



MER Beheer Haringvlietsluizen

Over de grens van zoet en zout

Deelrapport ecologie en landschap

P. Paalvast, W. Iedema, M. Ohm & R. Posthoorn (redactie)

augustus 1998

RIZA rapport 98.051

ISBN 90-369-5205-0

Voorwoord

Dit rapport maakt onderdeel uit van het milieu-effectrapport (MER) (zie schema) over een gewijzigd beheer van de Haringvlietsluizen. De ondertitel van dit MER is "Over de grens van zout en zoet". Het gaat over het verzachten van de harde grens tussen de zee en het benedenrivierengebied, die door de aanleg van de Haringvlietdam is ontstaan. De dam heeft weliswaar veiligheid tegen overstroming gebracht maar is ook een barrière geworden tegen natuurlijke ontwikkelingen in Haringvliet, Hollandsch Diep, Biesbosch en de Voordelta. Als de sluizen in de dam zouden worden opgezet waardoor de zee en de rivier weer met elkaar worden verbonden, zou het gebied weer ruimer kunnen ademen op het ritme van het getij en de zee niet langer stuk lopen op de buitenkant van die harde dam. De veiligheid is daarbij niet in het geding, bij zware storm op zee zullen de sluizen altijd worden gesloten. Juist vanwege die veiligheid kan het ook niet meer helemaal worden zoals vroeger, want zelfs als alle zeventien sluizen permanent wijdopen staan is de doorgang naar zee nog maar een kwart van de vrije, onbelemmerde doorgang van vóór de afsluiting. Uit dit MER zal echter blijken dat dit geen belemmering hoeft te zijn voor een aanzienlijk herstel van het overgangsgebied tussen de zee en de Rijn en de Maas - het estuarium - en van het oorspronkelijke karakter van de buitendelta.

Terugkeer van de invloed van de zee zou niet alleen kansen scheppen voor trekvisserij zoals de zalm, maar vooral ook voor de hoog gewaardeerde maar inmiddels zeldzaam geworden estuariene natuur. De kwaliteit van de leefomgeving zou worden bevorderd en daarmee het welzijn van de mens. Herstel van de natuur zou een impuls zijn voor de ontwikkeling van natuur en waterrecreatie en rust en ruimte bieden in de nabijheid van een steeds drukker en voller wordend randstedelijk gebied.

Maar dat is slechts één kant van de zaak. De terugkeer van het getij en het zeewater in het gebied beïnvloedt tegelijkertijd allerlei vormen van economisch gebruik die met het huidige beheersregime zijn vergroeid. Vooral de verziltingsproblemen bij de zoetwatervoorziening van de landbouw in grote delen van Zuid-Holland zouden verder toenemen. Een ander sluisbeheer is pas mogelijk als die problemen zijn voorkomen of opgelost.

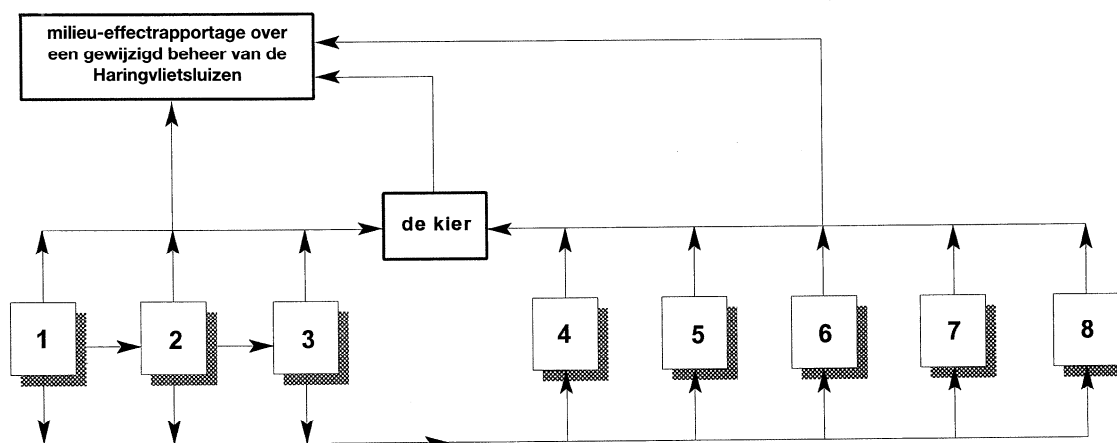
De kansen en bedreigingen die verband houden met het sluisbeheer vragen om een gezamenlijke toekomstvisie, op basis waarvan nieuwe keuzes kunnen worden gemaakt. Dit MER is een belangrijk hulpmiddel om die visie te vormen en een hernieuwde afweging te maken over het sluisbeheer.

Dit MER komt voort uit een aanbeveling van het regionaal bestuur en is een logisch vervolg op het Beleidsplan Voordelta en de derde en vierde Nota Waterhuishouding. Het is tot stand gekomen in nauwe samenwerking tussen:

- Rijkswaterstaat directie Zuid-Holland, beheerder van de Haringvliet-sluizen, waterbeheerder binnen het gebied en tevens initiatiefnemer voor het MER.
- Het Ministerie van Landbouw Natuurbeheer en Visserij, vertegenwoordigd door de Directie Zuidwest, dat werkt aan een verantwoord gebruik en beheer van de natuurlijke omgeving.
- De provincies Zuid-Holland en Noord-Brabant, verantwoordelijk voor de uitvoering van het natuurbesluit en voor de ruimtelijke ordening.

namens de projectgroep,

Jos van Hees
Herman Peters



- 1- water en zout
- 2- morfologie en
- 3- ecologie - landschap
- 4- landbouwwater
- 5- drinkwater
- 6- visserij
- 7- scheepvaart en overig gebruik
- 8- recreatie

Inhoud

Samenvatting 7

1 Inleiding 13

- 1.1 Geschiedenis 13
- 1.2 De alternatieven 15
- 1.3 Leeswijzer 16

2 Verantwoording 17

- 2.1 Organisatie 17
- 2.2 Gebiedsafbakening 18
- 2.3 Autonome ontwikkeling 19

3 Criteria voor herstel van estuariene waarden 21

- 3.1 Ontwikkeling van toetsingskader voor ecologie en landschap 21
- 3.2 Uitgevoerde studies 24
- 3.3 De alternatieven 25

4 Het plangebied in historisch perspectief 27

- 4.1 Voor het Deltaplan 27
- 4.2 Ontwikkelingen tijdens en na de afsluiting 33

5 Dynamiek in water, zout en sediment 39

- 5.1 Dynamiek en sluisbeheer 39
- 5.2 Getij 41
- 5.3 Zout en zuurstofloosheid 47
- 5.4 Morfologie 53

6 Ecotopen 59

- 6.1 Achtergrond en modellen 59
- 6.2 Effecten op het intergetijdengebied 61
- 6.3 Verwachte ecotopen per alternatief 65

7 Kansen voor soorten 71

- 7.1 Macrofauna 71
- 7.2 Vissen 76
- 7.3 Vogels 81
- 7.4 Vegetatie 92

8 Landschap 101

9 De alternatieven 107

- 9.1 Nulalternatief 107
- 9.2 Gebroken getij-alternatief 109
- 9.3 Getemd getij-alternatief 110
- 9.4 Stormvloedkeringsalternatief 111
- 9.5 Alternatief met de meest waardevolle natuur 113

10 Het Haringvliet-estuarium in breder perspectief 115

- 10.1 In de Delta 115
- 10.2 Internationaal 116

11 Leemten in kennis en aanbevelingen voor een evaluatieprogramma 119

11.1 Leemten in kennis 119

11.2 Aanbevelingen 121

12 literatuur 123

Bijlagen 129

Bijlage 1

Bijlage 2

Bijlage 3

Samenvatting

De stormvloed van 1 februari 1953 met de watersnoodramp als gevolg bracht de besluitvorming omtrent de verkorting van de kustlijn van Nederland in een stroomversnelling. Het Deltaplan werd in 1957 door de Tweede Kamer aanvaard. Het doel van het Deltaplan was meerledig. Uitvoering moest leiden tot de verkorting van de kustlijn om de veiligheid van het deltagebied te waarborgen, grote zoetwaterreserves opleveren en de verzilting van Zuid-Holland terugdringen. Gaande de uitvoering kwam men tot het inzicht dat naast de positieve aspecten er ook negatieve aan kleefden. Het plan uitvoeren zoals aanvankelijk was gepland zou een forse aanslag op de natuurlijke rijkdom van het deltagebied betekenen. Dit heeft er o.a. toe geleid dat de Grevelingen tot een zoutwatermeer is omgevormd en de Oosterschelde is voorzien van een Stormvloedkering. De afsluiting van het Haringvliet betekende het verloren gaan van het overgrote deel van het estuariene karakter van het deltagebied. Wat rest is het Westerschelde-estuarium en de Nieuwe Waterweg als overgangsbieden tussen de rivier en zee. Onvoorzien was de omvang van de gevolgen voor het noordelijk deltabekken: aantasting van de buitendijkse gebieden door oeverafslag en sedimentatie van grote hoeveelheden verontreinigd slib.

In het huidige water- en natuurbeleid wordt een estuarien systeem, dat meer aansluit bij de natuurlijke potenties van het gebied, hoger gewaardeerd dan een stagnant zoet systeem. Binnen dit kader zijn richtlijnen opgesteld voor het MER Beheer Haringvlietsluizen die beogen de estuariene waarden van het Haringvliet - Hollandsch Diep - Biesbosch - bekken binnen de randvoorwaarden veiligheid en zoetwatervoorziening zoveel mogelijk te herstellen. Hiervoor zijn vier alternatieven voor het beheer van de Haringvlietsluizen ontwikkeld:

Nulalternatief. Dit is het handhaven van het huidige beheer.

Gebroken getij. Dit is het voorkeursalternatief uit het Integraal Beleidsplan Haringvliet Hollandsch Diep Biesbosch

Getemd getij. In dit beheersprogramma komen na de veiligheid tegen overstroming de doelstellingen over de zoetwaterhuishouding en herstel van de estuariene natuur als gelijkwaardig naar voren. Bij dit sluisbeheer staan de sluizen globaal genomen meestal beperkt open.

Stormvloedkering. Bij dit beheer functioneren de sluizen als *Stormvloedkering*.

In deze nota wordt ingegaan op de vraag in hoeverre bij de verschillende alternatieven estuariene natuurwaarden worden hersteld en welke effecten dit heeft op het landschap. Ook wordt in deze nota het *meest waardevolle alternatief voor de natuur* aangegeven.

Gekozen is het begrip estuariene waarden te zien als het samenhangende complex van processen, patronen en soorten die kenmerkend zijn voor een estuarium. Deze zijn gekoppeld aan de doelstellingen voor ecologisch herstel welke in het water- en natuurbeleid zijn gecentreerd rond de begrippen natuurlijkheid, biodiversiteit en duurzaamheid. Abiotische processen op landschapsschaal, met getij als de motor van het systeem, worden hierbij als de belangrijkste equivalenten gezien van natuurlijkheid. Biodiversiteit is vertaald naar kansen voor planten en dieren, waarbij in het bijzonder is gekeken naar kansen voor estuariene soorten. Maar ook is

hierbij aandacht besteed aan de internationale betekenis en aan de bestaande waarden van het gebied. De schakel tussen processen en soorten wordt gevormd door de ruimtelijke patronen, vertaald in ecotopen. Duurzaamheid is geconcretiseerd door het toe te spitsen op de risico's die introductie van storingen in de getijbeweging als gevolg van het sluisbeheer kunnen inhouden voor planten- en diersoorten.

Tabel 0.1

Beoordelingsschema voor de alternatieven voor beheer van de Haringvlietssluisen.

Beoordelingsaspect	Nul	Alternatief		Stormvloedkering
		Gebroken getij	Getemd getij	
Processen				
getijslag mondingsgebied (Punt van Voorne) (m)	2,25	2,15	1,80	1,55
getijslag Haringvliet (m)	0,30	0,35	0,65	0,90
getijslag Biesbosch (m)	0,30	0,40	1,00	1,30
vloedsluiting (dagen per jaar)	365	209±69	20±36	0
morfodynamiek tov huidige situatie	nvt	0	+	++
kans op geleidelijke overgang land-water	0	0	±	+
zuurstofloosheid (kans per n jaar)	0	1/7	1/100	0
min - max zoutgradiënt (km)	0-10	0-13	11-26	18-35
.....				
Ecotopen				
estuariene ecotopen mondingsgebied	12	12	17	12
estuariene ecotopen binnengebied	3	9	25	25
intergetijdengebied mondingsgebied (ha)	1150	1100	900	700
intergetijdengebied binnengebied (ha)	350	500	1500	2250
zilte ecotopen binnengebied (ha)	0	950	3450	4750
.....				
Soorten				
internationale betekenis voor watervogels				
• aantal soorten boven 1% norm	14	14	16	15
• som van de norm-overschrijding	111	115	127	125
kansen voor vissen				
• trekvis	0	±	++	++
• brakwatersoorten	0	±	+	++
biotoop Garnaal (ha) binnengebied	0	200	1700	3700
biotoop Driehoeksmossel (ha) binnengebied	16300	15800	11900	9500
estuariene vegetatietypen mondingsgebied				
• aantal	7	7	8	7
• oppervlakte (ha)	400	400	410	450
estuariene vegetatietypen binnengebied				
• aantal	5	7	13	15
• oppervlakte (ha)	380	480	1480	2300
.....				
Landschap				
waardering landschap t.o.v. huidige situatie	nvt	0	+	+

nvt: niet van toepassing; ±: geringe verbetering; +: grote verbetering; ++: zeer grote verbetering

Nagegaan is in hoeverre de volgende vooronderstellingen t.a.v. het sluisbeheer consistent doorwerken op het herstel van estuariene processen, ecotopen en soorten:

- hoe groter de sluisopening, des te sterker de getijbeweging wordt hersteld, waardoor estuariene ecotopen in diversiteit en areaal toenemen, wat tezamen betere condities schept voor estuariene planten- en diersoorten.

- hoe minder vaak en lang de sluizen worden gesloten, des te minder het getij wordt onderbroken en des te duurzamer de condities voor herstel van het estuariene systeem.

Nulalternatief

Onder het *Nulalternatief*, dat wil zeggen handhaving van het huidige beheer, blijft het mondingsgebied van het Haringvliet gescheiden van het binnengebied. Doordat de sluizen immer bij vloed gesloten zijn, is er geen relatie tussen de processen in beide gebieden. Van herstel van estuariene waarden is dan ook geen sprake (zie tabel).

De getijslag in het mondingsgebied bedraagt ter hoogte van de Punt van Voorne 2,25 m, terwijl in de Brabantsche Biesbosch slechts gemiddeld 0,3 m wordt gemeten. In het Haringvliet is nooit een zoutgradiënt aanwezig. Vanuit zee wordt in het mondingsgebied zand aangevoerd waardoor het intergetijdengebied groeit en de geulen worden opgevuld. In het binnengebied daarentegen vindt afslag van oevers plaats en sedimenteert met name in het Hollandsch Diep slib, waarvan het sedimentatie-maximum zich langzaam westwaarts beweegt.

Estuariene ecotopen zijn in het binnengebied nog slechts in het uiterst smalle intergetijdengebied te vinden. Ditzelfde geldt voor de estuariene soorten die uitsluitend behoren tot het zoetwatergetijdengebied. Ecotopen en soorten in het mondingsgebied van het Haringvliet zijn wel als estuarien aan te merken, doch gezien het karakter van het gebied behoren zij eerder tot de kustzone.

In het mondingsgebied handhaaft zich het dynamisch getijdenlandschap en in het binnengebied blijft het landschap van de afgesloten zeearm bestaan, dat stroomopwaarts overgaat in het rivierenlandschap.

Gebroken getij-alternatief

Onder dit beheer worden het mondingsgebied van het Haringvliet en het binnengebied periodiek met elkaar verbonden (gemiddeld 40% van de tijd). De opening van de sluizen varieert van 0 - 1200 m². Hierdoor daalt in de monding de (jaar-) gemiddelde getijslag met een decimeter. In de Brabantsche Biesbosch neemt deze met 0,1 m toe tot 0,4 meter.

.....
Zoetwatergetijde gebied.
(Oude Maas)



Gedurende lange aaneengesloten perioden (meerdere maanden tot soms een jaar) zijn de sluizen bij vloed gesloten en ontstaat een situatie die vergelijkbaar is met de huidige. Alleen bij een afvoer van rond de 2200 m³/s dringt brak water het uiterste westen van het Haringvliet binnen. Onder dit alternatief is er in het westen van het Haringvliet een kans op zuurstofloosheid van 1 maal in de 7 jaar. De morfodynamiek zal iets groter zijn dan die onder het *Nulalternatief*.

Ten aanzien van ecotopen en soorten zijn de veranderingen onder dit alternatief miniem. Alleen in het westen van het Haringvliet zal de invloed van het zout zichtbaar zijn in de vegetatie. De winst zal met name te vinden zijn in de periodieke intrek-mogelijkheden voor vis via de Haringvlietssluisen.

Landschappelijk treden geen veranderingen op.

Getemd getij-alternatief

Met het Getemd getij-alternatief komen het mondingsgebied van het Haringvliet en het binnengebied gedurende het grootste deel van het jaar (95% van de tijd) in open verbinding met elkaar te staan. De gemiddelde getijslag in het mondingsgebied neemt hierdoor met 0,45 m af tot 1,8 meter. In de Brabantsche Biesbosch daarentegen is er een toename met 0,7 m tot 1,0 meter.

Brak water dringt bij vloed, in afhankelijkheid van de Bovenrijnafvoer, het binnengebied in en er ontstaat een bijna permanente zoutgradiënt met een minimale lengte van 11 km en een maximale lengte van 26 km. De kans op zuurstofloosheid is onder dit alternatief niet groter dan 1 keer per 100 jaar. Veranderingen in morfologie zullen zich voornamelijk in het mondingsgebied van het Haringvliet voltrekken. Het huidige proces van sedimentatie gaat lokaal over in een erosieve trend, waarbij export van zand richting de Noordzee plaats gaat vinden. Dit proces zet zich voort tot dat zich een nieuw dynamisch evenwicht heeft ingesteld. In het binnengebied zijn de morfologische veranderingen beperkt. Lokaal is er kans op het herstel van de geleidelijke overgang van water naar land. Deze overgang ligt wel op een lager niveau dan vóór 1970 het geval was.

Doordat gedurende het grootste deel van de tijd de processen in het mondingsgebied en het binnengebied met elkaar in relatie staan, vertaalt dit zich in het binnengebied in de uitbreiding van het intergetijdengebied en de estuariene ecotopen. Soorten behorende bij brakke omstandigheden keren terug en in de vegetatie is het getij en de zoutdynamiek in zowel horizontale als verticale zin weerspiegeld. Trekvisen kunnen vrijwel jaar rond het estuarium in- en uitzwemmen en brakwatersoorten keren terug in het binnengebied. Onder de vogels profiteren met name de grondel-eenden en steltlopers van het vergrote intergetijdengebied in het binnengebied. In het mondingsgebied is de situatie echter tegenovergesteld en is er sprake van een - overigens geringere - afname van de aantallen binnen deze groepen.

Het landschap behoudt in het mondingsgebied het karakter van het dynamisch getijdenlandschap. In het binnengebied gaat het laagdynamische landschap van de afgesloten zeearm over in het dynamische getijdenlandschap.

Stormvloedkeringsalternatief

Met het Stormvloedkeringsalternatief ontstaat er een permanente verbinding tussen het mondingsgebied van het Haringvliet en het binnengebied bij een maximale opening van de sluizen. De gemiddelde getijslag neemt hierdoor in de monding af met 0,7 m tot 1,55 m ter hoogte van de Punt van Voorne en in de Brabantsche Biesbosch toe met 1,0 m tot 1,3 m.

Onafhankelijk van de Bovenrijnafvoer is de zoutgradiënt aanwezig met een minimale lengte van 18 en een maximale van 35 km. Zuurstofloosheid treedt nooit op.

De erosie in het mondingsgebied zal onder dit alternatief sterker zijn dan onder het *Getemd getij*-alternatief waardoor het intergetijdengebied er meer zal afnemen. In het binnengebied vindt sedimentatie plaats achter de vooroeververdedigingen en is de kans op herstel van de geleidelijke overgang van water naar land er groter dan bij het *Getemd getij*-alternatief. Onder dit alternatief is de uitbreiding van het intergetijdengebied en de estuariene ecotopen in het binnengebied het grootst.

Vrijwel over de hele linie zijn de kansen voor estuariene soorten het grootst. Een uitzondering vormen onder de vogels met name de steltlopers die onder het alternatief *Getemd getij* een nog iets grotere toename te zien geven. De plantengroei gaat over een lengte van ca. 15 km vanuit het binnengebied over van zoetwatergetijden- naar een zoute vegetatie in het mondingsgebied. De terugkeer van estuariene macrofauna en brakwatervissen is onder dit beheer het maximaal haalbare.

De ontwikkeling van het landschap is vergelijkbaar met het *Getemd getij*-alternatief.

Onder het *Stormvloedkerings*alternatief wordt binnen de huidige infrastructuur (dam, dijken, vaargeulen etc.) de meest haalbare mate van natuurlijkheid bereikt (grootste getijslag, grootste zoutindringing en hoogste mate aan morfodynamiek) en worden de estuariene waarden van het gebied het krachtigst hersteld. Dit vertaalt zich naar de biodiversiteit die onder dit alternatief het grootst is. De duurzaamheid is onder dit beheer gewaarborgd doordat de sluizen altijd bij vloed geopend zijn (uitgezonderd bij stormvloeden, doch dit duurt niet meer dan enkele uren).

Hierdoor is **het Stormvloedkeringsalternatief het meest waardevolle alternatief voor de natuur.**

Ook onder het beheer van de Haringvlietsluizen volgens het *Getemd getij*-alternatief is er sprake van een belangrijk herstel van estuariene waarden, maar minder uitgesproken dan onder het *Stormvloedkerings*-alternatief. Bij het alternatief *Gebroken getij* is niet of nauwelijks sprake van herstel van estuariene waarden. De langdurige periodes dat de sluizen in dit alternatief gesloten zijn, hebben een negatieve invloed op het watersysteem.

