

# Vooronderzoek na-conflictperiode geleidegeul Ameland

Kenmerk 24S040-VONCP-03, 2 juli 2024

| Vooronderzoek na-conflictperiode |                                                                                                                                                                         |
|----------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Foto omslag                      | Luchtfoto van de noordwestkust van Ameland (Bron: Beeldbank Rijks-waterstaat/Peter Struik, 1991)                                                                        |
| Project                          | Vooronderzoek na-conflictperiode geleidegeul Ameland                                                                                                                    |
| Opdrachtgever                    | Rijkswaterstaat                                                                                                                                                         |
| Documentcode                     | 24S040-VONCP-03                                                                                                                                                         |
| Versie                           | 2                                                                                                                                                                       |
| Aantal pagina's                  | 34                                                                                                                                                                      |
| Datum concept                    | 15 mei 2024                                                                                                                                                             |
| Datum herzien                    | 28 juni 2024                                                                                                                                                            |
| Datum definitief                 | 2 juli 2024                                                                                                                                                             |
| Opgesteld                        | C.J.W. Prince MA<br>Historicus                                                                                                                                          |
| Gecontroleerd                    | M. van Riel MA<br>Historicus                                                                                                                                            |
| Geaccordeerd                     | <br>I. te Duits BA<br>Integraal Veiligheidskundige/ Adviseur Ontplobbare Oorlogsresten |

Alle rechten voorbehouden. Niets uit deze rapportage mag worden verveelvoudigd, opgeslagen in een geautomatiseerd gegevensbestand, of openbaar gemaakt, in enige vorm of op enige wijze, hetzij elektronisch, mechanisch, door fotokopieën, opnamen of enige andere manier, zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van de auteur.

Het is de opdrachtgever toegestaan voor intern gebruik kopieën te maken zonder voorafgaande toestemming van de auteur. (Artikel 16 Auteurswet 1912).

Voor verdere informatie, vragen en/of suggesties:

Saricon bv  
 Industrieweg 24, 3361 HJ Sliedrecht  
 Telefoon: +31 (0) 184 422538  
 Fax: +31 (0) 184 419821  
[www.saricon.nl](http://www.saricon.nl)  
[contact@saricon.nl](mailto:contact@saricon.nl)



## Inhoudsopgave

|          |                                                 |           |
|----------|-------------------------------------------------|-----------|
| <b>1</b> | <b>SAMENVATTING .....</b>                       | <b>3</b>  |
| <b>2</b> | <b>INLEIDING .....</b>                          | <b>4</b>  |
| 2.1      | AANLEIDING EN OPDRACHTOMSCHRIJVING .....        | 4         |
| 2.2      | ONDERZOEKSGEBIED NA-CONFLICTPERIODE .....       | 4         |
| 2.3      | ONDERZOEKSMETHODE .....                         | 4         |
| 2.4      | PROBLEEMSTELLING .....                          | 4         |
| 2.5      | VERANTWOORDING .....                            | 5         |
| <b>3</b> | <b>ONDERZOEKSRESULTATEN .....</b>               | <b>7</b>  |
| 3.1      | RESULTATEN VOORONDERZOEK CONFLICTPERIODE.....   | 7         |
| 3.2      | NAOORLOGSE ONTWIKKELINGEN.....                  | 9         |
| 3.3      | GEDRAG OO OP DE ZEEBODEM .....                  | 28        |
| 3.4      | MAXIMALE DIEPTELIGGING OO .....                 | 30        |
| 3.5      | DEELCONCLUSIE ONDERZOEK NA-CONFLICTPERIODE..... | 30        |
| <b>4</b> | <b>CONCLUSIE EN ADVIES VERVOLGTRAJECT .....</b> | <b>32</b> |
| 4.1      | CONCLUSIE .....                                 | 32        |
| 4.2      | ADVIES VERVOLGTRAJECT .....                     | 32        |
| <b>5</b> | <b>BIJLAGEN .....</b>                           | <b>33</b> |
| 5.1      | BIJLAGE 1: DISTRIBUTIELIJST .....               | 33        |
| 5.2      | BIJLAGE 2: BRONNENLIJST .....                   | 33        |
| 5.3      | BIJLAGE 3: CERTIFICAAT CS-VROO .....            | 34        |

## 1 Samenvatting

In opdracht van Rijkswaterstaat heeft Saricon een vooronderzoek na-conflictperiode uitgevoerd voor de 'geleidegeul' in het Westgat tussen Terschelling en Ameland. Deze geleidegeul ligt in een groter onderzoeksgebied, waarvoor Saricon recentelijk een Indicatie- en Analyse-onderzoek heeft uitgevoerd met kenmerk 24S040-VO-02. Uit dit vooronderzoek is gebleken dat de geleidegeul verdacht is op meerdere (hoofd)soorten ontplofbare oorlogsresten (OO).

In dit vooronderzoek na-conflictperiode zijn binnen de vaargeul gebiedsontwikkelingen beoordeeld die na 1945 hebben plaatsgevonden. Saricon heeft in het kader van het vooronderzoek na-conflictperiode de benodigde gegevens verzameld en geanalyseerd en vervolgens beoordeeld of er aanvullende vervolgstappen nodig zijn bij de voorgenomen werkzaamheden.

Uit deze beoordeling is naar voren gekomen dat er te veel leemten in kennis bestaan om het onderzoeksgebied na-conflictperiode als onverdacht aan te merken, ook al hebben er naoorlogs uitdiepingen plaatsgevonden.

## 2 Inleiding

### 2.1 Aanleiding en opdrachtomschrijving

In opdracht van Rijkswaterstaat heeft Saricon een vooronderzoek na-conflictperiode uitgevoerd voor de geleidegeul in het Westgat tussen Terschelling en Ameland. Deze geleidegeul ligt in een groter onderzoeksgebied, waarvoor Saricon een Indicatie- en Analyseonderzoek heeft uitgevoerd met kenmerk 24S040-VO-01. Uit dit vooronderzoek is gebleken dat de geleidegeul verdacht is op meerdere (hoofd)soorten OO.

In figuur 1 is het onderzoeksgebied en de geleidegeul weergegeven, waarbij de geleidegeul als het onderzoeksgebied na-conflictperiode is gedefinieerd. In dit gebied kunnen de volgende (hoofd)soorten OO worden aangetroffen:

- Britse afwerpmunitie (in de vorm van vliegtuigbommen);
- Britse onderwatermunitie (in de vorm van zeemijnen);
- Britse onderwatermunitie (in de vorm van torpedo's);
- Duitse onderwatermunitie (in de vorm van zeemijnen).

### 2.2 Onderzoeksgebied na-conflictperiode

Het onderzoeksgebied na-conflictperiode ligt in de Noordzee in de Buitendelta van de Waddenzee en betreft de geleidegeul tussen Terschelling en Ameland in het zogeheten Westgat.

Het GIS is opgemaakt in het op de Noordzee gebruikelijke coördinatensysteem ETRS 1989 UTM Zone 31N.

<sup>1</sup> In de periode 2012-2020 werden vooronderzoeken in Nederland uitgevoerd volgens de richtlijnen van het Werkveldspecifiek certificatieschema voor het systeemcertificaat Opsporen Conventionele Explosieven (WSCS-OCE). Vanaf 1 januari 2021 is het WSCS-OCE overgegaan in het Certificatie Schema-Op-sporing Ontploffbare Oorlogsresten (CS-OOO). Het CS-OOO is gericht op het fysieke opsporingsproces en bevat geen richtlijnen en eisen meer met betrekking tot vooronderzoeken en risicoanalyses. Dergelijke richtlijnen en eisen zijn nu opgenomen in het CS-VROO.

### 2.3 Onderzoeksmethode

Bij vooronderzoeken op land kan doorgaans gewerkt worden volgens de richtlijnen van het Certificatieschema Vooronderzoek en Risicoanalyse ontploffbare oorlogsresten (CS-VROO) versie 2024-01, dat per 1 mei 2024 van kracht is. Het CS-VROO is in beheer van de Stichting Veilig Omgaan met Explosieve Stoffen (Stichting VOMES). Doelstelling van dit certificatieschema is dat door toepassing kan worden voldaan aan de onderzoekverplichting in artikel 4.10 van het Arbeidsomstandighedenbesluit om het risico van de mogelijke aanwezigheid van ontploffbare oorlogsresten voorafgaand aan werkzaamheden in een gebied te inventariseren en te evalueren.<sup>1</sup>

In het document dat de 'nadere bepalingen' bevat voor vooronderzoeken en risicoanalyses zijn verschillende onderzoeksvragen opgenomen die betrekking hebben op het thema waterbouw.<sup>2</sup> Deze vragen worden in hoofdstuk 3 behandeld.

### 2.4 Probleemstelling

De munitieproblematiek op de Noordzee is complex: in theorie kun je alle soorten en typen munitie op de bodem van de Noordzee aantreffen. Voor dit vooronderzoek na-conflictperiode is echter uitgegaan van de munitielijst uit het Analyse- en Indicatieonderzoek, omdat dit op basis van de beschikbare historische gegevens het meest realistische overzicht biedt. De munitielijst wordt weergegeven in 3.1.

Volgens het CS-VROO mag de conclusie 'Onverdachte laag na bodemingrepen' getrokken [worden] indien er geen sprake is van de mogelijke aanwezigheid van ontploffbare oorlogsresten als gevolg van bodemingrepen [in de] na-conflictperiode. In dat geval vindt een horizontale en verticale afbakening van de onverdachte bodemlaag plaats'.<sup>3</sup>

In het vooronderzoek na-conflictperiode staan naoorlogse ontwikkelingen centraal, waarbij wordt gezocht naar zogeheten 'contra-indicaties'. Een contra-indicatie wordt in het CS-VROO gedefinieerd als een 'Gebeurtenis/informatie over het niet (meer) aanwezig zijn van ontploffbare oorlogsresten in het onderzoeksgebied'.<sup>4</sup>

<sup>2</sup> Stichting VOMES, Nadere bepalingen voor het uitvoeren van Vooronderzoek en Risicoanalyse, kenmerk CS-VROO-02, d.d. 01-03-2024

<sup>3</sup> Stichting VOMES, Certificatieschema Vooronderzoek en Risicoanalyse ontploffbare oorlogsresten, kenmerk: CS-VROO-01, d.d. 01-03-2024.

<sup>4</sup> CS-VROO-01, versie: 2024-01, 7.

