*Crassostrea gigas*) kan in het ecotoop voorkomen (tabel 6.4.1.).

### Laagdynamische sublitorale veenbank in zout water

In het Grevelingenmeer komt in ieder geval bij Scharendijke een veenbank voor. Deze veenbank biedt houvast aan vergelijkbare wieren en sessiele dieren die ook worden aangetroffen op het kunstmatige harde substraat in de Grevelingen (Meijer & Waardenburg, 2002). Wieren die voorkomen op de veenbanken zijn bijvoorbeeld Vederwier (*Bryopsis plumosa*) en Zeesla (*Ulva lactuca*). Daarnaast komen op het veen sponzen en anemonen voor, en biedt het geschikte omstandigheden voor de Boormossel (*Petricola pholidiformis*). De overhangende grotachtige situaties bieden een onderkomen en beschutting aan bijvoorbeeld kreeftachtigen en vissen (bv Vorskwab *Raniceps raninus*, Zeebaars *Dicentrarchus labrax*) (Meijer & Waardenburg, 2002).

### Steen boven de waterlijn in zout water

Op hard substraat boven de waterlijn komt vaak een kenmerkende geelkleurige Korstmoss-gemeenschap voor. Deze gemeenschap kan echter ook grijs of zwart gekleurd zijn. Meestal wordt de Korstmoss-gemeenschap aangetroffen op al het harde substraat dat boven de waterlijn aanwezig is. Het merendeel van de korstmossen behoort tot de geslachten *Caloplaca* en *Xanthoria*, welke geel van kleur zijn. Daarnaast komen soorten uit de geslachten *Verrucaria* en *Lecanora* voor, die respectievelijk zwart en grijs gekleurd zijn. Behalve korstmossen komen er nauwelijks andere soorten in de gemeenschap voor. Soms worden aan de onderzijde van de zone Klein Darmwier (*Blidingia minima*), Nieuwzeelandse Zeepok (*Elminius modestus*), Ruwe Alikruik (*Littorina saxatilis*), Havenpissebed (*Ligia oceanica*) en het insect *Lipura maritima* aangetroffen. Onder de Korstmoss-gemeenschap kan zich als een zwarte bandvormige zone een gemeenschap van de cyanobacterie *Entophysalis deusta* bevinden, welke voornamelijk uit deze ene cyanobacterie bestaat (Nienhuis, 1976). In het voorjaar kan op vrijwel dezelfde hoogte de groenwiergemeenschap van *Prasiola stipitata* voorkomen (Den Hartog, 1959).

### Zeer diepe bodem in stagnant zout water

Vanwege het stagnante zoute water is het ecotoop specifiek voor het Grevelingenmeer. De bodem ligt in dit ecotoop dieper dan vijftien meter. Door de slechte menging van het water treedt in het voorjaar en in de zomer in het Grevelingenmeer temperatuurstratificatie op. De bovenste waterlaag is warmer en daarmee lichter dan de onderste koudere waterlaag. Vanwege de slechte menging van beide waterlagen kan na verloop van tijd in de onderste waterlaag zuurstofloosheid optreden. Dit kan massale sterfte van organismen tot gevolg hebben. Tijdens of vlak na zuurstofloosheid komen in dit ecotoop (vrijwel) geen bodemdieren voor. Een duidelijk voorbeeld van dit ecotoop zijn de diepe putten in het Grevelingenmeer die in de zomer zuurstofloos worden (bijvoorbeeld bij Scharendijke en Den Osse) (uit Hoeksema, 2002).

### Diepe bodem in stagnant zout water

Vanwege het stagnante zoute water is het ecotoop specifiek voor het Grevelingenmeer. De bodem ligt

tussen vijftien en vijf meter diep. In het zachte substraat zijn over het hele Grevelingenmeer bekeken de wormen het belangrijkste qua dichtheden en de mollusken (weekdieren) qua biomassa. Veel voorkomende wormen zijn Oligochaeten, de Slangpier (*Capitella capitata*) en de Zeeduizendpoot (*Nereis virens*). Van de weekdieren is het Muiltje (*Crepidula fornicata*) het belangrijkste, zowel qua aantallen als biomassa. Daarnaast is tegenwoordig de Japanse Oester (*Crassostrea gigas*) (eco-element) sterk in opkomst en daarmee concurrent geworden van de Platte Oester (*Ostrea edulis*) (uit Hoeksema, 2002). De meest voorkomende visetende vogels in het Grevelingenmeer zijn de Middelste Zaagbek (*Mergus serrator*), Fuut (*Podiceps cristatus*) en Geoorde Fuut (*Podiceps nigricollis*) (Berrevoets et al., 2002) (tabel 6.4.2.).

#### Ondiepe bodem in stagnant zout water

Vanwege het stagnante zoute water is het ecotoop specifiek voor het Grevelingenmeer. De bodem ligt minder dan vijf meter diep, waardoor niet snel sprake is van zuurstofloosheid. In het zachte substraat zijn over het hele Grevelingenmeer bekeken de wormen het belangrijkste qua dichtheden en de mollusken (weekdieren) qua biomassa. Veel voorkomende wormen zijn Oligochaeten, de Slangpier (*Capitella capitata*) en de Zeeduizendpoot (*Nereis virens*). Van de weekdieren is het Muiltje (*Crepidula fornicata*) het belangrijkste, zowel qua aantallen als biomassa. Daarnaast is tegenwoordig de Japanse Oester (*Crassostrea gigas*) (eco-element) sterk in opkomst en daarmee concurrent geworden van de Platte Oester (*Ostrea edulis*). In het ecotoop kunnen velden van Groot Zeegrass (*Zostera marina*) voorkomen (eco-element), die leefmogelijkheden bieden voor allerlei kleine vissen en planteneters. Momenteel zijn echter in het Grevelingenmeer geen zeegrassvelden meer aanwezig (uit Hoeksema, 2002). De meest voorkomende visetende vogels in het Grevelingenmeer zijn de Middelste Zaagbek (*Mergus serrator*), Fuut (*Podiceps cristatus*) en Geoorde Fuut (*Podiceps nigricollis*) (Berrevoets et al., 2002).

#### Open zoute vegetatie op oever stagnant zout water

Het deel van de oevers van het Grevelingenmeer dat nog onder regelmatige invloed staat van het zoute water is kaal, of spaarzaam begroeid met Zeekraal

(*Salicornia spp.*) en/of Schorrekruid (*Suaeda maritima*). Op de slikkige randen van het meer broeden Bontbekplevieren (*Charadrius hiaticula*) en Kluten (*Recurvirostra avosetta*). De grote kale vlaktes zoals deze voorkomen op de Slikken van Flakkee zijn belangrijke broedgebieden voor Strandplevieren (*Charadrius alexandrinus*) en Bontbekplevieren (*Charadrius hiaticula*).

#### Gesloten zoute vegetatie op oever stagnant zout water

De invloed van het zoute water is in dit ecotoop geringer dan in het ecotoop met een open zoute vegetatie. Hierdoor is een verdere ontwikkeling in de successie van de plantengemeenschap mogelijk. Er is weinig kale grond in het ecotoop aanwezig. Algemeen voorkomende plantensoorten zijn Gewoon Kweldergras (*Puccinellia maritima*), Zilte Schijnspurrie (*Spergularia salina*) en Zeeaster (*Aster tripolium*). Op de begroeide oevers van het Grevelingenmeer overwinteren Brandganzen (*Branta leucopsis*), Kolganzen (*Anser albifrons*), Rotganzen (*Branta bernicla*) en Smienten (*Anas penelope*). De Hompelvoet is een belangrijk broedgebied voor Grote Sterns (*Sterna sandvicensis*).

#### Gesloten brakke vegetatie op oever stagnant zout water

Op de nagenoeg ontzilte delen van de oevers van het Grevelingenmeer komt Fioringras (*Agrostis stolonifera*) en Rood Zwenkgras (*Festuca rubra*) voor. Naarmate de ontzilting toeneemt wordt de vegetatie soortenrijker. Ook soorten als Zeevetmuur (*Sagina maritima*), Hertshoornweegbree (*Plantago coronopus*), Fraai Duizendguldenkruid (*Centaureum pulchellum*), Melkkruid (*Glaux maritima*) en Zilte Rus (*Juncus gerardii*) kunnen dan voorkomen. De bovengrens van het ecotoop ligt op het niveau waar het aandeel zoutplanten in de bedekking minder is dan 5%. De beweide gebieden zijn geschikt als broedgebied voor weidevogels zoals de Kievit (*Vanellus vanellus*) en Tureluur (*Tringa totanus*).

HARD SUBSTRAAT ECOTOPEN IN HET GREVELINGENMEER		laagdynamisch sublitoraal steen/hout		
		laagdynamische sublitorale veenbank		
GROEPEN	SOORTEN	steen boven de waterlijn		
cyanobacterie	<i>Entophysalis deusta</i>		x	
korstmossen	<i>Caloplaca spp.</i>		x	
	<i>Xanthoria spp.</i>		x	
	<i>Verrucaria spp.</i>		x	
	<i>Lecanora spp.</i>		x	
wieren	Japans Bessenwier ( <i>Sargassum muticum</i> )	x		
	Vederwier ( <i>Bryopsis plumosa</i> )	x	x	
	Viltwier ( <i>Codium fragile</i> )	x		
	Zeesla ( <i>Ulva lactuca</i> )	x	x	
sponzen	Boorspons ( <i>Cliona celata</i> )	x	x	
	Geweispons ( <i>Haliclona oculata</i> )	x	x	
	Sliertige Broodspons ( <i>Halichondria bowerbankii</i> )	x	x	
anemonen	Golfbrekeranemoon ( <i>Diadumene cincta</i> )	x	x	
	Wedueroos ( <i>Sagartiogeton undatus</i> )	x	x	
mollusken	Boormossel ( <i>Petricola pholadiformis</i> )		x	
	Japanse Oester ( <i>Crassostrea gigas</i> )	x		
	Mossel ( <i>Mytilus edulis</i> )	x		
	Stompe Alikruik ( <i>Littorina littoralis</i> )	x		
kreeftachtigen	Nieuwzeelandse Zeepok ( <i>Elminius modestus</i> )	x		
	Strandkrab ( <i>Carcinus maenas</i> )	x	x	
stekelhuidigen	Gewone Zeester ( <i>Asterias rubens</i> )	x	x	
manteldieren	Doorzichtige Zakpijp ( <i>Ciona intestinalis</i> )	x	x	
	Japanse Zakpijp ( <i>Styela clava</i> )	x	x	
	Ruwe Zakpijp ( <i>Ascidella aspersa</i> )	x	x	
vissen	Botervis ( <i>Pholis gunnellus</i> )	x	x	DS, RL
	Grote Zeenaald ( <i>Syngnathus acus</i> )	x	x	
	Kleine Zeenaald ( <i>Syngnathus rostellatus</i> )	x	x	
	Paling ( <i>Anguilla anguilla</i> )	x	x	
	Puitaal ( <i>Zoarces viviparus</i> )	x	x	DS
	Vorskwab ( <i>Raniceps raninus</i> )	x	x	DS, RL
	Zeedonderpad ( <i>Myoxocephalus scorpius</i> )	x	x	
	Zeebaars ( <i>Dicentrarchus labrax</i> )	x	x	
	Zwarte Grondel ( <i>Gobius niger</i> )	x	x	DS, RL

Tabel 6.4.1.

De soortenlijst van de hard substraat ecotopen in het Grevelingenmeer. DS = doelsoort LNV; RL = soort op nationale Rode Lijst (beide uit Bal et al., 2001).

ZACHT SUBSTRAAT ECOTOPEN IN HET GREVELINGENMEER		zeer diepe bodem					
		diepe bodem					
		ondiepe bodem					
		open zoute vegetatie					
		gesloten zoute vegetatie					
GROEPEN	SOORTEN					gesloten brakke vegetatie	
planten	Fioringras ( <i>Agrostis stolonifera</i> )					x	
	Fraai Duizendguldenkruid ( <i>Centaurium pulchellum</i> )					x	
	Gewoon Kweldergras ( <i>Puccinellia maritima</i> )					x	
	Hertshoornweegbree ( <i>Plantago coronopus</i> )					x	
	Melkkruid ( <i>Glaux maritima</i> )					x	
	Rood Zwenkgras ( <i>Festuca rubra</i> )					x	
	Schorrekruid ( <i>Suaeda maritima</i> )				x		
	Zeeaster ( <i>Aster tripolium</i> )					x	
	Zeekraal ( <i>Salicornia spp.</i> )				x		
	Zeevetmuur ( <i>Sagina maritima</i> )					x	
	Zilte Rus ( <i>Juncus gerardii</i> )					x	
Zilte Schijnspurrie ( <i>Spergularia salina</i> )					x		
oligochaeten	oligochaeten	x	x	x			
wormen	<i>Anaitides maculata</i>	x	x	x			
	Groengele Wadworm ( <i>Eteone longa</i> )	x	x	x			
	<i>Magelona papillicornis</i>			x			
	<i>Pholoe minuta</i>			x			
	<i>Pygospio elegans</i>			x			
	Slangpier ( <i>Capitella capitata</i> )	x	x	x			
	<i>Tharyx marioni</i>			x			
	Wapenworm ( <i>Scoloplos armiger</i> )			x			
	Zandzager ( <i>Nephtys hombergii</i> , <i>N. caeca</i> )			x			
Zeeduizendpoot ( <i>Nereis virens</i> )	x	x	x				
mollusken	Gevlochten Fuikhoorn ( <i>Nassarius reticulatus</i> )			x			
	Japanse Oester ( <i>Crassostrea gigas</i> )		x	x			
	Kokkel ( <i>Cerastoderma edule</i> )			x			
	Mossel ( <i>Mytilus edulis</i> )			x			
	Muiltje ( <i>Crepidula fornicata</i> )		x	x			
	Platte Oester ( <i>Ostrea edulis</i> )		x	x			
	Strandgaper ( <i>Mya arenaria</i> )		x	x			
	Tere Dunschaal ( <i>Abra tenuis</i> )			x			
	Tweetandschelpje ( <i>Mysella bidentata</i> )			x			
Witte Dunschaal ( <i>Abra alba</i> )			x				
kreeftachtigen	Gewone Garnaal ( <i>Crangon crangon</i> )			x			
	Schaarpoot ( <i>Idotea chelipes</i> )			x			
	Slijkgarnaal ( <i>Corophium volutator</i> )			x			
	Zeepissebed ( <i>Idotea granulosa</i> )			x			
vissen	Bot ( <i>Platichthys flesus</i> )		x	x			
	Grote Zeenaald ( <i>Syngnathus acus</i> )		x	x			
	Kleine Zeenaald ( <i>Syngnathus rostellatus</i> )		x	x			
	Paling ( <i>Anguilla anguilla</i> )		x	x			
	Schol ( <i>Pleuronectes platessa</i> )		x	x			DS
	Tong ( <i>Solea solea</i> )		x	x			DS

**Tabel 6.4.2.**

De soortenlijst van de zacht substraat ecotopen in het Grevelingenmeer. DS = doelsoort LNV; VR = soort in EU-Vogelrichtlijn (appendix 1); RL = soort op nationale Rode Lijst (alle uit Bal et al., 2001).

vogels	Bontbekplevier ( <i>Charadrius hiaticula</i> )				x		broedvogel
	Braamsluiper ( <i>Sylvia curruca</i> )					x	dichtbegroeid terrein
	Brandgans ( <i>Branta leucopsis</i> )					x	DS, VR, overwinteren
	Brielduiker ( <i>Bucephala clangula</i> )		x	x			
	Fitis ( <i>Phylloscopus trochilus</i> )					x	dichtbegroeid terrein
	Fuut ( <i>Podiceps cristatus</i> )		x	x			
	Geoorde Fuut ( <i>Podiceps nigricollis</i> )		x	x			DS, RL
	Goudplevier ( <i>Pluvialis apricaria</i> )					x	beweide gebieden
	Grote Stern ( <i>Sterna sandvicensis</i> )					x	DS, VR, RL, broeden
	Grasmus ( <i>Sylvia communis</i> )					x	dichtbegroeid terrein
	Kievit ( <i>Vanellus vanellus</i> )					x	beweide gebieden
	Kluut ( <i>Recurvirostra avosetta</i> )				x		DS, VR, broedvogel
	Kolgans ( <i>Anser albifrons</i> )					x	overwinteren
	Krakeend ( <i>Anas strepera</i> )			x			overwinteren
	Middelste Zaagbek ( <i>Mergus serrator</i> )		x	x			overwinteren
	Pijlstaart ( <i>Anas acuta</i> )			x		x	DS, RL
	Rotgans ( <i>Branta bernicla</i> )					x	DS, overwinteren
	Smient ( <i>Anas penelope</i> )			x		x	overwinteren
Strandplevier ( <i>Charadrius alexandrinus</i> )				x		DS, RL, broedvogel	
Tureluur ( <i>Tringa totanus</i> )					x	DS, RL, beweide	
eco-element	zeegrasveld ( <i>Zostera marina</i> )			x			DS, RL
	oesterbank ( <i>Crassostrea gigas</i> )		x	x			

## 6.5 VEERSE MEER

Laagdynamisch sublitoraal steen/hout in brak water Het sublitorale harde substraat langs de randen van het Veerse Meer is laagdynamisch vanwege de beperkte strijklengte en golfwerking in verhouding tot de Noordzeekust (zie paragraaf 4.4: figuur 4.4.1). Het harde substraat bestaat voornamelijk uit dijkvlooiingen, strekdammen en pieren. Vanwege de slechte menging van de waterkolom kan (zout-)stratificatie optreden. Hierdoor kan in de diepere delen van het ecotoop zuurstofloosheid optreden, wat massale sterfte van organismen tot gevolg kan hebben. Wieren (zoals Zeesla *Ulva spp.*) komen tot een beperkte diepte voor. Daarnaast komen op het harde substraat hydroïedpoliepen (*Campanulariidae*), anemonen en zakpijpen (bv Zeiker *Molgula manhattensis*) voor. De soortenrijkdom is echter mede vanwege het brakke water lager dan in het Grevelingenmeer. Typische kreeftachtigen voor het brakke water zijn de Flexibele Aasgarnaal (*Praunus flexuosa*) en het Zuiderzeekrabbetje (*Rhithropanopeus harrisi*).

