

Gedegen, innovatieve en verbindende monitoring
van het waddengebied

KLIMAAT & VEILIGHEID

DEEL A - INVENTARISATIE

Pim Vugteveen
Lucien Hanssen

Radboud Universiteit
IWWR - Afdeling Milieukunde

Nijmegen

INHOUDSOPGAVE

1	INLEIDING	3
3	CODEBOEK.....	4
4	OVERZICHT.....	6
5	BEDREIGINGEN & KANSEN.....	8
6	VRAGEN.....	10
7	REFERENTIES	16

1 INLEIDING

In dit themadossier geven wij een overzicht en een specificatie van onze inventarisatie van de kennis- en informatievragen voor het thema Klimaat & Veiligheid.

De *kennisvragen* zijn op basis van een uitvoerige deskstudie ontleend aan bestaande strategische kennisagenda's en actuele onderzoeksrapporten (hierna afgekort als KA). Het karakter van deze vragen is veelal onderzoeks-gericht en meer fundamenteel van aard.

De *informatievragen* zijn geïnventariseerd op basis van onze online survey WaLTER (hierna afgekort als SW) die is uitgevoerd in de periode november 2011-januari 2012. Hier hebben 133 belanghebbenden uit het Waddengebied schriftelijk vragen ingebracht. De vragen zijn zowel fundamenteel als toegepast van aard en hebben betrekking op de brede Waddenthematiek. Deze informatievragen zijn gekoppeld aan gesignaleerde *kansen* en *bedreigingen* voor de Wadden, zoals aangegeven door de SW respondenten zelf.

Voor rubricering van de vragen is gebruik gemaakt van een codeboek (zie volgende pagina). De codes zijn gebaseerd op inzichten uit de belangrijkste (wetenschappelijke) disciplines en de actuele (maatschappelijke) kwesties die spelen. Vooraf aan deze inventarisatie zijn interviews gehouden met een aantal sleutelactoren in het Waddengebied, en zijn relevante ecologische en sociaaleconomische studies geanalyseerd.

3 CODEBOEK

a. Natuur

- i. Systeem-functioneren (draagkracht, dynamiek)
 - 1. Primaire productie
 - 2. Abiotiek
- ii. Systeem-organisatie
 - 1. Invasieve soorten
 - 2. Voedselweb
 - 3. Habitat
 - 4. Biodiversiteit
- iii. Biobouwers (zeegras, mosselen)
- iv. Fauna (vissen, vogels, zoogdieren)
- v. Benthos
- vi. Sedimenthuishouding
- vii. Randen van het wad (kwelders, duinen; zoet-zout)
- viii. Druk op ecosysteem
 - 1. Verstoring (geluid, mens, licht)
 - 2. Vermesting
 - 3. Vertroebeling
 - 4. Vervuiling (stoffen, horizon)

b. Klimaat & Veiligheid

- i. Klimaatverandering
- ii. Zeespiegelstijging / bodemdaling
 - 1. Zeespiegelstijging
 - 2. Bodemdaling
- iii. Kustverdediging (dijken, kwelderwerken, hard-zacht)
- iv. Zandverplaatsing

c. Visserij

- i. Garnalen
- ii. Schelpdieren
- iii. (Duurzame) vangst & methoden
- iv. Druk op ecosysteem
 - 1. overbevissing
 - 2. bodemberoering

d. Havens & Energie

- i. Havens
- ii. Baggeren (vertroebeling in relatie tot..)
- iii. Scheepvaart (verontreiniging, calamiteiten)
- iv. Energiewinning

e. Duurzaam Gebruik Waddengebied

- i. Cultuurhistorie & erfgoed
- ii. Belevingswaarden & marketing (Werelderfgoed, streekproducten)
- iii. Demografie, wonen & werkgelegenheid
- iv. (Duurzame) economische ontwikkeling

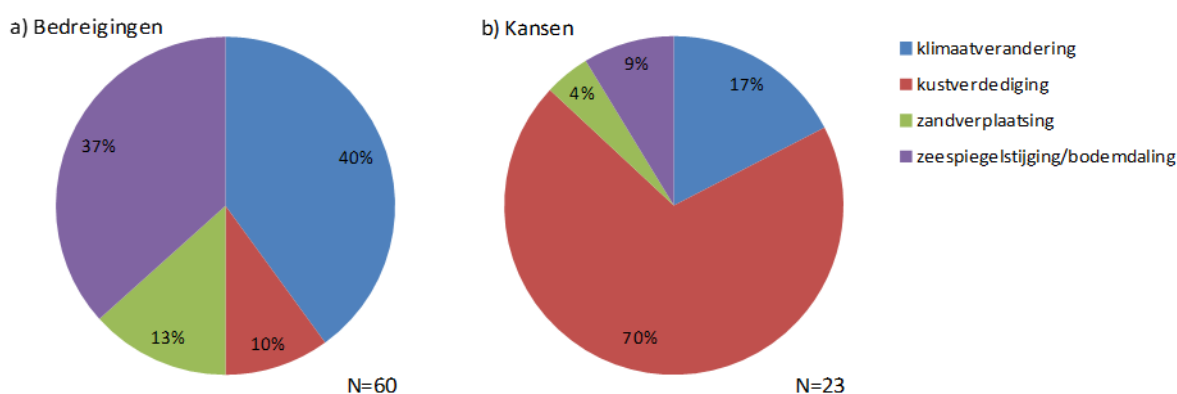
- v. (Eco-)toerisme
- vi. (Vaar-)recreatie
- f. **Governance** (sturing & beleid)
 - i. Politiek bestuur
 - ii. Samenwerking & Participatie
 - iii. Visie & Strategie
 - iv. Beleid & beheer
 - 1. Uitvoeringsprogramma's (incl compensatie)
 - 2. Wet- en regelgeving (incl. convenanten)
 - v. Trilateraal (internationaal)

4 OVERZICHT

Tabel 1. Gebruikte subcodes onder hoofdcode Klimaat & Veiligheid. Aantallen bedreigingen (b) en kansen (k) zijn weergegeven. De aantallen vragen zijn uitgesplitst voor de survey (SW) en de kennisagenda's (KA). Het totaal aantal vragen per subcode voor de vragen is tussen haakjes weergegeven.