Op land is in de regel het uitgangspunt dat in naoorlogs geroerde grondlagen geen OO verwacht hoeven te worden. Op zee kan echter niet zo eenvoudig gesteld worden dat als de zeebodem naoorlogs is verdiept er geen OO meer verwacht hoeven te worden. Dit geldt zeker voor een onderzoeksgebied dat in een ondiep getijdengebied ligt dat voortdurend aan veranderingen onderhevig is geweest. Een extra complicatie is hierbij het feit dat de huidige vaargeul in de oorlogsjaren nog deels in (zeer) ondiep water lag, waardoor afwerpmunitie dieper de (zee)bodem kan zijn ingedrongen. In hoofdstuk 3 wordt nader ingegaan op deze problematiek.

## 2.5 Verantwoording

De gegevens die tijdens dit onderzoek zijn verzameld en beoordeeld, alsmede de rapportage, zijn door Saricon gearhiveerd onder het projectdossier met projectnummer 24S040. Gegevens benodigd voor een vervolgstap in het proces van opsporen van ontplofbare oorlogsresten zijn in dit projectdossier te vinden. Zij zijn, voor zover niet in deze rapportage beschreven, op aanvraag bij Saricon beschikbaar. Projectdossiers worden minimaal tien jaar bewaard.



Figuur 1. Ligging van het onderzoeksgebied in blauw (analyse- en indicatiegebied) en het onderzoeksgebied na-conflictperiode (afgekort VONCP) in oranje.

0 1,25 2,5 5 Kilometer

- Analyse- en indicatiegebied
- Onderzoeksgebied VONCP

## 3 Onderzoekresultaten

In dit hoofdstuk worden de onderzoekresultaten gepresenteerd. De onderzoekresultaten worden geanalyseerd en op basis daarvan wordt beoordeeld of er voldoende overtuigende contra-indicaties zijn om (delen van) het onderzoeksgebied na-conflictperiode als onverdacht aan te merken. De volgende onderdelen worden in dit hoofdstuk behandeld:

- Resultaten vooronderzoek conflictperiode (paragraaf 3.1).
- Naoorlogse ontwikkelingen (paragraaf 3.2)/
- Beschouwing gedrag OO op de zeebodem (paragraaf 3.3)/
- Maximale diepteligging OO (paragraaf 3.4)/
- Deelconclusie onderzoek na-conflictperiode (paragraaf 3.5).

### 3.1 Resultaten vooronderzoek conflictperiode

Op basis van het 'Indicatie- en Analyseonderzoek Ontploffbare Oorlogsresten Ameland', kenmerk 24S040-VO-02, d.d. 21 mei 2024, heeft Saricon op basis van het beschikbare bronnenmateriaal geconcludeerd dat als gevolg van diverse oorlogshandelingen en gebeurtenissen het onderzoeksgebied in zijn geheel beschouwd dient te worden als 'primair verdacht gebied'.

Vervolgens is er een munitielijst opgesteld waarin de hoofd- en subsoorten zijn gespecificeerd, zoals weergegeven in tabel 3.1.

| Tabel 3.1. Munitielijst 24S040 |                |                 |                            |                |                |                                |                               |              |          |                          |            |                     |
|--------------------------------|----------------|-----------------|----------------------------|----------------|----------------|--------------------------------|-------------------------------|--------------|----------|--------------------------|------------|---------------------|
| Hoofdsoort                     | Subsoort       | Type            | Kaliber of gewichts-klasse | Natio-naliteit | Diame-ter (cm) | Lengte (cm), inclu-sief staart | Lengte (cm) exclu-sief staart | Gewicht (kg) | NEM (kg) | Soort vulling            | IJzer (kg) | Verschi-jnings-vorm |
| Onderwatermunitie              | Contactmijn    | EMC             | n.v.t.                     | Duits          | 116,8          | 123                            | n.v.t.                        | 631          | 299      | n.b.                     | 329        | Gelegd              |
| Onderwatermunitie              | Contactmijn    | UMA             | n.v.t.                     | Duits          | 81             | 81                             | n.v.t.                        | 158          | 29       | n.b.                     | 129        | Gelegd              |
| Onderwatermunitie              | Contactmijn    | Moored Mk XIV   | n.v.t.                     | Brits          | 102            | n.b.                           | n.v.t.                        | n.b.         | 145-227  | n.b.                     | n.b.       | Gelegd              |
| Onderwatermunitie              | Contactmijn    | Moored Mk XV    | n.v.t.                     | Brits          | 102            | 136                            | n.v.t.                        | n.b.         | 145-227  | n.b.                     | n.b.       | Gelegd              |
| Onderwatermunitie              | Contactmijn    | Moored Mk XVII  | n.v.t.                     | Brits          | 101            | 132                            | n.v.t.                        | 255          | 145-227  | n.b.                     | 110        | Gelegd              |
| Onderwatermunitie              | Invloedsmijn   | A Mk 1 – Mk IV  | n.v.t.                     | Brits          | 45             | 410                            | 410                           | 680          | 340-352  | n.b.                     | 329        | Afgeworpen          |
| Onderwatermunitie              | Invloedsmijn   | A Mk V          | n.v.t.                     | Brits          | 40             | 200                            | 200                           | 440          | 268      | n.b.                     | 172        | Afgeworpen          |
| Onderwatermunitie              | Invloedsmijn   | A Mk VI         | n.v.t.                     | Brits          | 47             | 250                            | 250                           | 775          | 454      | Amatol                   | n.b.       | Afgeworpen          |
| Onderwatermunitie              | Invloedsmijn   | A Mk VI         | n.v.t.                     | Brits          | 47             | 250                            | 250                           | 775          | 499      | Minol                    | n.b.       | Afgeworpen          |
| Onderwatermunitie              | Torpedo        | MK XII          | 18 inch                    | Brits          | 45             | 495                            | n.v.t.                        | 702          | 176      | TNT                      | > 500      | Gelanceerd          |
| Onderwatermunitie              | Torpedo        | MK XV           | 18 inch                    | Brits          | 45             | 525                            | n.v.t.                        | 817          | 247      | TNT                      | > 500      | Gelanceerd          |
| Afwerpmunitie                  | Brisantbom AS  | MK I – MK III   | 100 lb.                    | Brits          | 20,4           | 104                            | 61                            | 44,5         | 22       | n.b.                     | 22,5       | Afgeworpen          |
| Afwerpmunitie                  | Brisantbom AS  | MK IV           | 100 lb.                    | Brits          | 20,4           | 104                            | 61                            | 44,5         | 22       | TNT of combi met RDX     | 22,5       | Afgeworpen          |
| Afwerpmunitie                  | Brisantbom AS  | MK VI           | 100 lb.                    | Brits          | 20,4           | 104                            | 61                            | 44,5         | 22       | Torpex in combi met TNT  | 22,5       | Afgeworpen          |
| Afwerpmunitie                  | Brisantbom AS  | MK I            | 250 lb.                    | Brits          | 28,8           | 147                            | 110                           | 112          | 60,7     | n.b.                     | 49,5       | Afgeworpen          |
| Afwerpmunitie                  | Brisantbom AS  | MK II           | 250 lb.                    | Brits          | 28,8           | 147                            | 110                           | 112          | 60,7     | n.b.                     | 49,5       | Afgeworpen          |
| Afwerpmunitie                  | Brisantbom AS  | MK III          | 250 lb.                    | Brits          | 28,8           | 147                            | 110                           | 112          | 60,7     | TNT of met Baratol       | 49,5       | Afgeworpen          |
| Afwerpmunitie                  | Brisantbom AS  | MK IV           | 250 lb.                    | Brits          | 28,8           | 147                            | 110                           | 112          | 60,7     | TNT of met RDX           | 49,5       | Afgeworpen          |
| Afwerpmunitie                  | Brisantbom GP  | Mk I – Mk III   | 250 lb.                    | Brits          | 26,1           | 140                            | 71                            | 112          | 30,8     | TNT of met Amatol        | 81,2       | Afgeworpen          |
| Afwerpmunitie                  | Brisantbom GP  | Mk IV           | 250 lb.                    | Brits          | 25,9           | 142                            | 70                            | 104          | 30,7     | TNT of met Amatol        | 73,3       | Afgeworpen          |
| Afwerpmunitie                  | Brisantbom GP  | Mk V            | 250 lb.                    | Brits          | 25,9           | 142                            | 70                            | 104          | 30,7     | TNT of met Amatol        | 73,3       | Afgeworpen          |
| Afwerpmunitie                  | Brisantbom SAP | MK II – MK IIIC | 250 lb.                    | Brits          | 23,4           | 125                            | 79,5                          | 110          | 20       | TNT                      | 92         | Afgeworpen          |
| Afwerpmunitie                  | Brisantbom SAP | MK V            | 250 lb.                    | Brits          | 23,4           | 125                            | 79,5                          | 110          | 20       | TNT of combi met Beeswax | 92         | Afgeworpen          |

## 3.2 Naoorlogse ontwikkelingen

Het onderzoeksgebied na-conflictperiode betreft de geleidegeul in het Westgat in het Zeegat van Ameland. Het Westgat is een getijdengeul die is gelegen in het dynamisch getijdengebied van de Buitendelta. Dit betekent dat er, zeker over een langere periode bezien, voortdurend veranderingen hebben plaatsgevonden in dit gebied en dat diepteliggingen van de zeebodem zeer variabel zijn.

Deze paraaf bestaat uit de volgende onderdelen:

- In 3.2.1 worden de onderzoeksvragen uit het CS-VROO weergegeven;
- In 3.2.2 worden de geraadpleegde bronnen en onderzoeksrapporten behandeld;
- In 3.2.3 worden de belangrijkste onderzoeksresultaten gepresenteerd.

### 3.2.1 Onderzoeksvragen

Onderstaande onderzoeksvragen uit het CS-VROO-02 (pagina 32) hebben betrekking op het onderwerp waterbouw. Aan de hand van deze vragen is gericht gezocht naar informatie in de rapportages die worden behandeld in paragraaf 3.2.2.

#### Informatie over locatie

1. Wat is de huidige diepte van de waterbodem?
2. Welke wijzigingen hebben plaatsgevonden?
3. Waar heeft de wijziging plaatsgevonden?
4. Wanneer heeft de wijziging plaatsgevonden?
5. Is daarbij de waterbodem geroerd c.q. opgebracht?
6. Tot welke diepte?
7. Wat is de invloed daarvan (geweest) op de diepte van de waterbodem?
8. Heeft er onderhoud aan de watergang plaatsgevonden?
9. Wat is er gebeurd met het afgevoerde/verplaatste materiaal?

#### Informatie m.b.t. de werkwijze en ingezette middelen

10. Op welke wijze is de wijziging van het maaiveld en/of waterbodem gerealiseerd?
11. Welk type werkzaamheden zijn uitgevoerd?

#### Informatie algemeen

12. Wat is de diepte van de waterbodem in de conflictperiode?
13. Is diepte van de waterbodem na de conflictperiode gewijzigd?