### Steen boven de waterlijn in brak water

Op stenig substraat boven de waterlijn komt vaak een kenmerkende geelkleurige Korstmoss (*Lichenes*)gemeenschap voor (tabel 6.5.1.). Deze gemeenschap kan echter ook grijs of zwart gekleurd zijn. Meestal wordt de Korstmoss-gemeenschap aangetroffen op al het harde substraat dat boven de waterlijn aanwezig is. Het merendeel van de korstmossen behoort tot de geslachten *Caloplaca* en *Xanthoria*, welke geel van kleur zijn. Daarnaast komen soorten uit de geslachten *Verrucaria* en *Lecanora* voor, die respectievelijk zwart en grijs gekleurd zijn. Behalve korstmossen komen er nauwelijks andere soorten in de gemeenschap voor. Soms worden aan de onderzijde van de zone Klein Darmwier (*Blidingia minima*), Nieuwzeelandse Zeepok (*Elminius modestus*), Ruwe Alikruik (*Littorina saxatilis*), Havenpissebed (*Ligia oceanica*) en het insect *Lipura maritima* aangetroffen. Onder de Korstmoss-gemeenschap kan zich als een zwarte bandvormige zone een gemeenschap van de cyanobacterie *Entophysalis deusta* bevinden, welke voornamelijk uit deze ene cyanobacterie bestaat (Nienhuis, 1976).

**Zeer diepe bodem in stagnant brak water**

Vanwege het stagnante brakke water komt dit ecotoop alleen voor in het Veerse Meer. In dit ecotoop ligt de bodem dieper dan tien meter. Door de slechte menging van het water, vooral bij weinig wind, treedt in het Veerse Meer vaak (zout-)stratificatie op (Wattel, 1994). Mede hierdoor kan na verloop van tijd in de onderste waterlaag zuurstofloosheid optreden, wat massale sterfte van organismen tot gevolg kan hebben. De dichtheden, biomassa en soortenrijkdom van bodemdieren zijn in dit ecotoop dan ook laag. Tijdens of vlak na zuurstofloosheid komen in dit ecotoop (vrijwel) geen bodemdieren voor.

**Diepe bodem in stagnant brak water**

Vanwege het stagnante brakke water komt dit ecotoop alleen voor in het Veerse Meer. De bodem ligt in dit ecotoop tussen tien en vijf meter diep. De soortenrijkdom aan bodemdieren is laag, mede door het brakke water. Zowel de dichtheid als de biomassa aan bodemdieren is aanzienlijk lager dan in de ondiepe versie van het ecotoop. Oligochaeten vormen qua dichtheden een belangrijke groep. Ook de worm *Pygospio elegans* komt in hoge dichtheden voor. De Mossel (*Mytilus edulis*) is in dit ecotoop qua biomassa, maar niet qua dichtheden, een belangrijke soort (Brummelhuis et al., 1996).

**Ondiepe bodem in stagnant brak water**

Vanwege het stagnante brakke water komt dit ecotoop alleen voor in het Veerse Meer. De bodem ligt in dit ecotoop minder diep dan vijf meter. De soortenrijkdom aan bodemdieren is laag. Zowel de dichtheid als de biomassa aan bodemdieren is hoger dan in de diepe versie van het ecotoop. Oligochaeten vormen qua dichtheden een belangrijke groep. Ook de worm *Pygospio elegans* komt in hoge dichtheden voor. De Wadpier (*Arenicola marina*) is in dit ecotoop qua biomassa een belangrijke soort (Brummelhuis, 1996). In het ecotoop kunnen *Ruppia*-associaties (*Ruppia maritima*, *R. cirrhosa*) en velden van Groot Zeegrass (*Zostera marina*) voorkomen (eco-elementen).

**Open zoute vegetatie op oever stagnant brak water**

Het deel van de oevers van het Grevelingenmeer dat nog onder regelmatige invloed staat van het zoute water is kaal, of spaarzaam begroeid met Zeekraal

(*Salicornia* spp.), Schorrekruid (*Suaeda maritima*) en/of Zilte schijnspurrie (*Spergularia salina*). Op de slikkige randen van het meer kunnen opengrondbroeders zoals Bontbekplevieren (*Charadrius hiaticula*) en Kluten (*Recurvirostra avosetta*) broeden.

**Gesloten zoute vegetatie op oever stagnant brak water**

In het ecotoop heeft nog weinig ontzilting plaatsgevonden, waardoor de vegetatie kenmerkend is voor zoute gronden. Er is weinig kale grond in het ecotoop aanwezig. Algemeen voorkomende plantensoorten zijn Gewoon Kweldergras (*Puccinellia maritima*), Zilte Schijnspurrie (*Spergularia salina*) en Zeeaster (*Aster tripolium*). Op de begroeide oevers van het Veerse Meer overwinteren Brandganzen (*Branta leucopsis*), Rotganzen (*Branta bernicla*) en Smienten (*Anas penelope*).

**Gesloten brakke vegetatie op oever stagnant brak water**

Op de nagenoeg ontzilte delen van de oevers van het Veerse Meer komt Fioringras (*Agrostis stolonifera*) en Rood Zwenkgras (*Festuca rubra*) voor. Naarmate de ontzilting verder is toegenomen, is de vegetatie soortenrijker. Ook soorten als Zeevetmuur (*Sagina maritima*), Hertshoornweegbree (*Plantago coronopus*), Fraai Duizendguldenkruid (*Centaureum pulchellum*), Melkkruid (*Glaux maritima*) en Zilte Rus (*Juncus gerardii*) kunnen dan voorkomen. Op sommige plaatsen, zoals op eilanden, is een dichte begroeiing ontstaan. Op dergelijke dichtbegroeide plaatsen komen veel soorten zangvogels voor, zoals de Braamsluiper (*Sylvia curruca*) en de Fitis (*Phylloscopus trochilus*). De beweide gebieden zijn geschikt als broedgebied voor weidevogels zoals de Kievit (*Vanellus vanellus*), Tureluur (*Tringa totanus*). De oevers van het Veerse Meer dienen als hoogwatervluchtplaats voor vogels die foerageren in de Oosterschelde, zoals Bonte Strandlopers (*Calidris alpina*), Rosse Grutto's (*Limosa lapponica*) en Zilverplevieren (*Pluvialis squatarola*).



**Tabel 6.5.1.**

De soortenlijst van de ecotopen in het Veerse Meer. DS = doelsoort LNV; VR = soort in EU-Vogelrichtlijn (appendix 1); RL = soort op nationale Rode Lijst (alle uit Bal et al., 2001); hvp = hoogwatervluchtplaats voor vogels uit Oosterschelde

ECOTOPEN IN HET VEERSE MEER		laagdynamisch sublitoraal steen/hout in brak water						
		steen boven de waterlijn in brak water						
GROEPEN	SOORTEN	zeer diepe bodem						
		diepe bodem						
		ondiepe bodem						
		open vegetatie op de oever						
							gesloten zoute vegetatie op de oever	gesloten brakke vegetatie op de oever
cyanobacterie	<i>Entophysalis deusta</i>	x						
korstmossen	<i>Caloplaca spp.</i>	x						
	<i>Xanthoria spp.</i>	x						
	<i>Verrucaria spp.</i>	x						
	<i>Lecanora spp.</i>	x						
planten	<i>Fioringras (Agrostis stolonifera)</i>							x
	<i>Fraai Duizendguldenkruid (Cent. pulchellum)</i>							x
	<i>Gewoon Kweldergras (Puccinellia maritima)</i>					x	x	
	<i>Hertshoornweegbree (Plantago coronopus)</i>							x
	<i>Melkkruid (Glaux maritima)</i>					x	x	
	<i>Rood Zwenkgras (Festuca rubra)</i>							x
	<i>Zeeaster (Aster tripolium)</i>					x	x	
	<i>Zeevetmuur (Sagina maritima)</i>							x
	<i>Zilte Rus (Juncus gerardii)</i>							x
	<i>Zilte Schijnsparrie (Spergularia salina)</i>					x	x	
wieren	<i>Boompjeswier (Callithamnion roseum)</i>	x						
	<i>Borstelwier (Chaetomorpha linum)</i>	x						
	<i>Ceramium diaphanum</i> (roodwier)	x						
	<i>Dasya baillouviana</i> (roodwier)	x						
	<i>Pterothamnion plumula</i> (roodwier)	x						
	<i>Rood Hoorntjeswier (Ceramium rubrum)</i>	x						
	<i>Vederwier (Bryopsis plumosa)</i>	x						
	<i>Zeesla (Ulva sp.)</i>	x						
hydroïedpoliepen	<i>Campanulariidae</i>	x						
anemonen	<i>Golfbrekeranemoon (Diadumene cincta)</i>	x						
oligochaeten	oligochaeten		x	x	x			
wormen	<i>Alkmaria romijni</i>				x			
	<i>Kokerworm (Tharyx marioni)</i>		x	x	x			
	<i>Polydora ligni</i>		x	x	x			
	<i>Pygospio elegans</i>			x	x			
	<i>Rode Draadworm (Heteromastus filiformis)</i>				x			
	<i>Slangpier (Capitella capitata)</i>				x			
	<i>Trompetkalkkokerworm (Ficop. enigmatica)</i>				x			
	<i>Wadpier (Arenicola marina)</i>				x			
	<i>Zeeduizendpoot (Nereis sp.)</i>		x	x	x			
mollusken	<i>Brakwaterkokkel (Cerastoderma glaucum)</i>			x	x			
	<i>Gevlochten Fuikhoorn (Nassarius reticulatus)</i>				x			
	<i>Mossel (Mytilus edulis)</i>	x		x	x			
	<i>Strandgaper (Mya arenaria)</i>			x	x			
	<i>Tweetandschelpje (Mysella bidentata)</i>				x			

kreeftachtigen	Brakwatersteurgarnaal ( <i>Palaemon. varians</i> )					x				
	Flexibele Aasgarnaal ( <i>Praunus flexuosa</i> )	x								
	Gewone Garnaal ( <i>Crangon crangon</i> )				x	x				
	<i>Melita palmata</i> (amphipode)					x				
	<i>Microdeutopus gryllotalpa</i> (amphipode)					x				
	Ruwe Brakwaterpissebed ( <i>L. rugicauda</i> )					x				
	Schaarpoot ( <i>Idotea chelipes</i> )					x				
	Slijkgarnaal ( <i>Corophium insidiosum</i> )				x	x				
	Strandkrab ( <i>Carcinus maenas</i> )	x				x				
	Zeepissebedden ( <i>Jaera spp.</i> )					x				
	Zeepokken ( <i>Cirripedia</i> )	x								
	Zuiderzeekrabbetje ( <i>Rhithropanopeus harrisi</i> )	x				x				
	manteldieren	Gesterde Geleikorst ( <i>Botryllus schlosseri</i> )	x							
Zeiker ( <i>Molgula manhattensis</i> )		x								
vissen	Brakwatergrondel ( <i>Pomatoschistus microps</i> )	x								
	Dikkopje ( <i>Pomatoschistus minutus</i> )	x				x				
	Driedoornige Stekelbaars ( <i>Gaster. aculeatus</i> )	x								
	Paling ( <i>Anguilla anguilla</i> )	x			x	x				
	Zwarte Grondel ( <i>Gobius niger</i> )	x								DS, RL
vogels	Bonte Strandloper ( <i>Calidris alpina</i> )					x	x	x		DS, hvp
	Braamsluiper ( <i>Sylvia curruca</i> )							x		dichtbegroeid
	Brandgans ( <i>Branta leucopsis</i> )							x	x	DS, VR, winter
	Brielduiker ( <i>Bucephala clangula</i> )				x	x				
	Fitis ( <i>Phylloscopus trochilus</i> )								x	dichtbegroeid
	Fuut ( <i>Podiceps cristatus</i> )				x	x				
	Kievit ( <i>Vanellus vanellus</i> )								x	beweid terrein
	Kluut ( <i>Recurvirostra avosetta</i> )					x	x	x		DS, VR
	Kuifeend ( <i>Aythya fuligula</i> )				x	x				
	Meerkoet ( <i>Fulica atra</i> )				x	x				
	Middelste Zaagbek ( <i>Mergus serrator</i> )				x	x				
	Rosse Grutto ( <i>Limosa lapponica</i> )							x	x	DS, VR, hvp
	Rotgans ( <i>Branta bernicla</i> )							x	x	DS, winter
	Scholekster ( <i>Haematopus ostralegus</i> )							x	x	DS
	Smient ( <i>Anas penelope</i> )				x	x		x	x	overwinteren
	Tureluur ( <i>Tringa totanus</i> )								x	DS, RL, beweid
	Zilverplevier ( <i>Pluvialis squatarola</i> )							x	x	DS, hvp
Zwarte Ruiters ( <i>Tringa erythropus</i> )								x	x	
eco-elementen	Ruppia-associatie ( <i>R. maritima, R. cirrhosa</i> )					x				DS, RL
	Zeegrasveld ( <i>Zostera marina</i> )					x				DS, RL

## 7 AANSLUITING VAN HET ZES.1 MET ANDERE (INTER)NATIONALE CLASSIFICATIES

### 7.1 Natuurdoeltypen

Het stelsel van natuurdoeltypen zoals opgezet voor LNV (Bal et al., 2001) is een stelsel met een andere doelstelling dan het ZES.1, namelijk natuurbeheer. De natuurdoeltypen zijn voor de zoute wateren vrij grof uitgewerkt, met als resultaat dat deze het ZES.1 overkoepelen. Dat wil zeggen dat veel ecotopen van het ZES.1 op het laagste niveau binnen een natuurdoeltype vallen. De 'ecotopen' van een hoger niveau in het ZES.1, komen ongeveer overeen met de natuurdoeltypen (tabel 7.1.).

### 7.2 RWES-AQUATISCH EN OEVERS

In het kader van RWES zijn diverse classificaties gemaakt gericht op typen watersystemen, meren, kanalen, rivieren en beneden riviereengebied. In deze serie past ook het ZES.1. Deze gebiedsgerichte stel-

sels zijn 'samengenomen' in twee overkoepelende classificaties die de gebiedsgerichte stelsels doorsnijden, RWES-aquatich en RWES-oevers (zie ook figuur 1.1.1). Hier wordt het ZES.1 vergeleken met deze beide laatste classificaties. Vergelijking met de afzonderlijke gebiedsgerichte stelsels is minder zinvol omdat deze gebiedsspecifiek zijn.

Bij deze vergelijking worden de klassegrenzen zoals die in beide overkoepelende RWES-classificaties zijn beschreven vergeleken met die in het ZES.1.

De indelingskenmerken die in het RWES-aquatich (V.d. Molen et al., 2000) gehanteerd worden zijn stromingrichting, saliniteit, mechanische dynamiek, waterdiepte en bodemtype (tabel 7.2.1). In het RWES-aquatich zijn alleen sublitorale ecotopen opgenomen. Het mesohaliene (brakke) deel van het RWES-aquatich overlapt met de sublitorale brakke ecotopen van het ZES.1. Het indelingskenmerk mechanische dynamiek in het RWES-aquatich komt grotendeels overeen met het kenmerk hydrodynamiek in het ZES.1 (en met de morfodynamiek in het BES). In het RWES-aquatich worden evenals in het ZES.1 een aantal eco-elementen onderscheiden.

De indelingskenmerken van het oeverstelsel zijn zoutgehalte, mechanische dynamiek en beheer/gebruik en worden toegepast op rivieren, getijdewateren, meren en kanalen.

#### Tabel 7.1.

De natuurdoeltypen van LNV (Bal et al., 2001) in relatie tot het ZES.1. De natuurdoeltypen worden in Bal et al. (2001) verder onderverdeeld naar subtypen, welke in onderstaande tabel niet zijn opgenomen.

natuurdoeltypen LNV (Bal et al., 2001)	aanwezig in:
type 1.4 nagenoeg natuurlijk estuarium	Westerschelde (m.u.v. de geulen) en Eems-Dollard
type 1.5 nagenoeg natuurlijk zout getijdenlandschap	Waddenzee (m.u.v. de kwelderwerken)
type 1.6 open zee	Noordzee
type 2.13 oeverlandschap van afgesloten zeearmen	Veerse Meer en Grevelingenmeer, boven de waterlijn
type 2.15 zoute afgesloten zeearm	Veerse Meer en Grevelingenmeer, onder de waterlijn
type 2.16 begeleid natuurlijk estuarium	Noordrand (Nieuwe Waterweg etc.)
type 2.17 begeleid natuurlijk zout getijdenlandschap	Oosterschelde
type 3.12 brak getijdenwater	oostelijke deel Westerschelde, Dollard en Nieuwe Waterweg
type 3.13 brak stilstaand water	in kwelders/schorren
type 3.14 gebufferde poel en wiel	in kwelders/schorren
type 3.40 halfnatuurlijk getijden landschap	kwelderwerken, sluffers e.d.

**Tabel 7.2.1.**

Overzicht van de indelingskenmerken die gehanteerd worden in het RWES-aquatich en oevers (V.d. Molen et al., 2000, Lorenz 2001). g Cl-/l = chloridegehalte; GLW = gemiddelde laagwaterlijn; GHWS = gemiddelde hoogwaterlijn springtij; V<sub>lin</sub> = lineaire stroomsnelheid; D50 = mediane korrelgrootte.

indelingskenmerken RWES-aquatich/ oevers	klassen RWES-aquatich/ oevers	klassegrenzen RWES-aquatich/ oevers
1 Stromingsrichting/-	eenzijdige stroming tweezijdige stroming geen stroming	rivieren getijdenwateren meren en kanalen
2 saliniteit	Zoet/zoet oligohalien (zwak brak)/ <i>zwak brak</i> mesohalien (brak)/brak-/zout ( <i>poly- en euhalien</i> )	< 0,3 g Cl-/l / < 0,3 g Cl-/l 0,3-3 g Cl-/l / 0,3-3 g Cl-/l 3-10 g Cl-/l / 3-10 g Cl-/l > 10 g Cl-/l
3 mechanische dynamiek	zeer sterk dynamisch/ <i>sterk dynamisch</i> sterk dynamisch/ <i>matig dynamisch</i> dynamisch / <i>gering dynamisch</i> laagdynamisch / -	V <sub>lin</sub> > 1 m/s; bodem zand of schelpen/ >1 m/s V <sub>lin</sub> 0,35 - 1 m/s, bodem zand of schelpen/ 0,5 - 1 m/s V <sub>lin</sub> < 0,35m/s, bodem slibrijk/ <0,5 m/s de bodem komt niet of nauwelijks in beweging door stroming of golven
4 waterdiepte (getijdenwateren)/-	zeer diep water diep water matig diep water ondiep water	> 10 m onder GLW 10 - 3 m onder GLW 3 - 1 m onder GLW 1 m onder GLW tot GLW
waterdiepte (meren)	zeer diep water diep water matig diep water ondiep water	> 5 m onder zomerpeil 5 - 3 m onder zomerpeil 3 - 1 m onder zomerpeil 1 m onder zomerpeil - zomerpeil
5 Bodemtype/-	klei slib zand verhard	D50 < 2 µm D50 0 of 2 - 63 µm D50 63 - 2000 µm D50 > 2000 µm
6 - /beheer/gebruik	-/ <i>nauwelijks tot geen beheer</i> -/ <i>extensief beheer</i> -/ <i>intensief beheer</i> -/ <i>kunstmatig</i>	- - - -

### Vergelijking variabelen en klassegrenzen

In de tabellen 7.2.2 t/m 7.2.6 worden de variabelen en klassegrenzen van het RWES-oeveren en het RWES-aquatisch vergeleken met die van het ZES.1.