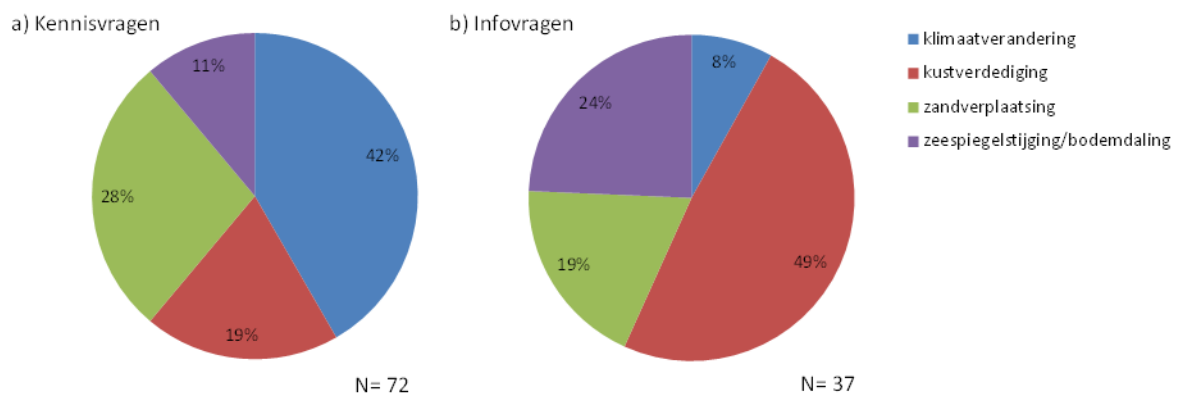
Code	b	k	SW	KA	Totaal
i. Klimaatverandering	24	5	3	30	(33)
ii. Kustverdediging	6	16	18	14	(32)
iii. Zandverplaatsing	8	1	7	20	(27)
iv. zeespiegelstijging/bodemdaling	22	2	9	8	(17)
-	2	-	-	-	-
1. Bodemdaling	3	-	4	2	(6)
2. Zeespiegelstijging	17	2	5	6	(11)
<i>Totaal</i>	60	23	37	72	109

Figuur 1. Bedreigingen en kansen voor de Waddenregio, geïnventariseerd in de survey WaLTER.



Klimaatverandering, en de effectspecificatie zeespiegelstijging/bodemdaling worden als bedreiging gezien voor het Wadden gebied. Verschillende kansen worden gezien in kustverdedigingsmaatregelen, en strategieën/inzichten t.a.v. zandsuppletie.

Figuur 2. Verdeling vragen uit kennisagenda's (kennisvragen) en uit de survey WaLTER (infovragen) gecodeerd voor hoofdthema Klimaat & Veiligheid.



De meeste kennisvragen betreffen de (effecten) van klimaatverandering op systeemprocessen, met name geomorfologische en hydrodynamische processen. De meeste infovragen betreffen mitigatie van deze effecten en onderliggende processen.

5 BEDREIGINGEN & KANSEN

Tabel 2. Specificatie van bedreigingen en kansen voor het Waddengebied zoals gesignaleerd en geformuleerd door respondenten in de survey WaLTER.

BEDREIGINGEN (N=60)	KANSEN (N=23)
Klimaatverandering	
<p>Bedreiging van stabiliteit van het systeem onder invloed van klimaatverandering</p> <p>Climate change/acidification</p> <p>(Effecten van) klimaatverandering (12x genoemd)</p> <p>Invloed van klimaatverandering en zeespiegelrijzing voor de veiligheid van de waddeneilanden; mogelijke effecten van huidige en toekomstige maatregelen op ecologie</p> <p>Klimaat verandering en de invloed daarvan op het Waddenzee ecosysteem</p> <p>Klimaatverandering / warmer worden zeewater</p> <p>Klimaatverandering, o.a. Toename frequentie overstromingen</p> <p>Klimaatverandering. Vooral: de drastische stijging van de watertemperatuur die we signaleren</p> <p>Klimaatverandering/zeespiegelrijzing/soortenverschuiving</p> <p>Mens: klimaatverandering en kustveiligheid</p> <p>Op lange termijn de versnelde klimaatveranderingen en evt. Slechte tegenmaatregelen</p> <p>Stijging waterpeil door klimaatverandering (lange termijn)</p> <p>Te snelle opwarming aarde</p>	<p>Meebewegen met de klimaatveranderingen op een doordachte en duurzame manier, d.w.z. Daarover dus eerste heel goed nadenken en proeven uitvoeren</p> <p>Klimaatverandering leidt tot een omslag in denken over ontwikkelingen voor de toekomst</p> <p>Ontwikkelingen door klimaatverandering kan ook tot nieuw ecologisch systeem leiden dat niet per se slecht is.</p> <p>Inzet van waddengebied als natuurlijke buffer tegen gevolgen klimaatverandering (overstromingsrisico's etc.) (valorisatie)</p>
Kustverdediging	
<p>Dijkverhogingen</p> <p>Harde overgangen - bedijking - spuien</p> <p>Harde randen van het wad: onvoldoende verbindingen met het achterland</p> <p>Human engineering - the construction of a fixed asphalted coastline</p> <p>Kustverdedigingswerken</p> <p>Natuurbouw</p>	<p>Bouwen' met de natuur aan kustverdediging</p> <p>Kustveiligheid</p> <p>Dijken verhogen, aan de waddenkant</p> <p>D.m.v. dynamische kustverdediging van de eilanden aanvoer van zand en dynamiek</p> <p>Inzet & aanhaking bij Deltaprogramma Waddengebied (2x)</p> <p>Herstel zoet-zout overgangen, met name bij Afsluitdijk</p> <p>Onderdeel maken van waterketen Noord-Nederland - zoet zout transities (niet alleen: er kan weer worden gespuid)</p>