Het is niet praktisch gebleken om alle bovenstaande vragen te beantwoorden, ook omdat er de nodige overlap tussen de vragen bestaat en deze daarom samengevoegd kunnen worden. De vragen zijn vooral een hulpmiddel gebleken om richting te geven aan het onderzoek. Saricon heeft de dertien onderzoeksvragen uit het CS-VROO hieronder samengevoegd in een viertal bredere onderzoeksvragen:

- Wat was de diepte van de vaargeul in de oorlogsperiode?
- Kan OO dieper zijn ingedrongen dan de 'harde waterbodem' van destijds (anno 1945)?
- Welke relevante veranderingen hebben plaatsgevonden in de na-conflictperiode?
- Kunnen deze naoorlogse veranderingen/ontwikkelingen beschouwd worden als contra-indicaties?

Deze vragen worden in paragraaf 3.5 beantwoord.

### 3.2.2 Geraadpleegde bronnen en onderzoeksrapporten

Aan de hand van verschillende onderzoeksrapporten zijn de belangrijkste naoorlogse ontwikkelingen in kaart gebracht. Er is gezien de scope van dit onderzoek geen volledig en diepgaand (archief)onderzoek gedaan naar de diepteligging van de vaargeul in de oorlogsjaren. Er is in deze paragraaf primair gebruik gemaakt van onderstaande rapportages en bronnen. Deze onderzoeken zijn deels aangeleverd door Rijkswaterstaat bij aanvang van dit onderzoek. Daarnaast heeft Saricon zelf nog aanvullende rapportages weten te vinden.

#### Rapportages

- Rijkswaterstaat Rijksinstituut voor Kust en Zee (RIKZ), *Erosie op Ameland-Bornrif en Terschelling-Noordergronden, inzicht in de ernst van de situatie + oplossingsrichtingen*, Werkdocument RIKZ/AB-96.101, (z.j., verm. 1996)
- J. Cleveringa, C.G. Israël en D.W. Dunsbergen, *De westkust van Ameland. Resultaten van 10 jaar morfologisch onderzoek in het kader van de Rijkswaterstaat programma's KUST2000 en KUST20005*, Rapport RIKZ/2005.029, oktober 2005
- M. Manders, S. van den Brenk, M. Kosian, *De gelaagde geschiedenis van de Westelijke Waddenzee. Historisch Geo-Morfologische Kaartenset van de Waddenzee*, uitgave van Rijksdienst voor het Cultureel Erfgoed (Amersfoort 2014)
- A. Oost en J. Cleveringa, *Morfologie, Komberginsgebied Borndiep, KPP 2017 BO03 Waddenzee Kennisontwikkeling morfologie en baggerhoeveelheden*, uitgave van Deltares, kenmerk 11200521-000, 20 december 2017

- L. Couma, *Analyse korrelgrootte zandwin- en suppletiegebieden 2021 - Ameland en Vlieland Oost & Havenstrand*, uitgave van Arcadis, projectnummer C06041.000076, d.d. 21 mei 2021;
- W. Liefing, Borgingsdocument Natuur Strandsuppletie Ameland West, uitgave van Tauw, versie V07, d.d. 13 december 2021;
- P. Mulder en A. Posthuma, *Jaarrapportage baggerwerkzaamheden Waddenzee 2023*, uitgave van Rijkswaterstaat, 5 april 2024, versie 2.0 definitief

## Websites

- [Timelapse – Google Earth Engine](#)
- [Navionics ChartViewer](#)
- Topotijdreis.nl, historische kaartlagen van het Kadaster

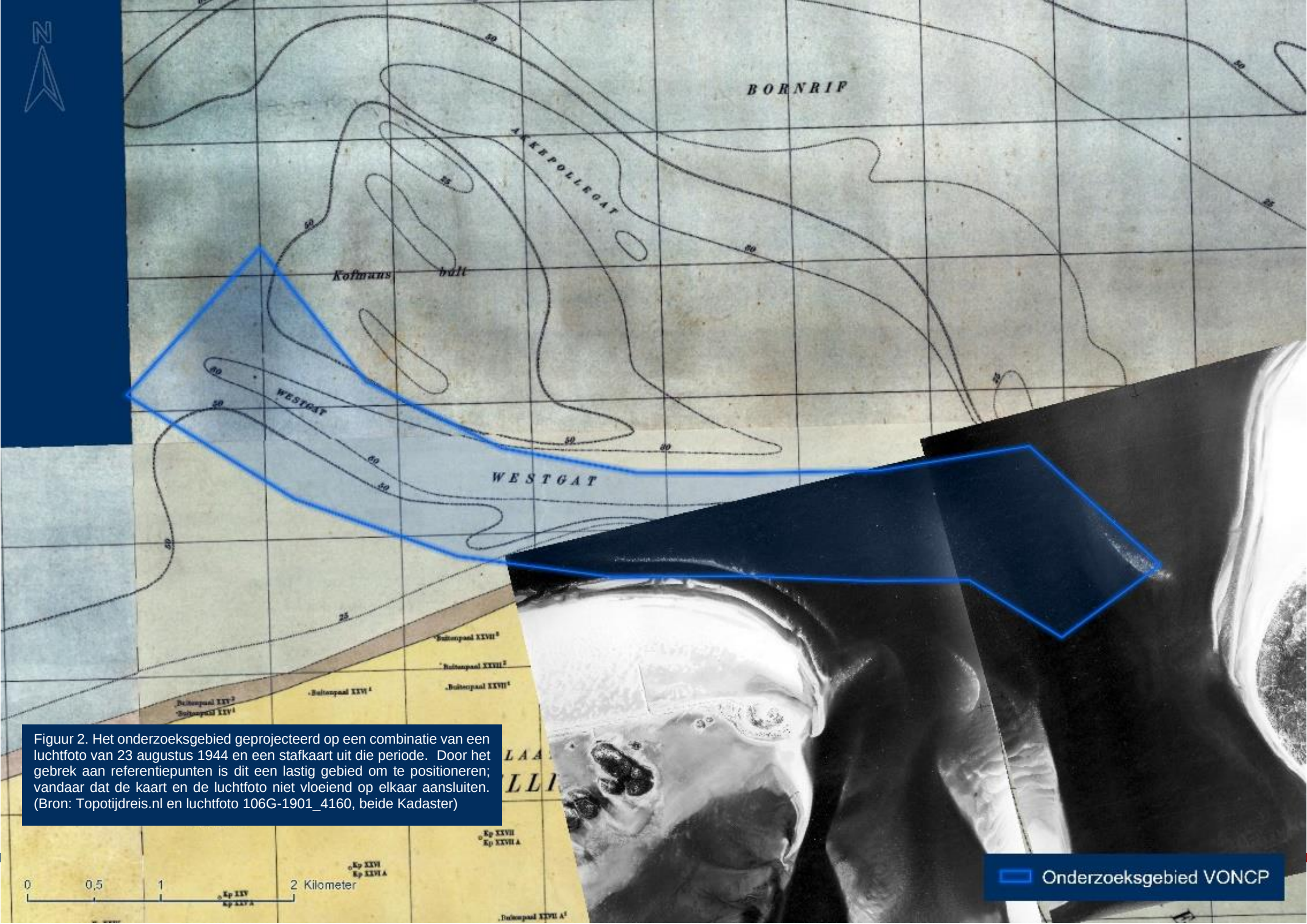
## Kaartmateriaal

- Boskalis, Dieptekaart Kustlijn zorg Texel-Ameland, Westgat West-WP3, MBES uitpeiling 24-08-2023, KL-CLB-271-WP3-OUTS;
- Boskalis, Kustlijn zorg Texel-Ameland, Verschillenkaart: Uitmeting-Inmeting, MBES uitpeiling: 24-08-2023;
- Boskalis, Kustlijn zorg Texel-Ameland, Westgat West-WP3. Verschillenkaart: Uitmeting-Inmeting. MBES uitpeiling: 24-08-2023

### 3.2.3 Belangrijkste onderzoeksresultaten

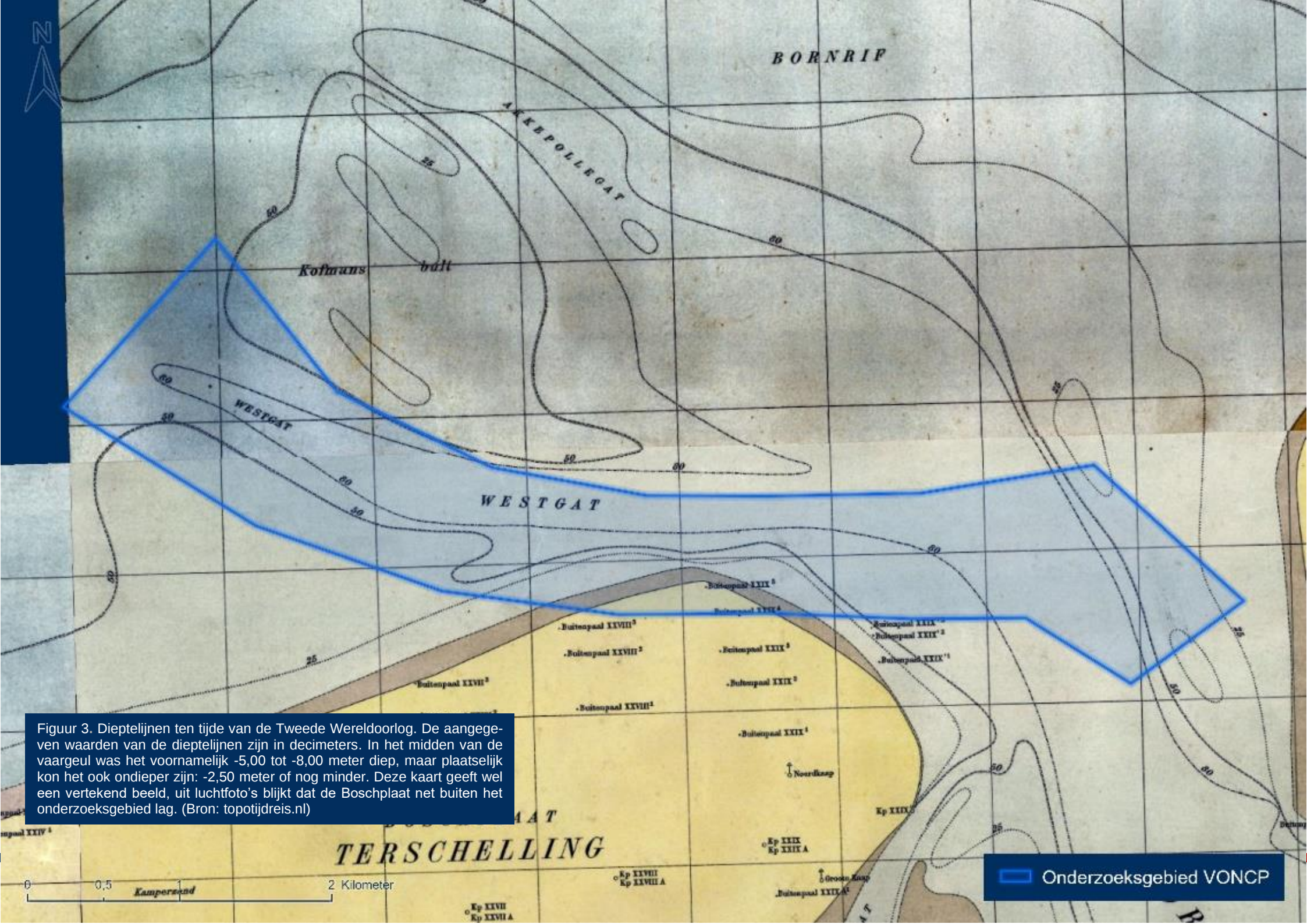
In deze subparagraaf worden de belangrijkste onderzoeksresultaten getoond uit de geraadpleegde bronnen en onderzoeksrapporten. Eerst worden hieronder belangrijkste ontwikkelingen in beeld gebracht aan de hand van historisch kaartmateriaal, afkomstig van de website topotijdreis.nl.