De alternatieven *Stormvloedkering* en *Getemd getij* zorgen in de delta voor een niet onaanzienlijke uitbreiding van het areaal schorren en ondiepe estuariene wateren. Het grootste herstel is te vinden in het zoetwatergetijdengebied. Hier tegenover staat wel een beperkt verlies van de in de delta steeds zeldzamer wordende zoute intergetijdengebieden.

In internationaal opzicht is het Haringvliet estuarium bijzonder door de lage bewoningsdichtheid en gebruikintensiteit. In tegenstelling tot vele noordwest Europese estuaria liggen hier geen grote havensteden of druk bevaren scheepvaartroutes. Het grootste deel van de oevergebieden is natuurgebied. Bij de alternatieven *Getemd getij* en *Stormvloedkering* wordt de Biesbosch opnieuw het grootste zoetwatergetijdengebied van Europa. Het openstellen van de Haringvlietsluizen betekent vrije optrek mogelijkheden voor vissen en draagt ook op deze wijze bij het ecologische herstel van Rijn en Maas.

1 Inleiding

1.1 Geschiedenis

Na de stormvloedramp van 1 februari 1953 werd al een jaar later door de toenmalige Delta-Commissie geadviseerd diverse zeegaten in het zuidwesten van het land af te sluiten. Het was de aanzet tot het Deltaplan dat ondermeer voorzag in de afsluiting van het Volkerak en het Haringvliet met dammen voorzien van scheepvaart- en ruime spuisluizen. De sluisen in de Haringvlietdam die nu de oevers van Voorne-Putten en Goeree-Overflakkee met elkaar verbindt werden op 2 november 1970 in gebruik genomen. Sindsdien wordt door de sluisen alleen nog zoet rivierwater uit het Haringvliet naar zee gespuid en dringt er vrijwel geen zeewater meer binnen in het Haringvliet.

De afsluiting van het Haringvliet dient primair de veiligheid tegen overstroming maar heeft als tweede doel een verbetering van de zoetwaterhuishouding in het zuidwesten van ons land. Op grond van deze beide doelstellingen werd destijds het sluisbeheer ontworpen. De programmering van het huidige sluisbeheer stamt dus grotendeels uit het eind van de zestiger jaren. Rond 1984 is het programma ten behoeve van de scheepvaart bijgesteld tot het huidige Lozingsprogramma Haringvlietssluisen 1984 (LPH84). Aan de afsluiting van de zeegaten zijn naast voordelen ook nadelen verbonden. Voor de natuur werden de nadelen al in 1954 voorzien en verwoord (van Leeuwen, 1954). Men was zich goed bewust dat het dynamisch karakter van het deltagebied verloren zou gaan en dat er ingrijpende gevolgen zouden zijn voor landschap, (zee)visserij en recreatie. Er bestond echter nog onvoldoende inzicht in de omvang en betekenis daarvan.

De gevolgen van het spuisbeheer van de Haringvlietssluisen sedert 1970 zijn nu zichtbaar geworden. Het karakter van Haringvliet, Hollandsch Diep en Biesbosch is inderdaad ingrijpend veranderd. Het oorspronkelijke en dynamische zout-brak-zoet intergetijdengebied is verdwenen. Aan de landzijde van de sluisen is daarbij een min of meer stagnerend zoetwaterbekken ontstaan waarin zich bovendien een grote hoeveelheid sterk verontreinigd rivierslib heeft afgezet. Aan de zeezijde blijkt het periodiek gespuide zoete water zich slecht te mengen met het zeewater waardoor nadelige saliniteitsfluctuaties ontstaan in de Voordelta. Er is nu veel meer inzicht dan vroeger in de betekenis van de open verbinding met de zee voor de natuur en bijvoorbeeld de intrekbaarheid voor vis. Ruim 25 jaar na de afsluiting van het Haringvliet is in het Integraal Beleidsplan Haringvliet Hollandsch Diep Biesbosch (IBHDB) geconcludeerd dat een hernieuwde afweging nodig is van de met het sluisbeheer samenhangende effecten en belangen. Deze conclusie is overgenomen in het bestuurlijk overleg over dit beleidsplan tussen de betrokken gemeenten, provincies, waterschappen, Rijkswaterstaat en belanghebbenden in het gebied. Rijkswaterstaat, als beheerder van de sluisen, heeft vervolgens de taak op zich genomen een nieuwe afweging mogelijk te maken door de mogelijkheden en effecten van een ander sluisbeheer te onderzoeken. Voorop staat dat de veiligheid tegen overstroming, als eerste doelstelling onveranderd wordt gegarandeerd. Maar naast de tweede doelstelling over de zoetwaterhuishouding komt er een daaraan gelijkwaardige derde doelstelling bij:

Het bieden van mogelijkheden voor voldoende herstel van estuariene natuurwaarden met complete en evenwichtig opgebouwde levensge-

meenschappen en duurzaam gebruik van de wateren ter weerszijden van de Haringvlietsluizen

“Ramp over Nederland. Stormvloed sloot bressen in duinen en dijken; duizenden vluchten voor aanstormende water; vele polders, steden en dorpen blank”. Zo kopte *Het Vrije Volk* van maandag 2 februari 1953 zijn hoofdartikel. “Een ontstellende ramp heeft Nederland getroffen. Een orkaan, die samenviel met een springvloed, heeft in de nacht van Zaterdag op Zondag zee- en rivierwater tot nimmer waargenomen hoogten gezwiept. Met vreselijke natuurkrachten zijn onze duinen, onze dijken en onze kaden geteisterd. Terwijl in dorpen en steden van vier uur Zondagmorgen af de noodklokken onheilspellend begonnen te beieren en de schrille gil van sirenes klonk, braken op nog niet te tellen plaatsen die dijken en duinen en kaden onder afgrijselijk geweld uiteen”, vervolgde de onderkop van het artikel. De watersnood van 1 februari 1953 was een feit. Opnieuw moest een nederlaag in de strijd tegen de zee geïncasseerd worden. Zo’n 1800 mensen lieten het leven en de materiele schade was enorm.

Toch heeft niet de watersnood van 1953 aan de wieg van het Deltaplan gestaan (Stuvel, 1956). Tot eind 1952 waren zo’n 150 projecten door de Studiedienst van de Directie Benedenrivieren van de Rijkswaterstaat opgezet en op hun effecten doorgerekend. Hieraan was ongeveer duizend manjaren studie verricht. Het toeval wil zelfs dat slechts enkele dagen voor de ramp een nota “afsluitingsplannen der tussenwateren” gereed kwam. De Brielsche Maas was toen al afgedamd in het kader van de *Eilandenplannen* en omgevormd tot een zoetwaterreservoir. Het is de oprichting van de “Studiedienst van de Benedenrivieren, Zeearmen en Kusten” in 1929 geweest, die heeft geleid tot de ontwikkeling van het Deltaplan en de uitvoering ervan zoals wij deze heden ten dage kennen. De ramp in 1953 heeft de besluitvorming en de uitvoering ervan in stroomversnelling gebracht.

Twee andere stormrampen waren in deze eeuw die van 1953 voorafgegaan. De kortstondige stormvloed van 1906 richtte met name in Zeeland schade aan, terwijl in het rampjaar 1916 de noordenwind en het zeewater vooral in het Zuiderzeebekken flink huishielden. De laatste vormde de stimulans om het *Zuiderzeepplan* ten uitvoer te brengen. De oudst bekende stormvloed (14 december 1287) beukte in op vrijwel geheel Nederland en in totaal verdronken er 50000 mensen. Echter de zwaarste uit onze geschiedenis is ongetwijfeld de *Allerheiligenvloed* van 1570, die zich uitstrekte over twee etmalen, waarbij het maar een haar heeft gescheeld of geheel Noord-Holland was van de kaart geveegd.

In het kader van het Deltaplan kwam als eerste werk in 1958 de stormvloedkering in de Hollandsche IJssel gereed. Vervolgens werden de hoofdafsluitdammen in het Veersche Gat, het Haringvliet en het Brouwersgat in respectievelijk 1961, 1970 en 1971 voltooid, nadat eerder respectievelijk de secundaire dammen hiervoor waren aangelegd. De ingebruikneming van de stormvloedkering in de Oosterschelde vond zijn beslag in 1986. In 1987 werden de Philipsdam en de Oesterdam gesloten, waardoor het Krammer-Volkerak en het Markiezaatmeer ontstonden. De Deltawerken waren volbracht, waarmee de kustlijn was verkort en het achterliggende gebied tegen overstromingen beschermd.

Deze nota gaat in op de vraag in hoeverre bij de verschillende alternatieven estuariene natuurwaarden worden hersteld en welke effecten dit heeft op het landschap. Ook wordt in deze nota **het meest waardevolle alternatief voor de natuur** aangegeven en worden ecologische randvoorwaarden voor estuaria herstel geformuleerd.

1.2 De alternatieven

In het MER worden 4 alternatieven beschreven en beoordeeld. Daarnaast wordt op basis van de resultaten het alternatief met de meest waardevolle natuur gekozen en beschreven.

0. *Nul-alternatief*

Dit alternatief is gelijk aan het huidige beheer van de Haringvlietssluisen (LPH'84). Dit beheersprogramma is gericht op de veiligheid tegen overstroming, handhaving van de zoetwaterhuishouding in zuidrand en op een zodanige verdeling van de rivierafvoeren over het noordelijk deltabekken dat de kans op verzilting van de noordrand minimaal is. Daarbij wordt uit nautisch oogpunt gestreefd naar een waterstand die bij Moerdijk niet onder NAP komt. De uitwateringssluizen in de dam gaan alleen bij eb open voorzover er rivierwater moet worden gespuid. De getijdebeweging kan hierdoor alleen nog via de noordrand enigszins doorwerken.

1. *Gebroken getij*

Het alternatief uit het Integraal Beleidsplan Haringvliet Hollandsch Diep Biesbosch (IBHBB) dat daar de voorkeur had. Ook hier staat de veiligheid voorop maar in tegenstelling tot het huidige spuiprogramma staan de sluisen hier ook bij vloed een gedeelte van de tijd open waardoor het zoute water uit de Voordelta het Haringvliet kan binnendringen. Hierdoor wordt ruimte geboden voor herstel van getijdebeweging en intergetijdengebied in de zuidrand. Deze ruimte voor herstel wordt hier echter wel beperkt door een drietal concreet gestelde randvoorwaarden:

geen verslechtering in de verzilting van het Spui ter hoogte van het innamepunt Bernisse;

- geen verslechtering van de verziltingsfrequentie van de Hollandsche IJssel ter hoogte van het innamepunt Gouda;
- geen initiële belasting of structurele verslechtering van de belasting van de Noordzee met het sterk verontreinigde slib resp. verontreinigende stoffen vanuit de zuidrand van het benedenrivierengebied;

Bij dit alternatief zal de doorwerking van het getij op de zuidrand wisselend worden beïnvloed en onderbroken waardoor het getij een gebroken karakter krijgt.

2. *Getemd getij*

In dit beheersprogramma komen na de veiligheid tegen overstroming de doelstellingen over de zoetwaterhuishouding en herstel van de estuariene natuur als gelijkwaardig naar voren. Bij dit sluisbeheer staan de sluisen globaal genomen meestal, maar niet voluit, open.

Alleen als de veiligheid in het geding komt of bij lage afvoeren van de Bovenrijn bij Lobith, waardoor er kans is op ernstige zoutindringing worden de sluisen gesloten.

Bij dit alternatief kan het vroegere estuariene karakter van het gebied grotendeels worden hersteld zij het met een voortdurend gedempte getijdewerking. Het getij is getemd met het oog op beperking van de zoutindringing. Dit alternatief is ontwikkeld met de volgende uitgangspunten:

- *benadering* van de randvoorwaarden behorend bij *Gebroken getij*;
- sluisen 95% van de tijd open bij vloed;
- getijslag in de Brabantse Biesbosch van ongeveer 1 meter.

3. *Stormvloedkering*

Bij dit beheer functioneren de sluisen als *Stormvloedkering*. In dit pro-

gramma staan de sluizen vrijwel altijd voluit open en wordt de vroegere estuariusituatie in het gebied maximaal hersteld, binnen de randvoorwaarden van de huidige infrastructuur. De sluizen worden alleen gesloten als dat met het oog op de veiligheid vereist is. Bij dit alternatief komt de getijdewerking en zoutindringing van voor 1970 grotendeels terug.

Het meest waardevolle natuur alternatief (MWN)

Dit alternatief komt in de plaats van het in MER's gebruikelijke meest milieuvriendelijke alternatief. Op basis van het MER wordt dit alternatief nader geformuleerd.

1.3 Leeswijzer

Het deelrapport Ecologie en Landschap is als volgt opgebouwd:

Hoofdstuk 2 en 3 vormen een verantwoording van de werkwijze en een uitwerking van de denklijn waarlangs de in de Richtlijnen voor het MER aangeduide aspecten zijn uitgewerkt.

In hoofdstuk 4 wordt een landschaps-ecologische karakteristiek van de historische situatie gegeven, en daarmee een referentie voor ecologisch herstel in het beneden riviereengebied.

Hoofdstuk 5 behandelt de processen en beschrijft de ecologisch relevante veranderingen van het abiotische milieu bij verschillende alternatieven voor het beheer van de Haringvlietsluizen. Dit hoofdstuk is gebaseerd op de deelrapporten 'water en zout' (Bol & Kraak, 1997) en 'morfologie en kwaliteit' (Van Wijngaarden & Ludikhuize, 1997 en Van Vessem, 1997).

In hoofdstuk 6 worden de voorspelde veranderingen in het abiotische milieu en een voorspelling van de veranderingen van de oevervegetaties geïntegreerd tot een gebiedsdekkende ecotopenverdeling per alternatief. De kansen voor de verschillende soorten worden behandeld in hoofdstuk 7. Aan de orde komen macrofauna (7.1), vissen (7.2), vogels (7.3) en vegetatie (7.4). In een afzonderlijke studie is de bijdrage van de verschillende alternatieven aan het Nederlandse natuurbeleid onderzocht, uitgedrukt in onder andere 'kansen voor doelsoorten'. De resultaten van deze studie zijn samengevat in bijlage 2.

Hoofdstuk 8 beschrijft en waardeert tenslotte de veranderingen van het landschap per alternatief.

Met de uitkomsten van de hoofdstukken 5 tot en met 8 wordt in hoofdstuk 9 een vergelijking tussen de alternatieven uitgevoerd. Per alternatief wordt ingegaan op de aspecten processen, ecotopen, soorten en landschap. Dit hoofdstuk wordt afgerond met de aanduiding van het alternatief met de meest waardevolle natuur (9.5).

Om de landschappelijke en ecologische veranderingen bij een ander beheer van de Haringvlietsluizen in een breder perspectief te kunnen plaatsen, wordt in hoofdstuk 10 de potentiële winst aan estuariene ecotopen in het Haringvliet-estuarium afgezet tegen het verlies aan dergelijke ecotopen in de Nederlandse Delta door het uitvoeren van de deltawerken (10.1). In dit hoofdstuk vindt ook een globale vergelijking plaats tussen enkele estuaria in Noordwest Europa en het Haringvliet-estuarium bij de verschillende alternatieven voor het sluisbeheer (10.2). Het ecologisch herstel van het plangebied wordt hiermee in een internationale context geplaatst.

Tot slot wordt in hoofdstuk 11 ingegaan op de leemten in kennis op het gebied van ecologie en landschap. Dit hoofdstuk omvat voorts aanbevelingen voor nader onderzoek en een monitoringsprogramma.

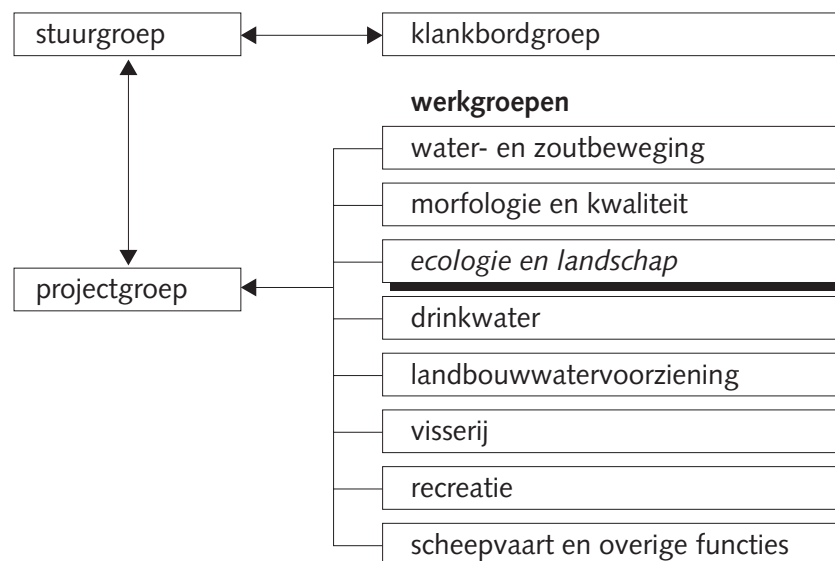
2 Verantwoording

Dit hoofdstuk is een verantwoording van de werkwijze van de werkgroep Ecologie en Landschap. Behandeld worden de plaats binnen de projectorganisatie voor het MER Beheer Haringvlietsluizen, de gebiedsafbakening en de afbakening van de autonome ontwikkelingen. In hoofdstuk 3 wordt een inhoudelijke verantwoording van de gevolgde werkwijze gegeven.

2.1 Organisatie

De werkgroep Ecologie en Landschap is één van de werkgroepen binnen de projectorganisatie die medio 1994 in het leven geroepen is ten behoeve van de opstelling van het MER Beheer Haringvlietsluizen (figuur 2.1.1). Binnen de projectorganisatie is de werkgroep Ecologie en Landschap verantwoordelijk voor de invulling van het aspect “natuur en milieu”, samen met de werkgroepen Water- en Zoutbeweging en Morfologie en Kwaliteit.

Figuur 2.1.1
Plaats van de werkgroep Ecologie en Landschap in de projectorganisatie



Bij de samenstelling van de werkgroep Ecologie en Landschap is gekozen voor een brede vertegenwoordiging van ambtelijke diensten die vanuit de invalshoek “natuur en landschap” betrokken zijn bij het plangebied. De samenstelling van de werkgroep Ecologie en Landschap is opgenomen als bijlage 1. Tijdens de opstelling van de deelnota Ecologie en Landschap is binnen de werkgroep een kerngroep geformeerd voor de dagelijkse aansturing van uitvoering van de onderbouwende studies en het schrijven van de deelnota.

De werkgroep Ecologie en Landschap heeft als opdracht meegekregen:

- het beschrijven en waarderen van de ecologische en landschappelijke effecten van de verschillende alternatieven voor het beheer van de Haringvlietsluizen.

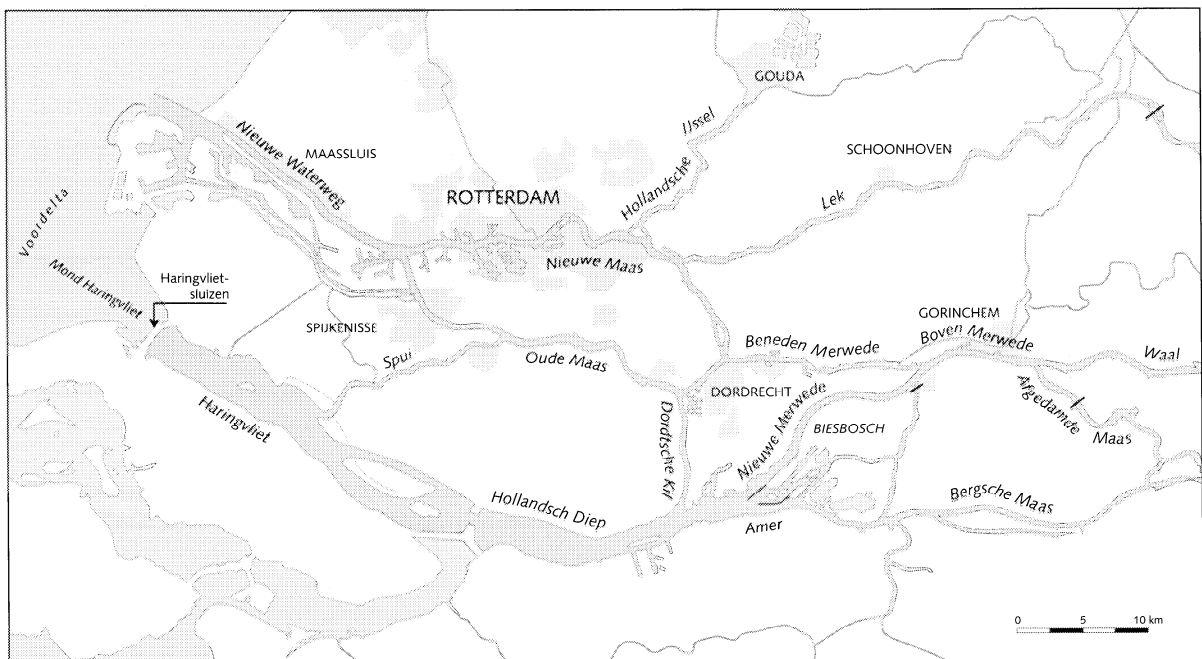
- het vaststellen van het alternatief met de meest waardevolle natuur.
- het ontwerpen van één of meer alternatieven, uitgaande van herstel van estuariene waarden bij dezelfde uitgangspunten als het *Gebroken getij* met betrekking tot de zoetwatervoorziening, wat is uitgemond in het alternatief '*Getemd getij*'.