	<p>Harde dijken; inzetten om zachte, natuurlijk dynamische overgangen, zoet zout etc.</p> <p>Veiligheid vaste land</p> <p>Zoet-zout en kwelderontwikkeling langs de Afsluitdijk</p> <p>Er zijn opties beschikbaar om de natuurlijkheid van de eilanden te vergroten en tegelijkertijd de veiligheid te waarborgen</p> <p>Herstel slibrijke achterland (oftwel deels ontpolderen)</p> <p>Natuurlijker Afsluitdijk</p> <p>Op eilanden zijn er kansen voor herstel zout-zout overgangen...dijk en stuifdijken kunnen verbeterd/weggehaald worden</p> <p>Goede kansen als 1e-, 2e- & 3e-lijns kustverdediging (klimaatbuffer) voor vasteland bij klimaatverandering</p>
Zandverplaatsing	
<p>Effect van kustsuppleties</p> <p>Klimaatverandering / zeespiegelrijzing en daardoor (onvoorspelbare) zandverplaatsing</p> <p>Sedimenttekort / erosie ('coastal squeeze')</p> <p>Te weinig inzicht in effecten klimaatadaptatie (zoals effecten van zandmotor)</p> <p>Verdrinking of verlanding i.v.m. Klimaatverandering & menselijke ingrepen</p> <p>Verzanding</p> <p>Zandsuppleties eilanden (verzanding Waddenzee)</p> <p>Zandsuppleties</p>	<p>Fysisch gezien zijn de wadden een behoorlijk robuust systeem. Als er al een negatieve trend is in de wadplaat ontwikkeling dan is die heel langzaam. Of wel qua sedimentbeheer verwacht ik nog eeuwen het voortbestaan van de wadden.</p>
Zeespiegelstijging/bodemdaling	
Zeespiegelstijging en bodemdaling (2x)	<p>Zeespiegelstijging-bestendig maken van de Waddenzee</p> <p>Meegroeien met de zeespiegelstijging, vanzelf, of met een duwtje in de vorm van klimaatbuffers</p>
Bodemdaling	
<p>Bodemdaling (3x)</p> <p>- door gas- en zoutwinning</p>	
Zeespiegelstijging	
<p>(versterkte) zeespiegelrijzing en verlies intergetijdegebied Waddenzee</p> <p>(Gevolgen) zeespiegelstijging (11x)</p> <p>Klimaatverandering / zeespiegelstijging (4x)</p>	

6 VRAGEN

Tabel 3. Overzicht van vragen uit de geïnterviewde kennisagenda's (KA) en de survey (SW). De laatste kolom bevat het database referentienummer. Vragen welke van toepassing zijn op monitoring in brede zin worden met een *m* aangeduid. Vragen uit andere thema's welke relevant zijn voor/gesteld zijn binnen context van Klimaat & Veiligheid, zijn tevens opgenomen. De volgende thematische aanduidingen zijn gebruikt: *n* – Natuur; *g* – Governance; *h&e* – Havens & Energie; *v* - visserij; *w* – Duurzaam Gebruik Waddengebied.

	VRAAG	BRON	ID
	Klimaatverandering		
1	Hoe en in welke mate draagt het waddengebied bij aan het tegengaan van de verzuring van het Noordzeewater?	KA	205
2	Wat zijn de gevolgen van klimaatverandering voor de kustveiligheid van Noord-Nederland	KA	85
3	Hoe kunnen natuurwetenschappelijke inzichten omtrent klimaatverandering zinvol verbonden worden met sociaalwetenschappelijke inzichten omtrent perceptie en menselijk handelen?	KA	218
4	To what extent will a changing climate affect the Wadden Sea region?	KA	249
5	De effecten van klimaatveranderingen (zeespiegelstijging, stormregimes) op de morfodynamiek van de wadden resulterend in verdrinking, verlanding dan wel continuering van huidige situatie	KA	124
6	Does climate change affect the main processes?	KA	250
7	Welke andere maatregelen zijn nodig om het Wadden-ecosysteem beter bestand te laten zijn tegen veranderingen als gevolg van klimaatverandering	KA	104
8	Geïntegreerd (socio-economisch - ecologisch.) onderzoek van de potenties, de haalbaarheid en de voordelen van verbetering van het weerstandsvermogen van de vasteland kust (landbouw, toerisme, natuur, industrie, energie, cultuur) tegen de gevolgen van klimaatverandering	KA	232
9	Wat zijn de verschillen tussen landelijke klimaatverandering en de regionale klimaatveranderingen in het waddengebied?	KA	207
10	Wat is het extra baggerbezwaar door de boezemgemalen en spuien en welk aandeel van eventuele vervuiling komt uit de boezem?	KA	356
11	Wat zijn de effecten van klimaatverandering op de ecologie en morfologie van de eilanden, duinen en kustlijn	KA	84
12	In welke mate en hoe worden de emissies van kooldioxide, methaan en lachgas uit het waddengebied beïnvloed door menselijke activiteiten in het gebied zelf, op het vaste land en in onze rivieren?	KA	204
13	In welke mate zullen zich eventuele nadelige effecten van klimaatverandering op toerisme, recreatie, landbouw en andere economische sectoren voordoen?	KA	213
14	Reconstructie van paleoklimaatontwikkeling	KA	125
15	Welke nieuwe kansen biedt klimaatverandering voor recreatie en toerisme?	KA	217
16	Welke invloed hebben de zee en de geografische en geomorfologische eigenschappen van het waddengebied op de regionale klimaatverandering?	KA	208
17	Hoe verandert het klimaat van de Waddenzee-regio in de komende eeuw en hoe veranderen daarbij extremen in temperatuur, neerslag, droogte en wind?	KA	206
18	Comparison of the changes on all the barrier islands through time might provide clues as to what to expect in the future when climate is expected to change	KA	434
19	Uitwerking van de waarschijnlijke scenario's voor klimaatverandering en de gevolgen daarvan voor de ecologie. Integratie van monitoringsinspanningen en processtudies gericht op oorzaken en gevolgen van klimaatverandering, met ecologische studies.	KA	138
20	Wat zijn de belangrijkste natuurlijke mechanismen die broeikasgasemissies uit het waddengebied bepalen?	KA	203
21	Hoe bepalen klimaatverandering en geomorfologische eigenschappen veranderingen in de temperatuur van water en bodem, en veranderingen in wateropzet, golfhoogtes, stormfrequenties en saliniteit?	KA	209
22	Hoe groot zijn de emissies van kooldioxide, methaan en lachgas uit het waddengebied?	KA	202
23	Onderzoek naar effecten van regionale klimaatverandering op de schaal van de internationale Waddenzee, en van de gevolgen voor geomorfologische en biologische processen	KA	230
24	Welke systeemveranderingen (biotisch en a-biotisch) zullen optreden als gevolg van temperatuurstijging, zeespiegelstijging en een potentiële toename in stormen	KA	106
25	In hoeverre legt de klimaatverandering beperkingen op aan de lijst van eventueel terug-te-keren soorten	KA	107
26	Hoe zullen geulen en platen reageren op een klimaatverandering en wat zijn de consequenties voor de morfologie en het ecosysteem?	KA	210
27	Wat zijn de gevolgen van klimaatverandering voor de waterhuishouding en –kwaliteit in het waddengebied?	KA	211