Op deze kaarten zijn enkel dieptelijnen ingetekend, waardoor gedetailleerde vergelijkingen niet mogelijk zijn. Wel worden aan de hand van deze indicatieve gegevens veranderingen zichtbaar over een langere termijn. De gebrekkige historische gegevens en het dynamische karakter van dit gebied, zorgen ervoor dat het erg lastig is veranderingen in diepten tussen 1945 en nu zeer nauwkeurig in beeld te brengen



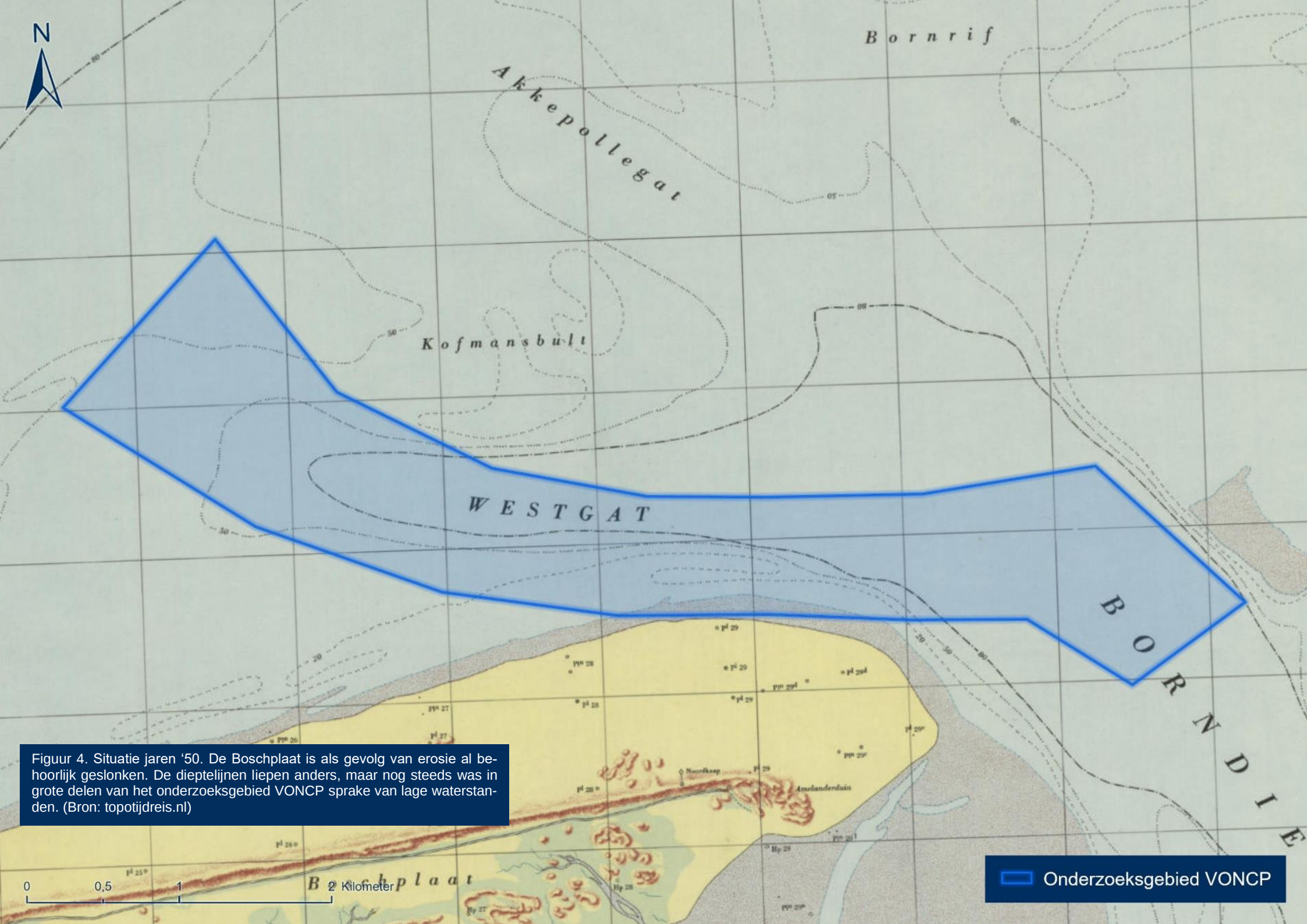
Figuur 2. Het onderzoeksgebied geprojecteerd op een combinatie van een luchtfoto van 23 augustus 1944 en een stafkaart uit die periode. Door het gebrek aan referentiepunten is dit een lastig gebied om te positioneren; vandaar dat de kaart en de luchtfoto niet vloeiend op elkaar aansluiten. (Bron: Topotijdreis.nl en luchtfoto 106G-1901\_4160, beide Kadaster)

 Onderzoeksgebied VONCP



Figuur 3. Dieptelijnen ten tijde van de Tweede Wereldoorlog. De aangegeven waarden van de dieptelijnen zijn in decimeters. In het midden van de vaargeul was het voornamelijk -5,00 tot -8,00 meter diep, maar plaatselijk kon het ook ondieper zijn: -2,50 meter of nog minder. Deze kaart geeft wel een vertekend beeld, uit luchtfoto's blijkt dat de Boschplaat net buiten het onderzoeksgebied lag. (Bron: topotijdreis.nl)

 Onderzoeksgebied VONCP



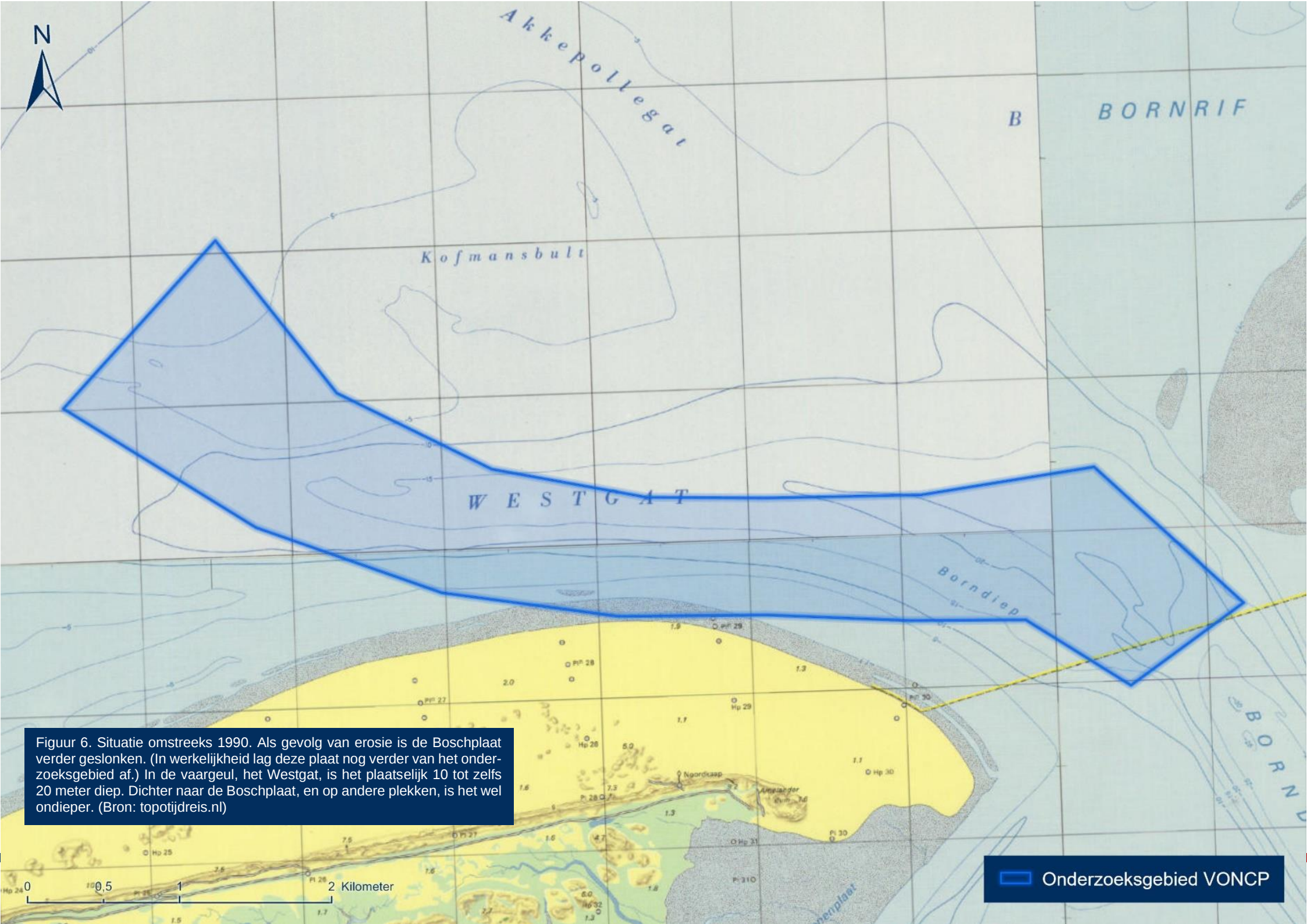
Figuur 4. Situatie jaren '50. De Boschplaat is als gevolg van erosie al behoorlijk geslonken. De dieptelijnen liepen anders, maar nog steeds was in grote delen van het onderzoeksgebied VONCP sprake van lage waterstanden. (Bron: topotijdreis.nl)