2.2 Gebiedsafbakening

Het plangebied (fig. 2.2.1) wordt gevormd door de laagwaterbedding en de buitendijkse gebieden van de watersystemen die direct en sterk beïnvloed worden door een ander sluisbeheer, en omvat:

1. Het mondingsgebied van het Haringvliet tot de lijn NAP - 10 meter (Noordzeebodem). Dit vormt de zeewaartse begrenzing. De waterbeweging door het getij en het golfklimaat is bepalend voor de morfologie, de verspreiding van verontreinigingen en de ecologie. Het watersysteem heeft een overwegend polyhalien (zout) karakter dat echter op niet te voorspellen tijdstippen door de afvoer van zoetwater via de Haringvlietssluisen wordt verstoord. **In dit rapport wordt dit deelgebied aangeduid als het mondingsgebied.**

Figuur 2.2.1
Plangebied



2. Het Haringvliet en het Hollandsch Diep. Deze vormen tezamen een semistagnant zoetwatermeer. Het Haringvliet kan worden onderverdeeld in drie deelgebieden:
 - Haringvliet-west, waar de potentiële zout-invloed het grootst zal zijn;
 - Zuidelijke Spuimond, met een groot areaal buitendijkse natuurgebieden;
 - Haringvliet-oost, met een groot areaal (potentieel) intergetijde gebied.

-
3. De Dordtsche en Brabantsche Biesbosch. Deze vormen vormt tezamen met de Nieuwe Merwede en Amer een voormalig zoetwatergetijdengebied.
 4. De Sliedrechtsche Biesbosch, een zoetwatergetijdengebied;
 5. De Bergsche Maas tot de stuw bij Lith en de Afgedamde Maas;
 6. De getijdenrivieren Oude Maas, Spui, Dordtsche Kil, Beneden Merwede, Noord, Nieuwe Maas, Lek en Hollandsche IJssel;
 7. De Nieuwe Waterweg.

Voor de MER-Haringvlietsluizen is het gehele benedenrivierengebied (de deelgebieden 1 t/m 7) plangebied. Ecologische effecten ten gevolge van een ander beheer van de Haringvlietsluizen worden voornamelijk in de deelgebieden 1 t/m 4 verwacht. Het zijn deze gebieden waarop door de werkgroep Ecologie en Landschap wordt gefocust. **In dit rapport wordt deze deelgebieden aangeduid als het binnengebied.**

Het studiegebied heeft betrekking op gebieden die indirect door een ander sluisbeheer kunnen worden beïnvloed. Afhankelijk van de relaties kan dat zich uitstrekken van het gehele Deltagebied tot de oorsprong van Rijn en Maas.

2.3 Autonome ontwikkeling

Naast de algemene autonome ontwikkeling zoals die binnen de gehele MER is gehanteerd (zie hoofdrapport MER Beheer Haringvlietsluizen), is voor het aspect Ecologie en Landschap specifiek rekening gehouden met de uitvoering van de vele geplande natuurontwikkelingsprojecten in het studiegebied en van de verdediging van erosie gevoelige oevers. Waar mogelijk is dit in kwalitatieve zin verwerkt in (enkele) deelstudies.

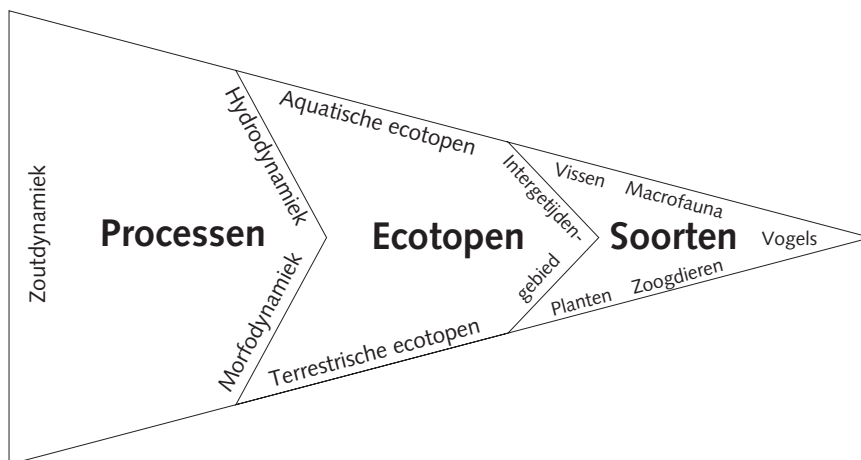
3 Criteria voor herstel van estuariene waarden

Met een ander beheer van de Haringvlietsluizen wordt beoogd de estuariene waarden van het systeem zoveel mogelijk te herstellen. Dit ligt geheel in de lijn van het huidige water- en natuurbeleid. Zowel in de Ecosysteemvisie Delta van het ministerie van LNV als in de AMOEBE-Benedenrivieren van RWS wordt een estuarien systeem, dat meer aansluit bij de natuurlijke potenties van het gebied, hoger ingeschat dan een stagnerant zoet systeem. Uitgaande van het water- en natuurbeleid wordt in dit hoofdstuk het toetsingskader voor ecologie en landschap gedefinieerd. Hiermee wordt tevens uitwerking gegeven aan de 'Richtlijnen voor het MER Beheer Haringvlietsluizen'.

3.1 Ontwikkeling van toetsingskader voor ecologie en landschap

De doelstellingen voor ecologisch herstel zijn in het water- en natuurbeleid gecentreerd rond de begrippen natuurlijkheid, biodiversiteit en duurzaamheid. Om aan te kunnen geven in hoeverre de estuariene waarden van het voormalige Haringvliet-estuarium kunnen worden hersteld, is het nodig deze begrippen verder te concretiseren.

Fig. 3.1.1
Samenhangend complex van processen, patronen en soorten in het estuarium.



In het geval van een alternatief beheer van de Haringvlietsluizen is duidelijk sprake van proces-gestuurde natuur met het getij als de belangrijkste motor. Er is dan ook voor gekozen het begrip estuariene waarden niet te beperken tot karakteristieke planten- en diersoorten, maar te zien als het samenhangende complex van processen, patronen en soorten die kenmerkend zijn voor een estuarium (fig. 3.1.1). Immers: bij een verandering van sluisbeheer zullen primair veranderingen optreden in waterstanden en getijslag, zoutgehalte en stroomsnelheden. Deze veranderde waterbeweging kan leiden tot wijzigingen in de morfologie van het gebied. Tezamen leiden deze veranderingen in abiotische condities tot een verandering in kansen voor soorten, deels direct, bijvoorbeeld voor de trekvis, deels door een verandering van de omvang en de kwaliteit van de leefgebieden van soorten.

Abiotische processen op landschapsschaal, met getij de motor van het systeem, worden hierbij als de belangrijkste equivalenten gezien van natuurlijkheid. Biodiversiteit is vertaald naar kansen voor planten en dieren, waarbij in het bijzonder is gekeken naar kansen voor estuariene soorten. Maar ook is hierbij aandacht besteed aan de internationale betekenis en aan de bestaande waarden van het gebied. De schakel tussen processen en soorten wordt gevormd door de ruimtelijke patronen, vertaald in ecotopen. Duurzaamheid is geconcretiseerd door het toe te spitsen op de risico's die introductie van steringen in de getijbeweging als gevolg van het sluisbeheer kunnen inhouden voor planten- en diersoorten.

In hoofdstuk 5 tot en met 7, waar uitwerking wordt gegeven aan de beschrijving en de beoordeling van processen, patronen en soorten, zijn op grond van bovenstaande benadering de meest geschikte parameters nader geïdentificeerd en geselecteerd. Dit heeft uiteindelijk geresulteerd in de set van parameters die in hoofdstuk 9 is gebruikt voor de eindbeoordeling van processen, ecotopen en soorten. Tabel 3.1.1 geeft een overzicht van de uiteindelijk gebruikte parameters.

het begrip estuarium

Er is een breed scala aan definities in gebruik omtrent het begrip estuarium. De *Dikke van Dale* geeft alleen de beschrijving "wijde riviermond". Met "wijde riviermond" zouden ook rivieren welke in meren uitmonden als estuaria kunnen worden aangekenmerkt. Meer gangbaar zijn de definities van Pritchard (1967);

"A semi-enclosed coastal body of water which has a free connection with the open sea and within which sea water is measurable diluted with fresh water derived from land drainage"

en Fairbridge (1980);

"An estuary is an inlet of the sea reaching into a river valley as far as the upper limit of the tidal rise"

Beide definities hebben hun beperkingen. De definitie van Pritchard maakt dat de begrenzing van een estuarium met de seizoensfluctuaties in de rivierafvoer verschuift, doordat het zoutgehalte als onderscheidend kenmerk wordt gebruikt. Fairbridge hanteert de invloed van het getijde als criterium waardoor er een duidelijke begrenzing van een estuarium rivieropwaarts ontstaat. Beiden doen echter geen uitspraak in hoeverre het estuarium zich uitstrekt buiten het mondingsgebied van de rivier, de zeewaartse begrenzing.

Vanhemelryk & de Hoog (1996) gebruiken in het rapport *Amoebe's Benedenrivierengebied* een combinatie van bovenstaande definities en die welke wordt verwoord in het rapport *Doelstellingen ecologisch herstel benedenrivierengebied* (Ruys et al., 1993);

"Een estuarium is een overgangsgebied tussen één of meerdere rivieren en de zee, waar naast de rivierafvoer het getij een meer of minder sterke invloed heeft op de waterbeweging, en zoet en zout water elkaar ontmoeten. Het getij is het belangrijkste fysische proces dat het getijden-gebied vorm geeft en in stand houdt."

Als overgangsgebied is het estuarium rijk aan gradiënten in processen en milieufactoren, en daarmee samenhangend gradiënten in en een grote variatie aan biotopen en levensgemeenschappen. Kenmerkende gradiënten zijn:

- de overgang in hydrologische en morfologische dynamiek, van rivierdynamiek naar zeedynamiek;
- de overgang van het zoete rivierwater naar het zoute zeewater;
- de overgang van riviersediment naar zeesediment;
- de overgang van zoetwaterorganismen naar brak- en vervolgens zoutwaterorganismen;
- een landschappelijke gradiënt. Aan zeezijde heeft het gebied een open karakter, met brede stroomgeulen, omzoomd door strand en duinen aan de kust en door brede slikken en gorzen meer landinwaarts. Stroomopwaarts verschijnt in toenemende mate opgaande begroeiing langs de oevers. Dit zet zich verder door tot in het rivierlandschap van oobossen in het bovenrivierengebied.

Het gevolg van bovenstaande is dat het gehele benedenrivierengebied als estuarium wordt aangemerkt. Dit is gerechtvaardigd, omdat tot daar waar het getijde nog merkbaar is, typische zoetwatergetijdenorganismen voorkomen. Brakwatersoorten, kenmerkend voor estuaria, zijn dankzij de rivierinvloed in het mondingsgebied en het ervoor liggende deel van de Noordzee (Voordelta c.q. buitendelta Haringvliet) te vinden.

Tabel 3.1.1

Beoordelingsschema voor de alternatieven voor het beheer van de Haringvlietssluisen.

Beoordelingsaspect	eenheid
Processen	
jaargemiddelde getijslag in het mondingsgebied (Punt van Voorne)	m
jaargemiddelde getijslag in het Haringvliet	m
jaargemiddelde getijslag in de Biesbosch	m
gemiddeld aantal dagen per jaar dat de sluizen bij vloed gesloten zijn	dg/j
morfodynamiek tov huidige situatie	kwalitatief
kans op afname van de oevererosie in het binnengebied	kwalitatief
kans op zuurstofloosheid bij zoet-zout stratificatie	keer per n jaar
minimale en maximale lengte van de zoutgradiënt (overgang tussen zoet en zout water)	km
Ecotopen	
aantal estuariene ecotopen mondingsgebied	n
aantal estuariene ecotopen binnengebied	n
intergetijdengebied mondingsgebied (ha)	ha
intergetijdengebied binnengebied (ha)	ha
zilte ecotopen binnengebied (ha)	ha
Soorten	
internationale betekenis voor watervogels	
• aantal soorten boven 1% norm	n soorten
• som van de norm-overschrijding	Σ 1%
kansen voor vissen	
• trekvisser	kwalitatief
• brakwatersoorten	kwalitatief
biotoop Garmaal (ha) binnengebied	ha
biotoop Driehoeksmossel (ha) binnengebied	ha
estuariene vegetatietypen mondingsgebied	
• aantal	n
• oppervlakte (ha)	ha
estuariene vegetatietypen binnengebied	
• aantal	n
• oppervlakte (ha)	ha
Landschap	
aardkundige waarde	kwalitatief
landschappelijke karakteristiek	kwalitatief
landschappelijke samenhang	kwalitatief

Om te voorkomen dat de eindbeoordeling niet meer zou zijn dan de som der delen, is er naar gestreefd processen, ecotopen en soorten in hun onderlinge samenhang te beschouwen. Hiertoe is nagegaan in hoeverre de volgende vooronderstellingen t.a.v. het sluisbeheer consistent doorwerken op het herstel van estuariene processen, ecotopen en soorten:

- hoe groter de sluisopening, des te sterker de getijbeweging wordt hersteld, waardoor estuariene ecotopen in diversiteit en areaal toenemen, wat tezamen betere condities schept voor estuariene planten- en diersoorten.
- hoe minder vaak en lang de sluizen worden gesloten, des te minder het getij wordt onderbroken en des te duurzamer de condities voor herstel van het estuariene systeem.

Waar mogelijk en zinvol is geprobeerd de verschillende alternatieven in een historische context te plaatsen, waarbij de nadruk is gelegd op de situatie van rond 1969: een open Haringvlietmonding, maar een reeds

gesloten Volkerakdam (zie ook hoofdstuk 4). Voor het waarderen van het landschap is gekozen voor een indeling op basis van de belangrijkste natuurlijke kenmerken (zie ook hoofdstuk 8). Om eventueel herstel van het Haringvliet-estuarium te kunnen beoordelen vanuit een breder perspectief, is het Haringvliet nog afgezet tegen ontwikkelingen in de gehele delta en globaal vergeleken met andere estuaria in West-Europa.

Tot slot is bovenstaande systeemgerichte benadering globaal vergeleken met de meer op het landelijk beleid gerichte doelsoortenbenadering van het ministerie van LNV (Jansen & Wardenaar, 1997). Vanwege de volkomen verschillende benaderingswijze is dit niet in dit rapport opgenomen. Opvallend was overigens wel dat beide benaderingen niet verschilden in de uiteindelijke rangorde bij de beoordeling van de verschillende alternatieven.

3.2 Uitgevoerde studies

De parameters die voor de processen worden onderscheiden, zoals b.v. getijslag, zoutgradiënt en morfodynamiek, zijn in de rapporten van de werkgroepen Water- en Zoutbeweging en Morfologie en Kwaliteit uitgewerkt. De door deze werkgroepen aangeleverde parameters worden in deze deelnota in een ecologisch beoordelingskader geplaatst. De verandering in ecotopen en soorten (macrofauna, vissen, vogels en planten) en de beoordeling van het landschap zijn onder verantwoordelijkheid van de werkgroep Ecologie en Landschap uitgewerkt.

De studie naar de verdeling van *ecotopen* per alternatief is uitgewerkt in het rapport 'Ruimte voor estuariene ecotopen' (van Rooy e.a., 1998). De ecotoop analyse is uitgevoerd door modelgegevens vanuit de werkgroepen Water- en Zoutbeweging, Morfologie en Kwaliteit en Ecologie en Landschap te integreren. Door getij-karakteristieken, zoutgehaltes, hoogteligging en vegetaties in een GIS te combineren, zijn gebiedsdekkende kaarten met de ecotoopverdeling per alternatief gemaakt.

Het hoofdstuk over *macrofauna* is gebaseerd op een literatuurstudie die rechtstreeks is verwerkt in Deelnota Ecologie en Landschap. De studie is

.....
Spindotters bij vloed.



deels gebaseerd op het rapport 'Achtergrondstudie Vis en bodemfauna' (Bureau Waardenburg, 1997). Voor de te hanteren zoutgehaltes van het water is mede gebruik gemaakt van de uitkomsten van het model RIJMA-MO 3D.

Naar de aantallen *watervogels* per alternatief is een - waar mogelijk kwantitatieve - studie uitgevoerd gebaseerd op telgegevens, ecotooparealen en rekenregels met betrekking tot de dichtheden van vogels per ecotoop. De kansen voor *trekvissen* en *brakwatervissen* zijn in eerste instantie in kaart gebracht door de werkgroep Visserij (Achtergrondstudie Vis en Bodemfauna, Bureau Waardenburg, 1997). Via literatuurstudie is een voorspelling gedaan van de visstand en 'vogelvoedsel functie' (ongewervelden) per alternatief. De voorspellingen zijn afgeleid uit gegevens over de huidige vissamenstelling en dichtheden en historische gegevens met betrekking tot de visstand in combinatie met de berekende zoutgehaltes van het water (1D ZWENDL).

De te verwachten *oevervegetaties* per alternatief zijn berekend met het vegetatievoorspellingsmodel EMOE. Bij de aanvang van de MER procedure was een ruwe versie van dit model beschikbaar. Het model is verder verfijnd en geoperationaliseerd om het te kunnen gebruiken voor een verantwoorde vergelijking van de alternatieven (Van de Rijt, 1996). De te verwachten *oevervegetaties* voor het binnengebied zijn gerapporteerd in Jans (1996). Voor het mondingsgebied was een nabewerking op basis van expert judgement noodzakelijk (Paalvast, 1997).

Naar de *ontwikkeling van estuariene ecotopen in de Delta* is een literatuurstudie uitgevoerd door Eertman (1997), waarin per deelsysteem van de Delta wordt aangegeven welke veranderingen in de arealen estuariene ecotopen (slikken, schorren, platen) zijn opgetreden in de afgelopen 50 jaar als gevolg van inpolderingen en uitvoering van de Deltawerken.

Door Duijts (1997) is een beknopte *vergelijking tussen enkele Noordwest Europese estuaria* uitgevoerd, voortbordurend op 'TYPOS' (Cadée, 1994), waarin een vergelijking wordt gemaakt tussen de Schelde en enkele andere estuaria in Noordwest Europa.

De gevolgen voor het *landschap* zijn onderzocht in een studie waarin eerst de methodiek van landschapswaardering voor de 'kwetsbaarheidskaarten' van de Provincie Zuid Holland door verfijning toepasbaar gemaakt is voor het vergelijken van alternatieven in het MER Beheer Haringvlietsluizen (Grontmij, 1996-1). Vervolgens is met deze methodiek een landschapswaardering per alternatief uitgevoerd Grontmij, 1996-2).

Tenslotte is een inschatting gemaakt naar de *natuurdoeltypen en kansen voor doelsoorten* per alternatief. Hiervoor is een vertaling van ecotopen naar natuurdoeltypen gemaakt en zijn doelsoorten toegekend aan de relevante natuurdoeltypen (Jansen & Wardenaar, 1997).

3.3 De alternatieven

Bij de invulling van de tweede opdracht van de werkgroep, het formuleren van het alternatief met de meest waardevolle natuur, is er voor gekozen om dit alternatief pas vast te stellen na beoordeling van de vier te onderzoeken alternatieven. Dit alternatief valt daarmee binnen de bandbreedte van de onderzochte alternatieven.

De derde opdracht, het ontwerpen van één of meer alternatieven waarbij herstel van estuariene waarden gelijkwaardig is aan de zoetwatervoorziening, is ingevuld vanuit de al genoemde vooronderstellingen m.b.t. sluisopening en sluitfrequentie (3.1) en heeft geleid tot het alternatief *Getemd*

getij. De belangrijkste voorlopige conclusies (gebaseerd op verkenningen met ZWENDL) waren:

- een sluisopening van 2000 m² geeft de grootste relatieve meeropbrengst in intergetijdengebieden
- een gelijke eb- en vloedopening geeft de beste afspiegeling van de natuurlijke getijdenbeweging
- het sluitingscriterium bij lage afvoeren (grote zoutindringing) van 1000m³/s Bovenrijn afvoer leidt ertoe dat de Haringvlietsluizen niet meer dan ca 5% van de tijd gesloten zijn en dat het Spui niet significant vaker zou verzilten. Dit betekent dat een dergelijk alternatief de zoutindringings-criteria behorend bij het alternatief *Gebroken getij* zou kunnen benaderen

Met deze ontwerpvoorwaarden is het alternatief *Getemd getij* door de werkgroep Water- en zoutbeweging uitgewerkt.

4 Het plangebied in historisch perspectief

In dit hoofdstuk wordt het plangebied van voor de afsluiting van het Haringvliet beknopt in beeld gebracht. Hiertegen kunnen de verwachte ontwikkelingen onder de 4 alternatieven worden afgezet. Voorts worden de ontwikkelingen tijdens de ontkoppeling van het Haringvliet met de rest van het estuarium en na de afsluiting geschetst.