- Enkele verschillen tussen de drie stelsels zijn dat
- in het ZES.1 naast zoutgehalte ook zoutvariatie een variabele is (tabel 7.2.2).
  - in het ZES.1 naast de stroomsnelheid ook de golfwerking wordt meegenomen (tabel 7.2.3).
  - de klassegrenzen voor diepte, overspoelings

duur en –frequentie niet gelijk zijn (tabel 7.2.4).

- in het RWES-oeveren de sedimentsamenstelling geen indelingskenmerk is, maar wordt beschreven als resultante van de morfodynamiek (tabel 7.2.5).
- in het RWES-oeveren geen eco-elementen worden onderscheiden, en in het RWES-aquatisch andere dan in het ZES.1 (tabel 7.2.6).
- de geomorfologie is min of meer vergelijkbaar met vegetatie in RWES-oeveren en RWES-aquatisch.

zoutgehalte				
RWES-oeveren	RWES-aquatisch	ZES.1		
g Cl/l	g Cl/l	-	(g Cl/l)	variatie
< 0,3	< 0,3			
0,3-3	0,3-3			
3-10	3-10	5,4-18	3-10	< 100%
> 10		> 18	> 10	< 100%
		> 5,4	> 3	>100%

**Tabel 7.2.2.**

Vergelijking indelingskenmerk zoutgehalte RWES-oeveren (Lorenz, 2001), RWES-aquatisch (V.d. Molen et al., 2000) en ZES.1. In RWES-oeveren en RWES-aquatisch wordt gewerkt met g Cl-/l, in het ZES.1 met zoutgehalte (geen eenheid). Het zoutgehalte gedeeld door 1.8 geeft g Cl-/l. Alleen in het ZES.1 is de variatie in zoutgehalte meegenomen als indelingskenmerk.

hydrodynamiek (zoals gedefinieerd in ZES.1)				
RWES-oeveren	RWES-aquatisch	ZES.1		
V <sub>lin</sub> (m/s)	V <sub>lin</sub> (m/s)	V <sub>lin</sub> (m/s)	V <sub>orb</sub> (m/s)	L (km)
> 1	> 1	> 0,8	of > 0,2	of > 80-240
0,5-1	0,35/0,5 - 1			
< 0,5	< 0,35/0,5	< 0,8	en < 0,2	en < 80

**Tabel 7.2.3.**

Vergelijking indelingskenmerk hydrodynamiek RWES-oeveren (Lorenz, 2001), RWES-aquatisch (V.d. Molen et al., 2000) en ZES.1. In RWES-oeveren en RWES-aquatisch wordt alleen gewerkt met de lineaire stroomsnelheid (V<sub>lin</sub>). In het ZES.1 wordt ook gewerkt met golfwerking (orbi-

diepte, overspoelingsduur en –frequentie		
RWES-oeveren	RWES-aquatisch	ZES.1
	> 10 m onder GLW	> 5 m onder GLWS

	10 tot 3 m onder GLW	
	3 tot 1 m onder GLW	5 m onder GLW tot GLWS
	1 m onder GLW tot GLW	
>90% overspoelingsduur		GLWS tot > 75% overspoelingsduur
-70 – 90% overspoelingsduur		75% - 25% overspoelingsduur
50 – 70 % oeverspoelingsduur		< 25% overspoelingsduur - GHWD
363-150 dagen/jaar overspoeld		GHWD tot > 300 keer/jaar overspoeld
150 – 100 dagen/jaar overspoeld		300-150 keer/jaar overspoeld
100 – 50 dagen/jaar overspoeld		150-50 keer/jaar overspoeld
-		50-5 keer/jaar overspoeld

**Tabel 7.2.4.**

Vergelijking indelingskenmerken diepte, overspoelingsduur en -frequentie RWES-oever (Lorenz, 2001), RWES-aquatich (V.d. Molen et al.,

sedimentsamenstelling			
RWES-oever	RWES-aquatich	ZES.1	
	D50 (µm)	D50	slib (< 63 µm)
	< 2		
	0/2-63	-	> 25% <sup>#</sup>
	63-250	<= 250	< 25%
-	250-2000	250-2000	< 25%
-	> 2000	> 2000	< 25%
		#: Noordzee 10%	

**Tabel 7.2.5.**

Vergelijking indelingskenmerk sedimentsamenstelling oever (Lorenz, 2001), RWES-aquatich (V.d. Molen et al., 2000) en ZES.1. In oever en het RWES wordt de sedimentsamenstelling niet als indelingskenmerk gebruikt, maar in het RWES beschreven als resultante van de morfodyna-

RWES-aquatich	ZES.1
waterplanten	zeegrasveld
wieren	Ruppia-plantengemeenschap
helofyten	priel (in zand- en slikplaat)
driehoeksmosselen	mosselbank
overig benthos	oesterbank
	schelpenbank
	scheepswrak
	oevervegetatie in ondiep brak/variabel

**Tabel 7.2.6.**

Vergelijking eco-elementen RWES-oever (Lorenz, 2001), RWES-aquatich (v.d. Molen et al., 2000) en ZES.1. In RWES-oever zijn geen eco-elementen benoemd.

### 7.3 EUNIS MARINE HABITAT CLASSIFICATION

De EUNIS marine habitat classification is te vinden op de internet site

<http://mrw.wallonie.be/dgrne/sibw/EUNIS/home.html>.

In de EUNIS classificatie (najaar 2004) worden acht mariene habitats (lees, en vanaf hier: ecotopen) onderscheiden. Hiervan komen niet alle ecotopen voor in Nederland, omdat in Nederland bijvoorbeeld geen diepzeebodems aanwezig zijn. Op het eerste niveau binnen de mariene ecotopen wordt zowel onderscheid gemaakt tussen hard en zacht substraat, als tussen sublitoraal en litoraal (tabel 7.3.1). Onder het litoraal vallen binnen EUNIS ook de kwelders/schorren (in ZES.1 supralitoraal). De onderverdeling van de mariene 'hoofd' ecotopen A1 t/m A4 in de gedetailleerdere ecotopen is weergegeven in bijlage 2. In de onderstaande tabellen 7.3.2 t/m 7.3.5 is per 'hoofd' ecotoop de vergelijking tussen de ecotopen van EUNIS en het ZES.1 weergegeven. In sommige gevallen is een ecotoop uit de EUNIS

classificatie een eco-element in het ZES.1 (zoals mosselbank en zeegrasveld).

Een opvallend verschil tussen de EUNIS classificatie en het ZES.1 is, dat in het ZES.1 op het eerste niveau al onderscheid gemaakt wordt in zoutgehalte, terwijl het zoutgehalte in EUNIS pas op een veel lager niveau en veel minder uitgebreid aan de orde komt. In de EUNIS marine habitat classificatie komen weinig brakke en variabel brak/zoute ecotopen voor (zie bijvoorbeeld tabel 7.3.2, ecotoop A4.32).

Een ander opvallend verschil is dat in EUNIS aanzienlijk meer hard substraat ecotopen onderscheiden worden (zie bijlage 2). Dit verschil komt doordat in verhouding tot andere Europese aan de kust gelegen landen, erg weinig hard substraat in Nederland aanwezig is. Bovendien ontbreken in Nederland de hoogdynamische klassen die voorkomen op plaatsen met een oceaandeining ('swell') (zie ook tabel 7.3.6).

**Tabel 7.3.1.**

*De eerste onderverdeling van de 'marine habitats' in de EUNIS classificatie. Er wordt zowel onderscheid gemaakt tussen hard en zacht substraat als tussen sublitoraal en litoraal (inclusief supralitoraal).*

code	omschrijving	code	omschrijving
A	marine habitats	A1	littoral rock and other hard substrata
		A2	littoral sediments
		A3	sublittoral rock and other hard substrata
		A4	sublittoral sediments

**Tabel 7.3.2.**

Vergelijking ZES.1 – EUNIS: hard substraat ecotopen in het sublitoraal.

ZES.1	EUNIS
<b>X1.1 hard substraat in het sublitoraal</b>	<b>A3 sublittoral rock and other hard substrata</b>
Z1.111 hoogdynamisch steen/hout	A3.2 infralittoral rock moderately exposed to wave action and/or currents and tidal streams A3.6 circalittoral rock moderately exposed to wave action or currents and tidal streams
Z1.121 laagdynamisch steen/hout	A3.3 infralittoral rock sheltered from wave action and currents and tidal streams A3.7 circalittoral rock sheltered from wave action and currents including tidal streams
Z1.131 steen/hout in stagnant water	A1.42 hydrolittoral solid rock (bedrock)
Z1.112 hoogdynamische veenbank Z1.122 laagdynamische veenbank Z1.132 veenbank in stagnant water	A1.45 hydrolittoral peat
eco-element scheepswrak	---
eco-element mosselbank	A1.44 hydrolittoral <i>Mytilus edulis</i> beds

**Tabel 7.3.3.**

Vergelijking ZES.1 – EUNIS: hard substraat ecotopen in het litoraal en supralitoraal.

ZES.1	EUNIS
<b>X1.2 hard substraat in het litoraal</b>	<b>A1 littoral rock and other hard substrata</b>
Z1.211 hoogdynamisch steen/hout	A1.2 littoral rock moderately exposed to wave action
Z1.221 laagdynamisch steen/hout	A1.3 littoral rock sheltered from wave action
Z1.212 hoogdynamische veenbank Z1.222 laagdynamische veenbank	A1.45 hydrolittoral peat
<b>X1.3 hard substraat in het supralitoraal</b>	---



**Tabel 7.3.4.**

Vergelijking ZES.1 – EUNIS: zacht substraat ecotopen in het sublitoraal.

ZES.1	EUNIS
<b>X2.1 zacht substraat in het sublitoraal</b>	<b>A4 sublittoral sediments</b>
Z2.11s hoogdynamisch slibrijk	---
Z2.11f hoogdynamisch fijnzandig	A4.23 communities of well sorted fine sands
Z2.121s laagdynamisch zeer diep slibrijk Z2.122s laagdynamisch diep slibrijk	A4.36 animal communities of circalittoral muds
Z2.121f laagdynamisch zeer diep fijnzandig Z2.122f laagdynamisch diep fijnzandig	A4.23 communities of well sorted fine sands
Z2.121z laagdynamisch zeer diep grofzandig Z2.122z laagdynamisch diep grofzandig	A4.14 animal communities in deeper coarse sands
Z2.121g laagdynamisch zeer diep grind	A4.13 animal communities of circalittoral mobile cobbles, gravels and sands
Z2.123s laagdynamisch ondiep slibrijk	A4.31 shallow fully marine mud communities
V2.123s laagdynamisch ondiep slibrijk B2.123s laagdynamisch ondiep slibrijk	A4.32 variable or reduced salinity sublittoral muds
Z2.123f laagdynamisch ondiep fijnzandig	A4.42 animal communities in shallow-water mixed sediments
V2.123f laagdynamisch ondiep fijnzandig B2.123f laagdynamisch ondiep fijnzandig	A4.43 variable or reduced salinity sublittoral mixed sediments
Z2.131 zeer diepe bodem in stagnant water	A4.35 periodically and permanently anoxic sublittoral muds
Z2.132 diepe bodem in stagnant water	---
Z2.133 ondiepe bodem in stagnant water	---
eco-element zeegrasveld	A4.53 <i>Zostera</i> beds in infralittoral sediments
eco-element <i>Ruppia</i> -associatie	A4.54 <i>Ruppia</i> and <i>Zannichellia</i> communities
eco-element oesterbank	A4.63 Oysterbeds
eco-element mosselbank	A4.64 structures formed by mussels over sublittoral sediment

ZES.1	EUNIS
<b>X2.2 zacht substraat in het litoraal</b>	<b>A2 littoral sediments</b>
Z2.21s hoogdynamisch slibrijk	---
Z2.21f hoogdynamisch fijnzandig	A2.24 sand shores
Z2.221s laagdynamisch slibrijk laag litoraal	A2.33 muddy shores with < 70% air exposure
Z2.221f laagdynamisch fijnzandig laag litoraal	A2.23 sandy and muddy sand shores with < 70% air exposure
Z2.222s laagdynamisch slibrijk middelhoog litoraal	A2.32 muddy shores with 70-90% air exposure
Z2.222f laagdynamisch fijnzandig middelhoog litoraal	A2.22 sandy and muddy sand shores with 70-90% air exposure
Z2.223s laagdynamisch slibrijk hoog litoraal	A2.31 muddy shores with 90-100% air exposure
Z2.223f laagdynamisch fijnzandig hoog litoraal	A2.21 sandy and muddy sand shores with 90-100% air exposure
eco-element zeegrasveld	A2.71 <i>Zostera</i> beds on littoral sediments
eco-element <i>Ruppia</i> -associatie	A2.73 <i>Ruppia</i> beds on littoral sediments
eco-element mosselbank eco-element oesterbank	A2.8 biogenic structures on littoral sediments
<b>X2.3 zacht substraat in het supralitoraal</b>	
Z2.311 laag strand	
Z2.312 middelhoog strand	---
Z2.313 hoog strand	---
B2.321 pionierzone B2.322 lage brakke kwelder/schor B2.323 middelhoge brakke kwelder/schor B2.324 hoge brakke kwelder/schor	A2.56 geolittoral wetlands and meadows: reed, rush and sedge stands

Z2.321 pionierzone	A2.65 pioneer salt marshes A2.34 saltmarsh creeks A2.35 salt marsh pools
Z2.322 lage zoute kwelder/schor	A2.64 low-mid saltmarshes A2.34 saltmarsh creeks A2.35 salt marsh pools
Z2.323 middelhoge zoute kwelder/schor	A2.63 mid-upper saltmarshes and saline reedbeds A2.34 saltmarsh creeks A2.35 salt marsh pools
Z2.324 hoge zoute kwelder/schor	A2.62 species-rich upper saltmarshes A2.34 saltmarsh creeks A2.35 salt marsh pools
Z2.331 oever stagnant: open zoute vegetatie	A2.65 pioneer salt marshes?
Z2.332 oever stagnant: gesloten zoute vegetatie	A2.62 species-rich upper saltmarshes?
Z2.333 oever stagnant: gesloten brakke vegetatie	A2.56 geolittoral wetlands and meadows: reed, rush and sedge stands

**Tabel 7.3.5.**

*Vergelijking ZES.1 – EUNIS: zacht substraat ecotopen in het litoraal en supralitoraal*

Naast de indelingskenmerken sublitoraal/litoraal en hard/zacht substraat worden in de EUNIS classificatie ook de hydrodynamiek, de sedimentsamenstelling en de droogvalduur als indelingskenmerken gebruikt. De omschrijvingen van de verschillende klassen voor de hydrodynamiek zijn gegeven in tabel 7.3.6. De

klasse exposed komt overeen met de klasse - hoogdynamisch in het ZES.1, de klasse sheltered met de klasse laagdynamisch. In tabel 7.3.7 staan de in EUNIS gehanteerde klassegrenzen voor de sedimentsamenstelling en de droogvalduur.

klassen hydrodynamiek EUNIS	omschrijving
extremely exposed	Applied to the few open coastlines which face into prevailing wind and receive ocean swell without any offshore breaks (such as islands or shallows) for several thousand km and where deep water is close to the shore (50 m depth contour within about 300 m).
very exposed	Applied to open coastlines which face into prevailing wind and receive ocean swell without any offshore breaks (such as islands or shallows) for several thousand km but where deep water is not close (> 300 m) to the shore. They can be adjacent to extremely exposed sites but face away from prevailing winds (here swell and wave action will refract towards these shores) or where, although facing away from prevailing winds, strong winds and swell often occur.
exposed (= hoogdynamisch ZES.1)	Prevailing wind is onshore although there is a degree of shelter because of extensive shallow areas offshore, offshore obstructions, a restricted window (>900) to open water. Not generally exposed to strong or regular swell. Also refers to open coastst facing away from prevailing winds but where strong winds with a long fetch are frequent.
moderately exposed	Open coasts facing away from prevailing winds and without a long fetch, but where strong winds can be frequent
sheltered (= laagdynamisch ZES.1)	Restricted fetch and/or open water window. Coasts can face prevailing wind but with a short fetch (say < 20 km) or extensive shallow areas offshore or may face away from prevailing winds.
very sheltered	Unlikely to have a fetch greater than 20 km, the exception being through a narrow (<300) open water window. They face away from prevailing wind or have obstructions, such as reefs, offshore.
extremely sheltered	Fully enclosed with a fetch no greater than about 3 km.
ultra sheltered	With a fetch of a few tens or at most hundreds of meters.

**Tabel 7.3.6.**

De in de EUNIS classificatie gebruikte klassen voor de hydrodynamiek.

klassen sedimentsamenstelling EUNIS	klassen droogvalduur EUNIS
gravel or coarse sand > 1 mm grain size	< 70 % air exposure (ZES.1: laag/ midden litoraal)
fine sand or muddy sand ≤1 mm grain size with ≤30% silt (< 63 µm)	70-90 % air exposure (ZES.1: hoog litoraal)
mud > 30% silt (< 63 µm)	90-100 % air exposure (ZES.1: supralitoraal)
combination sediments (intimate mixtures of the above, and mosaics and veneers)	
biogenic structures	

**Tabel 7.3.7.**

De in de EUNIS classificatie gebruikte klassen voor de sedimentsamenstelling en de droogvalduur.