	28	Hoe reageert het voedselweb van de Waddenzee op klimaatverandering en hoe zullen veranderingen in het voedselweb de aantallen en soortensamenstelling van schelpdieren, vissen en vogels beïnvloeden?	KA	212
	29	Mitigatie van effecten van en adaptatie aan klimaatveranderingen (wind- en golfklimaat, temperatuur, neerslag, verdamping en verschuivingen in de timing) en zeespiegelstijging.	KA	386
m	30	Lange-termijn monitoring om de effecten van klimaatverandering te bestuderen. Dit kan tevens de achtergrond vormen voor proces georiënteerd onderzoek. Mitigerende maatregelen zoals zandsuppleties moeten op hun ecologische gevolgen worden gemonitord.	KA	134
	31	Wat zijn de gevolgen van de zeespiegelrijzing / klimaatverandering voor het Waddengebied	SW	131
	32	Wat zijn de gevolgen van klimaatverandering, zowel qua stijging zeespiegel als stijging watertemperatuur?	SW	238
	33	Welke soorten komen c.q. verdwijnen ten gevolge van klimaatverandering?	SW	229
n	34	Hoe beïnvloeden de toegenomen intensiteit en/of frequentie van verstoringen zoals winterstormen en/of ijsgang de stabiliteit en voorkomen van eenmaal gevestigde mosselbanken?	KA	266
n	35	Maken rotganzen in toenemende mate de overstap naar het intergetijdengebied? Hangt dit samen met de populatieveranderingen in de brandgans? En is er een signaal van klimaatverandering in de populatieaantallen?	KA	308
n	36	Herstel van de veerkracht en samenhang van het Waddengebied als geheel: Wat zijn de driedimensionale water- en lucht- en sedimentbewegingen en wat is de resulterende dynamiek? Wat zijn de nutriënten-, biota-, zand-, slib- en kalkstromen in het gebied en tussen het gebied en de Noordzee en het vasteland? Wat is hun invloed op de ecologische ontwikkeling, mede in het licht van de verwachte klimaatveranderingen? Centraal staan de ruimtelijke spreiding, trendmatige ontwikkelingen, hun variabiliteit, de timing van de variaties en hun invloed (al dan niet versterkt via het voedselweb) op het functioneren van het ecosysteem van het Waddengebied.	KA	371
n	37	More fundamental research on processes (ecosystem level, species level), anthropogenic impacts and climate change is required.	KA	423
n	38	Investigations for a better understanding of the impact of climate change on the development (e.g. on recruitment success) of macrozoobenthos species are necessary.	KA	432
m - n	39	Relating the consequences of climate change for biodiversity and ecosystem functioning of the sea, include measurements of process rates to present monitoring efforts on state variables at several specific locations, reflecting the various habitats and large-scale variation throughout the Wadden Sea	KA	451
n	40	Wat zijn de effecten van klimaatverandering op de ontwikkeling van het voedselweb?	KA	27
n	41	Wat zijn de consequenties van klimaatverandering voor de mogelijkheden van herstel van biobouwers?	KA	28
v	42	Hoe kunnen de effecten van aan visserij gerelateerde maatregelen worden onderscheiden van de impact van klimaatverandering?	KA	29
n	43	Wat zijn de effecten van klimaatverandering op de ontwikkeling van kombergingsgebieden met betrekking tot ecologie en morfologie?	KA	30
n	44	Wat zijn de effecten van klimaatverandering op de morfologie van geulen en platen?	KA	45
n	45	Wat zijn de ecologische randvoorwaarden voor een natuurlijke Eems-Dollard in het licht van klimaatverandering?	KA	46
w	46	Op welke wijze werd de mens een factor in de ontwikkeling van het klimaat en op welke wijze werd hij van (beslissende) invloed op de geologische en ecologische ontwikkeling van het gebied?	KA	153
n	47	Hoe kunnen landbouw en visserij zich aanpassen aan het veranderende klimaat en welke nieuwe mogelijkheden zijn haalbaar in het waddengebied?	KA	216
		Kustverdediging		
	48	Biedt het concept van Brede Dijken mogelijkheden voor het concept biobouwers?	KA	61
	49	Bedijkingen en afsluitingen, zoals de vorming van het Wieringer-, IJssel- en Lauwersmeer sloten de het hele estuarium af (IJssel, Eem, Reitdiep e.d.). Is hier nog betekenisvolle nawerking van bekend en welke onderdelen zijn permanent verdwenen of blijvend beschadigd?	KA	328
	50	Ontwerp en evaluatie van ingrepen ten bate van de kustverdediging	KA	126
	51	Wat zijn de mogelijkheden voor een alternatief, ecologisch verantwoord, spuiregime bij de Afsluitdijk?	KA	64
	52	Wat is de invloed van Brede Dijken op de biodiversiteit van/op de kwelders?	KA	60
	53	Naar een natuurlijker spuiregime; mogelijkheden om het spuien geleidelijker te laten verlopen	KA	396
	54	Wat is de invloed van Brede Dijken op kwelderdynamiek	KA	52
	55	Wat is de invloed van Brede Dijken op zoet-zoutovergangen en natuurfuncties zoals hoogwaterluchtplaatsen?	KA	51
	56	Wat zijn de mogelijkheden voor een alternatief, ecologisch verantwoord, spuiregime bij Harlingen, Dokkumer Nieuwe Zijlen, Zoutkamp en kleine spuilocaties	KA	58
	57	Wat zijn de mogelijkheden voor Brede Dijken?	KA	50
	58	Wat is de toegevoegde waarde van Brede Dijken voor functies als natuur, economie (buizenstraat, zilte teelt etc.) en veiligheid?	KA	76
	59	Het lozen van zoet water via nieuwe routes waarbij nieuwe estuariene overgangen gecreëerd zouden kunnen worden.	KA	401
	60	Wat zijn de effecten van kwelderbouw op de systeemdynamiek (natte en droge wad) en omgekeerd?	KA	47