4.1 Voor het Deltaplan

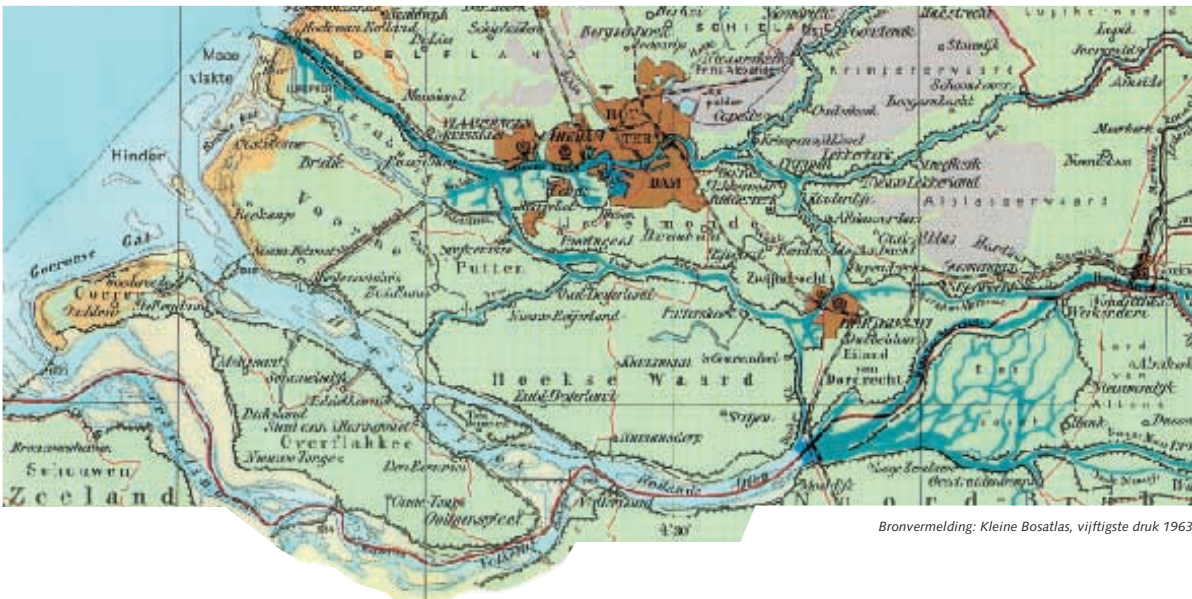
Vanaf het begin van zijn aanwezigheid in het Deltagebied is de mens de strijd met de natuurkrachten aangegaan. Door het bedijken van dichtslibbende kreken, opwassen en aanwassende oevers werd veel land gewonnen, al moesten dikwijls door overstromingen voorheen moeizaam gewonnen gebieden weer aan de zee worden prijsgegeven. Systematische bedijking en inpoldering zijn rond de 12e eeuw begonnen.

Tabel 4.1.1
Inpolderingen in het Haringvliet estuarium

Ingepolderd gebied	Tijdperk	Verlies buitendijs gebied (ha)
Voorne-Putten	1220 - 1648	onbekend
Hoekse Waard	1357 - 1845	onbekend
Goeree-Overflakkee	<1300 - 1866	onbekend
Eiland van Dordrecht	1600 - 1925	onbekend
Kuststrook Noord Brabant	1554 - 1833	onbekend
Brabantsche Biesbosch / Noordwaard	19e eeuw	1675
Polder de Biesbosch	19e eeuw tot 1922	930
Gat van den Ham	1940 - 1950	230
Biesbosch	na 1920	160

De huidige vorm van de eilanden en de oevers van Noord-Brabant langs het Hollandsch Diep en de Amer hebben hun beslag gekregen in een tijdspanne van ongeveer 7 eeuwen (tabel 4.1.1). In de 19e eeuw zijn grote

Plangebied in 1963.



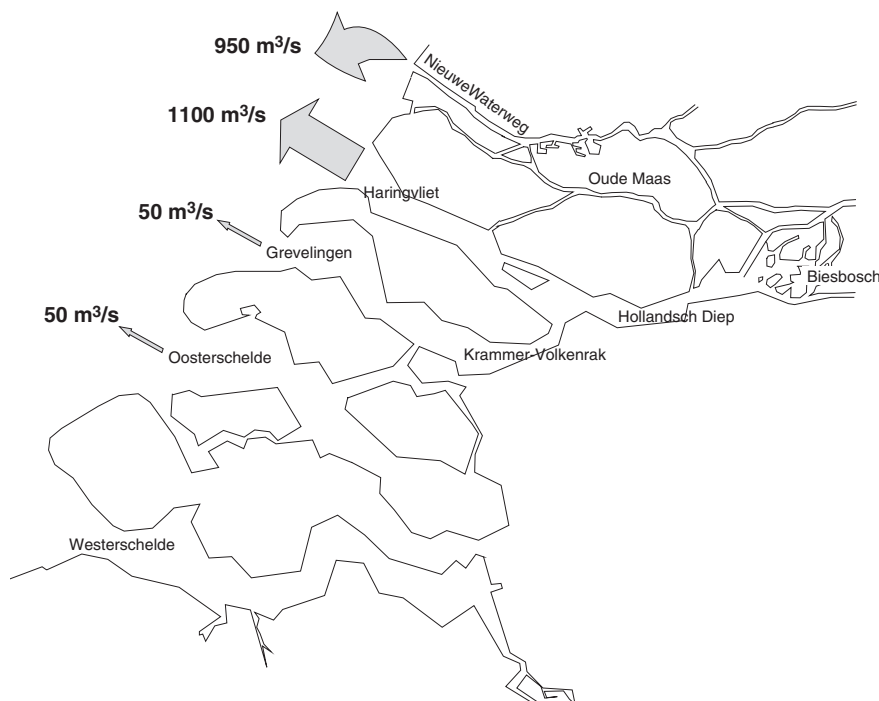
Bronvermelding: Kleine Bosatlas, vijftigste druk 1963.

delen van het zoetwatergetijdengebied ingepolderd waarbij grote arealen intergetijdengebied verloren gingen. Ook in deze eeuw zijn voor de afsluiting nog flinke delen buitendijks gebied aan verstedelijking, industrialisatie en aan landbouw opgeofferd.

Vele stappen naar het aan banden leggen van de dynamiek in het gebied waren reeds gezet. Ter verdere beteugeling van de invloed van de zee in het benedenrivierengebied werd in 1950 de Brielsche Maas afgedamd, waarbij veel intergetijdengebied verloren ging (tabel 4.1.2).

Verschillende waterhuishoudkundige ingrepen, ten behoeve van water- en ijsafvoer en scheepvaart, in het stroomgebied van Rijn en Maas zijn van invloed geweest op de afvoer van zoetwater via het Haringvliet-estuarium. In het begin van de 18e eeuw kwam het Pannerdensch Kanaal gereed waardoor meer water van de Bovenrijn via de Benedenrijn kon worden afgevoerd. Het gereed komen van het Bijlandsch Kanaal bij Lobith in 1771 zorgde ervoor dat voortaan tweederde van het Rijn-debiet zijn weg via de Waal kon vinden. De aanleg van de Nieuwe Waterweg (open verbinding in 1868) splitste de Maasmond in een noordelijke en zuidelijke tak, de Nieuwe Waterweg en de Brielsche Maas. Vanaf dat moment stroomde de Rijn bij Hoek van Holland in zee. Door het graven van de Nieuwe Merwede kon meer water via het Hollandsch Diep naar het Haringvliet geleid worden. De dijken die hierbij werden aangelegd verbraken het meestromen van de vele killen in de Biesbosch. In 1904 kreeg de ontkoppeling van Maas en Waal zijn beslag, waardoor de Maas via de gegraven Bergsche Maas rechtstreeks in het Haringvliet-estuarium uitmondde. Rond 1960, voor de uitvoering van het Deltaplan, maakten Haringvliet, Hollandsch Diep en Biesbosch deel uit van een zeer omvangrijk estuarien gebied. Dit gebied omvatte bijna het gehele Deltabekken met de zeegaten Oosterschelde en Grevelingen, het Nieuwe Waterweg-estuarium en het overige deel van het benedenrivierengebied (fig. 4.1.1). De Westerschelde was toen al, door de aanleg van de Kreekrakdam en de Sloedam in de tweede helft van de vorige eeuw, waardoor Zuid-Beveland en Walcheren tot het vaste land gingen behoren, een op zich zelf staand estuarium geworden.

Figuur 4.1.1
Gemiddelde afvoerverdeling voor
de Deltawerken



Tabel 4.1.2

Oppervlaktegegevens van buitendijkse gebieden van de Brielsche Maas voor afsluiting in 1950, Haringvliet excl. Mondingsgebied en Hollandsch Diep rond 1950 en de Biesbosch (incl. Polder de Biesbosch, Gat van den Ham, Nieuwe Merwede en Amer) rond 1930 (Paalvast, 1995)

Gebied/biotoop	Brielsche Maas (ha)	Haringvliet (ha)	Hollandsch Diep (ha)	Biesbosch (ha)
boven GHW		2070	1090	7210
intergetijdengebied		2600	1160	3770
beneden GLW		6690	3270	3210
slikplaten	20	850	150	540
zandplaten	170	780	390	100
biezenvelden	0	350	260	280
rietgorzen	610	1110	180	1860
grienden	60	1	480	2050
grasgorzen	290	1390	690	1070
totaal	1150	4481	2150	5900

Tweemaal daags trok het getij bij vloed via de zeearmen Oosterschelde, Grevelingen, Haringvliet en Nieuwe Waterweg landinwaarts. Bij eb bewoog het water zich in omgekeerde richting. Het omvangrijke intergetijdengebied werd hierdoor afwisselend overstroomd. De getijslag bedroeg circa 1,80 meter aan de kust (bij Hellevoetsluis) tot maximaal 2,25 meter bij Moerdijk.

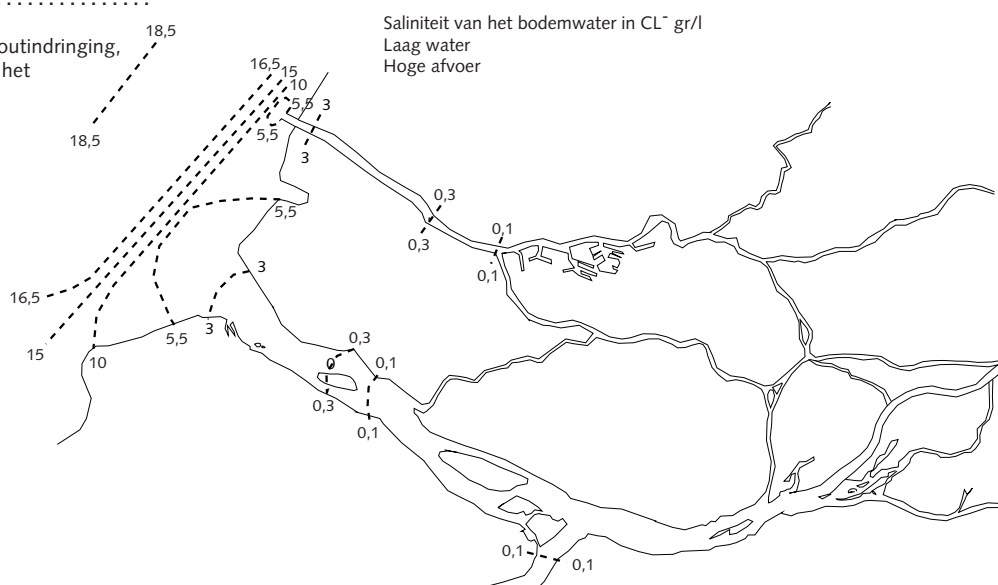
De getijgemiddelde stroomsnelheid op het punt waar nu de Haringvliet-sluizen liggen, bedroeg ca. 60 cm en op het Hollandsch Diep ter hoogte van Moerdijk ca. 50 cm. Afhankelijk van de afvoer en het getijde varieerde de stroomsnelheid op deze plaatsen resp. tussen de 160 en -120 cm/s en tussen de 80 en -85 cm/s (Van Spijk, 1994).

De werking van het getij op zee en de afvoer van zoet water door de rivieren Rijn en Maas zorgden voor een voortdurend wisselende zoutgraad (fig. 4.1.2 en fig. 4.1.3). De invloed van het rivierwater was het sterkst merkbaar in het Hollandsch Diep en het Haringvliet.

Bij gemiddelde afvoer (fig. 4.1.1) kwam het overgrote deel van het water, ongeveer gelijk verdeeld, via het Haringvliet en Nieuwe Waterweg in de Noordzee terecht. In het Haringvliet daalde daardoor het zoutgehalte

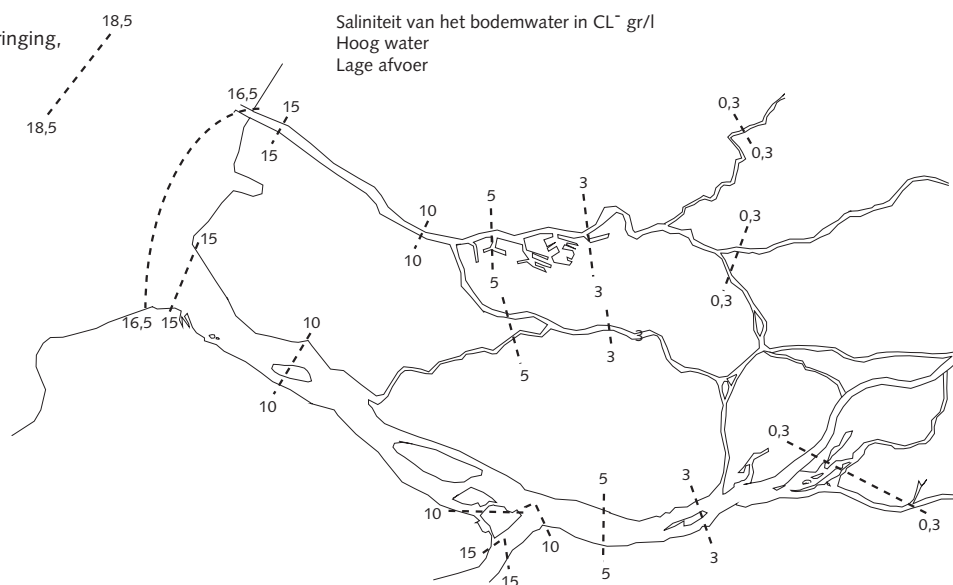
Figuur 4.1.2

Situatie met geringe zoutindringing, vóór de afsluiting van het Haringvliet



Figuur 4.1.2

Situatie met grote zoutindringing,
vóór de afsluiting van het
Haringvliet



sterk, tot 3 g/l chloride, waardoor het gebied in zijn geheel tot het mesohaliniëc behoorde (brakwaterzone, zie hoofdstuk 5). Meestentijds lag dus het polyhaliniëc in zee.

Bij zeer grote rivierafvoeren kon zelfs het mesohaliniëc tot in zee worden teruggedrongen. Bij vloed en zeer lage rivierafvoer daarentegen kon zwak brak water doordringen tot de Brabantse Biesbosch, het oostelijk deel van de Oude Maas en de Lek (van Spijk, pers. meded.). De zoutgradiënt in het estuarium van Haringvliet - Hollandsch Diep werd daarnaast regelmatig onderbroken door de instroom van brak water uit het Volkerak. Dit bracht een nivellering van de zoutgradiënt in het Haringvliet met zich mee (Duursma et al., 1982).

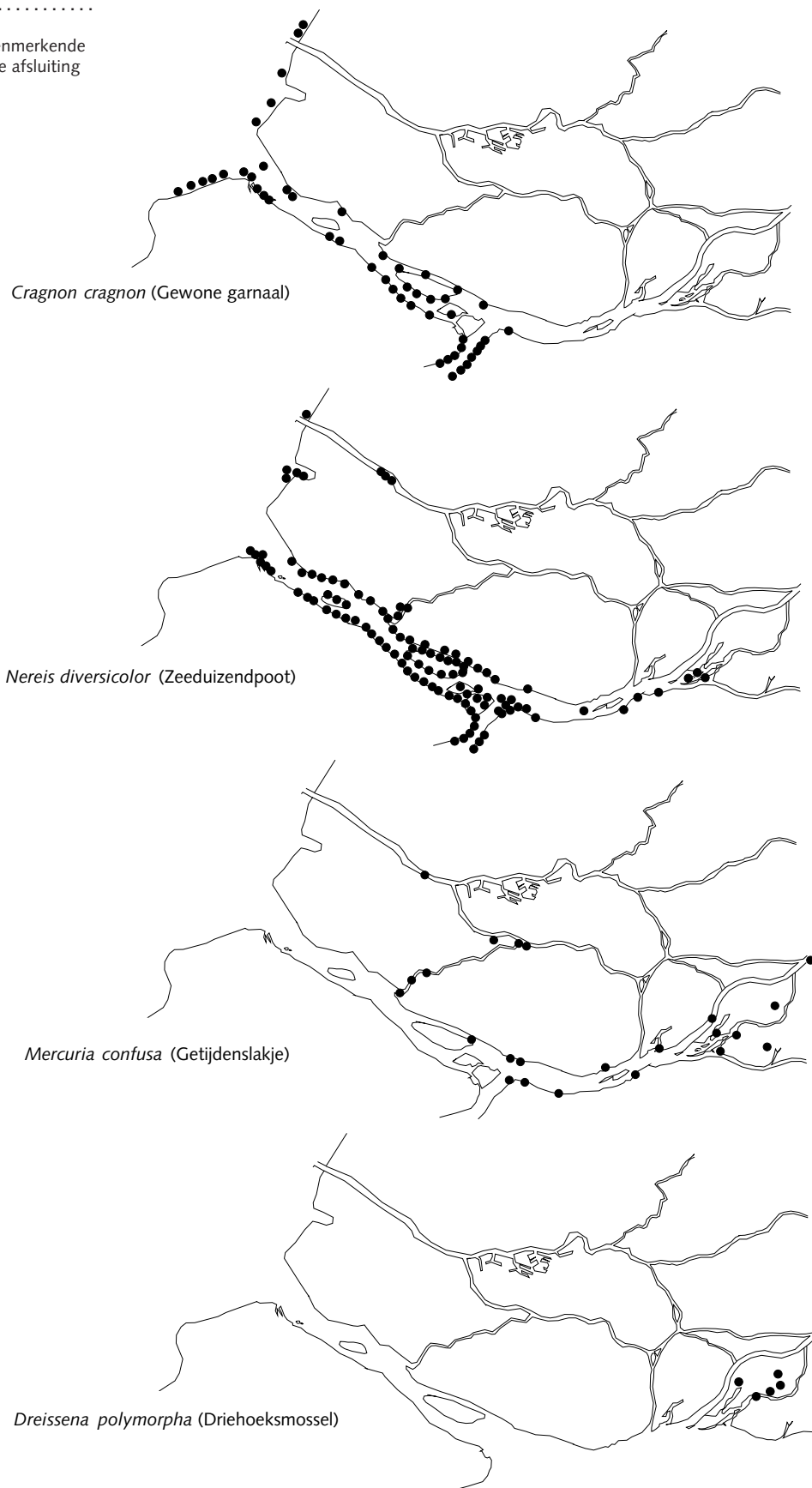
De geomorfologie van het estuarium was (en is dat grotendeels nog steeds) de resultante van de getijdenwerking, de wisselende stroomsnelheden en de aan- en afvoer van sedimenten. De morfologie van de riviermonding was in dynamisch evenwicht met het eb- en vloedvolume. Het intergetijdengebied bestond uit slikken en zandplaten en was het meest omvangrijk in het Haringvliet en de Biesbosch (zie tabel 4.2). De krekenspatronen waren het resultaat van het overstromen en het zich weer terugtrekken van het water met de getijdenbeweging. Wanneer slikken en platen hoog genoeg waren vestigden zich de pioniers. Deze veroorzaakten een verlaging van de stroomsnelheid van het water, zodat fijner materiaal kon sedimenteren. Aldus groeiden slikken en platen uit tot schorren (syn. gorzen). Door het hoogdynamisch karakter van het gebied konden ze ook verdwijnen.

In met name het zuidwesten van de Biesbosch sedimenteerde rivierzand en in de kommen achter de oeverwallen naast zand ook slib. Ook in het Hollandsch Diep en Haringvliet waren de bodem en de slikken (in tegenstelling tot de naamgeving) zandig. In het mondingsgebied ging het rivierzand geleidelijk over in zeezand.

In het mondingsgebied bestond de bodemmacrofauna uit mariene en brakwatersoorten (Wolff, 1973). Een groot aantal mariene soorten ontbrak vanwege lange perioden met hoge afvoer van zoet water.

Voorbeelden hiervan zijn de Gewone zeester, Alikruik, Gewone zeepok en Kreeft. De echte brakwatersoorten waren te vinden in het westelijk deel

.....
Figuur 4.1.4
 Verspreiding van enkele kenmerkende
 macrofaunasoorten voor de afsluiting
 van het Haringvliet



van het Haringvliet. Hoewel het ging om een klein aantal, kwamen deze soorten in de rest van de delta niet of heel sporadisch voor. De worm *Tubifex costatus* en het Zuiderzeekrabbetje zijn hier voorbeelden van. In het Hollandsch Diep begon het zoetwatergetijdengebied. Kenmerkend voor het Hollandsch Diep en de Biesbosch was het voorkomen van het Getijdenslakje (fig. 4.1.4) (Wolff, 1973, Hummel, H., R.H. Bogaards & L. de Wolf, 1985). Mariene soorten ontbraken hier geheel en van de brakwatersoorten waren alleen de vertegenwoordigers met een ruime ecologische amplitude, zoals de Zeeduizendpoot (fig. 4.1.4) aanwezig. De verspreiding van de Driehoeksmossel (fig. 4.1.4), een voor duikeenden belangrijke doch niet typisch estuariene soort, was er beperkt tot de zanderige kreken van de Brabantsche Biesbosch. Onder de pelagische macrofauna was de Garnaal (fig. 4.1.4) in het brakke en zoute deel van het estuarium er de belangrijkste vertegenwoordiger. In het zwak brakke gebied (Hollandsch Diep) werd zijn plaats ingenomen door de Langneus steurgarnaal.

De visfauna in het mondingsgebied en het Haringvliet bestond nagenoeg uitsluitend uit mariene en brakwatersoorten (Vaas, 1968). Bot, Tong en Spiering kwamen er zeer algemeen voor. Pas in het Hollandsch Diep domineerden de zoetwatervissen, waaronder Blankvoorn en Brasem in de grootste dichtheden voorkwamen. Maar ook Tong en Brakwatergrondel kwamen in dit gebied voor. Pas bij de Biesbosch verdwenen de mariene en brakwaterelementen uit de vispopulatie. Trekvisen als Fint, Aal, Spiering en Driedoornige stekelbaars konden ongehinderd het estuarium in en uit zwemmen. De Zalm wordt vanaf 1950 niet meer in het estuarium waargenomen (de Groot, 1989). Door allerlei waterloopkundige ingrepen in het stroomgebied van Rijn en Maas zijn de paaigebieden onbereikbaar geworden of vernietigd.