#### 7.4. EUROPEESE HABITATRICHTLIJN

In de Europese Habitatrichtlijn (HR) worden een aantal habitats benoemd die beschermd moeten worden. De term 'habitat' die hier wordt gebruikt is afgeleid van de engelse term habitat, die in het

Europese spraakgebruik inmiddels zowel 'habitat' als 'ecotoop' is gaan betekenen. In de Habitatrichtlijn betreft het de term 'ecotoop'. Een aantal habitats uit de richtlijn is in de kustzone gesitueerd en daarmee relevant voor het ZES.1. In tabel 7.4.1 zijn de betreffende habitats weergegeven.

nummer	naam
<b>11</b>	<b>Mariene wateren en getijden gebieden</b>
1110	Permanent met zeewater van geringe diepte overstroomde zandbanken
1130	Estuaria
1140	Bij eb droogvallende slikwadden en zandplaten
1160	Grote ondiepe krekens en baaien
<b>13</b>	<b>Atlantische en continentale kwelders en schorren</b>
1310	Eenjarige pioniersvegetaties van slik- en zandgebieden met <i>Salicornia</i> spp. en andere zoutminnende planten
1320	Schorren met slijkgrasvegetatie ( <i>Spartina maritima</i> )
1330	Atlantische schorren ( <i>Glauco-Puccinellietalia maritima</i> )
<b>21</b>	<b>Kustduinen van de Atlantische Oceaan, de Noordzee en de Oostzee</b>
2110	Embryonale wandelende duinen

**Tabel 7.4.1.**

Overzicht habitats in de Europese habitatrichtlijn, relevant voor ZES.1. (naar Janssen & Schaminée, 2003)

Deze habitats zijn als regel ruim omschreven, zodat de meeste in het ZES.1 onderscheiden ecotopen binnen deze habitats passen. In feite vormen zij een onderverdeling van de globale habitats. Enkele categorieën habitats in ZES.1 passen er niet in of het is

onduidelijk of ze binnen een HR-habitat vallen. In tabel 7.4.2 is een globaal overzicht van de koppeling tussen de ZES.1-ecotopen en de habitats in de Habitatrichtlijn.

**Tabel 7.4.2.**

*Globaal overzicht van de koppeling tussen habitats uit de Habitatrichtlijn en ecotopen uit het ZES.1*

Niet passend binnen HR	Mogelijk passend binnen HR	Passend binnen HR	Beschouwd als passend binnen HR
Alle hardsubstraat ecotopen	Diepe geulen estuaria	Zoute kwelders en schorren Alle supralitorale ecotopen Alle litorale ecotopen	Brakke schorren/kwelders
Sublitoraal diep Noordzee, Waddenzee		Embryonale duinen	

#### AFKORTINGEN- EN BEGRIPPENLIJST

<b>Doodtij</b>	zwakke eb en vloed
<b>GHW</b>	gemiddeld hoog water
<b>GHWD</b>	gemiddeld hoog water doodtij
<b>GLW</b>	gemiddeld laag water
<b>GLWS</b>	gemiddeld laag water springtij
<b>Lineaire stroomsnelheid</b>	'gewone' stroomsnelheid
<b>Litoraal</b>	gebied, dat elk tij overspoeld wordt
<b>Orbitaalsnelheid</b>	stroomsnelheid aan de bodem van een golf
<b>Schor/kwelder</b>	begroeide stukken land tussen hoogwaterlijn en springvloedlijn
<b>Slik</b>	bij eb droogvallend, aan land grenzend gebied, vaak met een slibrijkere bodem dan een plaat
<b>Strijk lengte</b>	ononderbroken afstand waarover de wind over het water kan waaien
<b>Sublitoraal</b>	permanent onder water staand gebied
<b>Supralitoraal</b>	gebied, dat niet elk tij overspoeld wordt
<b>Zand(plaat)</b>	bij eb droogvallend, niet aan land grenzend gebied, merendeels met zandige bodem

## LITERATUUR

**AquaSense, 2001.**

Distribution and threats of *Arctica islandica*. *A. islandica* as an example for listing of species and habitats subject to threat or rapid decline. AquaSense, in opdracht van RWS Directie Noordzee, rapport nr. 1738.

**Armonies, W., 1994.**

Drifting meio- and macrobenthic invertebrates on tidal flats in Konigshafen: a review. *Helgolander Meeresunters.* 48: 299-320.

**Bal, D., H.M. Beije, M. Fellingner, R. Haveman, A.J.F.M. van Opstal & F.J. van Zadelhoff, 2001.**

Handboek Natuurdoeltypen. Tweede, geheel herziene editie. Expertisecentrum LNV, Wageningen, rapport 2001/020.

**Ballantine, W.J., 1961.**

A biologically-defined exposure scale for the comparative description of rocky shores. *Field Studies* 1 (3): 1-19.

**Bell, R.G., T.M. Hume, T.J. Dolphin, M.O. Green & R.A. Walters, 1997.**

Characterisation of physical environmental factors on an intertidal sandflat, Manukau Harbour, New Zealand. *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.* 216: 11-31.

**Berghahn, R., 1983.**

Untersuchungen an Plattfischen und Nordseegarnelen (*Crangon crangon*) im Eulitoral des Wattenmeeres nach dem Übergang zum Bodenleben. *Helgoländer Meeresunters.* 36: 163-181.

**Berrevoets, C.M., R.C.W. Strucker & P.L. Meininger, 2002.**

Watervogels in de Zoute Delta 2000/2001. Rapport Rijkswaterstaat-RIKZ/2002.002.

**Beukema, J.J., 1976.**

Biomass and species richness of the macro-benthic animals living on the tidal flats of the Dutch Wadden Sea. *Neth. J. Sea Res.* 10: 236-261.

**Beukema, J.J., 1993.**

Successive changes in distribution patterns as an adaptive strategy in the bivalve *Macoma balthica* (L.) in the Wadden Sea. *Helgoländer Meeresunters.* 47: 287-304.

**Boer, K. de & W.J. Wolff, 1996.**

Tussen zilt en zoet. Voorstudie naar de betekenis van estuariene gradiënten in het Waddengebied. Vakgroep Mariene Biologie, Rijksuniversiteit Groningen; in opdracht van Rijkswaterstaat Directie Noord-Nederland. 94 p.

**Bouma, H., J.M.C. Duiker, P.P. de Vries, P.M.J. Herman & W.J. Wolff, 2001a.**

Spatial pattern of early recruitment of *Macoma balthica* (L.) and *Cerastoderma edule* (L.) in relation to sediment dynamics on a highly dynamic intertidal sandflat. *J. Sea Res.* 45: 79-93.

**Bouma, H., P.P. de Vries, J.M.C. Duiker, P.M.J. Herman & W.J. Wolff, 2001b.**

Migration of the bivalve *Macoma balthica* on a highly dynamic tidal flat in the Westerschelde estuary, The

Netherlands. Mar. Ecol. Prog. Ser. 224: 157-170.

**Brummelhuis, E.B.M., J.A. Craeymeersch, R. Markusse & W. Siermans, 1996.**

Het macrobenthos van de Westerschelde, de Oosterschelde, het Veerse Meer en het Grevelingenmeer in het voorjaar 1996. Rapportage in het kader van het Biologisch Monitoring Programma. NIOO-CEMO, Yerseke.

**Buschbaum, C. & B. Saier, 2001.**

Growth of the mussel *Mytilus edulis* L. in the Wadden Sea affected by tidal emergence and barnacle epibionts. J. Sea Res. 45: 2736.

**Butman, C.A., 1987.**

Larval settlement of soft-sediment invertebrates: the spatial scales of pattern explained by active habitat selection and the emerging role of hydrodynamical processes. Oceanogr. Mar. Biol. Ann. Rev. 25: 113-165.

**Campbell, A.C., 1994.**

Tirion gids van strand en kust; flora en fauna; 800 afbeeldingen in kleuren. B.V. Uitgeversmaatschappij Tirion, Baarn, 320 p.

**Cattrijsse, A., H.R. Dankwa & J. Mees, 1997.**

Nursery function of an estuarine tidal marsh for the brown shrimp *Crangon crangon*. J. Sea Res. 38: 109-121.

**Craeymeersch, J.A., 1999.**

The use of macrobenthic communities in the evaluation of environmental change. PhD thesis, University of Gent, NIOO-CEMO Yerseke and RIVO-DLO Yerseke, 254 p.

**Creutzberg, F., 1978.**

Transport of marine organisms by tidal currents. In: Dankers, N., Wolff, W.J., Zijlstra, J.J. (eds.) Fishes and fisheries of the Wadden Sea. Final report of the section 'Fishes and fisheries' of the Wadden Sea Working Group. Report 5 of the Wadden Sea Working Group, p 26-32.

**Damme, C.J.G. van & H.W. van der Veer, 2001.**

The nursery function of the Westerscheldt for fish and crustaceans. Netherlands Institute for Sea Research, Texel. In opdracht van RIKZ. 48 p.

**Dankers, N. & M.A. Binsbergen, 1984.**

Zeeduizendpoten (*Nereis diversicolor*) trekken ook. De Levende Natuur 84(1):14-15.

**Dankers, N., W.E. van Duin, M.F. Leopold, G.F.P. Martakis, C.J. Smit, D.C. van der Werf & H.P. Wolfert, 2001.**

Ontwerp-ecotopenstelsel kustwateren. Voorstel voor classificatie en advies voor validatie. Wageningen, Alterra, Research Instituut voor de Groene Ruimte. Alterra-rapport 177.

**Dekker, R. & W. de Bruin, 2000.**

Het macrozoobenthos op twaalf raaien in de Waddenzee en de Eems-Dollard in 1999. NIOZ-rapport 2000-8.

**Ducrottoy, J.P., M. Desprez & B. Elkaim, 1987.**

Crise de la production de coques (*Cerastoderma edule*) en baie de somme. II. Impact de la dynamique biosedimentaire. Rev. Trav. Inst. Peches marit. 49: 231-241.



**Eck, G.Th.M. van, 1999.**

De ScheldeAtlas; een beeld van een estuarium. Schelde InformatieCentrum in samenwerking met het Rijksinstituut voor Kust en Zee/RIKZ. 120 p.

**Elliott, M. & K.L. Hemingway, 2002.**

Fishes in estuaries. Blackwell Science, Oxford, 636 p.

**Essink, K., J. Eppinga and R. Dekker, 1998.**

Long-term changes (1977-1994) in intertidal macrozoobenthos of the Dollard (Ems Estuary) and effects of introduction of the North American spionid polychaete *Marenzelleria cf. wireni*. *Senckenbergiana maritima* 28: 211-225.

**Farke, H., P.A.W.J. de Wilde & E.M. Berghuis, 1979.**

Distribution of juvenile and adult *Arenicola marina* on a tidal mud flat and the importance of nearshore areas for recruitment. *Neth. J. Sea Res.* 13: 354-361.

**Fonseca, M.S., J.C. Zieman, G.W. Thayer & J.S. Fisher, 1983.**

The role of current velocity in structuring eelgrass (*Zostera marina* L.) meadows. *Est. Coast. Shelf Sci.* 17: 367-380.

**Fréchette, M. & E. Bourget, 1985.**

Food-limited growth of *Mytilus edulis* L. in relation to the benthic boundary layer. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 42: 1166-1170.

**Geldere, R. van & M. Vanalderweireldt, 1995.**

Zeeland onderwater. De onderwaterwereld van de Oosterschelde en de Grevelingen. Uitgeverij Uniepers Abcoude, 144 p.

**Geurts van Kessel, J., 2004. Verlopend tij. Oosterschelde een veranderend natuurmonument.**

Rapport Rijkswaterstaat-RIKZ/2004.028.

**Gittenberger, E. & A.W. Janssen, 1998.**

De Nederlandse zoetwatermollusken. Recente en fossiele weekdieren uit zoet en brak water. Naturalis, Leiden.

**Goor, A.J.C. van, 1919.**

Het zeegras (*Zostera marina* L.) en zijn beteekenis voor het leven der visschen. *Rapp. Verh. Rijksinst. Viss. Onderz.* 1: 415-498.

**Günther, C.P., 1992.**

Settlement and recruitment of *Mya arenaria* L. in the Wadden Sea. *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.* 159: 203-215.

**Hartholt, J.G., 1998.**

Ecotopen-GIS Noordzee. Rapportage tweede fase. Werkdocument RIKZ/OS-98.103x.

**Hartog, C. den, 1955.**

A classification system for the epilithic algal communities of the Netherlands coast. *Acta Bot. Neerl.* 4: 126-135.

**Hartog, C. den, 1959.**

The epilithic algal communities occurring along the coast of the Netherlands. *Wentia* 1: 1-241.

**Hayward, P., T. Nelson-Smith, C. Shields, 1999.**

Gids van kust en strand, flora en fauna. Beschrijvingen van meer dan 3000 Europese soorten. Tirion Uitgevers BV, Baarn. 352 p.

**Helvert, M. van, 2001.**

Oriënterend onderzoek naar de bepaling van de brekerzone bij intergetijdegebieden in de Oosterschelde met SWAN-1D. Werkdocument RIKZ/OS/2001.811x.

**Herman, P.M.J., J.J. Middelburg, J. van de Koppel, J., C.H.R. Heip, 1999.**

Ecology of estuarine macrobenthos. Adv. Ecol. Res. 29, 195-240.

**Hiddink, J.G., R. ter Hofstede, W.J. Wolff, 2002.**

Predation of intertidal infauna on juveniles of the bivalve *Macoma balthica*. J. Sea Res. 47:141-159.

**Hoeksema, H.J., 2002.**

Grevelingenmeer van kwetsbaar naar weerbaar? Een beschrijving van de ontwikkelingen van 1996 tot 2001 en een toetsing aan het beleid. Rapport Rijkswaterstaat-RIKZ/2002.033, inclusief cd-rom.

**Holtmann, S.E., A. Groenewold, K.H.M. Schrader, J. Asjes, J.A. Craeymeersch, G.C.A. Duineveld, A.J. van Bostelen & J. van der Meer, 1996.**

Atlas of the zoobenthos of the Dutch Continental Shelf. Ministry of Transport, Public Works and Water Management, North Sea Directorate, Rijswijk, 1-244 p.

**Horssen, P.W. van, J.G. Hartholt, D.J. de Jong, 1999.**

Ecotopen-GIS Noordzee. Rapportage derde fase. Werkdocument Rijkswaterstaat- RIKZ/OS-99.110x.

**Hostens, K., J. Mees, B. Beyst, A. Cattrijsse, 1996.**

Het vis- en garnaalbestand in de Westerschelde: soortensamenstelling, ruimtelijke verspreiding en seizoensaliteit (periode 1988-1992). Universiteit Gent. In opdracht van Rijkswaterstaat Directie Zeeland. 106 p.

**Hulscher, J.B., 1981.**

The Oystercatcher *Haematopus ostralegus* as a predator of the bivalve *Macoma balthica* in the Dutch Wadden Sea. PhD thesis, Rijksuniversiteit Groningen, 152 p.

**Huz, R. de la, M. Lastra & J. López, 2002.**

The influence of sediment grain size on burrowing, growth and metabolism of *Donax trunculus* L. (Bivalvia: Donacidae). J. Sea Res. 47:85-95.

**Jager, Z., 1999.**

Floundering. Processes of tidal transport and accumulation of larval flounder (*Platichthys flesus* L.) in the Ems-Dollard nursery. PhD-thesis, University of Amsterdam, 192 p.

**Janssen, G.M. & B.R. Kuipers, 1980.**

On tidal migration in the shrimp *Crangon crangon*. Neth. J. Sea Res. 14:339-348.

**Janssen, J.A.M & J.H.J. Schaminée, 2003.**

Europese natuur in Nederland, Habitattypen. KNNV Uitgeverij, Utrecht 120p.

**Jong, D.J. de, 1999.**

Ecotopes in the Dutch Marine Tidal Waters. A proposal for a classification of ecotopes and a method to map them. Rijkswaterstaat-RIKZ report 99.017.

**Jong, D.J. de & V.N. de Jonge, 1989.**

Zeegras *Zostera marina* L., *Zostera noltii* Horn. Een ecologisch profiel en het voorkomen in Nederland. Rijkswaterstaat- Dienst Getijden Wateren Nota GWAO-89.1003.

**Jong, D.J. de, N. Dankers & R.J. Leewis, 1998.**

Naar ecologische kaarten van de Waddenzee. BEON rapport 98-13.

**Jong, D.J., K.S Dijkema, J.H Bossinade & J.A.M. Janssen, 1998.**

Salt 97; een classificatieprogramma voor kweldervegetaties. Rijkswaterstaat (RIKZ, Dir Noord Nederland, Meetkundige Dienst) \* IBN-DLO.

**Jonge, V.N. de & J.E.E. van Beusekom, 1995.**

Wind- and tide-induced resuspension of sediment and microphytobenthos from tidal flats in the Ems estuary. Limnol. Oceanogr. 40: 766-778.

**Kinne, O., 1971.**

Salinity - Animals – Invertebrates. In: O. Kinne (ed.), Marine ecology. A comprehensive, integrated treatise on life in oceans and coastal waters, Wiley London, 1 (2): 683-1244.

**Klijn, F. & H.A.U. de Haes, 1990.**

Hierarchische ecosysteemclassificatie. Voorstel voor een eenduidig begrippenkader. Landschap 7/4, 215-233.

**Koeling, R., 1998**

Fouten? Natuurlijk. Programmeren van betrouwbaarheid in de applicatie habimap. Van HJall Instituut. In opdracht van Rijkswaterstaat- RIKZ.

**Kranenbarg, J. & J. Backx, 2001.**

Estuariene ecotopenstelsel, gedestilleerd uit de bestaande Rijkswateren-Ecotopen-Stelsels. Rijkswaterstaat-RIZA werkdokument 2001.209x.

**Kuipers, B., 1973.**

On the tidal migration of young plaice (*Pleuronectes platessa*) in the Wadden Sea. Neth. J. Sea Res. 6: 376-388.

**Leewis, R.J., Dankers, N. & D.J. de Jong, 1998.**

Naar een ecotopensysteem zoute wateren Nederland. BEON rapport 98-11.

**Leeuw, C.C. de & J.J.G.M. Backx, 2000.**

Naar een herstel van estuariene gradiënten in Nederland. Een literatuurstudie naar de algemene ecologische principes van estuariene gradiënten, ten behoeve van herstelmaatregelen langs de Nederlandse kust. Rijkswaterstaat-RIKZ rapport nr. 2000.044. Rijkswaterstaat-RIZA rapport nr. 2000.034.

**Little, C., 2000.**

Biology of Habitats. The biology of soft shores and estuaries. Oxford University Press, Oxford, 252 p.

**Lorenz, C., 2001.**

Rijkswateren-Ecotopen-Stelsels Oevers. Witteveen + Bos, Deventer, en Rijkswaterstaat-RIZA. SECI/DUUH/rap. 001.