Onderzoeksgebied VONCP



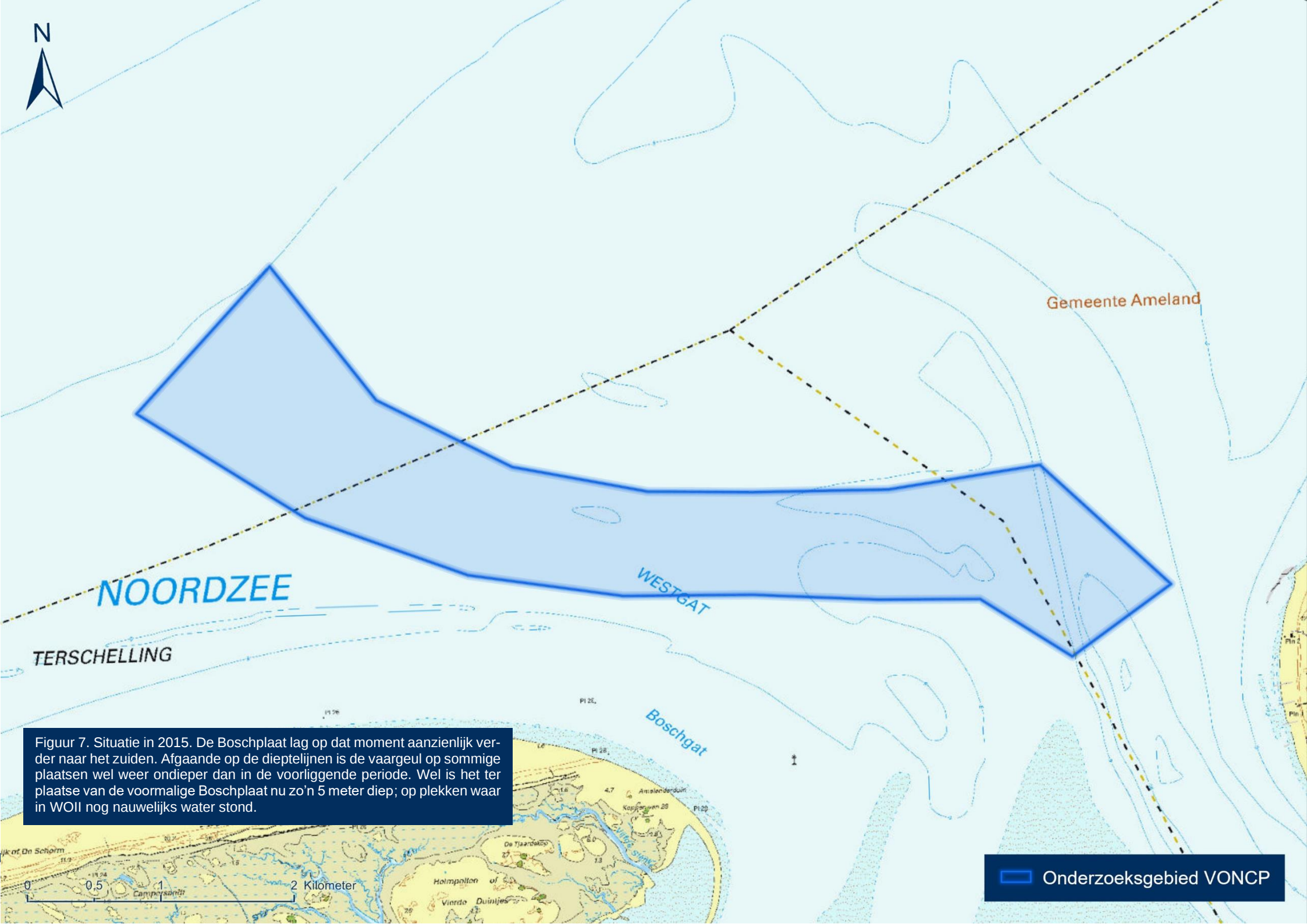
Figuur 5. Deze kaart toont de situatie in de jaren '60 en '70. Uit de dieptelijnen kan worden opgemaakt dat het Westgat in die periode dieper was dan in de jaren '40. Delen van de vaargeul waren op moment 10 tot 15 meter diep. (Bron: topotijdreis.nl)

 Onderzoeksgebied VONCP



Figuur 6. Situatie omstreeks 1990. Als gevolg van erosie is de Boschplaat verder geslonken. (In werkelijkheid lag deze plaat nog verder van het onderzoeksgebied af.) In de vaargeul, het Westgat, is het plaatselijk 10 tot zelfs 20 meter diep. Dichter naar de Boschplaat, en op andere plekken, is het wel ondieper. (Bron: topotijdreis.nl)

 Onderzoeksgebied VONCP



Figuur 7. Situatie in 2015. De Boschplaat lag op dat moment aanzienlijk verder naar het zuiden. Afgaande op de dieptelijn is de vaargeul op sommige plaatsen wel weer ondieper dan in de voorliggende periode. Wel is het ter plaatse van de voormalige Boschplaat nu zo'n 5 meter diep; op plekken waar in WOII nog nauwelijks water stond.

Onderzoeksgebied VONCP



Figuur 8. Op deze luchtfoto uit 2016 zijn de diepere geulen duidelijk te herkennen. (Bron: topotijdreis.nl)

0 0,5 1 2 Kilometer

 Onderzoeksgebied VONCP



Figuur 9. Deze foto uit lijkt te zijn genomen bij laag water, zie ook de witte koppen van de golven bij zandplaten. Ook binnen het onderzoeksgebied zijn zandplaten zichtbaar onder de waterspiegel. De geulen staan wel altijd onder

0 0,5 1 2 Kilometer

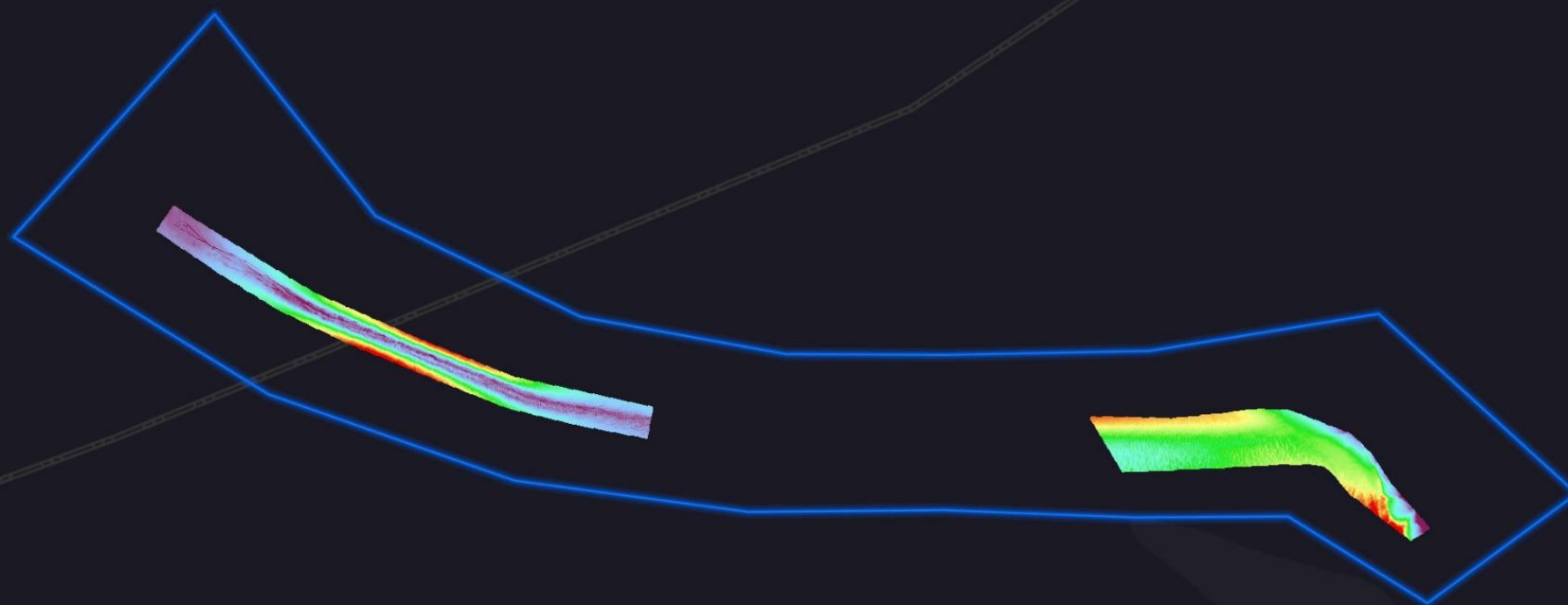
 Onderzoeksgebied VONCP



Figuur 10. In 2020 stond er weer meer water, waarschijnlijk is het op dat moment hoogwater. De geul tekent iets donkerder af t.o.v. het omringende water. (Bron: topotijdreis.nl)

0 0,5 1 2 Kilometer

 Onderzoeksgebied VONCP



 Onderzoeksgebied VONCP

**Westgat West**

 -5,62m

 -10,42m

**Westgat Oost**

 -3,25m

 -19,6m

Figuur 11. Voor delen van de geleidegeul heeft Saricon van Rijkswaterstaat recente bathymetrische gegevens aangeleverd gekregen.