De bij laagwater droogvallende slikken en platen vormden belangrijke foerageergebieden voor verschillende soorten steltlopers. Voor verschillende ganzen was het gebied een belangrijk overwinterings- en ruigebied. Van de Grauwe gans bijvoorbeeld overwinterde voor 1970 meer dan de 1% van de Noordwest Europese populatie in het Haringvliet gebied.

Zwemeenden als Wintertaling, Pijlstaart en Wilde eend profiteerden van de biezenvelden. De broedvogels van de kale grond zijn in de jaren vijftig en zestig tengevolge van milieuverontreiniging en het verlies van grote

.....
Hakgriend.



broedkolonies als de Beer en Scheelhoek in het gebied gedecimeerd (Dirksen et al, 1997).

Ongeveer 0,5 meter beneden de gemiddelde hoog-waterstand begonnen de gorzen, waarvan de hoogste delen alleen bij springtij en bij stormvloed overstromden. Uitgebreide biesen- en rietgorzen kenmerkten het gebied. In de samenstelling van de vegetatie was de zoutgradiënt duidelijk weerspiegeld. De verspreiding van het Echt lepelblad, een brakwatersoort, en de Spindotter, een zoetwatergetijdensoort, in het Haringvliet en het Hollandsch Diep zijn daar goede voorbeelden van (fig. 4.2.3 en 4.2.4). De getijdenbossen of grienden begonnen ten oosten van waar bij gemiddelde afvoer de 0,3l chloride isohaline lag en strekten zich uit langs de oevers van het benedenrivierengebied, met als hoogtepunt de Biesbosch. Hoewel grienden typische cultuurproducten zijn, hebben zij door de bijzondere flora en fauna zeer hoge natuurwaarden. In feite vormen zij het substituuut van de oorspronkelijke getijdenbossen.

4.2 Ontwikkelingen tijdens en na de afsluiting

Het tot stand komen van de Grevelingendam in 1964 en de Volkerakdam in 1969 verbrak achtereenvolgens de verbinding van het Haringvliet met de Grevelingen en de Oosterschelde.

Het Haringvliet-estuarium was hierdoor een enkelvoudig estuarium geworden. De getijslag in het bekken verminderde met gemiddeld 40 cm (Rijkswaterstaat, 1985 en Rijkswaterstaat, 1988). Het wegvallen van de invloed van het relatief grote tijverschil in de Oosterschelde via het Volkerak op het noordelijk Deltagebied was hier de oorzaak van (Anonymus, 1968). Deze afname voltrok zich in twee fasen. Direct na de afsluiting van het Volkerak in april 1969 met de Haringvlietssluisen nog in de bouwput daalde de gemiddelde getijslag met ca. 20 cm. Na het wegbaggeren van de ringdijk van deze bouwput, het toelaten van stroming door de sluisen en het sluiten van de dam, hetgeen in mei 1970 zijn beslag kreeg, daalde de gemiddelde getijslag wederom met ongeveer 20 cm (Rijkswaterstaat, 1985).

De zoet-zoutgradiënt verschoof om dezelfde reden in de richting van de zee (Anonymus, 1970 en Peelen, 1970). De afsluiting van het Haringvliet op 2 november 1970 verbrak de open verbinding met de zee en deed het estuarium verdwijnen. Het mondingsgebied van het Haringvliet is daarmee scherp van het voormalige estuarium afgescheiden.

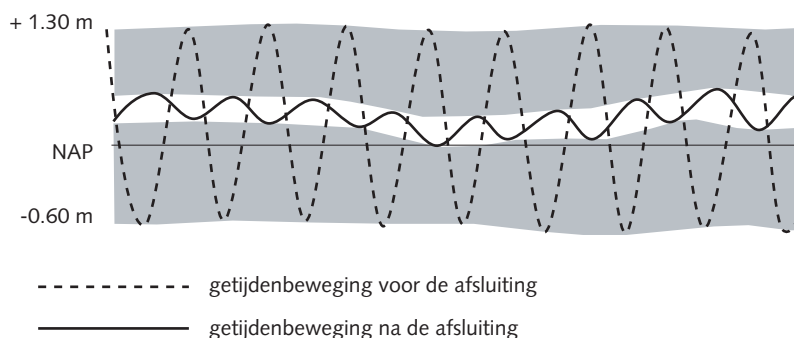
Mondingsgebied van het Haringvliet

Met de afsluiting nam de gemiddelde getijslag in het mondingsgebied van circa. 1,80 toe tot 2,26 meter. Ook veranderde de waterbeweging. Voor de afsluiting werd de waterbeweging in de Voordelta beheerst door de getijdestroming in en uit het bekken. De stroomrichting was overwegend oost-west. Door afname van de stroomsnelheden is de invloed van het noordoost-zuidwest gerichte Noordzeegetij op de waterbeweging in het mondingsgebied toegenomen. De in- en uitgaande getijstroming door het mondingsgebied is de getijstroming afgenomen. Het dwarstransport is relatief belangrijker en leidt tot sedimentatie in het gebied (Van Vessem, 1997). Fluctueerde het zoutgehalte eertijds met het dagelijkse ritme van het getijde in samenhang met de rivierafvoer. Sinds de afsluiting vindt er tengevolge van het sluisbeheer op veelal niet te voorspellen momenten een abrupte omslag plaats (Hamerlynck & Craeymeersch, 1990).

Langs de Nederlandse kust kan er in de zomer, wanneer het verschil in temperatuur tussen bodem- en oppervlaktewater toeneemt en er saliniteitsstratificatie optreedt, bloei ontstaan van de toxische dinoflagellaat *Dinophysis acuminata* (Peperzak et al., 1996). De stratificatie wordt veroorzaakt door slechte menging van zout en zoet water. Oorzaken zijn mogelijk gelegen in het huidige spui-beheer van de Haringvlietsluizen. Tengevolge van de sedimentatie is er een toename aan intergetijdengebied aan de zeezijde van de sluizen. Langs de kust van Goeree is sprake van een sterke kustaangroei en op het daardoor ontstane zeer brede strand vindt vorming van nieuwe duinen plaats. Elders in het gebied hebben zich schorren gevormd. De voormalige getijdengeulen worden langzaam opgevuld en ontstaan er uitgebreide ondiepe zones.

Omtrent de veranderingen welke zich in de flora en fauna van de Voordelta hebben voltrokken direct na de afsluiting is nagenoeg niets bekend. Met de verondieping die zich inzette na de afsluiting werd het gebied mogelijk interessanter voor verschillende soorten mariene macrofauna. In de nabijheid van de sluizen echter verdween tengevolge van het spui-beheer de oorspronkelijke bodemfauna. Slechts een beperkt aantal soorten met een groot adaptatievermogen heeft zich kunnen vestigen en handhaven. Door de ingezette sedimentatie neemt het belang van de Voordelta als kinderkamer voor jonge vis sindsdien toe. Voor trekvis als Fint, Zeeforel, Zee-, Rivierprik vormen de sluizen sinds de ingebruikname een onoverkoombare hindernis op weg naar hun paaipplaatsen. Door de groei van de intergetijdengebieden neemt het gebied in belang toe als doortrekgebied voor eenden en steltlopers (Meininger et al., 1995). Door de verhoogde waterstand en de sedimentatie is het areaal zoutplantengemeenschappen sinds de afsluiting ten koste van de brakwaterplantengemeenschappen groeiende (Joanknecht & Meuleman, 1981).

Figuur 4.2.1
Verandering in getijslag in de Brabantse Biesbosch ten gevolge van de afsluiting van het Haringvliet



Binnengebied of het Haringvliet - Hollandsch Diep - Biesbosch - bekken

Met het instellen van het spui-beheer werd de getijslag van circa. 1,8 meter gereduceerd tot ongeveer 0,3 meter (fig. 4.2.1). Daar bovenop werd de gemiddelde waterstand met 0,4 meter verhoogd. De geringere overspoelingsfrequentie deed de grondwaterspiegel dalen, waardoor er verdroging, versnelde rijping en inklinking van de bodem optrad.

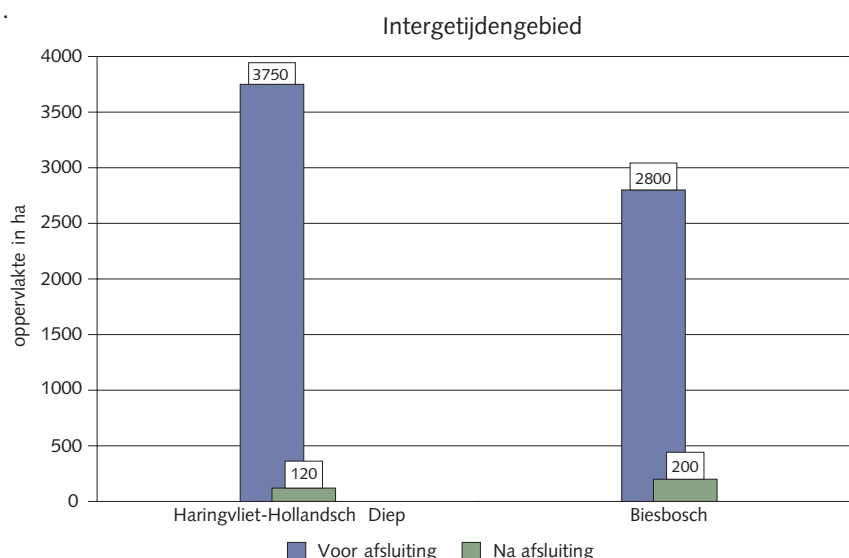
Waren voorheen de processen van erosie en sedimentatie met elkaar in evenwicht, sinds de afsluiting streeft het systeem naar een nieuw evenwicht. De geulen worden geleidelijk opgevuld met sediment en door de geconcentreerde golfaanval kalven de oevers af. De geleidelijke overgangen van land naar water zijn hierdoor voor het merendeel verdwenen. De gewijzigde stroomsnelheden (een groot deel van het jaar is het bekken semi-stagnant) hebben een aanzienlijke sedimentatie veroorzaakt van,

vooral in de jaren 1970 tot 1975 sterk verontreinigd, slib. Deze sedimentatie zet zich langzaam voort richting Haringvlietsluizen.

Door de reductie van de getijslag en verhoging van de middenstand kwam het overgrote deel van het voormalige intergetijdengebied onder water te liggen. In het Haringvliet, Hollandsch Diep en de Biesbosch verdween circa. 95% van het intergetijdengebied (zie fig. 4.2.2).

De zandplaten kwamen boven water te liggen en de rietgorzen verruigden. Gebieden met een brak karakter verdwenen. De bovengenoemde aantasting van de oevers door golfaanval was zo hevig dat de biezen- en rietgorzen na de afsluiting in een tijdsbestek van 10 jaar vrijwel volledig verloren zijn gegaan (Coops, 1992). Om dit proces te keren, zijn op grote schaal vooroeververdedigingen in het gebied aangebracht. De snelheid van de oevertafslag, die op sommige plaatsen 5 tot 20 meter per jaar bedroeg, is hiermee nagenoeg tot stilstand gebracht (Min. van Verkeer en Waterstaat, 1991).

Figuur 4.2.2
Afname intergetijdengebied na afsluiting van het Haringvliet



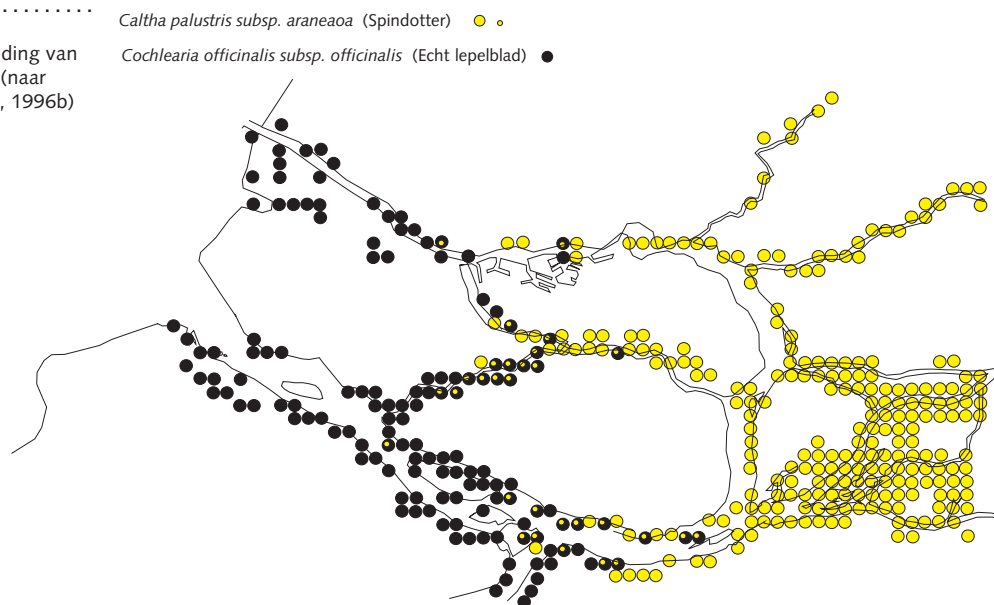
De verzoeting betekende dat de brakwatermacrofauna, vrijwel volledig verdween. De opvallende ruimte werd snel ingenomen door verscheidene soorten zoetwater-oligochaeten. Een jaar na de afsluiting kwamen deze in hoge dichtheden voor, om in de daarop volgende jaren op een lager aantalsniveau te stabiliseren. Andere zoetwaterorganismen zoals pluimmuggen, erwtenmosseltjes, de Driehoeksmossel, de Ovale poelslak en zoetwaterpissebedden volgden spoedig (Duursma et al., 1982).

De grote verscheidenheid in vissoorten die het estuarium kenmerkte, ging het veld ruimen voor een zoetwatervisbestand kenmerkend voor eutroof water met blankvoorn, brasem, baars en snoekbaars als dominerende soorten. De barrièrewerking van de sluizen zorgde tevens voor het wegvallen van de kinderkamerfunctie voor anadrome vissen.

Het grotere doorzicht, veroorzaakt door de lagere stroomsnelheden en het feit dat zout en zoet water niet meer met elkaar in contact komen, heeft in de ondiepere zones de ontwikkeling van waterplanten in gang gezet. De verdroging door het wegvallen van het getij verdreef de vochtminnende plantensoorten en de opvallende ruimte werd ingenomen door meer droogteprefererende soorten, die aanvankelijk op de wat hoger gelegen gorzen voorkwamen (Boois, 1982). De karakteristieke ondergroei in de

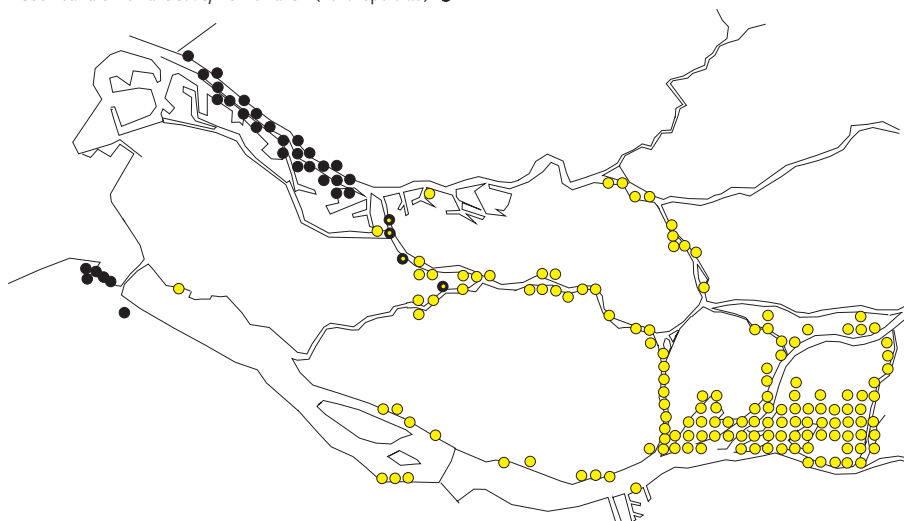
Figuur 4.2.3

Vroegere en huidige verspreiding van Echt lepelblad en Spindotter (naar Paalvast, 1995, id. 1996a, id. 1996b)



Figuur 4.2.4

Caltha palustris subsp. *araneaoa* (Spindotter) ●
Cochlearia officinalis subsp. *officinalis* (Echt lepelblad) ●



getijdengrienden stierf grotendeels af en de Grote brandnetel begon aan zijn opmars. De aan het getijde gebonden plantensoorten als de Spindotter werden teruggedrongen in smalle zones (de resterende zeer natte slikkige gebieden), voornamelijk in de Biesbosch (fig. 4.2.3 en fig. 4.2.4). Hoewel fig. 4.2.4 de indruk wekt dat het met de Spindotter nog niet zo slecht is gesteld, moet hier bij worden opgemerkt dat het met uitzondering van de Biesbosch en de Oude Maas gaat om dichtheden van slechts enkele exemplaren per kilometerhok. Daarnaast zijn ook de dichtheden in de Biesbosch sterk teruggelopen. Ruwe bies, Mattenbies, Heen en Driekantige Bies verdwenen vrijwel geheel uit het watersysteem. De standplaatsen van de brakwatersoorten, waarvan het Echt lepelblad voor het gebied een kenmerkende soort was (fig. 4.2.3 en fig. 4.2.4), werden snel gekoloniseerd door ruigtekruiden, als Brandnetel en Harig wilgenroosje. Alleen Echte heemst, een voor zwak brakke oeverwallen kenmerkende soort, weet zich vegetatief op nog niet volledig ontzilte gronden te handhaven.

Met wegvallen van het getij en het verdwijnen van de zoet-zoutgradiënt werd het gebied eenvormiger voor vogels. De mogelijkheden voor steltlopers werden beperkt.

De enorme aantallen wintertalingen die het brakke gebied bevolkten zijn en masse na de afsluiting vertrokken. De sterke afname van de biezenvetatie leidde tot het vertrek van vele Grauwe ganzen en eenden. Een nieuwe ontwikkeling die zich inzette was de toename van de knobbelswanen en het aantal visetende vogelsoorten, zoals de Aalscholver.

5 Dynamiek in water, zout en sediment

5.1 Dynamiek en sluisbeheer

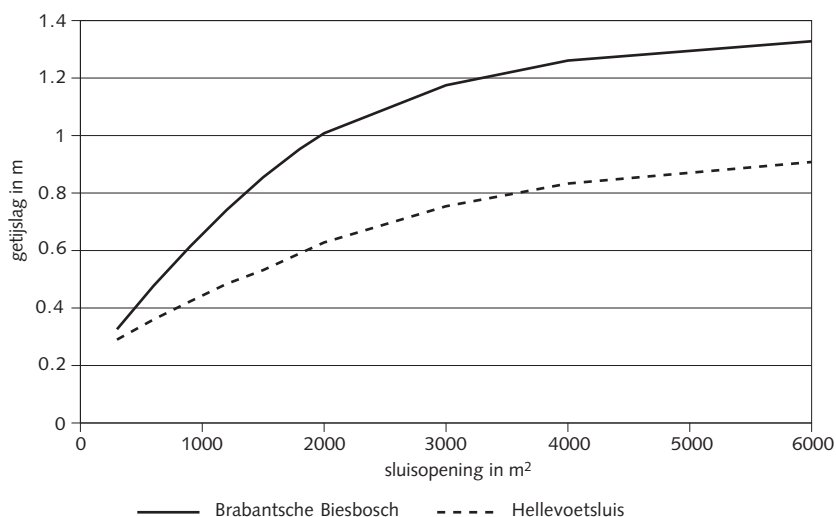
De alternatieven voor het beheer van de Haringvlietsluizen beogen het getij in het estuarium terug te laten keren. In een estuarium vormt de invloed van het getij op zee de motor van het systeem. De getijdenwerking bepaalt de verticale en in wisselwerking met de rivierafvoer de horizontale waterbeweging in het estuarium, de lengte van de zoet-zoutgradiënt en de processen van sedimentatie en erosie.

Voor de mate waarin het getij kan terugkeren zijn 2 aspecten zijn daarbij doorslaggevend:

- de sluisopening. Hoe verder de sluizen bij eb en bij vloed worden open gezet, hoe groter het getijvolume zal zijn. Hieraan gekoppeld neemt ook de getijslag in het binnengebied verder toe (fig. 5.1.1). In het mondingsgebied leidt dit tot een afname. Met andere woorden, hoe groter de sluisopening hoe dichter de getijslag in de buurt komt van de historische referentie voor het Haringvliet¹.
- het sluitregime. Hoe langer de sluizen aaneengesloten zijn geopend, des te groter wordt de continuïteit en des te korter zijn de perioden met stagnantie. De continuïteit is bepalend voor de duurzaamheid van het systeem.