**Maas, G.J., 1998.**

Rijkswateren-Ecotopen-Stelsels: Benedenrivier-Ecotopen-Stelsel. Herziening van de ecotopen-indeling Biesbosch-Voordelta en afstemming met het Rivier-Ecotopen-Stelsel en de voorlopige indeling voor de Zoute Delta. DLO-Staring Centrum, Rijkswaterstaat RIZA. RWES rapport nr. 3.

**McLaren, P., 1994.**

Sediment transport in the Westerschelde between Baarland and Rupelmonde. GeoSea Consulting (UK) Ltd. Report for Rijkswaterstaat, Rijksinstituut voor Kust en Zee.

**McLaren, P., W.J. Cretney and R.I. Powys, 1993.**

Sediment pathways in a British Columbia fjord and their relationship with particle-associated contaminants. Journal of Coastal Research, Vol. 9, No. 4, p 1026-1043.

**Meijer, A.J.M. & H.W. Waardenburg, 2002.**

Ontwerp ecotopenstelsel harde substraten. Zoute en brakke wateren. Bureau Waardenburg, rapport nr. 01-127.

**Meire, P.M., J. Seys, T. Ysebaert & J. Coosen, 1991.**

A comparison of the macrobenthic distribution and community structure between two estuaries in the SW Netherlands. In: M. Elliot & J.P. Ducrotoy (eds). Estuaries and coasts: Spatial and temporal intercomparisons. Olsen & Olsen, Fredensborg, Denmark, p 221-230.

**Meulen, Y.A.M. van der, 1997.**

Meren ecotopen stelsel. Rijkswaterstaat-RIZA nota 97.076, Lelystad.

**Molen, D.T. van der, H.P.A. Aarts, J.J.G.M. Backx, E.F.M. Geilen & M. Platteeuw, 2000.**

Rijkswateren-Ecotopen-Stelsels: Aquatisch. Rijkswaterstaat-RIZA rapport 2000.038. RWES rapport nr. 5.

**Nienhuis, P.H., 1975.**

Veranderingen van de flora en fauna van de Grevelingen na de afsluiting. In: Jansen, F. (ed.), De Grevelingen: een afgesneden zee-arm, L. & O., Zierikzee, 53 p.

**Nienhuis, P.H., 1976.**

The epilithic algal vegetation of the SW Netherlands. DIHO Yerseke, rapporten en verslagen nr. 1976-5.

**Nijssen, H. & S.J. de Groot, 1987.**

De vissen van Nederland. Stichting Uitgeverij Koninklijke Nederlandse Natuurhistorische Vereniging, Utrecht, 224 p.

**Paalvast, P., 1999.**

Zoet zout Zuid-Holland. Autoecologie van enige karakteristieke estuariene organismen. In opdracht van Rijkswaterstaat RIZA, Lelystad, 75 p.

**Peperzak, L., H. Bouma, H. Peletier & B. Sandee, 2002.**

Jaarrapport Monisnel 2001. Rapport Rijkswaterstaat-RIKZ/OS/2002.045.

**Peters, J., 1999.**

Kanalen ecotopen stelsel. Rijkswaterstaat- RIZA nota 99.019, Lelystad.

**Peterson, C.H., 1991.**

Intertidal zonation of marine invertebrates in sand and mud. Communities on intertidal rocks are arranged in well-defined horizontal bands. Is there an ecological analogue in soft sediments? *American Scientist* 79: 236-249.

**Rademakers, J.G.M. & H.P. Wolfert, 1994.**

Het rivieren ecotopenstelsel. Publicatie Ecologisch herstel Rijn en Maas nr. 61-1994. Rijkswaterstaat-RIZA, Lelystad.

**Reise, K., 1985.**

Tidal flat ecology. An experimental approach to species interactions. Springer-Verlag, Berlin, 191 p.

**Remane, A., 1934.**

Die Brackwasserfauna. *Verh. Deutsch. Ges.* 36: 34-74.

**Remane, A. & C. Schlieper, 1971.**

Biology of brackish water. Wiley Interscience Division, John Wiley & Sons, Inc. New York, 372.

**Ruiter, J.F. & D.J. de Jong, 1998.**

HABIMAP. Een GIS-applicatie ten behoeve van de aanmaak en presentatie van habitat- en ecotopenkaarten in kustwateren. Rijkswaterstaat-/RIKZ, 7 p.

**Sanchez-Salazar M.E., C.L. Griffiths & R. Seed, 1987.**

The interactive roles of predation and tidal elevation in structuring populations of the edible cockle, *Cerastoderma edule*. *Est. Coast. Shelf Sci.* 25: 245-260.

**Schaminée J.H.J., E.J. Weeda & V. Westhoff, 1995.** De vegetatie van Nederland. Deel 2. Plantengemeenschappen van wateren, moerassen en natte heiden. Opulus Press, Leiden, 360 p.

**Schmidt-Van Dorp, A.D., 1979.**

Literatuuronderzoek naar de soortenrijkdom van het macrozoöbenthos in relatie tot het zoutgehalte. Delta Instituut voor Hydrobiologisch Onderzoek, Yerseke. Rapporten en Verslagen 1979-5, 94 p.

**Stickvoort, E., C. Berrevoets, M. Kuijper, F. Lefevre, G.-J. Liek, M. Lievaart, D. van Maldegem, P. Meininger, B. Peters, A. Pouwer, H. Schippers & J. Wijsman, 2003.**

MOVE rapport 7: MOVE Hypothesendocument 2003. Onderliggende rapportage bij MOVE rapport 8 (deel A en B) Evaluatierapport 2003. Rapport RIKZ/2003.009, Middelburg

**Stralen, M.R. van & R.D. Dijkema, 1994.**

Mussel culture in a changing environment: the effects of a coastal engineering project on mussel culture (*Mytilus edulis* L.) in the Oosterschelde estuary (SW Netherlands). *Hydrobiologia* 282/283: 359-379.

**Tydeman, P., 1996.**

Ecologisch profiel van de wilde litorale mosselbank (*Mytilus edulis* L.). Watersysteemverkenningen 1996. Rapport Rijkswaterstaat-RIKZ-96.026.

**Vooren, W. van, 1997**

Het voorkomen van kokkels in de Westerschelde. Modelleren van Groeimogelijkhedenkaart met Monte Carlo Simulatie. Werkdocument RIKZ/OS.97.843.x

**Vos, M. & W.J. Wolff, 2001.**

Ontwerp-ecotopenstelsel voor de brakke rijkswateren. Rijksuniversiteit Groningen, Mariene Biologie.

**Wattel, G., 1994.**

Veerse Meer evaluatie systeemontwikkeling. Periode 1988 – 1993. RIKZ rapport 94.046.

**Wijsman, J.W.M., 2003.**

Verkennde studie voor de validatie van het Zoute wateren EcotopenStelsel (ZES.1) aan de hand van bodemdiergegevens. WL delft hydraulics. In opdracht van Rijkswaterstaat-Rijksinstituut Kust en Zee.

**Wilson, K.A., Able, K.W., Heck, K.L. Jr., 1990.**

Predation rates on juvenile blue crabs in estuarine nursery habitats: evidence for the importance of macroalgae (*Ulva lactuca*). *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 58:243-251.

**WL, 2003.**

Handleiding HABITAT. WL | Delft Hydraulics, Delft 2003.

**Wolfert, H.P., 1996.**

Rijkswateren-Ecotopen-Stelsels. Uitgangspunten en plan van aanpak. DLO-Staring Centrum, Wageningen. Rijkswaterstaat-RIZA Nota nr.: 96.050.

**Wolff, W.J., 1973.**

The estuary as a habitat. An analysis of data on the soft-bottom macrofauna of the estuarine area of the rivers Rhine, Meuse, and Scheldt. Proefschrift, Rijksuniversiteit Leiden. 242 p.

**Wolff, W.J. & L. de Wolf, 1977.**

Biomass and production of zoobenthos in the Grevelingen Estuary, The Netherlands. *Est. Coast. Mar. Sci.* 5: 1-24.

**Wijgergangs, L.J.M. & D.J. de Jong, 1999.**

Een ecologisch profiel van zeegras en de verspreiding in Nederland. Katholieke Universiteit Nijmegen (KUN) in opdracht van Rijkswaterstaat, Rijksinstituut voor Kust en Zee (RWS, RIKZ), 75 pp.

**Ysebaert, T., P. Meire, J. Coosen & K. Essink, 1998.**

Zonation of intertidal macrobenthos in estuaries of Schelde and Ems. *Aquat. Ecol.* 32, 53-71.

**Ysebaert, T., 2000.**

Macrozoobenthos and waterbirds in the estuarine environment: spatio-temporal patterns at different scales. PhD thesis, University of Antwerp. Communications of the Institute of Nature Conservation 16. Brussel, Belgium. 175 pp.

**Ysebaert, T., L. de Neve & P. Meire, 2000.**

The subtidal macrobenthos in the mesohaline part of the Schelde estuary (Belgium): influenced by man? *J. Mar.*

Biol. Assoc. UK 80, 587-597.

**Ysebaert, T. & P.M.J. Herman, 2001.**

Bodemdieren langsheen estuariene gradiënten. *De Levende Natuur* 102:74-78.

**Zijlstra, J.J., R. Dapper, R.IJ. Witte, 1982.**

Settlement, growth and mortality of post-larval plaice (*Pleuronectes platessa*) in the western Wadden Sea. *Neth. J. Sea Res.* 15:250-272.

**Zwarts, L., 1996.**

Waders and their estuarine food supplies. PhD-thesis, Rijksuniversiteit Groningen; Rijkswaterstaat, Directie IJsselmeergebied, Van Zee tot Land 60, 386 pp.

## BIJLAGE 1.

### VERGELIJKING ZES.1 MET EERDERE CONCEPT-STELSLS VOOR ZOUTE GETIJDEN WATEREN

Voordat de voorliggende versie van het Zoute EcotopenStelsel uiteindelijk gereed kwam werden tijdens de ontwikkeling verschillende stappen door-

lopen, eerdere versies opgesteld en deze steeds verder uitgewerkt. In de volgende tabellen worden de variabelen en de klassegrenzen die zijn voorgesteld in de eerdere concept-stelsels voor de brakke en zoute wateren vergeleken met het uiteindelijke ZES.1. Voor de achtergronden wordt verwezen naar de betreffende concept-stelsels: De Jong (1999); Dankers et al. (2001); Vos & Wolff (2001) en Meijer & Waardenburg (2002).

De Jong, 1999 g NaCl/l	Dankers et al., 2001 g Cl/l	Vos & Wolff, 2001 g Cl/l	variatie	Meijer & Waardenburg, 2002 g Cl/l	ZES.1 (geen eenheid)	variatie
		0,3-3				
5,4 - 18	< 18	3-10	</> 100%	3-10	5,4-18	</> 100%
18 - 31	> 18	10-17	</> 100%	> 10	> 18	</> 100%
> 31						

**Tabel 1.**

Vergelijking van de concept-stelsels met het ZES.1: variabelen en klassegrenzen voor het indelingskenmerk zoutgehalte.

De Jong, 1999 $V_{lin}$ $V_{orb}$ (m/s)	Dankers et al., 2001 $V_{lin}$ $V_{orb}$ (m/s)	Vos & Wolff, 2001 $V_{lin}$ $V_{orb}$ (m/s)	Meijer & Waardenburg, 2002	ZES.1 $V_{lin}$ $V_{orb}$ (m/s) strijklengte
> 1 > 0,4	> 1 > 0,4	> 0,8 > 0,4	strijklengte 80-240 km	> 0,8 > 0,42 > 80-240km of of
0,5-1 0,2-0,4	0,5-1 0,2-0,4	0,4-0,8 0,2-0,4	strijklengte < 80 km	
< 0,5 < 0,2	< 0,5 < 0,2	< 0,4 < 0,2	zeer korte strijklengte	< 0,8 < 0,2 < 80 km én én

**Tabel 2.**

Vergelijking van de concept-stelsels met het ZES.1: variabelen en klassegrenzen voor het indelingskenmerk hydrodynamiek.  $V_{lin}$  = lineaire stroomsnelheid;  $V_{orb}$  = orbitaalsnelheid (golfwerking).



De Jong, 1999	Dankers et al., 2001	Vos & Wolff, 2001	Meijer & Waardenburg, 2002	ZES.1 Getijdenwateren 'binnen de kust' <i>meren</i>	Noordzee
<b>Sublitoraal</b>					
50 tot 30 m beneden NAP	> 30 m beneden GLW	> 0,5/1 m beneden GLW of	beneden GLWS	> 5 m - GLWS	> 30m
30 tot 20 m beneden NAP	30 tot 5 m beneden GLW	> 3/5 m beneden waterlijn		<i>Gm: &gt; 15m</i>	30 - 20m
20 tot 5 m beneden GLW				<i>15 tot 5m</i>	
5 m beneden NAP - GLW	5 m beneden GLW - GLW	0,5/1 beneden GLW tot GLW of 3/5 m beneden waterlijn tot waterlijn		<i>Vm: &gt; 10m</i>	20m - GLWS
				<i>5m tot meerpeil</i>	
<b>Litoraal</b>					
1-50 % droogval	1-50 % droogval	1-75 % droogval	boven GLWS	GLWS tot 75% overspoeling	
50-75 % droogval	50-75 % droogval			75-25% overspoeling	
75-90 % droogval	75-90 % droogval	75% droogval - GHW		25% overspoeling tot GHWD	
> 90 % droogval	> 90 % droogval				
<b>supralitoraal</b>					
	> 300 / 150-300 x per jaar overspoeld	GHW-GHWS		GHWD tot > 300 x per jaar overspoeld	
	50-300 / 70-100 x per jaar overspoeld	GHWS-EHWS		300-150 x per jaar overspoeld	
	5-50 / 20-30 x per jaar overspoeld			150-50 x per jaar overspoeld	
	< 5 / < 20 x per jaar overspoeld			50-5 x per jaar overspoeld	

**Tabel 3.**

Vergelijking van de concept-stelsels met het ZES.1: variabelen en klassegrenzen voor de indelingskenmerken diepte, overspoelingsduur en overspoelingsfrequentie.

De Jong, 1999	Dankers et al., 2001	Vos & Wolff, 2001	Meijer & Waardenburg, 2002	ZES.1
D50	D50 slib + lutum	D50		D50
slib > 10%	< 2 µm > 10%	< 75 µm > 25%	dijkglooiing, havendam, pier, geulwand-verdediging, onderwatertalud, scheepswrak, palenrij, strandhoofd, veenbank	slib > 25%*
< 250 µm < 10%	2-63 µm > 10%	75-200 µm variabel		≤200 µm < 25%
> 250 µm < 10%	63-212 µm < 10%	> 200 µm < 25%		200-2000 µm < 25%
gravel > 30%	> 212 µm < 10%			>2000 µm < 25%

\* bij Noordzee 10% slib

**Tabel 4.**

Vergelijking van de concept-stelsels met het ZES.1: variabelen en klassegrenzen voor het indelingskenmerk sedimentsamenstelling. Daarnaast enkele voorbeelden van hard substraat. D50 = mediane korrelgrootte; slib = < 63 µm.

De Jong, 1999	Dankers et al., 2001	Vos & Wolff, 2001	Meijer & Waardenburg, 2002	ZES.1
----	----	priel	----	priel
		zeegrasveld ( <i>Zostera marina</i> , <i>Z. noltii</i> )		zeegrasveld ( <i>Zostera marina</i> , <i>Z. noltii</i> )
		Ruppia-associatie ( <i>R. maritima</i> , <i>R. cirrhosa</i> )		Ruppia-associatie ( <i>R. maritima</i> , <i>R. cirrhosa</i> )
		mosselbank ( <i>Mytilus edulis</i> )		mosselbank ( <i>Mytilus edulis</i> )
		schelpkokerwormgemeenschap ( <i>Lanice conchilega</i> )		oesterbank ( <i>Crassostrea gigas</i> )
				schelpenbank
				scheepswrak
				oevervegetatie in ondiepe brakke oever

**Tabel 5.**

Vergelijking van de concept-stelsels met het ZES.1: de benoemde eco-elementen. In De Jong (1999), Dankers et al. (2001) en Meijer & Waardenburg (2002) zijn geen eco-elementen benoemd. In de twee eerstgenoemde concept-stelsels wordt een biologische variabele toegevoegd, waaronder mosselbanken en zeegrasvelden vallen.