0 0,5 1 2 Kilometer

## Aanvullende informatie uit geraadpleegde onderzoeken

Hieronder wordt aanvullende informatie uitgewerkt uit de geraadpleegde onderzoeken, op volgorde van het jaar van publicatie:

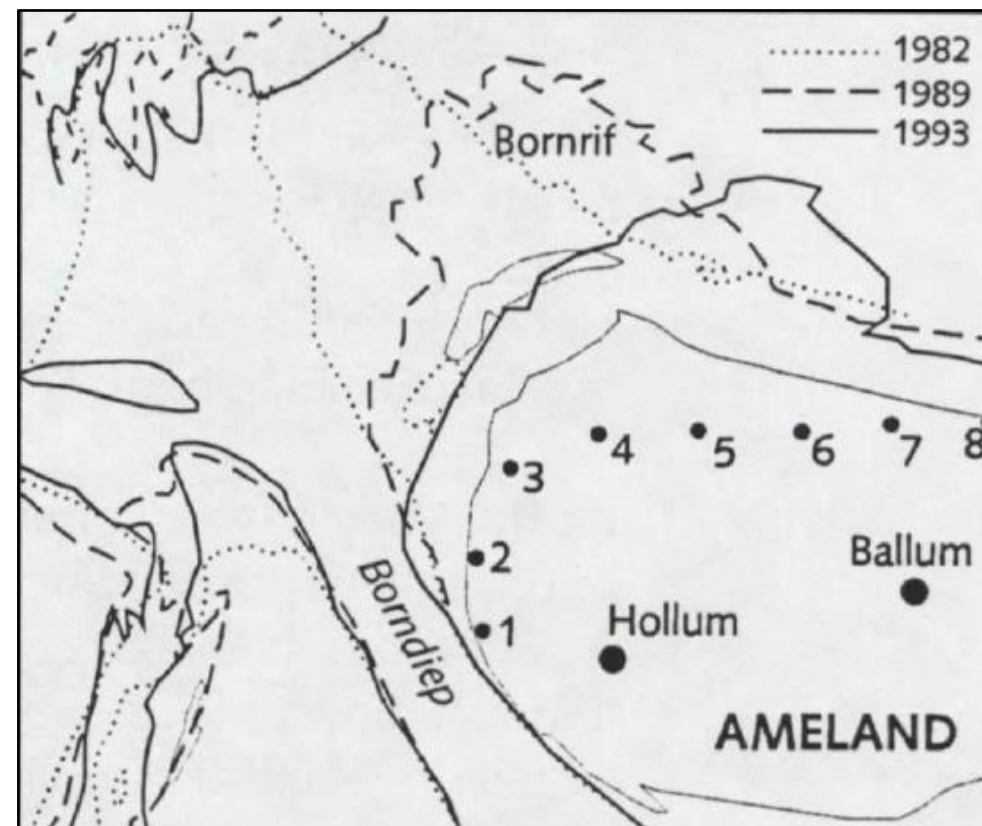
### Onderzoek 1996: *Erosie op Ameland* (...)

In het rapport *Erosie op Ameland-Bornrif en Terschelling-Noordergronden* kenmerk RIKZ/AB-96.101 van Rijkswaterstaat (RIKZ) wordt vermeld dat in 1990 regering en parlement hebben gekozen voor het 'dynamisch handhaven van de kustlijn'.<sup>5</sup>

In dit rapport wordt ingegaan op de achteruitgang van de kustlijn als gevolg van erosie:

'Precies op de overgang tussen strandvlakte en duinenkust zijn de kustvakken Ameland-Bornrif en Terschelling-Noordergronden gesitueerd. De randen van de buitendelta's van het Bornrif resp. Vliestroom raken hier aan de kust. Direct voor de kust is de zee ondiep; het zand heeft zich opgehoopt tot het Bornrif resp. Noordergronden.

Wijzigingen in de stroomsituatie in de zeegaten tussen de eilanden hebben consequenties voor de ligging en omvang van de ondiepwatergebieden. Vooral op de flanken van het Bornrif en Noordergronden vertaalt zich dit in grote fluctuaties in de kustlijnligging; vanaf midden tachtiger jaren vooral in een sterke achteruitgang van de kustlijn. De basiskustlijn wordt, of dreigt hier te worden overschreden. Handhaven van de kustlijnligging vergt een zeer grote inspanning.<sup>6</sup>



Figuur 12. Zeegat van Ameland. Ligging van de NAP -5 m dieptelijn in 1982, 1989 en 1993. (Uit: *Erosie op Ameland*, p. 12.)

<sup>5</sup> RIKZ, *Erosie op Ameland-Bornrif*, p. 5.

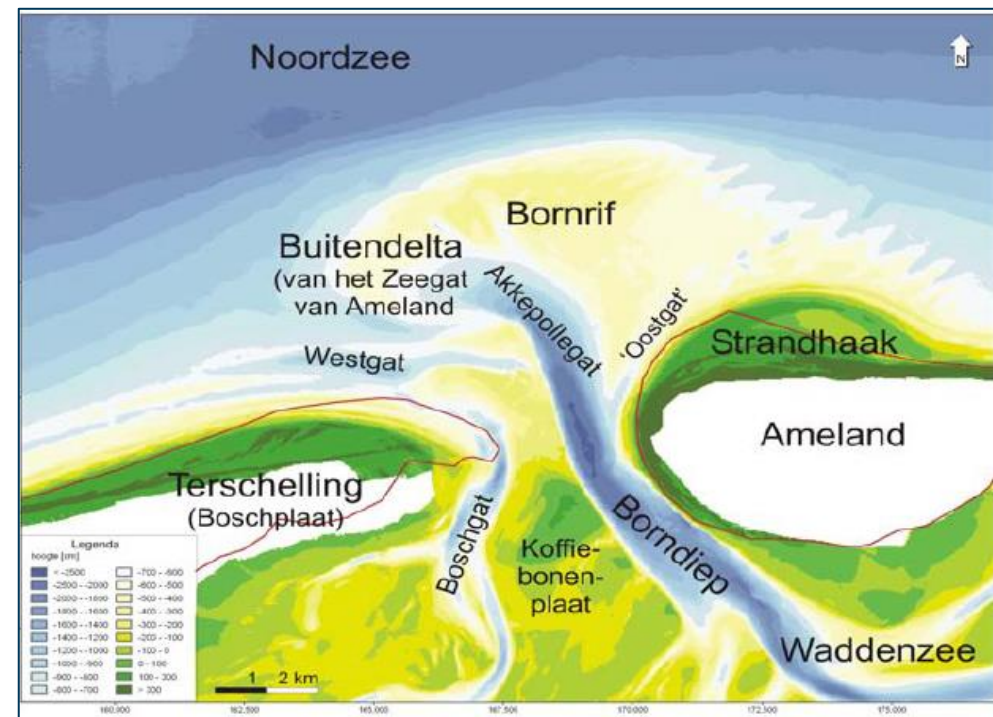
<sup>6</sup> Ibidem, p. 5.

In het rapport wordt het algemene beleid toegelicht van een flexibele kustverdediging:

‘Rijkswaterstaat stelt voor de ruimte te geven aan de natuurlijke dynamiek. De toekomstige morfologische en natuurlijke ontwikkelingen worden jaarlijks in kaart gebracht en geëvalueerd. Uitgangspunt is het handhaven en zelfs verder stimuleren van de aanwezige natuurwaarden. Suppleties worden uitgevoerd bij ongewenste ontwikkelingen, bijvoorbeeld bij dreigende structurele erosie of vooruitlopend hierop om bescherming te bieden aan de NAM-locatie.’<sup>7</sup>

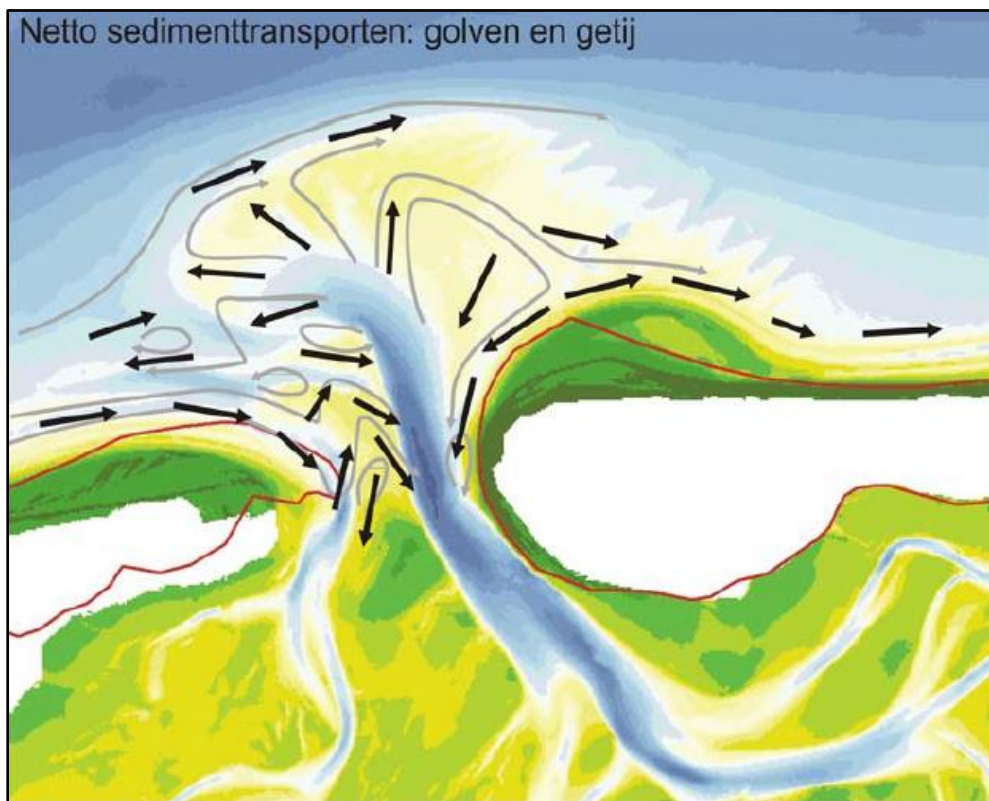
## Onderzoek 2005: De westkust van Ameland. Resultaten van 10 jaar morfologisch onderzoek (...)

In dit onderzoek van Rijkswaterstaat (RIKZ) zijn de morfologische veranderingen voor de westkust van Ameland in beeld gebracht. Het rapport heeft vooral betrekking op het Borndiep, de vaargeul die ten oosten van het onderzoeksgebied na-conflictperiode ligt. Niettemin worden in dit rapport wel ontwikkelingen over de lange termijn behandeld die ook een rol spelen in dit onderzoek, zoals te zien in de volgende figuren.