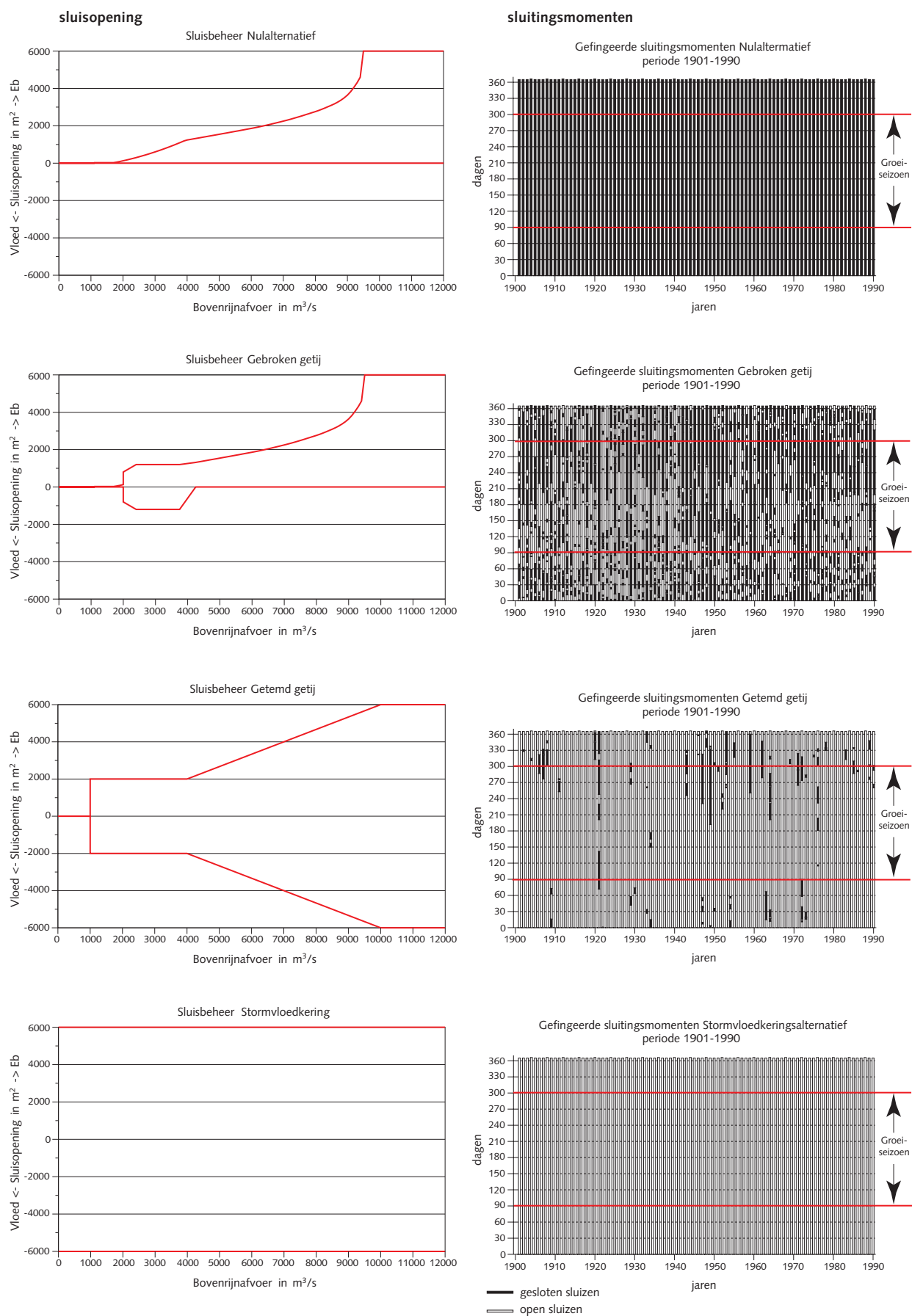
In het onderstaande wordt het sluisbeheer onder de vier alternatieven kort beschreven. Onder alle alternatieven staat de afvoer via de Haringvliet-sluizen in directe relatie met de Bovenrijnafvoer (Q_{br}) te Lobith (sluitingen ten gevolge van verhoogde opzet tijdens vloed op zee worden in onderstaande niet betrokken).

Figuur 5.1.1
Relatie tussen sluisopening en getijslag



¹ De historische referentie wordt echter niet volledig benaderd omdat de Haringvlietdam slechts voor eenderde deel voorzien is van sluizen en de doorstroombogelijkheid daarmee relatief beperkt is. Een andere reden is het wegvallen van de getij-invloed vanuit het Volkerak.

Figuur 5.1.2



Nulalternatief.

Onder dit sluisbeheer (fig. 5.1.2a) zijn de sluizen zowel bij eb als bij vloed gesloten tot een Qbr van 1100 m³/s. Bij hogere afvoeren zijn de sluizen bij vloed gesloten en bij eb geopend. Tot een Qbr van 1700 m³/s is er een constante opening van 25 m². Vanaf een Qbr van 1700 m³/s tot ongeveer 4000 m³/s neemt de sluisopening vrijwel lineair toe tot circa 1250 m². Van 4000 m³/s tot circa 8000 m³/s neemt de sluisopening geleidelijk toe tot 2750 m². Vanaf deze Qbr wordt bij verhoging ervan de sluitopening in steeds grotere stappen opengezet om bij een Qbr vanaf 9500 m³/s de volledige opening van 6000 m² te bereiken.

Gebroken getij-alternatief.

Bij dit alternatief (fig. 5.1.2b) wordt tot een Qbr van 2000 m³/s hetzelfde bedieningsprogramma gehanteerd als onder het Nulalternatief. Bij een Qbr van 2000 m³/s staan de sluizen zowel bij eb als bij vloed open met een opening van 800 m² welke lineair toeneemt tot 1200 m² bij een Qbr van 2400 m³/s. Vanaf 2400 m³/s tot aan 3750 m³/s blijft de opening zowel bij eb als bij vloed 1200 m². Van Qbr 3750 m³/s tot aan Qbr 4250 m³/s neemt de vloedopening lineair af tot 0 m² en neemt de vloedopening toe tot 1316 m². De laatste waarde is dezelfde waarde als onder het Nulalternatief. Bij hogere waarden volgt het bedieningsprogramma dat van het Nulalternatief.

Getemd getij-alternatief.

Bij het beheer volgens dit alternatief (fig. 5.1.2c) worden de sluizen alleen bij een afvoer van minder dan 1000 m³/s bij zowel eb als vloed gesloten. Bij Bovenrijnafvoeren tussen de 1000 m³/s en 4000 m³/s is er bij zowel eb als vloed een doorstroomopening van 2000 m². Bij nog hogere afvoeren neemt de doorstroomopening lineair toe van 2000 m² tot het maximum van 6000 m².

Stormvloedkeringsalternatief.

Bij het beheer van de Haringvlietsluizen als Stormvloedkering zijn de sluizen het gehele jaar zowel bij eb als bij vloed maximaal geopend (fig. 5.1.2d). De doorstroomopening bedraagt 6000 m².

Hoe de randvoorwaarden van de alternatieven tot uitdrukking komen in het sluisbeheer is vormgegeven in de rechterhelft van de figuren 5.1.2. In de figuur is de simulatie te zien van de sluiting -bij vloed- van de Haringvlietsluizen op basis van 90 jaar Bovenrijnafvoer. Sluitingen ten gevolge van verhoogde opzet op zee zijn hier niet in verwerkt. Bij een hoogwater van 2 m +NAP te Hoek van Holland worden de sluizen gesloten, een situatie die zich gemiddeld 6 keer per jaar voor zal doen. Een dergelijke sluiting is van toepassing op de alternatieven, waarbij de sluizen bij vloed open kunnen zijn. De sluitingsduur zal veelal slechts enkele uren bedragen. Bij het *Nulalternatief* zijn de sluizen bij vloed te allen tijde gesloten. Onder het sluisprogramma volgens het *Gebroken getij*-alternatief zijn de sluizen zeer onregelmatig bij vloed over korte maar ook over lange perioden gesloten. Bij het *Getemd getij*-alternatief komen sluitingen veel minder frequent voor en staan de sluizen over meerdere aaneengesloten jaren open.

5.2 Getij

De getijkarakteristieken voor de verschillende beheersalternatieven zijn berekend met het 1-dimensionale computermodel ZWENDL. Dit model

wordt gebruikt voor de berekening van de waterstanden, debieten, stroomsnelheden en chloridegehalten in het benedenrivierengebied. Voor de achtergronden en bruikbaarheid wordt verwezen naar Bol & Kraak (1997).

De getijkarakteristieken berekend met het model, welke zijn gebruikt voor het bepalen van de ecologische ontwikkelingen in het plangebied staan vermeld in tabel 5.2.1.

De aspecten waarop de vier alternatieven van sluisbeheer ten aanzien van de getijdebeweging zullen worden beoordeeld zijn de volgende:

- gemiddelde getijslag. Deze bepaald de mate waarin het intergetijdengebied in het estuarium hersteld kan worden. Hiervoor wordt de gemiddelde getijslag in het mondinggebied ter hoogte van de Punt van Voorne en die in de Brabantsche Biesbosch als representatief verondersteld.
- estuariumvolumeindex. Dit geeft de relatie weer tussen het getijvolume (de som van eb- enloedvolume) en het volume van het binnengebied. Dit geeft aan in hoeverre de morfologie in evenwicht is met de getijdebeweging.
- frequentie en duur van de sluiting van de sluizen. Dit aspect is van wezenlijk belang voor de kansen van ontwikkeling van de aan het estuarium geassocieerde levensgemeenschappen. Dit is een maat voor de duurzaamheid.

Tabel 5.2.1

Getijdenkarakteristieken volgens ZWENDL gebruikt voor het bepalen van de ecologische ontwikkelingen en voor het beoordelen van de optredende processen onder de vier beheersalternatieven.
HMAX = maximum waterstand,
HMIN = minimum waterstand,
HMID = gemiddelde waterstand,
HSLA = getijslag,
% = overschrijdingswaarde in procenten.

Getijdekenmerk	ZWENDL-waarde	toepassing
EHWS (extreem hoge waterstand)	99% HMAX	vegetatie & ecotopen
GHWS (gemiddelde hoogwater bij springvloed)	95% HMAX	vegetatie & ecotopen
GHW (gemiddeld hoogwater)	50% HMAX	vegetatie & ecotopen
GW (gemiddelde waterstand)	50% HMID	vegetatie & ecotopen
GLW (gemiddeld laagwater)	50% HMIN	vegetatie & ecotopen
ELW (extreem lage waterstand)	1% HMIN	ecotopen
getijslag	50% HSLA	beoordeling
getijvolume		beoordeling
bekkenvolume		beoordeling

Nul-alternatief

In de huidige situatie vormen de Haringvlietsluizen een barrière die het mondingsgebied scheidt van de rest van het bekken. Dat de sluizen een scherpe begrenzing vormen komt duidelijk tot uitdrukking in de waterbewegingen aan beide zijden. Doordat de sluizen gedurende het gehele jaar bij vloed zijn gesloten is er geen directe relatie tussen de waterbeweging in het mondingsgebied en het binnengebied (figuur 5.2.1).

mondingsgebied

De gemiddelde getijslag in het mondingsgebied bedraagt ruim 2 meter, terwijl de middenstand om en nabij NAP ligt. Op de grens met de zee bedraagt de gemiddelde getijslag 2,1 meter en loopt op tot 2,3 meter nabij de sluizen.

binnengebied

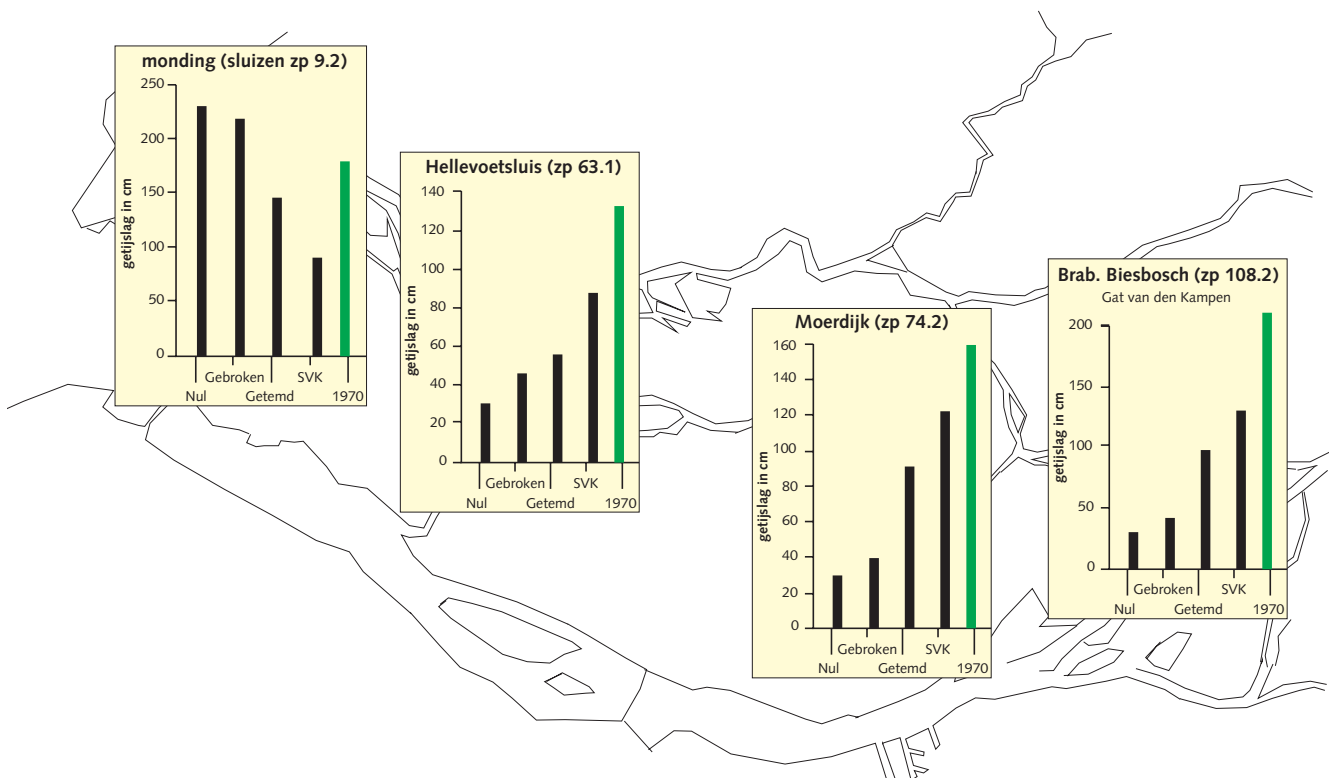
De waterstand in het binnengebied wordt in sterke mate bepaald door het spuieregime van de sluisen. Bij eb wordt water geloosd en daalt de waterstand, terwijl bij vloed de sluisen gesloten zijn en de waterstand stijgt. De waterstand wordt er tevens beïnvloed door de getijdenbeweging op zee die via de Nieuwe Waterweg, de Oude Maas en het Spui het Haringvliet bereikt. De hoeveelheid water die dagelijks in en uit het binnengebied stroomt is gezien de omvang van het bekken gering.

De gemiddelde getijslag (binnengebied minus Sliedrechtsche Biesbosch) bedraagt zo'n 30 cm, maar deze kan bij normale wind en hoge Rijnaafvoer tot ongeveer 1 meter stijgen (Smit, 1991). Bij gemiddelde omstandigheden ligt de middenstand in Haringvliet, Hollandsch Diep, Dordtsche en Brabantsche Biesbosch op ongeveer een halve meter boven NAP. De stroomsnelheden zijn er afhankelijk van de Bovenrijnaafvoer en kunnen oplopen tot 0,5 m/s of meer. Dit doet zich echter niet vaak voor. Het Hollandsch Diep heeft bij lage afvoer het karakter van een zeer langzaam stromende laaglandrivier en het Haringvliet dat van een meer. De estuariumvolume-index is bijzonder laag (0,03 dat is 7% van de referentiewaarde (1969)) en heeft in feite uitsluitend betrekking op de afvoer van rivierwater via de Haringvlietssluisen. Doordat de sluisen jaar rond bij vloed gesloten zijn is er nooit sprake van een eb- en vloedstroom tussen binnengebied en mondingsgebied.

In de Sliedrechtse Biesbosch ligt de situatie anders. De getijgolf bereikt het gebied via de Oude Maas en de Noord. Hierdoor ligt de getijslag hoger dan in de rest van het binnengebied en bedraagt gemiddeld bijna 80 cm.

Figuur 5.2.1

Gemiddelde getijslag op een viertal locaties in 1970 en voor de vier alternatieven.



Gebroken getij

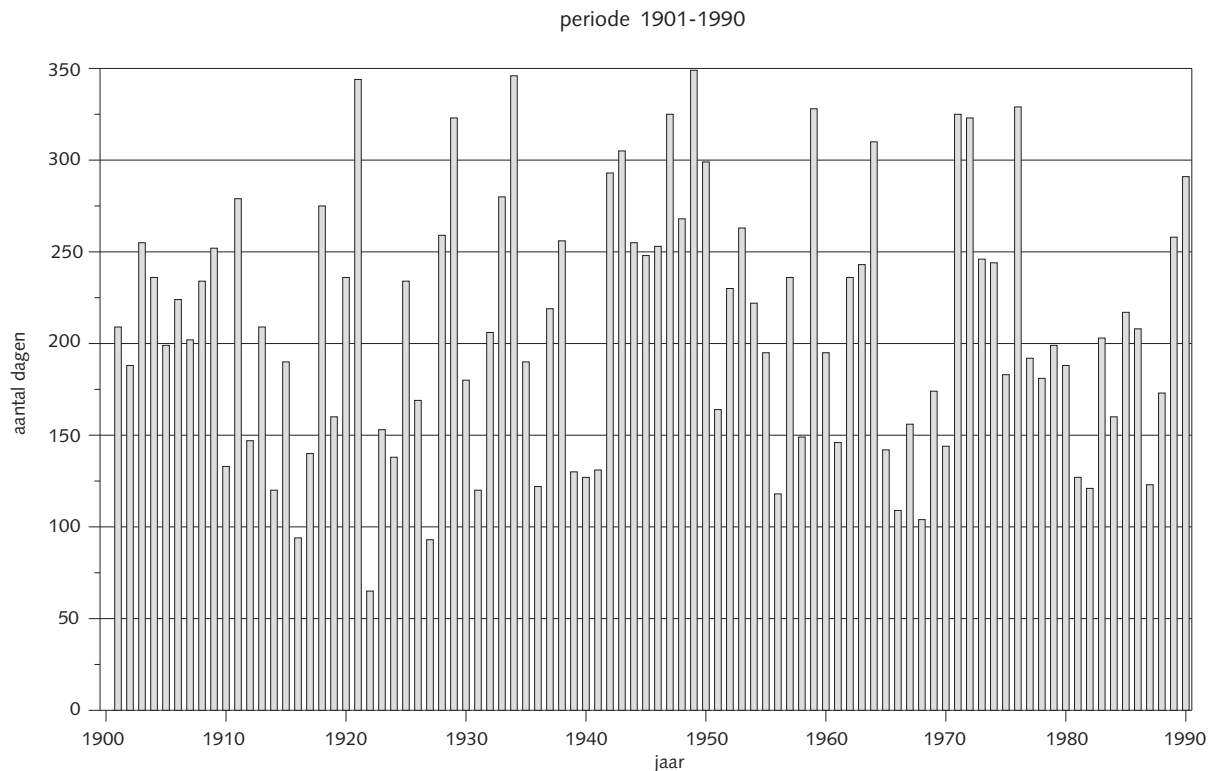
De consequentie van dit sluisbeheer is dat gedurende circa 60% van het jaar de waterbeweging ter beide zijden vergelijkbaar is met de huidige toestand. Duur en frequentie (fig. 5.2.2 en tabel 5.2.1) zijn van dien aard dat de sluizen vaak gesloten zijn in het groeiseizoen, de ecologisch relevante periode. De huidige waterstanden zullen dan ook eerder maatgevend zijn dan de waterstanden bij geopende sluizen.

mondingsgebied

De veranderingen in het mondingsgebied bij dit sluisbeheer zijn voor zowel de gemiddelde getijslag als middenstand minimaal. De gemiddelde getijslag is hier het jaargemiddelde van de getijslagen die op treden in situaties, waarbij de sluizen open, dan wel dicht zijn. Bij open sluizen is de gemiddelde getijslag lager dan in de huidige situatie. De gemiddelde getijslag is gebruikt voor het doorrekenen van de ecologische effecten van dit sluisbeheer.

Figuur 5.2.2

Gefingeerde sluitingsduur (bij vloed)
van de Haringvlietsluizen in dagen
per jaar bij *Gebroken getij*



binnengebied

Afhankelijk van de lokatie bedraagt de toename in de jaargemiddelde getijslag in het binnengebied maximaal 50%. Ook hier geldt dat dit het gemiddelde is van de getijslag bij zowel open als gesloten sluizen. Op het Haringvliet is de toename enkele centimeters tot 0,35 m en in de Brabantse Biesbosch zo'n 33% tot 0,4 m. Bij een sluisopening van 1200 m² bij gemiddelde Bovenrijnafvoer loopt de getijslag in het binnengebied iets op met een maximum in de Brabantse Biesbosch, waar de getijslag zich onder deze omstandigheden iets meer dan verdubbeld (0,7 m).

De stroomsnelheden zullen niet significant afwijken van de huidige situatie met uitzondering in het gebied van de sluizen.

De estuariumvolume-index verdubbeld (0,06) ten opzichte van de huidige situatie, maar blijft desalniettemin laag. Over een smalle range van afvoeren is er sprake van een eb- en vloedstroom tussen binnengebied en mondingsgebied.