## BIJLAGE 2.

DE EUNIS MARINE HABITAT CLASSIFICATION (DECEMBER 2004: [HTTP://EUNIS.EEA.EU.INT/HABITATS.JSP](http://EUNIS.EEA.EU.INT/HABITATS.JSP))

- A 1 Littoral rock and other hard substrata
  - A 1 .1 Littoral rock very exposed to wave action
    - A 1 .1 1 Mussels and/or barnacles on very exposed littoral rock
    - A 1 .1 2 Robust furoids or red seaweeds on very exposed littoral rock
    - A 1 .1 3 Communities of the upper mediolittoral rock
    - A 1 .1 4 Communities of the lower mediolittoral rock very exposed to wave action
  - A 1 .2 Littoral rock moderately exposed to wave action
    - A 1 .2 1 Mussels and/or barnacles on littoral rock moderately exposed to wave action
    - A 1 .2 2 Furoids and barnacles on moderately exposed littoral rock
    - A 1 .2 3 Red seaweeds on moderately exposed littoral rock
    - A 1 .2 4 Ephemeral green or red seaweeds (freshwater- or sand-influenced) on moderately exposed littoral rock
    - A 1 .2 5 Mussels and furoids on moderately exposed littoral rock
    - A 1 .2 6 Sabellaria reefs on littoral rock
    - A 1 .2 7 Communities of the lower mediolittoral rock moderately exposed to wave action
  - A 1 .3 Littoral rock sheltered from wave action
    - A 1 .3 1 Dense furoids on sheltered littoral rock
    - A 1 .3 2 Furoids , barnacles or ephemeral seaweeds on sheltered littoral mixed substrata
    - A 1 .3 3 Mussel beds on sheltered littoral mixed substrata
    - A 1 .3 4 Red algal turf in lower eulittoral, sheltered from wave-action
    - A 1 .3 5 Communities of the lower mediolittoral rock sheltered from wave action
  - A 1 .4 Rock habitats exposed by action of wind (e.g. hydrolittoral)
    - A 1 .4 1 Hydrolittoral soft rock
    - A 1 .4 2 Hydrolittoral solid rock (bedrock)
    - A 1 .4 3 Hydrolittoral hard clay
    - A 1 .4 4 Hydrolittoral Mytilus edulis beds
    - A 1 .4 5 Hydrolittoral peat
  - A 1 .5 Rockpools
    - A 1 .5 1 Communities of littoral rockpools
    - A 1 .5 2 Communities of rockpools in the supralittoral zone
    - A 1 .5 3 Brackish permanent pools in the geolittoral zone
  - A 1 .6 Littoral caves and overhangs
    - A 1 .6 1 Communities of littoral caves and overhangs
- A 2 Littoral sediments
  - A 2 .1 Littoral gravels and coarse sands
    - A 2 .1 1 Shingle and gravel shores
    - A 2 .1 2 Estuarine coarse sediment shores
    - A 2 .1 3 Communities of the mediolittoral coarse detritic bottoms
  - A 2 .2 Littoral sands and muddy sands
    - A 2 .2 1 Sandy and muddy sand shores with 90-100% air exposure

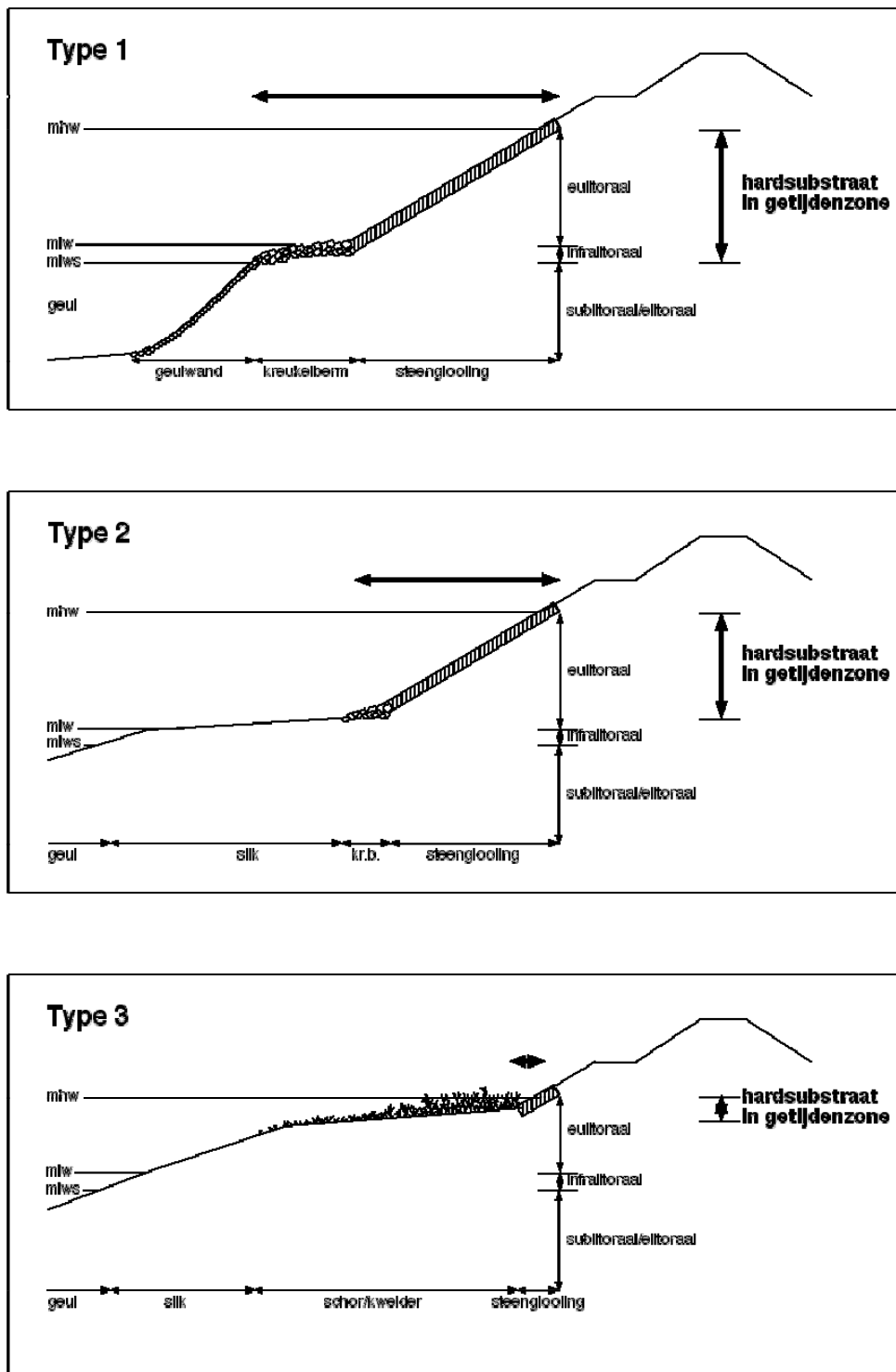
- A 2 .2 2 Sandy and muddy sand shores with 70-90% air exposure
- A 2 .2 3 Sandy and muddy sand shores with <70% air exposure
- A 2 .2 4 Sand shores
- A 2 .2 5 Muddy sand shores
- A 2 .3 Littoral muds
- A 2 .3 1 Muddy shores with 90-100% air exposure
- A 2 .3 2 Muddy shores with 70-90% air exposure
- A 2 .3 3 Muddy shores with <70% air exposure
- A 2 .3 4 Saltmarsh creeks
- A 2 .3 5 Saltmarsh pools
- A 2 .3 6 Sandy mud shores
- A 2 .3 7 Soft mud shores
- A 2 .4 Littoral combination sediments
- A 2 .4 1 Sheltered combination sediment shores
- A 2 .5 Habitats with sediments exposed by action of wind (e.g. hydrolittoral)
- A 2 .5 1 Hydrolittoral stony substrates
- A 2 .5 2 Hydrolittoral gravel substrates
- A 2 .5 3 Hydrolittoral sandy substrates
- A 2 .5 4 Hydrolittoral muddy substrates
- A 2 .5 5 Hydrolittoral mixed sediment substrates
- A 2 .5 6 Geolittoral wetlands and meadows: reed, rush and sedge stands
- A 2 .6 Coastal saltmarshes and saline reedbeds
- A 2 .6 1 Saltmarsh driftlines
- A 2 .6 2 Species-rich upper saltmarshes
- A 2 .6 3 Mid-upper saltmarshes and saline reedbeds
- A 2 .6 4 Low-mid saltmarshes
- A 2 .6 5 Pioneer saltmarshes
- A 2 .7 Littoral sediments dominated by aquatic angiosperms
- A 2 .7 1 Zostera beds on littoral sediments
- A 2 .7 2 Eleocharis beds
- A 2 .7 3 Ruppia beds on littoral sediments
- A 2 .7 4 Methane seeps in littoral sediments
- A 2 .8 Biogenic structures on littoral sediments
- A 2 .8 1 Biogenic features (scars) on littoral mixed sediments
  
- A 3 Sublittoral rock and other hard substrata
- A 3 .1 Infralittoral rock very exposed to wave action and/or currents and tidal streams
- A 3 .1 1 Kelp with cushion fauna, foliose red seaweeds or coralline crusts (exposed rock)
- A 3 .1 2 Fauna and seaweeds on vertical exposed infralittoral rock
- A 3 .1 3 Communities of infralittoral algae very exposed to wave action
- A 3 .1 4 Areas dominated by encrusting algae
- A 3 .1 5 Areas dominated by frondose algae, other than kelp
- A 3 .2 Infralittoral rock moderately exposed to wave action and/or currents and tidal streams
- A 3 .2 1 Kelp and red seaweeds on moderately exposed infralittoral rock
- A 3 .2 2 Grazed kelp with algal crusts on moderately exposed infralittoral rock
- A 3 .2 3 Sand-tolerant or disturbed kelp and seaweed on moderately exposed infralittoral rock
- A 3 .2 4 Fauna and seaweeds on vertical moderately exposed infralittoral rock
- A 3 .2 5 Communities of infralittoral algae moderately exposed to wave action

- A 3 .2 6 Baltic brackish water sublittoral biocenoses of hard substrata influenced by varying salinity
- A 3 .2 7 Animal-dominated communities of moderately exposed infralittoral rock
- A 3 .3 Infralittoral rock sheltered from wave action and currents and tidal streams
- A 3 .3 1 Silted kelp communities on sheltered infralittoral rock
- A 3 .3 2 Estuarine faunal communities on shallow rock or mixed substrata
- A 3 .3 3 Submerged fucoids, green and red seaweeds on reduced/low salinity infralittoral rock
- A 3 .3 4 Communities of infralittoral algae sheltered from wave action
- A 3 .3 5 Animal-dominated communities of sheltered infralittoral rock in full salinity
- A 3 .4 Caves, overhangs and surge gullies in the infralittoral zone
- A 3 .4 1 Robust fauna on infralittoral surge gullies and cave walls
- A 3 .5 Circalittoral rock very exposed to wave action or currents and tidal streams
- A 3 .5 1 Faunal crusts or short turfs on exposed circalittoral rock
- A 3 .5 2 Alcyonium-dominated communities on tide-swept circalittoral rock
- A 3 .5 3 Barnacle, cushion sponge and Tubularia communities on very tide-swept circalittoral rock
- A 3 .6 Circalittoral rock moderately exposed to wave action or currents and tidal streams
- A 3 .6 1 Mixed faunal turf communities on moderately exposed circalittoral rock
- A 3 .6 2 Sand-influenced bryozoan and hydroid turfs on moderately exposed circalittoral rock
- A 3 .6 3 Sabellaria spinulosa communities on circalittoral rock
- A 3 .6 4 Mussel beds on moderately exposed circalittoral rock
- A 3 .6 5 Brittlestar beds on circalittoral rock or mixed substrata
- A 3 .6 6 Grazed faunal communities on moderately exposed or sheltered circalittoral rock
- A 3 .6 7 Silt-influenced ascidian communities on moderately exposed circalittoral rock
- A 3 .6 8 Communities on soft moderately exposed circalittoral rock
- A 3 .6 9 Faunal turfs on vertical circalittoral rock
- A 3 .6 A Coralligenous communities moderately exposed to hydrodynamic action
- A 3 .7 Circalittoral rock sheltered from wave action and currents including tidal streams
- A 3 .7 1 Brachiopods and solitary ascidian communities on sheltered circalittoral rock
- A 3 .7 2 Sheltered Modiolus beds
- A 3 .7 3 Coralligenous communities sheltered from hydrodynamic action
- A 3 .8 Deep circalittoral rock habitats exposed to strong currents
- A 3 .8 1 Animal communities of deep circalittoral rock habitats exposed to strong currents
- A 3 .9 Deep circalittoral rock habitats exposed to moderately strong currents
- A 3 .9 1 Animal communities of deep circalittoral rock habitats exposed to moderately strong currents
- A 3 .A Deep circalittoral rock habitats exposed to weak or no currents
- A 3 .A 1 Animal communities of deep circalittoral rock habitats exposed to weak or no currents
- A 3 .B Caves and overhangs below the infralittoral zone
- A 3 .B 1 Communities of circalittoral caves and overhangs
- A 3 .B 2 Caves in total darkness, including deep-sea caves
- A 3 .C Vents and seeps in sublittoral rock
- A 3 .C 1 Bubbling reefs in the sublittoral euphotic zone
- A 3 .C 2 Bubbling reefs in the aphotic zone
- A 3 .C 3 Freshwater seeps in sublittoral rock
- A 3 .C 4 Oil seeps in sublittoral rock
- A 3 .C 5 Vents in sublittoral rock
- A 4 Sublittoral sediments
- A 4 .1 Sublittoral mobile cobbles, gravels and coarse
- A 4 .1 1 Animal communities in shallow-water gravels

- A 4 .1 2 Animal communities in shallow-water coarse sands
- A 4 .1 3 Animal communities of circalittoral mobile cobbles, gravels and sands
- A 4 .1 4 Animal communities in deeper coarse sands
- A 4 .1 5 Animal communities in variable or reduced salinity gravels and coarse sands
- A 4 .2 Sublittoral sands and muddy sands
- A 4 .2 1 Animal communities in fully marine shallow clean sands
- A 4 .2 2 Communities of fine sands in very shallow waters
- A 4 .2 3 Communities of well sorted fine sands
- A 4 .2 4 Animal communities in variable or reduced salinity shallow clean sands
- A 4 .2 5 Animal communities in fully marine shallow-water muddy sands
- A 4 .2 6 Animal communities in variable or reduced salinity muddy sands
- A 4 .2 7 Animal communities of circalittoral muddy sands
- A 4 .2 8 Communities of the muddy detritic bottom
- A 4 .3 Sublittoral muds
- A 4 .3 1 Shallow fully marine mud communities
- A 4 .3 2 Variable or reduced salinity sublittoral muds
- A 4 .3 3 Communities of superficial muddy sands in sheltered waters
- A 4 .3 4 Communities of coastal terrigenous muds
- A 4 .3 5 Periodically and permanently anoxic sublittoral muds
- A 4 .3 6 Animal communities of circalittoral muds
- A 4 .4 Sublittoral combination sediments
- A 4 .4 1 Kelp and seaweeds on shallow-water mixed sediments
- A 4 .4 2 Animal communities in shallow-water mixed sediments
- A 4 .4 3 Variable or reduced salinity sublittoral mixed sediments
- A 4 .4 4 Animal communities of circalittoral mixed sediments
- A 4 .4 5 Communities of the coastal detritic bottom
- A 4 .5 Shallow sublittoral sediments dominated by angiosperms
- A 4 .5 1 Cymodocea beds
- A 4 .5 2 Halophila beds
- A 4 .5 3 Zostera beds in infralittoral sediments
- A 4 .5 4 Ruppia and Zannichellia communities
- A 4 .5 5 Sublittoral macrophyte beds of coastal brackish waters
- A 4 .5 6 Posidonia beds
- A 4 .6 Biogenic structures over sublittoral sediments
- A 4 .6 1 Seaweeds and maerl on coarse shallow-water sediments
- A 4 .6 2 Maerl beds on shallow-water muddy mixed sediments
- A 4 .6 3 Oyster beds
- A 4 .6 4 Structures formed by mussels over sublittoral sediment
- A 4 .6 5 Maerl beds on deep-water muddy sediments
- A 4 .7 Deep shelf sediment habitats
- A 4 .7 1 Animal communities of deep circalittoral gravel bottoms
- A 4 .7 2 Animal communities of deep circalittoral sandy bottoms
- A 4 .7 3 Animal communities of deep circalittoral shell gravel bottoms
- A 4 .7 4 Animal communities of deep circalittoral muddy bottoms
- A 4 .7 5 Animal communities of deep circalittoral mixed sediment bottoms
- A 4 .7 6 Communities of shelf-edge detritic bottom
- A 4 .8 Seeps and vents in sublittoral sediments
- A 4 .8 1 Freshwater seeps in sublittoral sediments

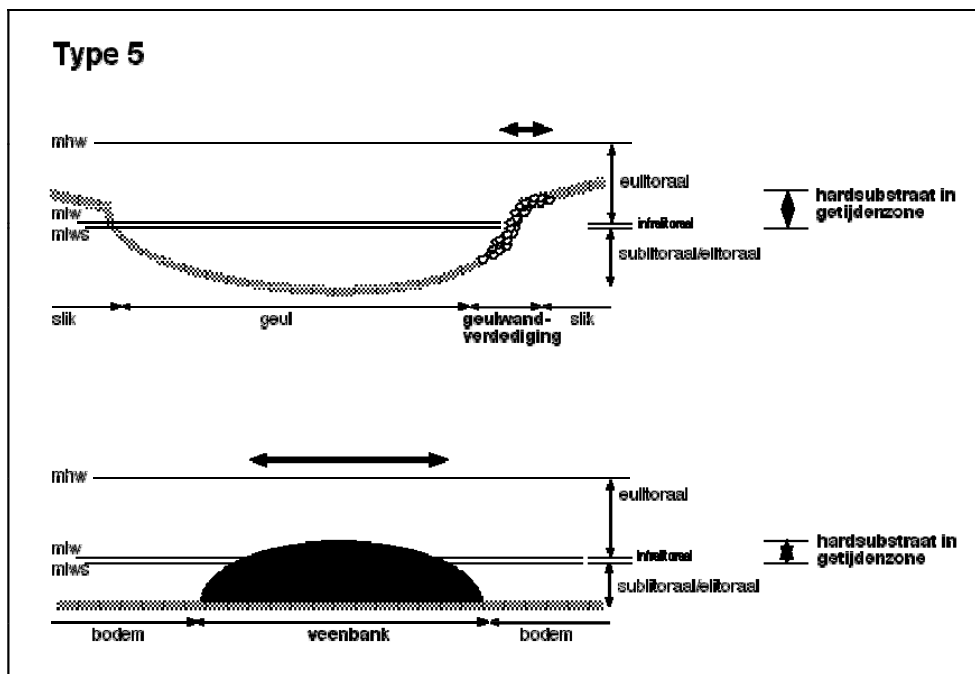
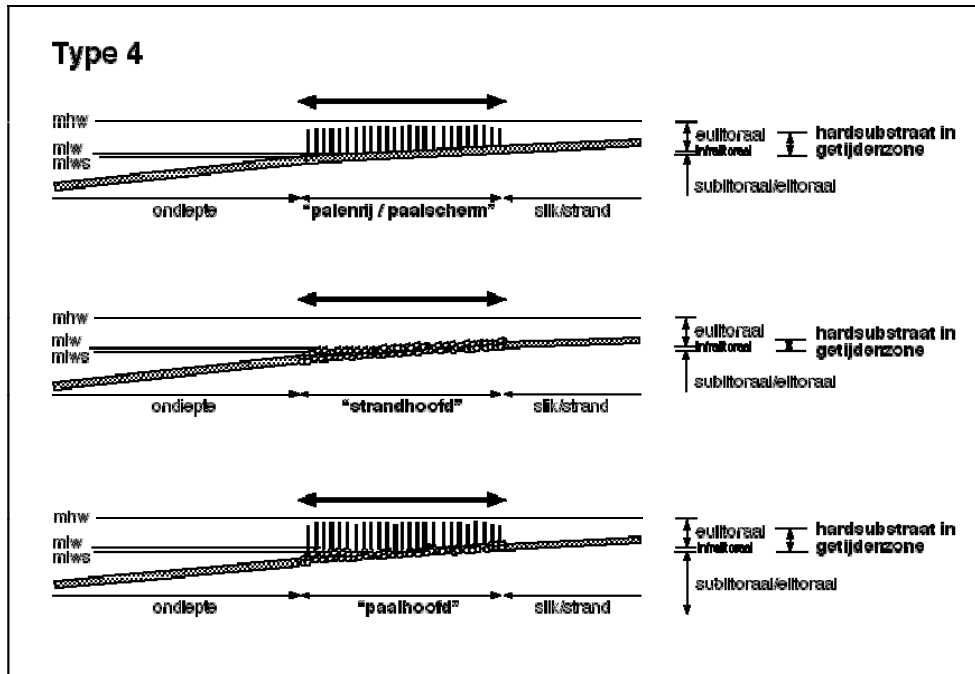
- A 4 .8 2 Methane seeps in sublittoral sediments
- A 4 .8 3 Oil seeps in sublittoral sediments
- A 4 .8 4 Vents in sublittoral sediments

### BIJLAGE 3 Verschillende hard substraat oevertypen



Figuur 1.  
Oevertypen getijdenzone (schematisch) (uit Meijer & Waardenburg 2002)





### Vervolg bijlage 3. Globaal overzicht ecotopen hard substraat

In bijgaande tabellen zijn de ecotopen voor het harde substraat weergegeven, zoals voorgesteld door Meijer & Waardenburg (2002). Deze ecotopen zijn in het ZES.1 sterk samengevat, maar kunnen worden gebruikt in gevallen dat een meer gedetailleerde ecotopenindeling voor de harde substraten gewenst is. Zie voor meer informatie over hun ecotopenstelsel in hun rapport.