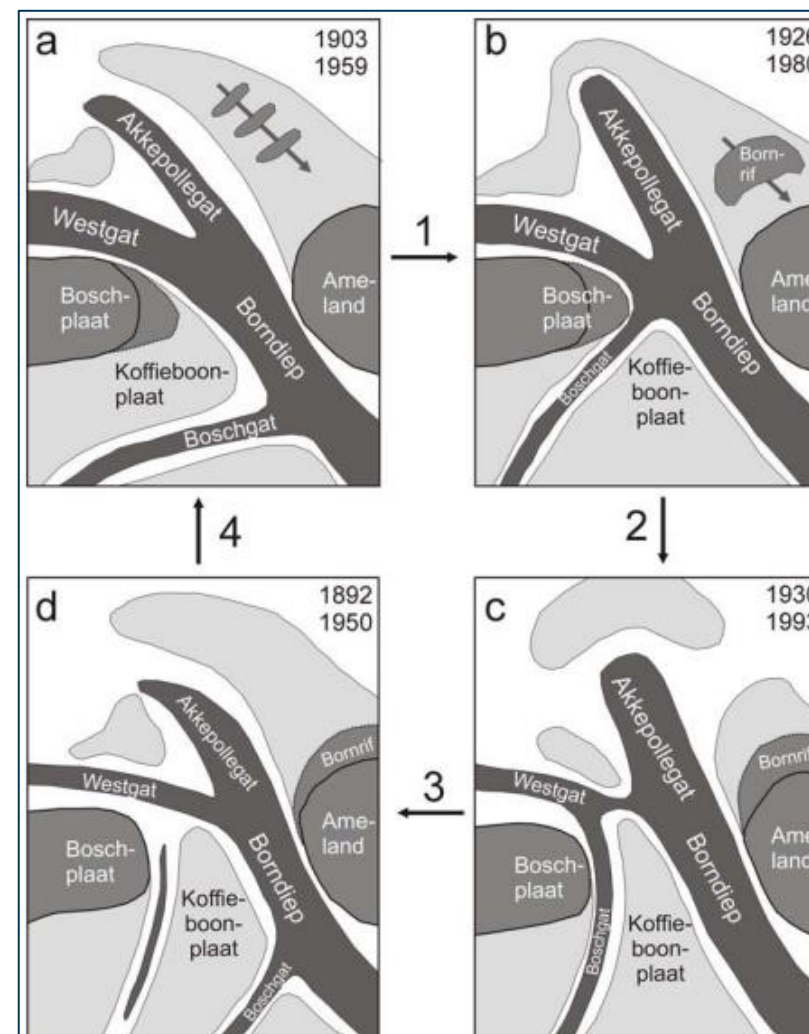
Figuur 13. Het Zeegat van Ameland, met de namen van de geulen en platen. (Bron: Westkust van Ameland, p. 16)

<sup>7</sup> RIKZ, *Erosie op Ameland (...)* p. 32



Figuur 14 De pijlen visualiseren de complexe werking van sedimentverplaatsingen over een periode van meerdere jaren. (Bron: *De westkust van Ameland*, p. 36)

In dit onderzoek is ook de 'morfologische cyclus' in beeld gebracht.



Figuur 15. Deze plaatjes tonen dat de vaargeulen en stroomgaten over een langer tijdsbestek voortdurend verschuiven. Door de tijd heen is de Boschplaat gekrompen en ook de loop en omvang van het Westgat verandert voortdurend. (Bron: Israel, *Morfologische cyclus van het Zeegat van Ameland*, 1998, overgenomen uit: *De westkust van Ameland*, p. 34)

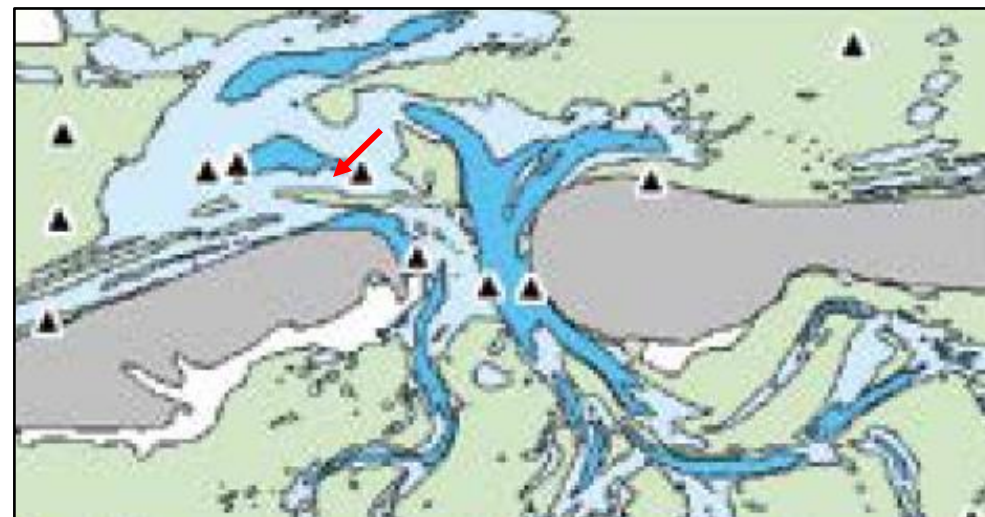
#### Onderzoek 2014: De gelaagde geschiedenis van de Westelijke Waddenzee.

Dit onderzoek betreft de *Historisch Geomorfologische Kaartenset Waddenzee*. Aan de hand van verschillende datasets worden de historische morfologische ontwikkelingen in de Waddenzee in kaart gebracht, inclusief enkele zeegaten en een deel van de Buitendelta.

In dit onderzoek zijn dieptemodellen opgenomen uit de jaren 1925, 1975, 1985 en 1997. De modellen zijn van onvoldoende detailniveau om hiervan in deze rapportage fragmenten te tonen. Wat wel duidelijk blijkt uit deze kaarten is dat de zeebodem hier voortdurend in beweging is en dat door de tijd heen de diepten varieerden. In 1975 en 1985 was het ter plaatse van de geleidegeul overwegend dieper dan in 1925, maar ook dan in 2005.

In het rapport is ook een model opgenomen dat de maximale verdieping weergeeft, waarvan hieronder een fragment is opgenomen. 'De blauwe gebieden zijn in het verleden tussen 1925 en 2005 ondieper geweest dan nu. Dat betekent dus dat ze zijn geërodeerd (verdiept).'<sup>8</sup> In de groene gebieden is de verdieping <1m, in de lichtblauwe gebieden 1-5m en in de donkerblauwe gebieden >5 m. De driehoekjes geven een archeologische waarneming aan (ARCHIS).

Uitgaande van deze kaart heeft er tussen 1925 en 2005 overal een verdieping plaatsgevonden in de huidige geleidegeul, ofwel overal is de bodem in dat tijdbestek een keer dieper geweest. In sommige delen was die verdieping ruim 5,00 meter. Op andere plekken is deze verdieping beperkter: tussen minimaal 1,00 en maximaal 5,00 meter of zelfs minder dan 1,00 meter.



Figuur 16. Verdieping periode 1925-2005 'Maximale verdieping vanaf 1925 ten opzichte van heden (2005)'. De rode pijl wijst ongeveer het onderzoeksgebied aan.



<sup>8</sup> De gelaagde geschiedenis van de Westelijke Waddenzee, p. 60.

## Onderzoek 2017: Morfologie Kombergingsgebied Borndiep

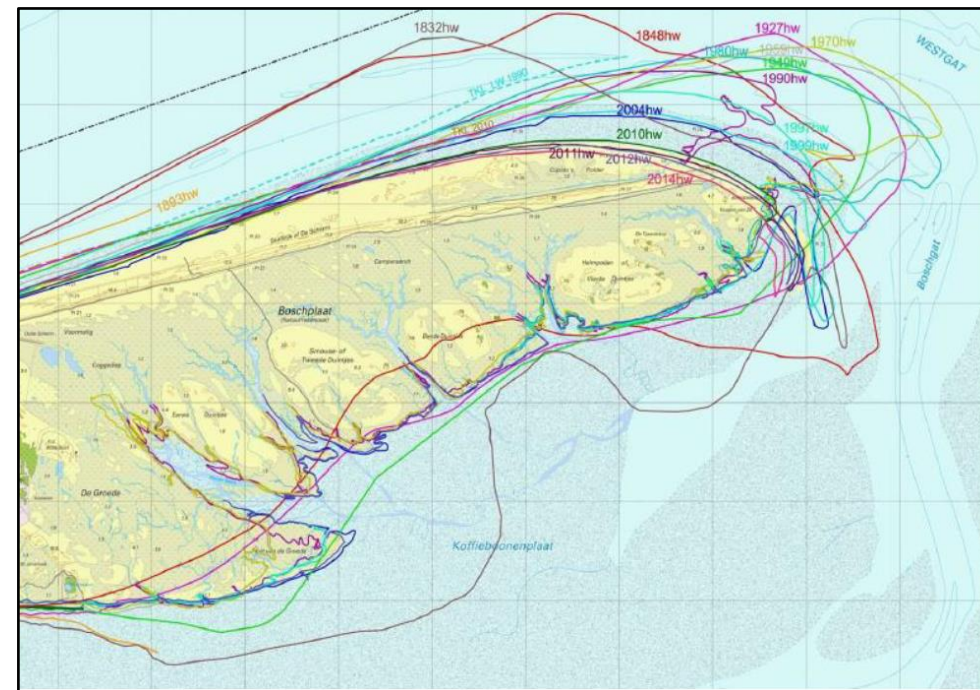
In dit onderzoek van Deltares wordt een verklaring gegeven voor de erosie van de oostpunt van Terschelling. De Boschplaat lag in de Tweede Wereldoorlog nog bijna tegen het onderzoeksgebied na-conflictperiode aan, maar is sindsdien teruggelopen in zuidwestelijke richting:

'De oostpunt van Terschelling is sinds het begin van de jaren '70 in de vorige eeuw met vrij grote snelheid korter (ruim 2 km) geworden, waardoor al ca. 200 ha van de kwelder verdwenen is. Deze ontwikkeling gaat nog steeds door. Aan de Noordzijde is de oriëntatie van de kustlijn landwaarts verplaatst. Zowel het duincomplex aan de Noordzeezijde als het areaal eilandkwelder op de Boschplaat zijn afgenomen. De afname en ook de groei van de 'eilandstaart' van Terschelling is direct gekoppeld aan de ontwikkelingen in het Zeegat van Ameland en op de buitendelta. De fysische processen die van dag tot dag leiden tot de erosie zijn het transport van zand door golven en de getijstrooming. Hoe de golven en de stroming het eiland raken hangt af van de ligging van de geulen in het zeegat, de Waddenzee en ondieptes op de buitendelta. De ligging van de geulen in het zeegat en de ondieptes op de buitendelta veranderen op een manier die zich in de tijd lijkt te herhalen, hoewel er wezenlijke verschillen bestaan met en tussen de eerdere situaties.'<sup>9</sup>

In deze rapportage is ook een nautische kaart opgenomen, waarvan hieronder een fragment wordt getoond. De vaargeul ligt tussen betonde geulen.