	61	Wat zijn de mogelijkheden voor een alternatief, ecologisch verantwoord, spuiregime bij de haven van Harlingen?	KA	41
	62	Wat zijn de lange termijn gevolgen van de waterstaatswerken (o.a. afsluitdijk) en zijn deze te mitigeren?	SW	448
	63	Welke methoden zijn voorhanden om de veiligheid van de eilanden te vergroten en tegelijkertijd de natuurlijke ontwikkeling niet te schaden ?	SW	222
	64	Onder welke omstandigheden hebben kwelders wel en geen invloed op golfhoogte voor de dijk?	SW	41
	65	Effect dynamisch zeeoeverbeheer op veiligheid en natuur	SW	47
	66	Wat zijn mogelijkheden voor gebruik eco-engineers voor kustbeheer en exploitatie	SW	411
	67	Biedt het Deltaprogramma kansen voor betere randvoorwaarden voor het ecosysteem	SW	462
	68	Hoe kunnen we dijken semi-doorlatend maken (voor zoet en zout water, vis e.d.), zonder de veiligheid in het geding te brengen?	SW	243
	69	Hoe ontwikkelen de eilanden zich bij dynamisch kustbeheer?	SW	241
	70	Hoe vooroever, strand & zeeoever (inclusief vloedmerk!) zich natuurlijk te laten ontwikkelen ten faveure van duurzame en klimaatbestendige kustverdediging met hogere natuurwaarden dan nu	SW	50
	71	Welke mogelijkheden bestaan er om delen van de kust uit te polderen (ruimte voor de Waddenzee)	SW	151
	72	Op welke wijze kan met 'Building with Nature' - achtige technieken het beste worden ingespeeld op zeespiegelrijzing	SW	174
	73	Hoe kustveiligheid verbeteren door gebruik te maken van natuurlijke processen zonder ecologische effecten?	SW	164
	74	Veiligheid buitendijs	SW	31
	75	Wat is het effect van klimaatverandering op de kustverdediging van de eilanden? Moeten we wash-overs toe gaan staan?	SW	94
	76	Op welke wijze kunnen biobouwers ingezet worden bij de waterveiligheid / kustverdediging?	SW	155
	77	Is dit (red. zeespiegelstijging) een probleem, c.q. wanneer moet er vanwege veiligheid worden ingegrepen?	SW	189
	78	MKBA van kustverdedigingsmaatregelen, zoals het opspuiten van zand	SW	29
	79	Wat zijn de kosten en de baten van verschillende innovatieve dijkconcepten?	SW	186
n	80	Wat is de rol van dijken en kwelders bij de slibhuishouding en omgekeerd?	KA	316
n	81	Is de hoeveelheid organische stof niet sterk afgenomen, door sluisen, dijken en door de waterzuiveringen? Is dit een verklaring voor de afgenomen visstand en is de visstand afgenomen of verschoven? Speelt de groei van de zeehondenpopulatie een belangrijke rol in de visstand?	KA	332
h&e	82	Wat is de bijdrage van spuien (uitvlokken) op het baggerbezwaar (vooral in havens)?	KA	358
h&e	83	Kun je baggerbezwaar verminderen door alleen te spuien/malen met afgaand water?	KA	359
n	84	Herstel interacties tussen de natuurlijke ontwikkeling van platen en geulen in de Waddenzee en de natuurlijke processen langs en op de vastelandskwelders. In hoeverre is het mogelijk meer natuurlijke opbouw- en afbraakprocessen langs de "binnenste" kustverdediging bestaande uit de Deltadijken en aangrenzende kwelders/kwelderwerken te realiseren? Zowel de gevolgen voor areaal en kwaliteit van de platen en geulen in de Waddenzee als van de kwelders dienen in beeld gebracht te worden.	KA	374
n	85	Herstel van estuariene overgangen langs de vastelandskust. Het gaat om de kustverdediging weer een geleidelijker karakter te geven, m.a.w. om natuurlijker gradiënten (bijv. saliniteit, hoogteligging, korrelgrootte) te herstellen. Centraal staat de vraag of maatregelen (technisch en maatschappelijk) te ontwikkelen zijn die daadwerkelijk een versterkende invloed (meerwaarde!) op het Waddengebied en de (potentiële) estuaria van Dollard, Lauwersmeer, IJsselmeer en de kleinere zoetwaterstromen (o.a. Amsteldiep) kunnen hebben, zowel door het creëren van brakke omstandigheden als het creëren van meer natuurlijke sedimentatie en erosiepatronen binnen- en buitendijs.	KA	375
n	86	Ontpolderen en "lobben" van de gradiënt. Door aanleg van overloopgebieden, inhammen en meanders kan een deel van de rustiger habitats weer teruggebracht worden. Ook zou de structuur van het estuarium natuurlijker kunnen worden gemaakt. Hiervoor is een vergelijkend onderzoek in nog natuurlijke systemen nodig	KA	395
n	87	Herstel brakwatergebieden. Hierbij gaat het om herstel c.q. uitbreiding van het areaal van brak open water en/of van periodiek met brak tot zout water overstroemde binnendijkse platen (bv. bij het huidige streven naar een gedempt getij in de Lauwersmeer) of buitendijkse gebieden (via slim spuibehoe IJsselmeer?). De wijze waarop deze herschapen brakke milieus het best bij kunnen dragen aan de "natuurlijkheid" van het Waddengebied als geheel dient onderwerp van nadere studie te zijn.	KA	397
n	88	Is er een fundamenteel verschil tussen de rol van biobouwers in de Westelijke en de Oostelijke Nederlandse Waddenzee? Zo ja, waar komt dat door? (invloed Afsluitdijk?)	KA	7
n	89	Wat is de rol van dijken en kwelders bij de slibhuishouding en omgekeerd?	KA	33
n	90	Wat zijn de mogelijkheden voor herstel van kwelderdynamiek	KA	53
m - g	91	Wat zijn criteria voor een afgewogen monitoringsprogramma binnen het kombergingsgebied Marsdiep en rondom de Afsluitdijk	KA	56
n	92	Waar liggen kansen voor de ontwikkeling van biobouwers bij de Afsluitdijk?	KA	65