Tabel 1. Voorstel ecotopenstelsel hardsubstraat getijdenzone.  
naar Meijer & Waardenburg, 2002

nummer	zout-gehalte	golfdynamiek	type positie in getijdenzone (zie figuur bijlage 3)	infralitorale rand	hoofdtype substraat en constructie	voorland	verspreiding
1	zout	sterk	type 1: omvat het gehele eulitoraal	aanwezig	steen dijkvlooiingen, havendammen, pieren	geul	monding W'schelde, Neeltje Jans, diverse
2	zout	sterk	type 4: omvat deel eulitoraal	afwezig/margin.	steen paalhoofden/strandhoofden	op strand	Noordzee
3	zout	sterk	type 4: omvat deel eulitoraal	afwezig/margin.	hout palenrijen	op strand	W'schelde, Noordzee
4	zout	licht-matig	type 1: omvat het gehele eulitoraal	aanwezig	steen dijkvlooiingen, havendammen, pieren	geul	W'schelde, O'schelde, Waddenzee, Eems
5	zout	licht-matig	type 2: omvat groot deel eulitoraal	afwezig	steen dijkvlooiingen, havendammen, pieren	slik	W'schelde, O'schelde, Waddenzee, Eems
6	zout	licht-matig	type 3: omvat (hoog) deel eulitoraal	afwezig	steen dijkvlooiingen, havendammen, pieren	schor/kwelder/slik	W'schelde, O'schelde, Waddenzee
7	zout	licht-matig	type 5: omvat (laag) deel eulitoraal	aanwezig	steen geulwandverdedigingen	geul	W'schelde
8	zout	licht-matig	type 5: omvat (laag) deel eulitoraal	aanwezig	veen veenbanken	geul/ondiepte	O'schelde, W'schelde
9	zout	beschut	type 1: omvat het gehele eulitoraal	aanwezig	steen dijkvlooiingen, havendammen, pieren	geul	W'schelde, O'schelde, Noordrand, W'zee, Eems
10	zout	beschut	type 2: omvat groot deel eulitoraal	afwezig	steen dijkvlooiingen, havendammen, pieren	slik	W'schelde, O'schelde, Noordrand, W'zee, Eems
11	zout	beschut	type 3: omvat (hoog) deel eulitoraal	afwezig	steen dijkvlooiingen, havendammen, pieren	schor/kwelder/slik	W'schelde, O'schelde, Noordrand, W'zee, Eems
12	brak	licht-matig	type 1: omvat het gehele eulitoraal	aanwezig	steen dijkvlooiingen, havendammen, pieren	geul	W'schelde, Noordrand, Dollard
13	brak	licht-matig	type 2: omvat groot deel eulitoraal	afwezig	steen dijkvlooiingen, havendammen, pieren	slik	W'schelde, Noordrand, Dollard
14	brak	licht-matig	type 3: omvat (hoog) deel eulitoraal	afwezig	steen dijkvlooiingen, havendammen, pieren	schor/kwelder/slik	W'schelde, Noordrand, Dollard
15	brak	licht-matig	type 5: omvat (laag) deel eulitoraal	aanwezig	steen geulwandverdedigingen	geul	W'schelde
16	brak	licht-matig	type 5: omvat (laag) deel eulitoraal	aanwezig	veen veenbanken	geul/ondiepte	W'schelde
17	brak	beschut	type 1: omvat het gehele eulitoraal	aanwezig	steen dijkvlooiingen, havendammen, pieren	geul	W'schelde, Noordrand, Dollard
18	brak	beschut	type 2: omvat groot deel eulitoraal	afwezig	steen dijkvlooiingen, havendammen, pieren	slik	W'schelde, Noordrand, Dollard
19	brak	beschut	type 3: omvat (hoog) deel eulitoraal	afwezig	steen dijkvlooiingen, havendammen, pieren	schor/kwelder/slik	W'schelde, Noordrand, Dollard

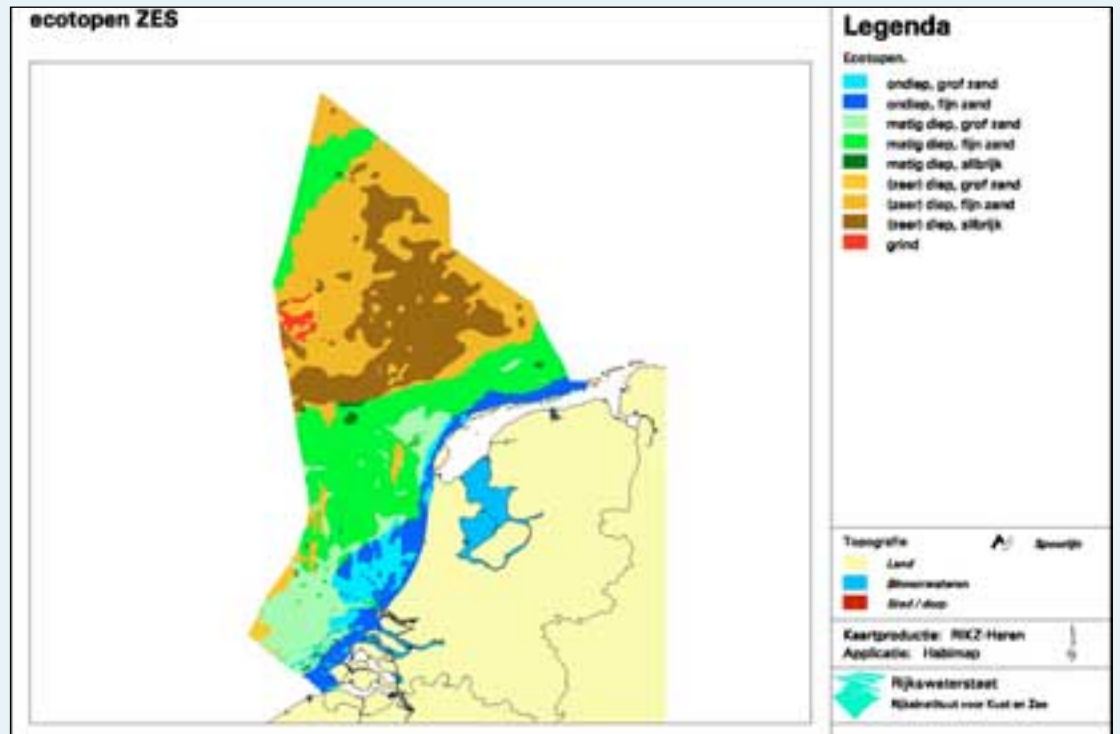
Tabel 2. Voorstel ecotopenstelsel hardsubstraat sub- en elitoraal.  
naar Meijer & Waardenburg, 2002

nummer	zout-gehalte	dynamiek stroom	dynamiek golflslag	diepte	dominantie Japanse Oester ja/nee	T-stratificatie ja/nee	O2-stratificatie ja/nee	hoofdtype substraat	verspreiding
A	zout	ja	sterk	> 10m onder MGLW	nee	nee	nee	scheepswrakken, artefacten	NCP
B	zout	ja	sterk	MLWS-maximaal	nee	nee	nee	(haven)dammen, pieren, kustverdediging	Noordzeekust
C	zout	ja	matig	MLWS-maximaal	nee	nee	nee	stenen	Marsdiep, Waddenzee
D	zout	ja	matig	MLWS-maximaal	ja	nee	nee	onderwatertaluds, geulwandverdedigingen	westdeel Westersch., Oostersch.
E	zout	ja	licht-matig	MLWS-maximaal	nee	nee	nee	veenbanken, veenplaten	Oosterschelde, Zijpe, Slaak
F	zout	gering	licht-matig	MLWS-maximaal	ja	nee	nee	onderwatertaluds, geulwandverdedigingen	Krammer, Zijpe, Mastgat
G	zout	nee	matig	0 m - maximaal	nee	ja	ja	onderwatertaluds, geulwandverdedigingen	Grevelingenmeer
H	zout	nee	licht-matig	0 m tot 2,5 m	nee	niet tot 2,5 m diep	niet tot 2,5 m diep	veenbanken, veenplaten	Grevelingenmeer
I	brak	ja	matig	MLWS-maximaal	ja	nee	nee	onderwatertaluds, geulwandverdedigingen	Westersch., oostelijk deel; Nw. Waterweg, Dollard
J	brak	nee	licht-matig	0 m - maximaal	nee	ja	ja	onderwatertaluds, geulwandverdedigingen	Veerse Meer

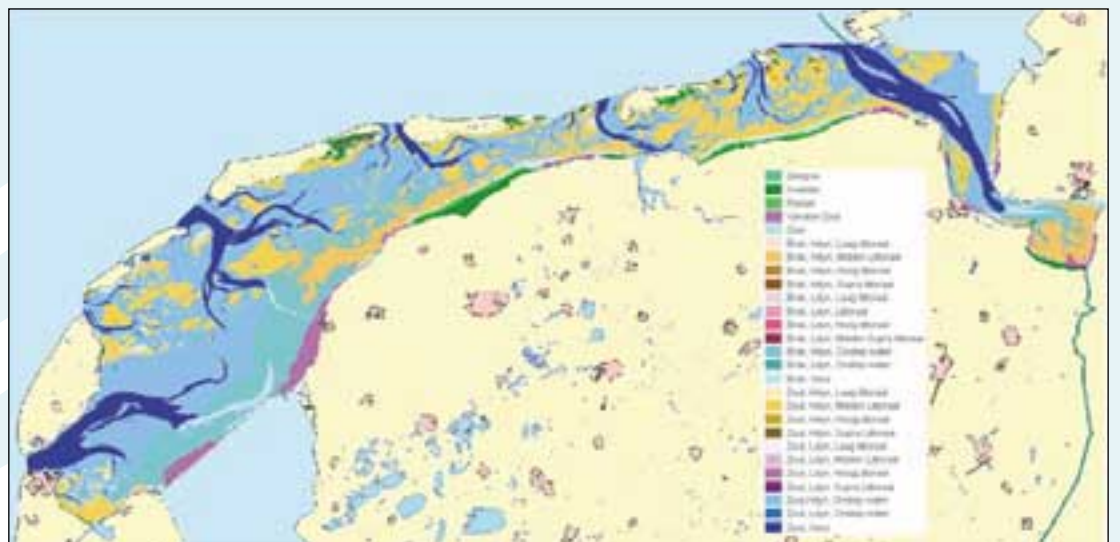
## BIJLAGE 4

### VOORBEELDEN ECOTOPENKAARTEN

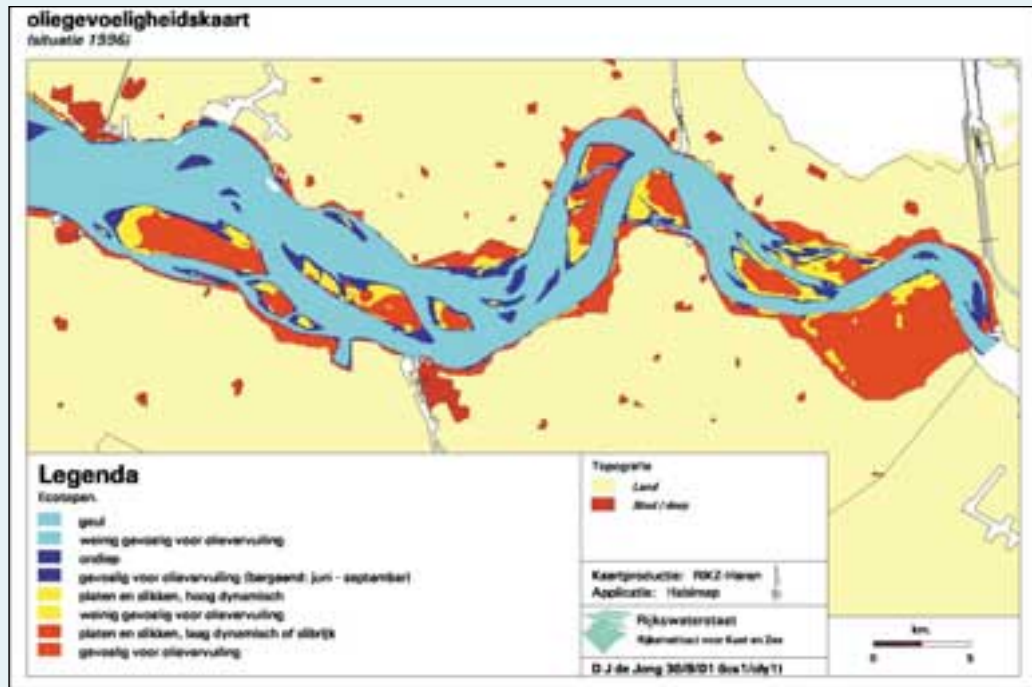
**Figuur 1.**  
Ecotopenkaart  
Noordzee



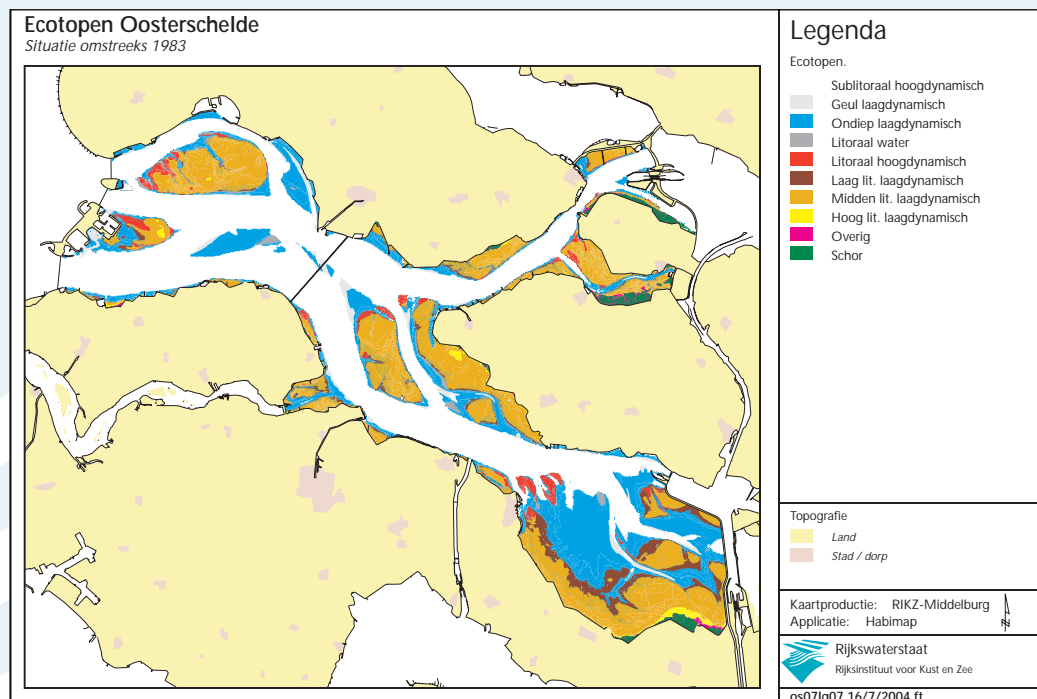
**Figuur 2.**  
Ecotopenkaart  
Waddenzee



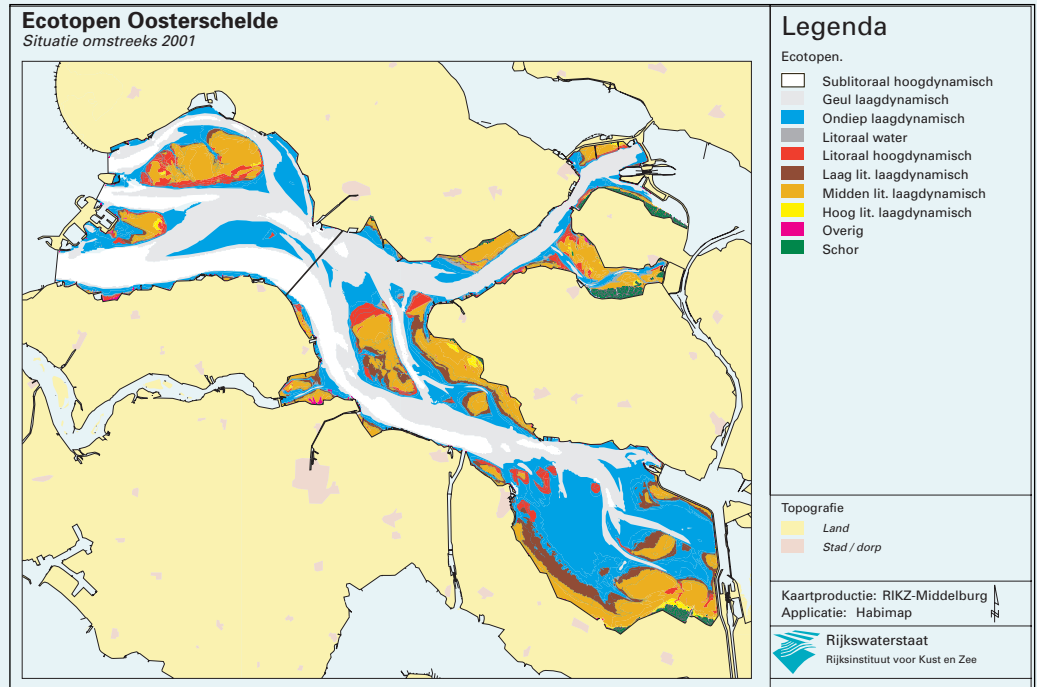
**Figuur 3.**  
Oliegevoeligheid in de Westerschelde