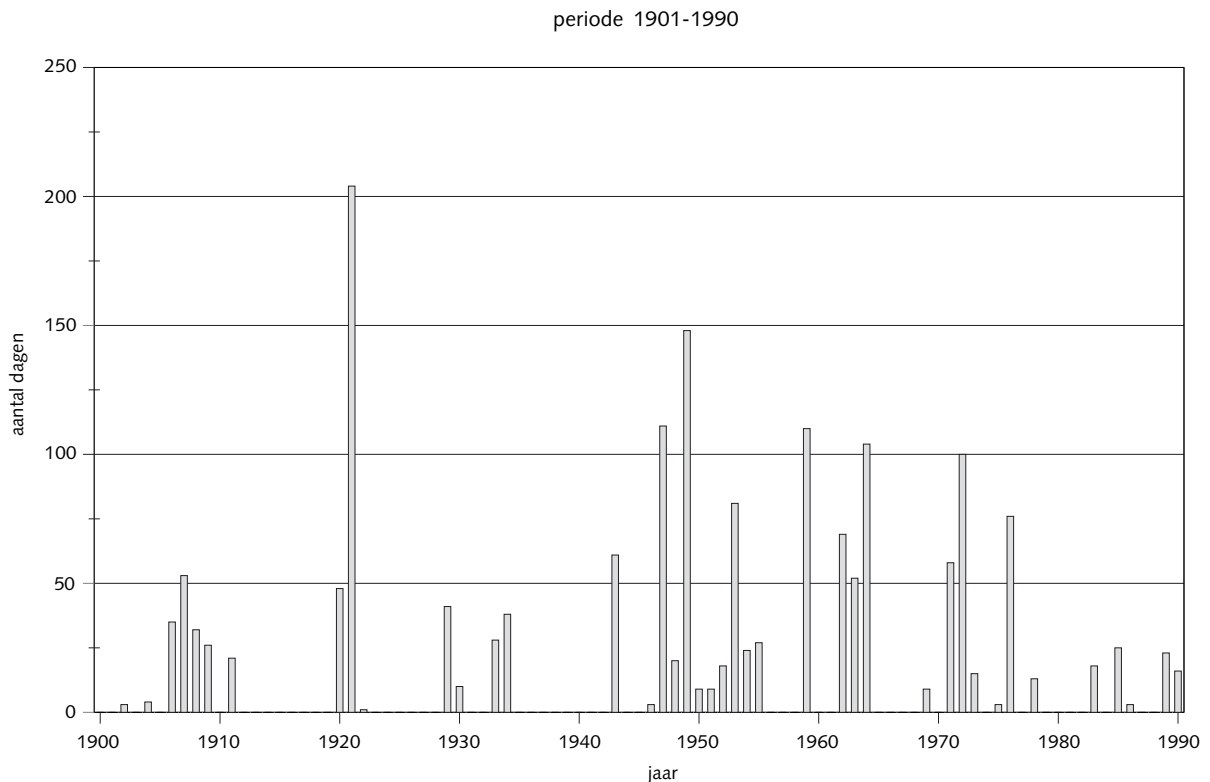
Getemd getij

De consequentie van dit sluisbeheer is dat de sluizen in veelal meerdere aaneengesloten jaren bij eb en bij vloed openstaan. De gemiddelde sluitingsduur bedraagt 20 dagen (fig. 5.2.3) en dit doet zich gemiddeld 1,1 keer per jaar voor. Het merendeel van de sluitingen is in de winterperiode.

mondingsgebied

Bij geopende sluizen zal in het mondingsgebied de middenstand nabij de kust met maximaal 0,15 m worden verhoogd en nabij de overgang met de

Figuur 5.2.3
Gefingeerde sluitingsduur (bij vloed)
van de Haringvlietsluizen in dagen
per jaar bij *Getemd getij*



zee gelijk blijven. De hoogwaterstanden dalen vanaf de zee richting de Haringvlietsluizen van 0 m tot 0,3 m. De laagwaterstanden stijgen over hetzelfde traject met 0 tot 0,5 m ter hoogte van de Haringvlietsluizen. De jaargemiddelde getijslag in het mondingsgebied neemt ter hoogte van de Punt van Voorne af met 0,45 m tot 1,8 m. Deze verlaging is een gevolg van het feit dat door de geopende sluizen de getijgolf het Haringvliet-bekken binnen kan dringen. De afname van de getijslag is gerelateerd aan de toename van de doorstroomopening van de sluizen.

binnengebied

In het binnengebied zal de middenstand bij de sluizen met ongeveer 2 decimeter dalen. Gaande in de richting van de Biesbosch wordt deze daling minder. De getijslag neemt ten opzichte van de huidige situatie toe met circa 80% tot 0,5 m bij de sluizen en met circa. 200% in de Brabantse Biesbosch tot 1,0 m.

De estuariumvolume-index neemt toe met een factor 8 ten opzichte van de huidige situatie tot 0,23. Dit is ca. 50% van de referentiewaarde.

De middenstand in de Sliedrechtsche Biesbosch daalt bij dit beheer af met zo'n 0,1 m. De gemiddelde getijslag neemt er met 50% toe tot 1,1 m.

Stormvloedkeringsalternatief

Bij het beheer van de Haringvlietsluizen volgens het Stormvloedkeringsalternatief zijn de sluizen jaarrond bij eb en bij vloed geopend. Alleen bij de voornoemde verhoging van de waterstand bij Hoek van Holland gaan de sluizen bij vloed dicht.

mondingsgebied

Tengevolge van dit beheer zal in het mondingsgebied de middenstand nabij de overgang met de zee gelijk blijven, maar bij de sluizen stijgen tot 0,3m + NAP. De getijslag daalt fors en zal ter hoogte van de Punt van Voorne nog maar 1,55 m bedragen. Een gevolg van het feit dat de getijgolf zich via de sluizen het Haringvlietbekken in kan begeven.

binnengebied

In het binnengebied zal de middenstand bij de sluizen met 0,2 m dalen. Gaande in de richting van de Biesbosch neemt deze daling af. De gemiddelde getijslag neemt t.o.v. de huidige situatie rond de Spuimondding toe met circa. 200% tot 0,90 m en in de Brabantse Biesbosch met circa. 300% tot 1,3 m.

De estuariumvolume-index neemt onder dit beheer toe met een factor 11 tot 0,33. Dit is 72% van de referentiewaarde.

In de Sliedrechtsche Biesbosch wordt de getijslag met ruim 80% verhoogd tot 1,4 m.

Conclusie

De alternatieven rangschikkend naar toenemende mate van de getijdebeveging in het binnengebied geeft het volgende beeld.

Nul-alternatief

Het huidige sluisbeheer veroorzaakt een onnatuurlijke situatie in de verticale waterbeweving welke door sturing binnen beperkte grenzen wordt gehouden. Voor de stroming geldt hetzelfde. Een deel van de tijd is er stagnantie, terwijl er tijdens het overige deel tengevolge van de rivierafvoer sprake is van afwisselende stroomsnelheden. De stroomrichting is immer zeewaarts gericht. Bij vloed zijn de sluizen altijd gesloten.

Gebroken getij

Een sluisbeheer waarbij onder bepaalde voorwaarden bij vloed de sluizen worden geopend geeft geen significante verandering van de getijdenbeweving t.o.v. de huidige situatie. Het aantal dagen dat de sluizen per jaar tenminste bij vloed gesloten zullen zijn is groot (60% van de tijd) en per jaar zeer afwijkend. In sommige jaren gaan de sluizen bij vloed vrijwel in het geheel niet open. Daarnaast brengt dit alternatief een grote mate van discontinuïteit in de horizontale waterbeweving met zich mee veroorzaakt door het veelvuldig gesloten zijn van de sluizen.

Tabel 5.2.2

Effecten van de beheeralternatieven op de getijdenbeweging en continuïteit hiervan in het plangebied.

Alternatief	Nul	Gebroken getij	Getemd getij	Stormvloed
gemiddelde getijslag in m mondingsgebied → Gem. laag water (NAP)	2,25 -0,85	2,15 -0,8	1,80 -0,5	1,55 -0,45
gemiddelde getijslag in m Haringvliet → Gem. laag water (NAP)	0,3 0,4	0,35 0,3	0,65 -0,05	0,9 -0,15
gemiddelde getijslag in m Brabantse Biesbosch → Gem. laag water (NAP)	0,3 0,35	0,4 0,30	1,0 -0,10	1,3 -0,25
getijvolume in m ³ .10 ⁶	29	62	226	323
Estuariumvolume-index	0,03	0,06	0,23	0,33
aantal dagen vloedsluiting* per jaar (met standaardafwijking σ)	365	209 (± 69)	20 (± 36)	0
sluitfrequentie keer/jaar bij vloed*	365	9,3	1,1	0
sluitingsduur in dagen* (met σ)	365	23 (± 37)	18 (± 23)	0

Getemd getij

Dit alternatief benadert een natuurlijke toestand, waarbij gedurende veelal meerdere aaneengesloten jaren de sluizen zowel bij eb als bij vloed geopend zijn. De waterbeweging in zowel horizontale als verticale richting vertoont een natuurlijk karakter. Deze toestand kan, veelal in de winterperiode, voor kortere of langere tijd worden onderbroken. De getijslag (in het binnengebied) is vergeleken met de historische situatie beperkt. Dit geldt ook voor het getijvolume dit wordt vergeleken met de omvang van het estuarium.

Stormvloedkeringsalternatief

Het *Stormvloedkerings*alternatief komt dicht in de buurt van een natuurlijke situatie. Slechts 6 maal per jaar worden de sluizen bij stormvloed gesloten en dan slechts voor enkele uren. Perioden met een langere sluitingsduur komen niet voor. Zowel de horizontale als verticale waterbeweging vertonen afgezien van een kleine storing, een natuurlijk karakter. De getijslag (in het binnengebied) is aanzienlijk groter dan bij het vorige alternatief. Dit geldt tevens voor het getijvolume. Blijft echter dat ook bij dit alternatief de verhouding van het getijvolume tot de omvang van het estuarium nog relatief beperkt is.

De **jaargemiddelde getijslag** en het **aantal dagen vloedsluiting** per jaar, worden als voldoende representatief beschouwd voor de effecten van de verschillende alternatieven op de getijdewerking en opgenomen in de eindbeoordeling (hoofdstuk 9).

5.3 Zout en zuurstofloosheid

Het weer toelaten van het getij in het binnengebied leidt tot de vooronderstelling dat daarmee de zoet/zoutgradiënt wordt hersteld. Tevens zal met een toename van de sluisopening bij vloed zoutwater verder het binnengebied binnendringen. Permanente opening leidt tot een permanente zoutgradiënt.

* Als gevolg van lage Rijnafvoeren

Bij het huidig beheer van de Haringvlietsluizen wordt de overgang van zout naar zoet bepaald door de ligging van de sluizen. Aan de binnenzijde op het Haringvliet is het permanent zoet en aan de buitenkant is sprake van wisselende omstandigheden afhankelijk van de zoetwaterafvoer door de sluizen. Alleen bij hoge afvoeren is sprake van een natuurlijke gradiënt in het mondingsgebied van het Haringvliet. De zoutgradiënt ligt dan als het ware buiten de invloedszone van de sluizen.

Tabel 5.3.1
Beknopt Venetiaans systeem voor de classificatie van brakke wateren.

Zone	Saliniteit in g Cl ⁻ /l
limnetisch of zoet	<0,3
oligohalien of zwak brak	0,3 - 3,0
mesohalien of brak	3,0 - 10,0
polyhalien of sterk brak	10,0 - 17,0
euhalien of zout	>17,0

De effecten van een ander beheer van de Haringvlietsluizen op de zoutindringing zijn berekend met het driedimensionale model RIJMAMO 3D. Voor meer detaillering wordt verwezen naar het Deelrapport Water- en Zoutbeweging (Bol & Kraak, 1997).

Er zijn met RIJMAMO 3D drie situaties doorgerekend:

- grote zoutindringing lage Bovenrijnafvoer
(circa 1000 m³/s) en hoge zeewaterstand
- gemiddelde zoutindringing gemiddelde Bovenrijnafvoer
(circa 2200 m³/s)
- geringe zoutindringing hoge Bovenrijnafvoer
(circa 4500 m³/s)

Voor de indeling in zoet, brak en zout is het Venetiaans systeem gehanteerd (Venice System, 1959). Dit is beknopt weergegeven in tabel 5.3.1.

De alternatieven zullen met betrekking tot de zoutbeweging worden beoordeeld op:

- lengte zoutgradiënt. De minimale en maximale lengte is een maat voor het herstel van het estuariene karakter. De lengte is bepaald door een middeling van de zoutconcentraties bij eb- en bij vloed van de onderste waterlaag. De 0,3 g Cl⁻/l en 17,0 g Cl⁻/l isohalines zijn hierbij als grenzen gehanteerd.
- maximale zoutindringing in km. De maximale zoutindringing in het binnengebied is een maat voor het herstel van het estuariene karakter. Hiervoor wordt de 0,3 g Cl⁻/l isohaline van de onderste waterlaag representatief geacht.
- kans op zuurstofloosheid. Dit is een maat voor het risico voor de natuur dat een ander beheer met zich meebrengt. De kans op zuurstofloosheid is aanwezig als gedurende minimaal een maand in het Haringvliet sprake is van stagnante zoutstratificatie in combinatie met stabiel en warm zomerweer.

Nulalternatief **mondingsgebied**

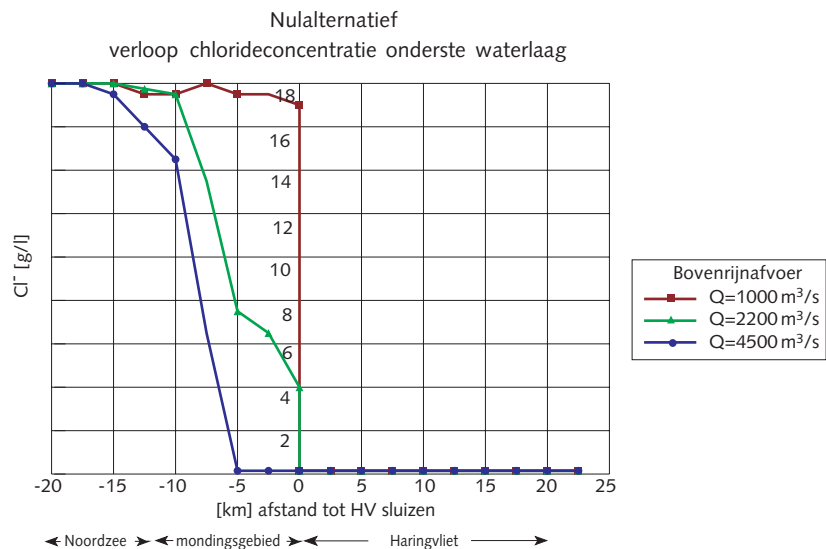
Bij lage afvoeren tot circa 2000 m³/s is er van een zoet/zoutgradiënt in de monding geen sprake. Het gehele gebied wordt in een dergelijke situatie tot het euhalinium (zoute zone) gerekend. Een dergelijke situatie doet zich op jaarbasis gedurende ongeveer 50% van de tijd voor.

Onder gemiddelde omstandigheden, d.w.z. bij een Bovenrijnafvoer van circa 2200 m³/s, is er zowel bij eb als bij vloed een zoet/zoutgradiënt aanwezig. Het gebied tussen de sluizen en de lijn Slufter/Kop van Goeree varieert in saliniteit van zwak brak tot sterk brak, met de hoogste saliniteit bij vloed.

Bij hoge afvoeren, d.w.z. bij een Bovenrijnafvoer van circa 4500 m³/s, is bovengenoemd gebied bij eb volledig zoet. Bij vloed wordt het zoete water tot ongeveer halverwege teruggedrongen en is er over een relatief korte afstand een overgang van zoet naar zout.

De minimale zoet/zoutgradiënt bedraagt 0 km en de maximale 10 km en beperkt zich uitsluitend tot de monding en een deel van de Noordzee. Zie figuur 5.3.1.

.....
Figuur 5.3.1
Zoutgradiënt onderste waterlaag bij
het nul-alternatief



binnengebied

Onder alle omstandigheden is bij het huidige beheer van de Haringvliet-sluizen het binnengebied zoet. Derhalve is de maximale zoutindringing 0 km. De kans op zuurstofloosheid is nihil.

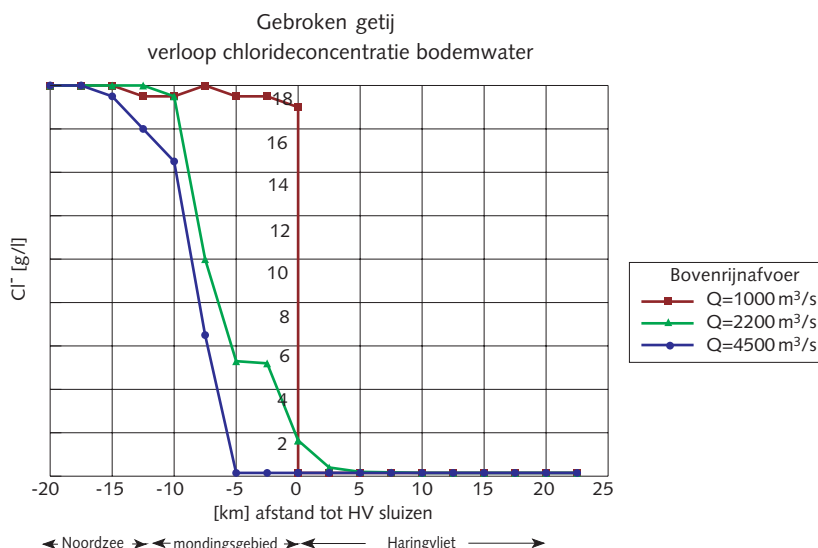
Gebroken getij **mondingsgebied**

Tot een Bovenrijnafvoer van 2000 m³/s is de situatie in de monding met betrekking tot de saliniteit identiek met het *Nul-alternatief*.

In de range van 2000 m³/s tot 3750 m³/s zijn de sluizen bij vloed geopend. Onder gemiddelde omstandigheden, d.w.z. bij een Bovenrijnafvoer van circa 2200 m³/s, dringt zwak brak water vanuit de monding het binnengebied binnen. Zowel bij eb als bij vloed is bij deze afvoer het mondingsgebied wat zoeter dan bij het *Nul-alternatief*.

Boven 3750 m³/s is de situatie identiek met die onder het *Nul-alternatief*. De minimale zoet/zoutgradiënt bedraagt 0 km en de maximale 13 km. Zie figuur 5.3.2.

Figuur 5.3.2
Zoutgradiënt onderste waterlaag bij
het Gebroken getij alternatief



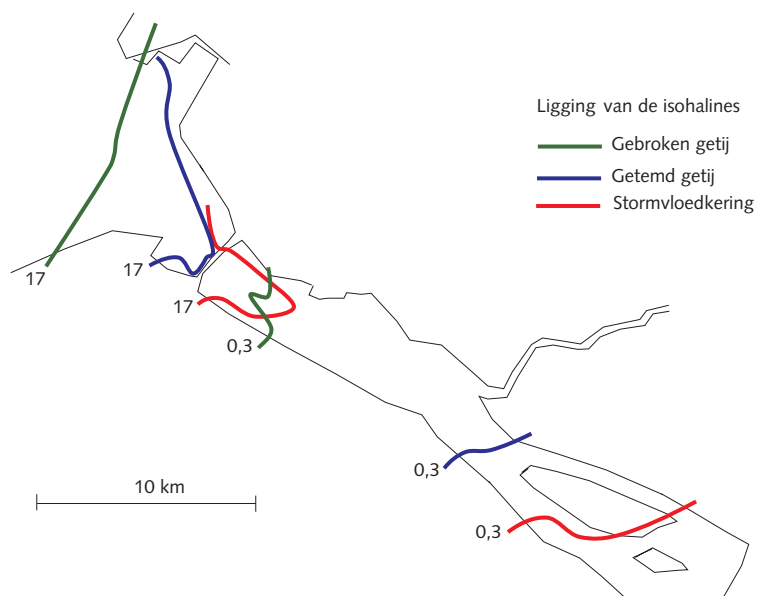
binnengebied

Binnen de range waarbij de sluizen bij vloed geopend zijn kan zwak brak water het binnengebied binnendringen. Onder gemiddelde omstandigheden ontstaat er in westelijk deel van het Haringvliet alleen bij vloed een zwak brakke situatie. Het oppervlak waarover dit zich uitstrekt neemt naarmate de afvoer toeneemt af richting het oosten.

Bij getijcyclus geopende sluizen is er een daadwerkelijke zoet/zoutgradiënt die zich uitstrekt van het binnengebied richting zee. De maximale zoutindringing (0,3 g Cl^-/l isohaline) vanuit de monding strekt zich ongeveer uit tot aan Quackgors, vanaf de sluizen een afstand van 5 km (fig. 5.3.3). Sluiting van de sluizen waarbij zwak brak water achterblijft, kan leiden tot stratificatie met onder bepaalde omstandigheden het risico van zuurstofloosheid van het bodemwater over een oppervlakte van 1200 ha. De kans dat dit zich voordoet wordt geschat op 1 keer per 7 jaar.

Figuur 5.3.3
Isohalines bij maximale zoutindringing,
bepaald met het RIJMAMO 3D model

Maximale zoutindringing (bodemwater) in Cl^- gr/l



Getemd getij mondingsgebied

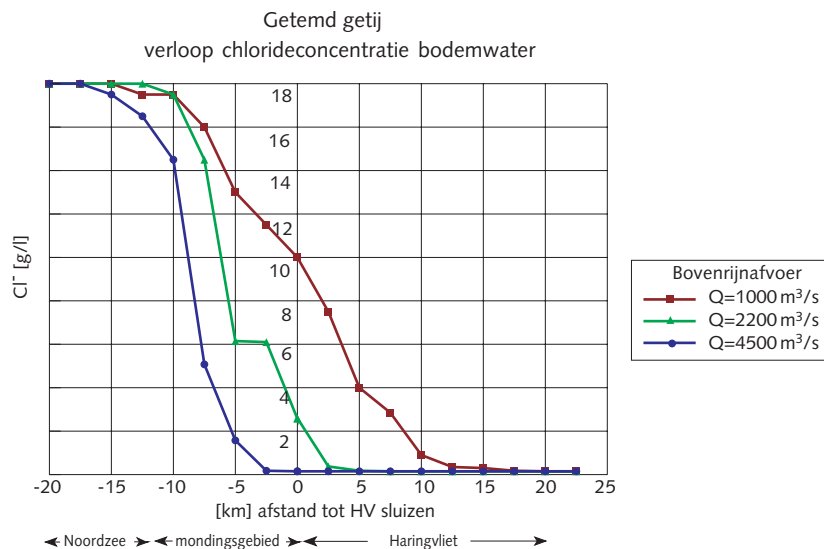
Beneden een afvoer van 1000 m³/s is het mondingsgebied volledig zout. Bij een afvoer van circa 1000 m³/s is er bij eb een gradiënt die loopt van brak ter hoogte van de sluizen tot zout even voorbij de lijn Slufter/Kop van Goeree. Bij dezelfde afvoer is het gehele gebied bij vloed nagenoeg als zout aan te duiden.