g	93	Waarom zijn natuur en systeemdenken in beleidsdocumenten rondom veiligheid ondergeschikt gemaakt aan cultuurtechnische geladen veiligheidsdenken?	KA	72
g	94	Welke betekenissen van het begrip waterveiligheid zijn er in het waddengebied te onderscheiden en met welke onderliggende waarden hebben we te maken?	KA	74
n	95	Wat zijn de effecten van kustmorfologie zoals die is beïnvloed door menselijk handelen (bedijkingen, afsluitingen, kwelderaanleg) op de sedimenthuishouding	KA	89
n	96	Wat zijn de effecten van menselijke ingrepen in de kustmorfologie (bedijkingen, afsluitingen, kwelderaanleg) op de ecologie	KA	96
n	97	Voor het droge wad zijn er kennislacunes in het spanningsveld tussen enerzijds maatschappelijke inperking van dynamiek t.b.v. veiligheid en anderzijds vereiste dynamiek (zoet-zout, overstroming, verstuiving, begrazing en mens) voor de biodiversiteit.	KA	133
g	98	Welke mogelijkheden zijn er om de veiligheid in het waddengebied te waarborgen?	KA	214
		Zandverplaatsing		
	99	Mitigeren/compenseren van de consequenties van geomorfologische ingrepen in de Noordzee kustzone en op de eilanden voor het zand-delende systeem in de Waddenzee in engere zin. Het gaat met name om de beïnvloeding van ruimtelijke patronen, opbouw- en erosieprocessen en veranderingen in bodemsamenstelling van platen en geulen ten gevolge van het beheer in de Noordzeekustzone (de "buitenste" kustverdediging) en langs het vasteland (de "binnenste" kustverdediging bestaande uit de Deltadijken, de kwelderwerken en de afsluitingen van Dollard, Lauwersmeer, IJsselmeer en Amstelmeer).	KA	373
	100	Wat zijn de effecten van suppleren op de sedimenthuishouding en kunnen deze worden beïnvloedt door anders suppleren	KA	86
	101	Versterking van de natuurlijke werking van het zand-delend systeem. Geomorfologisch procesonderzoek en toegepast onderzoek (incl. modelontwikkeling) zal nodig zijn om voldoende inzicht te krijgen in het functioneren van het zand-delend systeem, wil met succes kunnen worden ingespeeld op klimaatveranderingen en vastgesteld kunnen worden welke de belangrijkste stabiliserende en versturende processen zijn.	KA	381
	102	Beyond what water depth should sand preferably be mined for nourishment and is there a regional variation in this depth?	KA	456
	103	Are the available amounts of sand sufficient for the future and which grain sizes are available?	KA	458
	104	Wat zijn de effecten van suppleren op de ecologie en kunnen deze worden beïnvloedt door anders suppleren	KA	97
	105	Can sediment import and trapping mechanisms be improved?	KA	461
	106	Onderzoek naar de gevolgen (voordelen, effecten) van grootschalige zandsuppletie net buiten en binnen de Waddenzee	KA	231
	107	Where are the optimal locations for artificial sediment-deposition to balance sea-level rise in the Wadden Sea?	KA	465
	108	What kind of nourishment techniques should be used for artificial sediment-deposition to balance sea-level rise in the Wadden Sea?	KA	470
	109	Which grain size and quantities are optimal for artificial sediment-deposition to balance sea-level rise in the Wadden Sea?	KA	469
	110	What happens to the deposited sediments after artificial sediment-deposition to balance sea-level rise in the Wadden Sea?	KA	468
	111	How much sediment is needed to counteract particular rates of sea-level rise along the outer coasts and for the Wadden Sea as a whole? Are there functional relationships?	KA	457
	112	Men ziet gravel op de kustlijn, toename van fijn zand en verzanding van nabij gelegen wadplaten. Heeft suppleren betekenisvolle lokale effecten?	KA	338
	113	Wat zijn de effecten van suppleren op eilandkwelders en vastelandkwelders?	KA	48
	114	Wat zijn de effecten van de inmiddels structureel ingevoerde zandsuppleties, verzandt de Waddenzee, worden de doorstroomopeningen kleiner? Kun je dit per kombergingsgebied beoordelen?	KA	333
	115	Kun je de slibhuishouding ook met suppleren sturen en positief beïnvloeden?	KA	334
	116	Kunnen sedimenttransporten worden beïnvloed door anders suppleren?	KA	49
	117	Kun je met suppleren de slibhuishouding ook (gunstig) besturen?	KA	339
	118	De sedimentbalans voor zand en slib (incl. effecten van zandsuppleties) gerelateerd aan o.a. erosie van de Noordzeekust. Aspecten: onzekerheden in data; frequentie bathymetrische metingen; gehanteerde indelingen Waddenzee in deelsystemen	KA	116
	119	Is het zandtransport naar de Waddenzee hoog genoeg om de zeespiegelstijging bij te houden?	SW	108
	120	Hoe werkt zandtransport precies en hoe kan dit worden gestuurd	SW	346
	121	wat betekenen kustsuppleties voor de platenontwikkeling in de Waddenzee	SW	245
	122	Hoe en hoeveel is de opslibbing in Waddenzee i.v.m. zeespiegel die misschien versneld gaat stijgen	SW	214
	123	Waar blijft het zand en hoeveel heeft het systeem nodig zonder platen en eilanden te slopen	SW	46
	124	Wat is de invloed van zandsuppleties in de Noordzeekustzone op de Waddenzee	SW	200
m	125	Monitoren effecten zandmotor	SW	327