**Figuur 4.**  
Ecotopenkaart  
Oosterschelde voor  
gereed komen van de  
kering



**Figuur 5.**  
Ecotopenkaart  
Oosterschelde na gereed  
komen van de kering





## BIJLAGE 5.

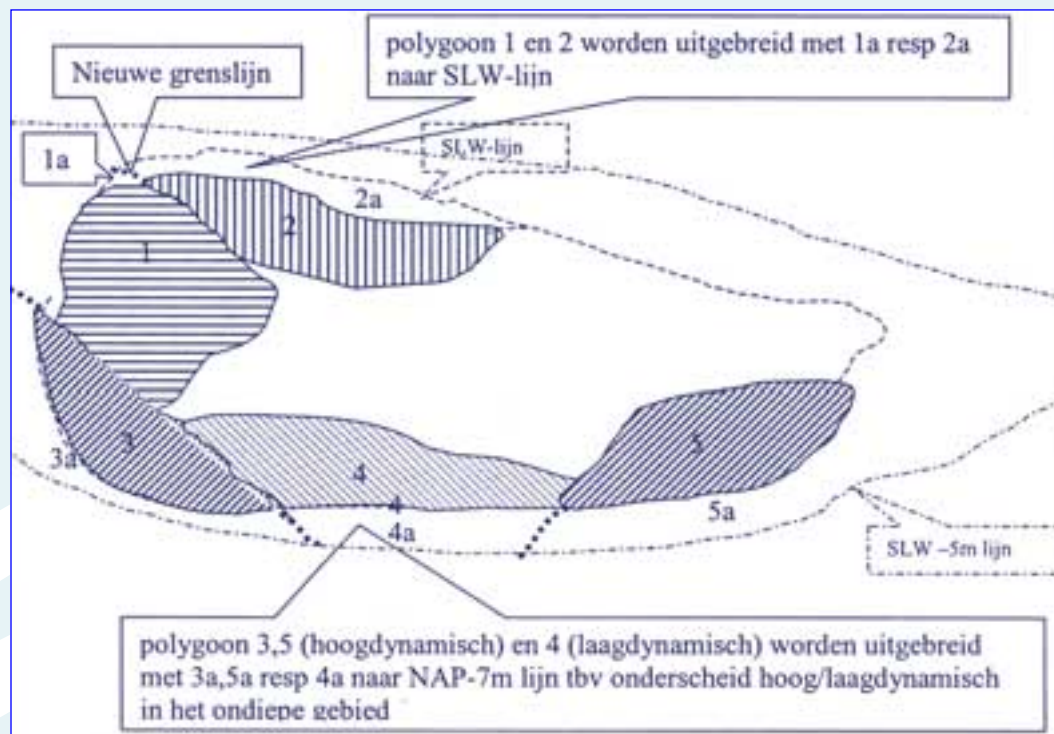
### STANDAARDLEGENDA GEOMORFOLOGIE

#### Methodiek

De geomorfologische kaart wordt gebaseerd op luchtfoto's 1:10.000. Om ook de platen geografisch goed te kunnen inpassen wordt tegelijk een fotoserie 1:30.000 gevlogen. Deze laatste serie foto's worden onthoekt<sup>1</sup>, waarna de foto's 1:10.000 hierin ingepast kunnen worden. Op de luchtfoto's worden gebieden onderscheiden conform de standaardlegenda. Op lastige plaatsen zal een veldverkenning nodig zijn om tot meer definitieve bepaling te komen van de legenda-eenheid, bijvoorbeeld bij vlakke delen die zowel hoog- als laagdynamisch kunnen zijn of bij laagdynamische delen waar niet voldoende duidelijk is of de bodem slibrijk is of alleen maar nat. Zie voor meer detail de standaardhandleiding geomorfologi-

sche kartering (AGI/RIKZ in prep.). Nadat de kaart is gemaakt en als GIS-bestand beschikbaar vindt een laatste controle slag plaats door een gebiedsspecialist.

Omdat de foto's wel bij een zo laag mogelijke waterstand worden gevlogen, maar niet op het niveau van Springlaagwater, wordt de kaart hierop aangepast. Daartoe wordt de kaart vervolgens ingepast in een kaart met de Springlaagwaterlijn (SLW). Waar het gekarteerde gebied groter is dan het gebied buiten de Springlaagwaterlijn blijft dit gewoon liggen, maar waar het gekarteerde gebied binnen deze lijn ligt wordt het gebied uitgebreid tot aan die lijn. Daarbij wordt het aanliggende polygoon uitgerekt tot de laagwaterlijn. De begrenzing van twee aangrenzende polygoon wordt uitgebreid tot die lijn volgens een logische lijn qua waterbeweging (bovenste deel figuur). Op vergelijkbare manier kan ook worden doorgewerkt tot de lijn SLW-5m om in de ondiepe delen een verdeling te krijgen in hoog- en laagdynamisch (onderste deel figuur).



<sup>1</sup> Onthoeken: de procedure waarbij een luchtfoto zo wordt afgebeeld dat deze qua oriëntatie geheel overeenkomt met een topografische kaart. Dit is noodzakelijk omdat een vliegtuig tijdens het maken van de foto's nooit exact op de goede hoogte en exact horizontaal vliegt.

Standaardlegenda geomorfologie 2003

Niveau: 1		2		3		4	
S	Schor/kwelder	1	Gesloten vegetatie (≥50% bedekking B)	a	Natuurlijke schorren		
				b	Kwelderwerken		
				c	Open plekken (B <25% binnen S1a/b)		
	2	Open vegetatie (<50% bedekking)	a	Primair schor (10%<B<50%)			
			b	Pollen (B <10%, >10 pollen)			
	3	Indifferente kreek					
P	Plaat/slik	1	Laag energetisch	a	Vlak	1	Zand
						2	Slibrijk zand
				b	Laag golvend reliëf (H<0,25m, L>10m)		
				c	Mosselbank	1	Natuurlijk
				2	cultuurperceel		
				d	Kwelderwerk, kaal		
		2	Hoog energetisch	a	Gegolfd reliëf (H<0,25m, L>10m)		
				b	Megaribbels (H>0,25m)	1	2-dimensionaal
						2	3-dimensionaal
				c	Vlak		
		d	Ruggen	1	Zandrug		
				2	Schelpenrug		
				3	Schelpenrand langs dijk		
	3	Water (bodem onzichtbaar)					
K	Grote kreek in schor (bv Saefhing)	1	Laag energetisch	a	Vlak	1	Zand
						2	Slibrijk zand
						3	Zeer slibrijk zand
				b	Laag golvend reliëf (H<0,25m, L>10m)		
		2	Hoog energetisch	a	Gegolfd (H<0,25m, L>10m)		
				b	Megaribbels (H>0,25m)	1	2-dimensionaal
						2	3-dimensionaal
		c	Vlak				
		d	Ruggen	1	Zandrug		
				2	Schelpenrug		
	3	Water (bodem onzichtbaar)					
H	Hard substraat	1	Natuurlijk (veen/kleibank)	a	<25% zandbedekking	*	Antropogene sporen
				b	>25% zandbedekking	*	Antropogene sporen
	2	Kunstmatig (glooiing/krib)					
D	Dunnen	1	Natuurlijk				
		2	Kunstmatig				
O	Overig	1	Zanddam				
		2	Plateau				
		3	Wegen/plateau				
		4	Getijdenhaven				
		5	Waterberging				



## TOELICHTING STANDAARDLEGENDA

### Algemeen

Er worden vier niveau's onderscheiden. Een eerste indeling vindt plaats in schor, plaat/slik, grote schorkreek, hardsubstraat, duin en overig.

Schor wordt verder opgedeeld in natuurlijk schor, kwelderwerk en grotere kreek en de open delen worden verdeeld in primair schor en gebieden met pollen. Apart worden in Saeftinge de hele grote krekken onderscheiden als K, omdat deze wat betreft het ecologisch functioneren meer gemeen hebben met een slik dan van schorkreek. Deze grote schorkrekken worden verder op vergelijkbare wijze onderverdeeld als plaat/slik.

Het plaat/slik gebied wordt verder verdeeld in hoog energetisch en laag energetisch (dynamisch).

### Aanwezige legenda eenheden

In de Westerschelde komen alleen mosselbanken niet voor in de karteringen. In de oudste kartering komen nog kwelderwerken voor (zuid Sloe), maar daarna worden deze ook niet meer aangetroffen. De resten die nu nog te zien zijn in de Sloehaven worden als gewone schorstructuren beschouwd, omdat er al sinds de oorlog geen onderhoud meer heeft plaatsgevonden, waardoor de dammen nagenoeg verdwenen zijn.

### S: schorren

Hier is altijd sprake van (enige) vegetatie; onbegroeide vakken in kweldervakken vallen onder P1. Open plekken worden alleen uitgekarteerd als deze substantieel zijn.

### S1: schor, hoge bedekking

Vegetatiebedekking is hier >50%. Kwelderwerken met begroeiing worden apart benoemd vanwege hun kunstmatige karakter.

### S2: schor, open vegetatie

Hieronder vallen zowel het primair schor met een vegetatiebedekking van minder dan 50% als de open pollen gebieden, die soms voor de schorrand of op

een plaat (Westerschelde) kunnen voorkomen.

De definitie schor heeft betrekking op de categorieën onder S1, dwz die delen die een vegetatiebedekking hebben van meer dan 50%.

Een simpele schorindeling is: S1 = schor en S2a = primair schor. S2b kan als aparte eenheid 'pollen' worden meegenomen of worden samengevoegd met bv. P1b (slibrijke zandige slikken). Minder dan 10 pollen per ha valt onder P1a- of K1a-.

### K: grote schorkrekken

Dit heeft met name betrekking op de grote krekken zoals deze bijvoorbeeld in Saeftinge voorkomen. Deze krekken zijn qua omvang en functie meer te vergelijken met een slik dan met een kleinere schorkreek in de kleinere schorren in bv. de Westerschelde of Oosterschelde.

Omdat het voor sommige opties handig is om deze krekken als schorkreek te bestempelen en voor andere als slik hebben ze een aparte aanduiding op het eerste niveau gekregen. Op de lagere niveaus is de indeling nagenoeg identiek aan die van P (platen en slikken) behalve eenheden die niet in K kunnen voorkomen.

### P: platen en slikken

Dit betreft de niet begroeide platen en slikken

### P1a: Laagdynamisch intergetijdengebied, vlak (idem K1a)

Dit betreft de laagenergetische gebieden met een min of meer vlakke bodem. Eventueel reliëf betreft met name kleine golfribbeltjes, pirenhopen en pieren. Op sommige gebieden kan er echter ook een wat kraterachtig oppervlak zijn, vermoedelijk omdat er in het voorjaar slib wordt afgezet en vastgehouden door bodemdiatomeeën, waarna er door begrazing van bodemdieren en vogels ondiepe 'gaten' in ontstaan (bij voorbeeld hoge delen Hooge Platen). Op basis van de grijstint op de foto (verschillen in vochtgehalten) wordt er nog onderscheid gemaakt in twee klassen, naar mate van slibrijkdom in slibrijk en slibarm. Hierbij is echter ook veldverkenning noodzakelijk, omdat ook de mate van afwatering hierin een rol speelt.

### P1b: Laagdynamisch intergetijdengebied met een

laag golvend reliëf (idem K1b)

Dit betreft laagenergetische gebieden waar door een bepaalde langdurige golfvloed een reliëf ontstaat van lage brede ruggen waartussen vochtige 'valleien'. De bodem wordt per getij slechts gering geroerd zodat hiervan geen beperkingen uitgaan voor bodemdieren; schelpen kunnen begroeid raken met groenwieren.

Op de luchtfoto ziet het eruit als of er lage megaribbels te zien zijn. Maar hier zouden geen megaribbels worden verwacht, omwille van de afstand van de geul, en liggend tegen de dijk. In het veld is dit herkenbaar aan de golvingen, waar een normale bodemdierfauna aanwezig is en waar vaak ook groenwieren op schelpen groeien.

Vb: Oosterschelde: Rattekaai-west., Slikken van de Dortsman zuidoost van Stavenisse.  
(Zie ook artikel L M J U van Straten, Megaripples in the Dutch Wadden Sea and the Basin of Arcachon (France); *Geologie en mijnbouw*, 1953, nr 1 p 1-11.)

P2a: Hoogdynamisch intergetijdengebied met een laag golvend reliëf (idem K2a)

Het betreft hier lage zandgolven met een grote golf-lengte. Ze kunnen ontstaan op een plaats waar: I. kortdurend hogere stroomsnelheden voorkomen, waardoor slechts kort megaribbelvorming optreedt, maar deze ribbels niet hoog worden; de diepte waarop de bodem wordt geroerd is beperkt zodat dieplevende soorten zoals Wadpieren nog wel kunnen overleven, maar ondiep levende soorten niet.

Voorbeeld: zuidwestrand slik zuid van St. Philipsland/ Oosterschelde.

II. in het stormseizoen tijdens storm veel golfslag en stroming optreedt, maar deze 'sporen' niet worden geëgaliseerd tijdens de rustige periode in de zomer (een soort fossiele grote golfribbels); de bodembeweging is tijdelijk (met name in de winter), zodat er in de zomer een soort pioniergemeenschap kan leven van kortlevende, goed migrerende soorten zoals *Corophium*.

Voorbeeld: westpunt Hooge Platen/ Westerschelde.

P2b: Hoogdynamisch intergetijdengebied met megaribbels (idem K2b)

Dit betreft de hoogdynamische gebieden waar zich echte megaribbels hebben gevormd. Deze megaribbels kunnen afhankelijk van de maximumstroom-

snelheid en de duur waarin deze voorkomt sterk variëren in hoogte en lengte, globaal van enkele dm tot 1,5-2m hoog. Bij de iets lagere stroomsnelheden zijn de ribbels min of meer regelmatig van patroon (2-d ribbels, bij heel hoge stroomsnelheden worden ze onregelmatiger van patroon (3-d ribbels). Vaak is de richting van de dominante stroming te onderscheiden aan de scheve vorm van de ribbels.

P2c: hoogenergetisch, vlak (idem K2c)

Dit betreft voornamelijk gebieden langs plaatranden waar hoge stroomsnelheden kunnen optreden evenwijdig aan de plaat. Ook komt het voor op de hoogste delen van koppen van platen. Soms kan verwar-ring met P1a- ontstaan, omdat beide typen zandig en vlak zijn. Dan is veldverkenning noodzakelijk.

P2d1: zandruggen (idem K2d1)

Lokale fenomenen. Vermoedelijk het resultaat van zandophoppingen door samenkomen van stroombanen.

P2d2: schelpenruggen (idem K2d2)

Dit zijn schelpenophoppingen, vaak op plaatsen waar 2 stroombanen elkaar ontmoeten of als resultante van een 'reststroom' over de plaat. Ze kunnen tot 0,5m en hoog worden (op de Roggenplaat, Oosterschelde, was een rug tot ca 3m boven NAP).

P2d3: schelpenruggen tegen dijk

Ophoppingen van schelpen met meer of minder zand gemengd in hoeken van dijken. Van belang als (potentieel) broedgebied voor bv plevieren. Deze zijn niet uitputtend in kaart te brengen omdat er erg veel hele kleine ruggetjes zijn.

P3: water op slik (idem K3)

Hier is sprake van een waterlaag op de bodem, waar-door de onderliggende bodemstructuur niet zichtbaar is. Indien mogelijk worden deze zoveel mogelijk ondergebracht in een van de wel karteerbare eenheden, namelijk als deze eenheid (vrijwel) geheel in een gedefinieerde eenheid ligt; incidenteel is dit echter niet mogelijk.

H: hardsubstraat

Hierin vallen enerzijds de kunstmatige substraten zoals dijkvlooiingen en kribben, en anderzijds de

veenbanken zoals die lokaal in de Westerschelde en Oosterschelde bloot komen. In de Westerschelde zijn blootliggende veenbanken altijd een teken van hoge dynamiek, waardoor er geen sediment (van betekenis) op het veen kan blijven liggen. Vaak zijn er antropogene sporen in de veenbanken te vinden als gevolg van vroegere bewoning.

D: duinen

Ook hier wordt onderscheid gemaakt in kunstmatige en natuurlijke duinen.

O: overig

Hieronder vallen allerlei niet natuurlijke fenomenen die in een bekken kunnen voorkomen. Er kunnen meer cijfers voorkomen dan de hiergenoemde 5. Deze kunnen indien gewenst per kaart worden toegevoegd.

## COLOFON

**Uitgegeven door:**

Rijkswaterstaat, Rijksinstituut voor Kust en Zee/RIKZ, Middelburg

**In opdracht van:**

HK Rijkswaterstaat

**Aanbevolen citatie:**

H. Bouma, D.J. de Jong, F. Twisk, K. Wolfstein, 2005,  
Zoute wateren ecotopenstelsel (ZES.1).  
Rapport RIKZ/2005.024, ISBN 90-369-3449-4  
Rijkswaterstaat, Rijksinstituut voor Kust en Zee/RIKZ, Middelburg

**Informatie:**

Rijkswaterstaat, Rijksinstituut voor Kust en Zee/RIKZ, Middelburg  
Adres: Grenadierweg 31, 4338 PG Middelburg  
Postbus 8039, 4330 EA Middelburg  
Tel: 0118-672200, fax 0118-651046

**Uitgevoerd door:**

H. Bouma, D.J. de Jong, F. Twisk, K. Wolfstein

**Grafische realisatie:**

Jan van den Broeke

**Druk:**

L7O drukkerij/uitgeverij, Zierikzee

**Disclaimer:**

Het Rijksinstituut voor Kust en Zee van Rijkswaterstaat (RWS-RIKZ), en degenen die aan deze publicatie hebben meegewerkt, hebben de in deze publicatie opgenomen gegevens zorgvuldig verzameld naar de laatste stand van wetenschap en techniek. Desondanks kunnen er onjuistheden in deze publicatie voorkomen. Het Rijk sluit, mede ten behoeve van degenen die aan deze publicatie hebben meegewerkt, iedere aansprakelijkheid uit voor schade die uit het gebruik van de hierin opgenomen gegevens mocht voortvloeien.

**Trefwoorden:**

Ecotopen, ecotopenstelsel, brakke wateren, zoute wateren