Onder gemiddelde omstandigheden, d.w.z. bij een Bovenrijnafvoer van circa 2200 m³/s, ligt de zoet/zoutgradiënt vrijwel geheel in het mondingsgebied. Alleen bij vloed is er een zwak brakke zone die vanuit de monding tot ongeveer Quackgors het binnengebied insteekt.

Bij hoge afvoeren, d.w.z. bij een Bovenrijnafvoer van circa 4500 m³/s is het gebied tussen de sluizen en de lijn Slufter/Kop van Goeree volledig zoet, terwijl bij vloed er een verloop is van zoet tot en met brak.

De minimale zoutgradiënt bedraagt 11 en de maximale 26 kilometer. Zie figuur 5.3.4. Gemiddeld 18 dagen per jaar kan de zoutgradiënt afwezig zijn.

Figuur 5.3.4
Zoutgradiënt onderste waterlaag
bij het alternatief Getemd getij



binnengebied

Bij een Bovenrijnafvoer van 1000 m³/s kan er een zoet/zoutgradiënt in het binnengebied ontstaan die loopt vanaf de 0,3 g Cl⁻/l isohaline even ten westen van het eiland Tiengemeten. De maximale zoutindringing bedraagt vanaf de sluizen 16,5 km (fig. 5.3.3). Naarmate de afvoer toeneemt verplaatst de 0,3 g Cl⁻/l isohaline zich meer naar het westen. Onder gemiddelde omstandigheden is alleen nog het westelijk deel van het Haringvliet nabij de sluizen zwak brak tot brak. Bij hoge afvoeren is het gehele binnengebied zoet.

De kans op zuurstofloosheid in het westen van het Haringvliet is aanzienlijk geringer dan onder het *Gebroken getij*-alternatief en wordt geschat op 1 keer per 100 jaar.

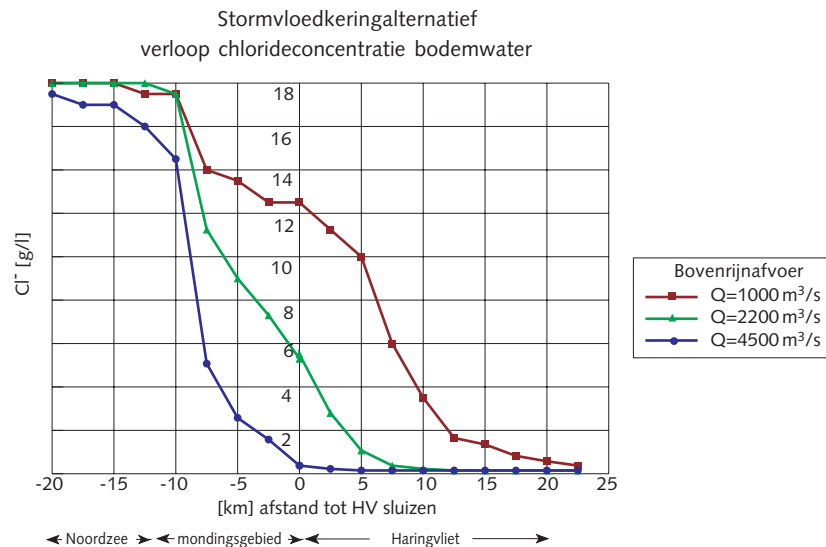
Stormvloedkering mondingsgebied

Onder het beheer van de Haringvlietsluizen volgens het *Stormvloedkerings*alternatief zijn de sluizen permanent en maximaal geopend. Dit brengt met zich mee dat het getijvolume onder dit alternatief het grootst is.

Een gevolg is, dat vergeleken met het *Getemd getij* in zowel de eb- als vloedsituatie bij lage en gemiddelde afvoer, er sprake is van een hogere saliniteit. Bij hoge afvoeren is de saliniteitstoestand vergelijkbaar met het Getemd getij-alternatief.

Bij lage afvoer, d.w.z. bij een Bovenrijnafvoer van circa 1000 m³/s is het gebied tussen de sluizen en de lijn Slufter/Kop van Goeree bij eb brak en bij vloed volledig zout. Bij gemiddelde afvoer is er een gradiënt van zwak brak bij de sluizen tot sterk brak bij de lijn Slufter/Kop van Goeree. De minimale zoutgradiënt bedraagt 18 km en de maximale 35 km. Zie figuur 5.3.5.

Figuur 5.3.5
Zoutgradient onderste waterlaag bij het alternatief Stormvloedkering



binnengebied

Bij lage Bovenrijnafvoer (1000 m³/s) ligt de 0,3 g Cl⁻/l isohaline bij vloed ongeveer halverwege het eiland Tiengemeten. Vanaf dit punt tot aan de sluizen wordt dan het gehele traject van zoet naar zout doorlopen.

Buitendijks grasgors
Getijdynamiek bij springvloed



De maximale zoutindringing bedraagt 23 km (fig. 5.3.3). Bij eb verschuift de 0,3 g Cl⁻/l isohaline naar ongeveer de Beninger Slikken en verloopt de zoet/zoutgradiënt richting de sluizen van zwak brak tot brak.

Onder gemiddelde omstandigheden, d.w.z. bij een Bovenrijnafvoer van circa 2200 m³/s, ligt de 0,3 g Cl⁻/l isohaline bij vloed net ten westen van Slijkplaat. De zoet/zoutgradiënt verloopt van zwak brak tot brak richting de sluizen. Onder dezelfde afvoer bij eb zijn alleen in het gebied nabij de sluizen enkele diepere delen zwak brak.

Bij hoge afvoeren, d.w.z. bij een Bovenrijnafvoer van circa 4500 m³/s valt alleen het gebied nabij de sluizen bij vloed als zwak brak aan te merken. Onder dit beheer kan slechts gedurende enkele stormsluitingen (gedurende enkele uren) zoet/zoutstratificatie optreden. De kans op zuurstofloosheid is nihil.

Conclusie

Voor wat betreft de zoutindringing en de minimale en maximale lengte van de zoutgradiënt scoren de alternatieven in volgorde van hoog naar laag *Stormvloedkering*, *Getemd getij*, *Gebroken getij* en *Nul*. Wordt echter de kans op zuurstofloosheid bij de beoordeling betrokken dan scoort het *Nul-alternatief* beter dan het *Gebroken getij*.

De beoordelingsaspecten zijn samengevat in tabel 5.3.2. De lengte van de zoutgradiënt en de kans op zuurstofloosheid worden als representatief gezien en opgenomen in de eindbeoordeling van de alternatieven.

Tabel 5.3.2

Effecten van een ander beheer van de Haringvlietssluizen op de lengte van de zoutgradiënt, de zoutindringing en de kans op zuurstofloosheid.

Beoordelingsaspect	Nul	Gebroken getij	Getemd getij	Stormvloedkering
min./max. lengte van de zoutgradiënt in km	0 - 10	0 - 13	11 - 26	18 - 35
max. zoutindringing in km	0	5	16,5	23
kans op zuurstofloosheid keer per n-jaar	0	1/7	1/100	0

5.4 Morfologie

Het weer toelaten van het getij in het binnengebied leidt tot de vooronderstelling dat hiermee ook de estuariene morfologische processen in het mondings- en het binnengebied worden hersteld. Dit kan leiden tot afname van de oevererosie en het herstel van de geleidelijke overgang van water naar land in het binnengebied en de vergroting van de morfodynamiek in het mondingsgebied.

Voor de inschatting van de effecten van een ander beheer van de Haringvlietssluizen op de morfodynamiek is voor het binnengebied gebruik gemaakt van de modellen REGMOD/RAMING en ZWENDL-DELWAQ.

Voor meer detaillering wordt verwezen naar het deelrapport "Morfologie en kwaliteit binnengebied" (Van Wijngaarden & Ludikhuizen, 1997). Voor de mogelijke effecten in het mondingsgebied zijn (empirische) evenwichtsrelaties en modelberekeningen gebruikt. Meer details zijn te vinden in het deelrapport "Morfologie Monding Haringvliet" (van Vessem, 1997).

De ruimtelijke patronen (ecotopen) zullen worden besproken in hoofdstuk 6. De alternatieven zullen met betrekking tot de morfologie worden beoordeeld op:

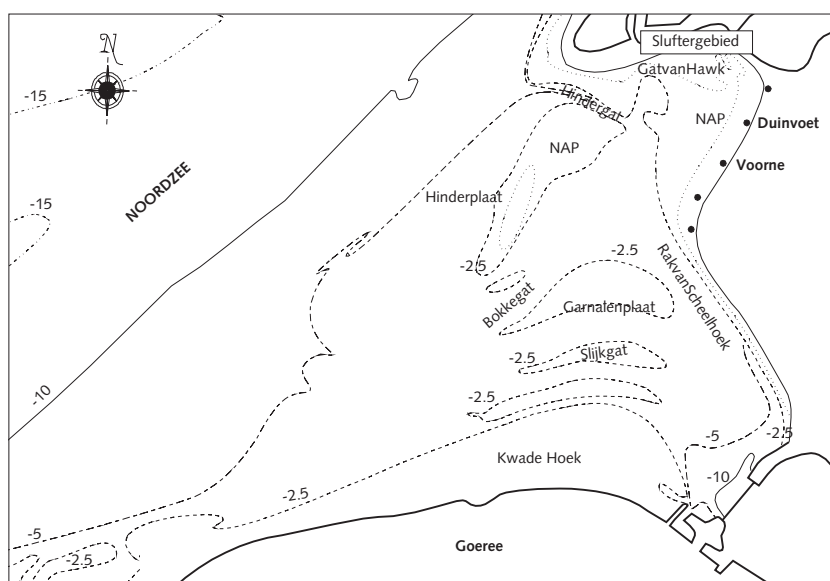
- mate van de morfodynamiek. Hoe dichter bij de oorspronkelijke situatie hoe groter het herstel van de estuariene waarden.

- vermindering van de oevererosie en het herstel van de geleidelijke overgang van water naar land. Dit is een maat voor het herstel van de estuariene morfologie.
- transport van sediment in en uit het binnengebied. Dit is een maat voor het herstel van de estuariene morfodynamiek (een natuurlijk systeem zonder barrière tussen buitendelta en het achterliggende kombergingsgebied; vrije uitwisseling van water en sediment).

Nulalternatief **mondingsgebied**

Het in gebruik nemen van de sluizen heeft de waterbeweging in het mondingsgebied (fig. 5.4.1) van het Haringvliet (en ook in de rest van de Voordelta) ingrijpend veranderd. De aanvoer van sediment vanuit het bekken werd plotseling sterk gereduceerd. Het gevolg, een herverdeling van het sediment, zet zich heden ten dage nog voort (Postma, et al., 1990). Dit uit zich onder andere door een landwaartse verplaatsing van de Hinderplaat met zo'n 100m/jaar (fig. 5.4.2), de groei van het na de afsluiting ontstane plaatgebied ten westen van de Brielse Gatdam met circa. 5 tot 10m/jaar en de opvulling van het Rak van Scheelhoek. Het meest tot de verbeelding sprekend is de aangroei van Kwade Hoek met circa 7 hectare per jaar in noordelijke richting (Snijders, 1995). Deze sedimentatieve trend gaat de komende decennia door.

Figuur 5.4.1
Overzicht van het mondingsgebied van het Haringvliet



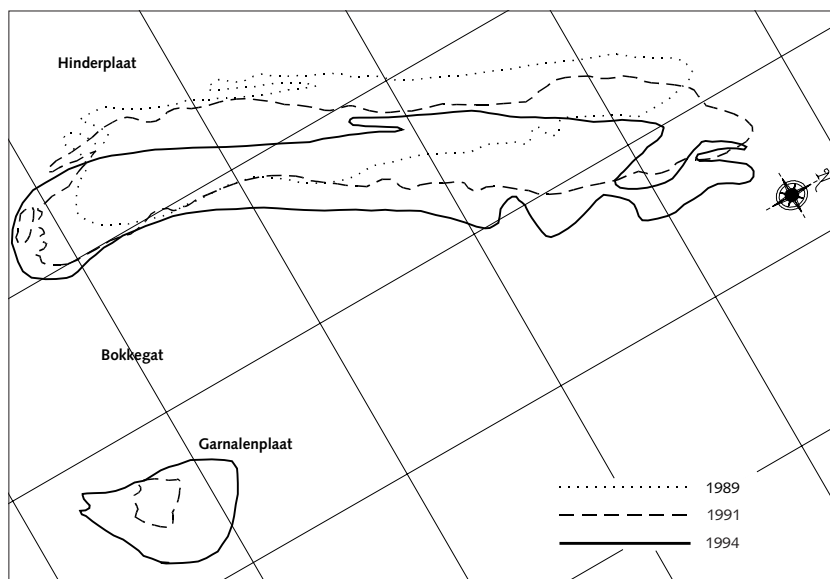
Doordat de Hinderplaat zich meer en meer naar de kust verplaatst neemt de oppervlakte van het tussenliggende gebied steeds verder af. Tevens loopt door de verminderende getijstrooming en golfinvloed de morfodynamiek in het gebied steeds meer terug. Extreem hoge rivierafvoeren gaan meer en meer hun stempel zetten op de morfologische ontwikkeling van het gebied.

binnengebied

Met de reductie van de getijslag en de stroomsnelheden in het binnengebied veranderde het van een systeem waarbij sedimentatie en erosie in dynamisch evenwicht waren in een sedimentatief systeem. De aanvoer

Figuur 5.4.2

Morfologische ontwikkeling van de Hinderplaat en de Garnalenplaat



van sedimenten vindt alleen nog plaats via de rivieren. Het sedimentatiefront lag direct na de afsluiting aan het begin van het Hollandsch Diep. Hier zette zich voornamelijk zand en grof slib af, terwijl het fijnere slib naar het westen van het Hollandsch Diep en het Haringvliet werd getransporteerd. Na het ontstaan van een evenwichtsituatie aan het begin van het Hollandsch Diep schoof het front naar het westen. In de huidige situatie ligt het bij de Moerdijkbrug. De voormalige geulen van het Hollandsch Diep zijn nu gevuld met dikke pakketten slib. In het Haringvliet wordt de zeer fijne slibfractie aangevoerd, die slechts langzaam sedimenteert. De slibpakketten in de geulen zijn daardoor aanzienlijk dunner dan in het Hollandsch Diep. Erosie treedt alleen op bij hoge rivierafvoeren en wel bij het Vuile Gat en ten noorden van de Ventjagersplaten. De initiële erosie van de oevers ten gevolge van de geconcentreerde golfaanval is tot staan gebracht door de aanleg van vooroeververdedigingen. Hierachter heeft enige aangroei met slibbig materiaal plaatsgevonden.

Gevolgen van oevererosie



De verwachting is dat op de lange termijn (25 jaar) door het streven naar evenwicht in het systeem er een verdere opvulling plaats zal vinden van de diepere delen. Hierdoor ontstaat er een afname van de nettosedimentatie en een verschuiving van het sedimentatiefront verder naar het westen tot voorbij de Sassenplaat. De opvulling van het Haringvliet zal zeer traag verlopen, waardoor het niveau van de bodem ook op de lange termijn slechts weinig van de situatie van 1970 zal verschillen. Morfologisch treedt hier nauwelijks verandering op.

Gaande van de Biesbosch gaat de bodem van een slibbig substraat over in een meer zandig substraat in het Haringvliet. Onder het huidige beheer zal hierin ook op de lange termijn weinig in veranderen.

Ten aanzien van de oevers valt nog niet te voorspellen wat op termijn de mogelijke samenstelling is. Het gebied achter de vooroeververdedigingen zal verder aanslibben.

Gebroken getij

mondingsgebied

Dit alternatief zal vergelijkbare ontwikkelingen tot gevolg hebben als het Nul-alternatief. De snelheid van de sedimentatie neemt mogelijk wel af.

binnengebied

Dit alternatief zal geen wijzigingen van betekenis in de huidige ontwikkelingen tot gevolg hebben.

Getemd getij

mondingsgebied

Onder dit alternatief nemen getijstroming en golfinvloed toe. Dit betekent een vergroting van de morfodynamische processen, die tot uitdrukking komt in een versterking van de erosieprocessen. Hierdoor worden de stroomgeulen verwijd en kan het oppervlak van zandplaten, strand en slikken lokaal wat afnemen. De morfologie van het mondingsgebied zal onder dit alternatief naar verwachting in grote lijnen overeenkomen met de huidige morfologie van het mondingsgebied.

De invloed van extreem hoge rivierafvoeren op de morfologische ontwikkeling neemt onder dit alternatief af.

De Haringvlietsluizen blijven echter (met name door de drempel) een barrière vormen, waardoor het transport van sediment in en uit het bekken beperkt zal blijven tot de kleinere fracties, slib en zeer fijn zand.

binnengebied

Lokaal kan tengevolge van hogere getijsnelheden enige erosie in de diepere delen optreden. Deze vindt voornamelijk plaats in het Haringvliet en betreft minimale hoeveelheden.

De toename in getijslag zal de geconcentreerde aanval op de oevers doen afnemen, waardoor mogelijk de geleidelijke overgang van water naar land hersteld kan worden. Omtrent dit laatste bestaat echter geen zekerheid.

De samenstelling van de toplaag van de bodem zal zowel op de korte als de lange termijn niet of nauwelijks veranderen. Ook onder dit beheer wijzigt de morfologie van het Haringvliet zich op de lange termijn niet of nauwelijks. Door de hogere stroomsnelheden op het Hollandsch Diep neemt hier de sedimentatie af. In de Biesbosch daarentegen zal lokaal een lichte toename in sedimentatie plaatsvinden tengevolge van een iets hoger aanbod van sediment en nagenoeg gelijkblijvende stroomsnelheden.

Stormvloedkering

mondingsgebied

Onder dit alternatief zijn de processen die in gang worden gezet vergelijkbaar met, doch sterker dan die bij het *Getemd getij*-alternatief. Grotere getijvolumina zullen dagelijks via de monding het binnengebied in en uit bewegen. Door het herstel van de dynamiek kan zo'n 400 ha aan intergetijdegebied verloren gaan, vooral bij de Kwade Hoek. De Hinderplaat zal kleiner en lager worden en naar het westen opschuiven. De invloed van de zee ("salt spray") op de Duinen van Voorne kan daardoor toenemen. De gradiënt in de overgang tussen water en land wordt steiler dan bij het *Getemd getij*.

binnengebied

De hogere stroomsnelheden die tengevolge van de grotere getijslag optreden zullen het sediment langer in suspensie houden. Hierdoor komt het verder westwaarts van het instroompunt tot bezinking.

Door de hoge eb- en vloednelheden is de kans op erosie op vele plaatsen aanwezig. Dit geldt voor de diepere delen (> 7m) van het Haringvliet. Bij eb bestaat de mogelijkheid dat slib naar zee wordt getransporteerd. Bij het achterwege laten van de sanering van de bodem zou dit betekenen dat er vervuild slib in het mondingsgebied terecht kan komen. De mate van erosie kan echter niet worden berekend.

De evenwichtsituatie op de aansluitende riviertakken Dordtsche Kil en Spui zal omslaan naar een netto sedimentatie.

Het overgrote deel van het sediment in het bekken zal worden aangevoerd door de rivieren. De drempel met een hoogte van 8 meter boven de bodem zal alleen het transport van fijn zand door de zee toelaten. Dit zal echter alleen plaatsvinden bij een sedimentoverschot in het mondingsgebied. De sedimentsamenstelling van de bodem wijzigt op de korte termijn niet tot nauwelijks. Op de lange termijn zal in het oostelijk deel van het Hollandsch Diep in de diepere geulen de toplaag iets grover worden.

De morfologische veranderingen zullen ook onder dit beheer minimaal zijn, vergelijkbaar met het *Getemd getij* doch iets sterker. De kans op het herstel van de geleidelijke overgangen van water en land is onder dit alternatief groter dan bij het *Getemd getij*-alternatief.

Tabel 5.4.1

Morfodynamische ontwikkelingen onder de vier alternatieven voor het beheer van de Haringvlietssluisen.

0 = geen verschil,
± = lichte verbetering,
+ = verbetering,
++ = sterke verbetering.

	Nul	Gebroken getij	Getemd getij	Stormvloedkering
toename in morfodynamiek		0	+	++
kans op geleidelijke overgangen tussen water en land in het binnengebied	0	0	±	+
transport van sediment in en uit het binnengebied	0	0	±	±

Conclusie

De morfodynamische processen (stroming en golfslag) hangen nauw samen met de mate waarin het getij weer terug kan keren in het binnengebied. Met andere woorden hoe verder de sluizen worden geopend hoe meer de estuariene waarden op dit punt worden hersteld. De mate van herstel van de morfodynamiek is het sterkst in het mondingsgebied. In het binnengebied blijft deze beperkt door het geringe getijvolume en de omvang van de geulen. Toch is zowel in het mondingsgebied en als in het

binnengebied het herstel op dit punt het sterkst bij het *Stormvloedkerings*-alternatief op de voet gevolgd door het *Getemd getij*. Onder het *Nul-alternatief* en het *Gebroken getij* is er geen verandering.

De kans op afname van de oevererosie en het herstel van de geleidelijke overgangen van water naar land in het binnengebied neemt toe bij het *Getemd getij* en is nog groter bij het *Stormvloedkerings*alternatief. De afname van de gradiënt in de geleidelijke overgang van water naar land in het mondingsgebied daarentegen is het logische gevolg van de toename in morfodynamiek.

Transport van sediment is niet onderscheidend voor de 4 alternatieven. Dit komt met name door gebrek aan (grof)zand (bodem)transport, dat juist van belang is voor de opbouw van plaat-geulsystemen.

Bovenstaande maakt dat de alternatieven ten aanzien van de morfologie van hoog naar laag scoren in de volgorde *Stormvloedkering*, *Getemd getij*, gevolgd door *Gebroken getij* en *Nul-alternatief* waartussen geen verschillen zijn aan te geven.

De morfodynamische aspecten van een ander sluisbeheer staan samengevat in tabel 5.4.1. De mate van morfodynamiek en de kans op geleidelijke overgangen tussen water en land in het binnengebied worden als voldoende representatief beschouwd en opgenomen in de eindbeoordeling.