n	126	Verslibt de Waddenzee of verzandt het?	KA	323
n	127	Komt verzanding in westen en verslibbing in oosten niet van de afsluitingen?	KA	325
n	128	De stroming van de rivieren verdween en ook de stroomgeulen naar het achterland werden afgekappt. Daarmee veranderde de slibhuishouding enorm. Is er nu nog nawerking en zo ja, hoe lang houdt die aan?	KA	329
n	129	Quantification of (natural) sediment sources?	KA	462
n	130	Can main/major sediment transport mechanisms, routes and volumes be defined?	KA	463
n	131	Wat zijn de effecten van de afsluitingen op de slibhuishouding en in welke verhouding staan die tot effecten van overige gebruiksvormen?	KA	32
n	132	Hoe gedraagt de sedimenthuishouding zich langs de Afsluitdijk	KA	55
n	133	Biogeomorfologische processen en hun integratie in de modellering van de dynamiek van slib, zand en geomorfologie, zowel op het droge als het natte wad.	KA	137
n	134	What are the morphological impacts of artificial sediment-deposition to balance sea-level rise in the Wadden Sea?	KA	466
		Zeespiegelstijging/bodemdaling		
		<i>Bodemdaling</i>		
	135	Mogelijke effecten (incl. bodemdaling/-stijging en aardbevingen) van de winning van grondwater, zout en aardgas, de opslag van gas en uitwisseling van koude en warmte; in de toekomst mogelijk ook aardwarmte en opslag van CO2.	KA	110
m	136	(Continuering van) onderzoek en monitoring van bodemdalingen, bodemstijgingen en seismiteit op verschillende tijd- en ruimteschalen	KA	227
	137	In welke mate is bodemdaling/zeespiegelstijging noodzakelijk om het systeem als zodanig te behouden?	SW	368
	138	Welke oorzaken van bodemdaling/zeespiegelstijging zijn door de mens beïnvloedbaars, en welke niet?	SW	367
	139	Bodemdalingsstudie in relatie tot gaswinning	SW	427
	140	Wat is het gevolg van de diverse bodemverlagende activiteiten in de Waddenzee gezamenlijk?	SW	388
		<i>Zeespiegelstijging</i>		
	141	De natuurlijke dynamiek op de eilanden (overwash, stormerosie en eolisch zandtransport) en de robuustheid van de eilanden bij verschillende zeespiegelstijging scenario's	KA	113
	142	Taking into account accelerating sea level rise and higher numbers of storm events, regular analyses in reference sites for parameters that allow tracking major changes in geomorphology should be introduced in the offshore area	KA	416
	143	De dynamiek van kwelders, platen en geulen en van buitendelta's bij verschillende scenario's voor zeespiegelstijging	KA	114
	144	Will the Wadden Sea "drown" with the predicted acceleration in sea level rise and sea floor subsidence?	KA	241
	145	Which processes should be understood to predict the impacts of sea level rise?	KA	242
	146	Hoeveel zand is er nodig om de zeespiegelstijging te compenseren	KA	103
	147	Wordt zeespiegelstijging echt een probleem	SW	115
	148	Wat zijn de effecten van zeespiegelstijging?	SW	147
	149	Welke snelheid van zeespiegelstijging kan e sedimentatie in de Waddenzee bijhouden?	SW	362
	150	Hoe snel stijgt de zeespiegel?	SW	146
	151	Welke vertraging treedt er op met wat voor overdiepte?	SW	363
n	152	Houdt de sedimentatie de zeespiegelstijging bij, voor zowel platen als schorren en kwelders en is er verschil aan de vaste wal en bij de eilanden?	KA	324
n	153	Hoe functioneren de terugkoppelingsprocessen die bestaan tussen vegetatie, hydrodynamiek, sedimentatie en begrazing in kwelders, in relatie tot externe factoren zoals zeespiegelstijging of sediment en nutriëntinput?	KA	284
n	154	Tegengaan veroudering op de vastelandskwelders. Veranderingen in de hoogte van de kwelder kunnen worden gerelateerd aan de ouderdom van de kwelder, de sedimentatie, de relatieve zeespiegelstijging en de samenstelling van de vegetatie. Voortzetting (en deels een herstart) van de langjarige jaarlijkse monitoring in meetvakken, aangevuld met frequentere vegetatiekarteringen, kan inzicht geven in de mate waarin verouderde kweldervegetaties vervangen kunnen worden door pionierstadia zonder dat het totale kwelder-oppervlak verandert.	KA	391
n	155	What are the ecological impacts artificial of sediment-deposition to balance sea-level rise in the Wadden Sea?	KA	467
n	156	Een reconstructie van de morfologische ontwikkeling van het waddengebied gedurende het Pleistocene/Holoceen, in het bijzonder de relaties met de variaties in de klimaat en zeespiegelontwikkeling en de regionale verschillen.	KA	111
n	157	Welke temperatuurstijging en zeeniveau stijging kan het systeem aan	SW	27
n	158	Hoe veranderen de sedimenthuishouding en de interactie met organismen door zeespiegelstijging	SW	80

n	159	Wat is het effect van klimaatverandering, zeespiegelrijzing op zeegrasvelden en slib en zanddynamiek?	SW	93
n	160	Hoe past de morfologie/ecologie zich aan zeespiegelstijging?	SW	96
m - n	161	Monitoring sedimentologische ontwikkeling van het Waddengebied, gerelateerd aan bodemdaling /zeespiegelstijging	SW	98
g	162	Hoe moet het Waddengebied gemanaged worden zodat het Waddengebied ook bij rijzende zeespiegel kan blijven bestaan	SW	148
m - g	163	Gericht monitoren op zeespiegelniveau	SW	165
n	164	In het licht van zeespiegelstijging, bodemdaling: hoeveel dynamiek heb je nodig om huidige waddenzee in stand te houden, moeten eilanden mogen migreren, hoe dynamisch moeten kwelders vaste land zijn	SW	228
n	165	Wat is het effect van de bodemdaling op het getijdenverloop	SW	307
n	166	Identify abiotic key-processes and key factors which dominate the hydro-morphological development of the area and to study this both in the field and under laboratory conditions: i) the influence of subsidence; ii) the influence of the geo(morpho)logical up of the area on current processes; iii) the natural dynamics of the barrier islands (overwash, erosion and eolian sand transport); iv) the dynamics and long-term development of tidal marshes, shoals, estuaries and outer deltas; v) the sediment balance of the Wadden area; vi) the differences in dynamics of the various inlet systems (with special attention to shoal channel interactions); vii) quantification of processes (water movements, sand- and mud-transport, vertical sedimentation rates and their interactions on several temporal and spatial scales).	KA	452

7 REFERENTIES

- CPSL, 2010. CPSL Third Report. The role of spatial planning and sediment in coastal risk management. Wadden Sea Ecosystem No. 28. Common Wadden Sea Secretariat, Trilateral Working Group on Coastal Protection and Sea Level Rise (CPSL), Wilhelmshaven, Germany.
- CWSS, 2009. Quality Status Report 2009. Wadden Sea Ecosystem No. 25. Common Wadden Sea Secretariat, Trilateral Monitoring and Assessment Group, Wilhelmshaven, Germany.
- De Coulissen, 2010. "Helder over slib". Vragen over de slibhuishouding van de Waddenzee. Verslag werkconferentie 10 juni 2010. 6 pagina's.
- Kraft, D., Folmer, E. O., Meyerdirks, J., Stiehl, T., 2011. Data inventory of the tidal basins in the trilateral Wadden Sea. Programma Naar een Rijke Waddenzee. 43 pagina's.
- Kabat, P., Bazelmans, J., van Dijk, J., Herman, P.M.J., Speelman, H., Deen, N.R.J. en R.W.A. Hutjes, (editors), 2009. Kennis voor een duurzame toekomst van de Wadden: Integrale Kennisagenda van de Waddenacademie. Waddenacademie KNAW. 133 pagina's.
- METAWAD-1, 2009. De Waddenzee als zwakke schakel in een internationaal meta-ecosysteem. Projectvoorstel Waddenfonds 3^{de} tender 2010. Geschreven onder coördinatie van T. Piersma. 55 pagina's.
- NWO-ZKO, 2008. Onderzoekslijn 3. Unraveling interacting feedback loops that control non-linear salt-marsh dynamics: combining experiments and modeling. Projectleider T.J. Bouma.
http://www.nwo.nl/nwohome.nsf/pages/NWOP_8ECLSX
- Oost, A. & Lammerts, E.J. (red.), 2007. "Het Tij Geleerd". Programma voor de uitwerking van herstelmaatregelen in het waddengebied steunend op een onafhankelijke wetenschappelijke voorbereiding en begeleiding. Achtergrondrapport. 42 pagina's.
- PRW, 2011. *Vissen In Overvloed*. Programmaplan Naar een Rijke Waddenzee. 89 pagina's.
- Van Duren, L. & Van der Valk, B., 2010. Basisdocument werkconferentie Helder over Slib. Deltares. 27 pagina's.
- Waddenacademie, 2009. *Klimaatverandering en het Waddengebied*. Position paper Klimaat en Water. Waddenacademie KNAW. 85 pagina's.
- Waddensleutels, 2008. Herstel van sleutelprocessen in het intergetijdegebied van de Waddenzee. Projectplan Waddenfonds 2^{de} tender 2009. 38 pagina's.