**Figuur 17.** Fragment van de nautische kaart van het Borndiep (Bron: Deltares, *Morfologie Kombergingsgebied Borndiep*, p. 17)



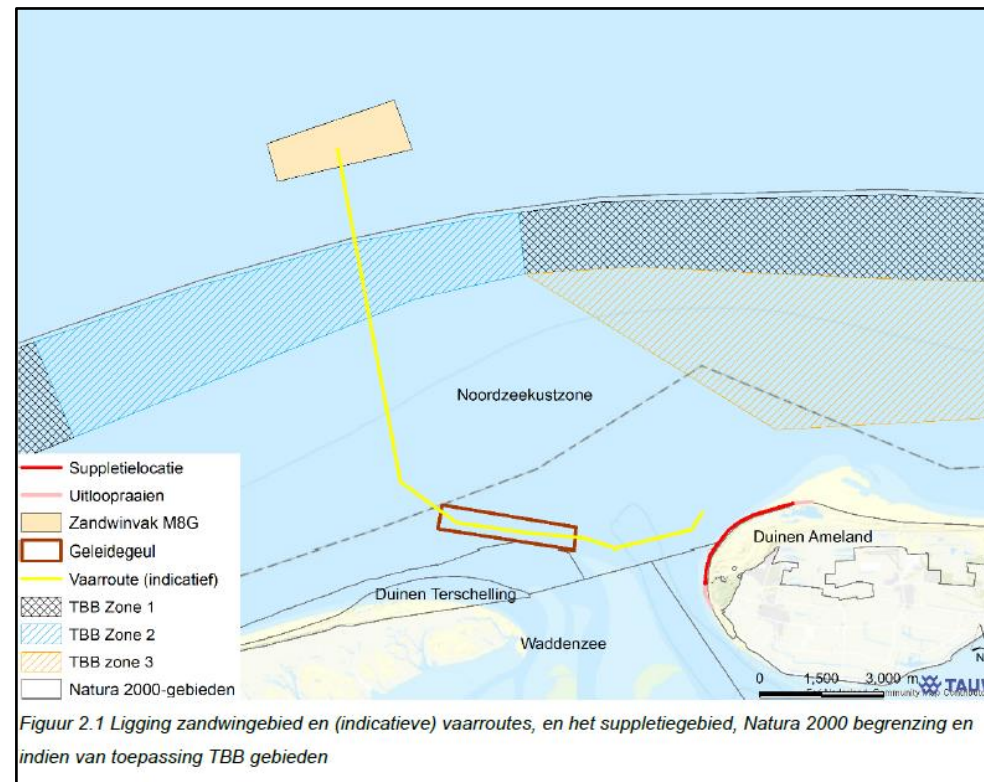
**Figuur 18.** Het historische verloop van de erosie van de oostkust van Terschelling (Bron: *Morfologie Kombergingsgebied Borndiep*, p. 108)

<sup>9</sup> Morfologie Kombergingsgebied Borndiep, p. 5-6 en 115.

### Onderzoek 2021: *Borgingsdocument Natuur Strandsuppletie*

In dit onderzoek van Tauw uit 2021 staat het zandwindvak centraal dat ten noorden van het onderzoeksgebied ligt. Om dit zandwindzak (M8) te kunnen bereiken moest een geleidegeul worden gecreëerd, ofwel het huidige onderzoeksgebied. 'Ten behoeve van de strandsuppletie Ameland-West is het baggeren van een geleidegeul noodzakelijk (...) Het baggeren betreft het deel tussen de boeien WA1 en WA7. Uitgegaan wordt van een te bereiken diepte van -9,5 m NAP en een breedte van 96 meter. Het zand dat uit de vaargeul komt wordt ook toegepast bij de suppletie. Het gaat om circa 450.000 m<sup>3</sup> in situ'.<sup>10</sup>

In dit onderzoek wordt dus gesteld dat de vaargeul over een breedte van 96 meter tot -9,50 meter moest worden uitgediept. De breedte van 96 meter heeft betrekking op de gehele vaarroute van het zandwindvak naar de suppletielocatie in de duinen van Ameland, zie volgende figuur.

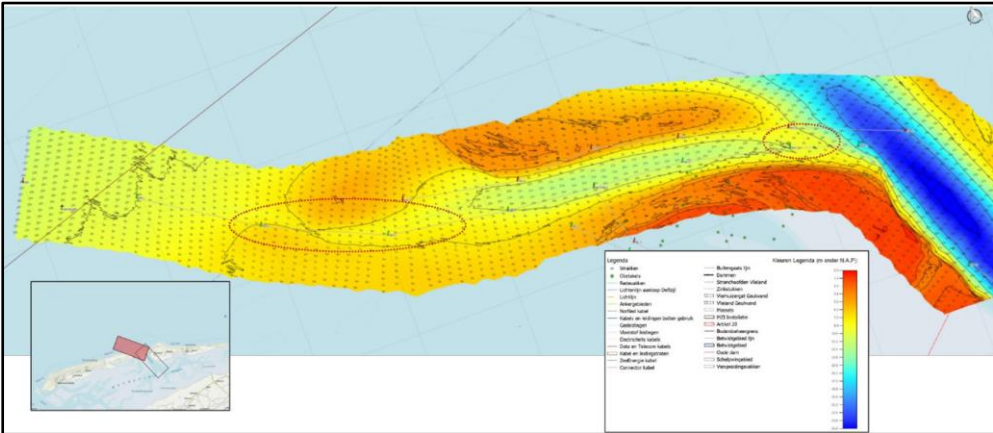


**Figuur 19.** In het rode kader wordt de geleidegeul weergegeven (die min of meer overeenkomt met het onderzoeksgebied VONCP). De gele lijnen geven de indicatieve vaarroutes aan naar het zandwindvak. (Bron: Tauw, *Borgingsdocument Natuur Strandsuppletie*, 7)

<sup>10</sup> Tauw, kenmerk 1267308WLI-V07-efm-NL, p. 29.

**Memo 2021: Analyse korrelgrootte zandwin- en suppletiegebieden 2021 - Ameland en Vlieland Oost & Havenstrand**

Aan het rapport is ook een memo van Arcadis uit 2021 toegevoegd dat de volgende passage bevat: ‘voor de aanvoer van het zand vanaf de Noordzee naar de strandsuppletielocatie ‘Ameland-West’ [worden] ondieptes op de Amelande buitendelta weggebaggerd. Hierdoor kunnen de baggerschepen ook bij lagere waterstanden het suppletiegebied bereiken. De route die wordt gevolgd na het baggeren wordt de geleidegeul genoemd. Deze geul wordt niet in zijn geheel gebaggerd: het is een van nature aanwezige geul waarvan de ondiepe drempels worden gebaggerd’.<sup>11</sup> In dit document is ook een bathymetrische kaart van het Zeegat van Ameland opgenomen, zie onderstaande figuur.



**Figuur 20.** Kaart van de bodemligging ter plaatse van het Zeegat van Ameland, situatie juli 2020. Binnen de rode ovalen liggen ondiepe drempels. De linkerdrempel moest (waarschijnlijk) worden weggebaggerd. (Bron: Rijkswaterstaat, uit rapportage Arcadis, kenmerk D10032248 3, 21 mei 2021, 2)

<sup>11</sup> Arcadis, Analyse korrelgrootte zandwin- en suppletiegebieden 2021 - Ameland en Vlieland Oost & Havenstrand, projectnummer C06041.000076, p. 1.

**Onderzoek 2024: Jaarrapportage baggerwerkzaamheden Waddenzee 2023**

Dit verslag van Rijkswaterstaat Noord Nederland, district Oost bevat de jaarlijkse verantwoording voor baggerwerkzaamheden zoals beschreven in het Natura 2000-beheerplan. ‘In het Natura 2000 beheerplan is vastgesteld dat er vergunning loos gebaggerd en verspreid mag worden in de Waddenzee mits er aan deze voorwaarden voldaan wordt.’<sup>12</sup>

Dit onderzoek bevat ook een overzichtstabel van baggervolumes. Hierin staan wel gegevens vermeld over het Bordiep, de vaargeul die ten oosten van het Westgat ligt. Over het Westgat worden in de rapportage geen gegevens vermeld. Uit onderstaande tabel blijkt dat in het Bordiep tussen 2019 en 2023 jaarlijks tussen de ca. 1,3 miljoen en 2,0 miljoen kubieke meter is gebaggerd. Saricon beschikt ten tijde van het opstellen van deze concept-rapportage niet over recente gegevens over baggerwerkzaamheden in het Westgat.

| Locatie                              | 2019              | 2020      | 2021      | 2022      | 2023      | Verwachting N2000-beheerplan |
|--------------------------------------|-------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|------------------------------|
|                                      | Rijkswaterstaat   |           |           |           |           |                              |
| Veerdam Holwerd                      | 38.430            | 64.097    | 31.476    | 21.495    | 28.780    | 40.000                       |
|                                      |                   |           | (700)     | (22.783)  | (33.050)  |                              |
| Veerdam Nes                          | 20.290            | 39.269    | 28.974    | 5.470     | 15.875    | 20.000                       |
|                                      |                   |           | (38)      | (7.758)   | (22.542)  |                              |
| Veerbootroute Ameland (Holwerd-VA13) | 1.132.357         | 1.133.670 | 945.837   | 839.425   | 1.246.251 | 2.000.000                    |
|                                      |                   |           | (1.150)   | (39.704)  | (5.050)   |                              |
| Veerbootroute Ameland (VA4-VA13)     | 470.064           | 646.363   | 393.538   | 376.899   | 368.519   | 4.000                        |
|                                      |                   |           | (1.100)   | (39.171)  | (2.396)   |                              |
| Reegeul                              | 11.400            | 13.615    | 19.380    | 10.089    | 11.467    | 45.000                       |
|                                      |                   |           | (0)       | (2.809)   | (4.087)   |                              |
| Ballumerbocht                        | 27.210            | 24.325    | 22.495    | 14.166    | 28.587    | 25.000                       |
|                                      |                   |           | (0)       | (2.925)   | (3.513)   |                              |
| Totaal Rijkswaterstaat               | 1.699.751         | 1.921.339 | 1.441.700 | 1.267.544 | 1.699.479 | 2.134.000                    |
|                                      |                   |           | (2.988)   | (115.150) | (70.638)  |                              |
|                                      | Lokale beheerders |           |           |           |           |                              |
| Veerdam Nes, Jachthaven              |                   |           | 20.231    | 12.000    | 13.900    | 10.000                       |
| Ballumerbocht                        |                   |           |           |           |           | 1.000                        |
| Totaal Lokale beheerders             | -                 | -         | 20.231    | 12.000    | 13.900    | 11.000                       |
| Totaal Bordiep (exclusief ploegen)   | 1.699.751         | 1.921.339 | 1.461.931 | 1.279.544 | 1.713.379 | 2.145.000                    |

**Figuur 21.** Overzichtstabel van baggervolumes per kombergingsgebied. (Bron: Rijkswaterstaat, Jaarrapportage Baggergegevens 2023, 11.)

<sup>12</sup> Rijkswaterstaat, Jaarrapportage Baggergegevens 2023, 5 april 2024, p. 4.

### 3.3 Gedrag OO op de zeebodem

De OO die op de zeebodem terecht zijn gekomen zullen uiteindelijk verzanden en (gedeeltelijk) in de zeebodem verdwijnen. De diepte waarin een object in de zeebodem verdwijnt, is afhankelijk van een aantal factoren. We onderscheiden hierin drie aspecten:

- Scouring;
- Mobiele zandgolven;
- Mobiele megaribbels.

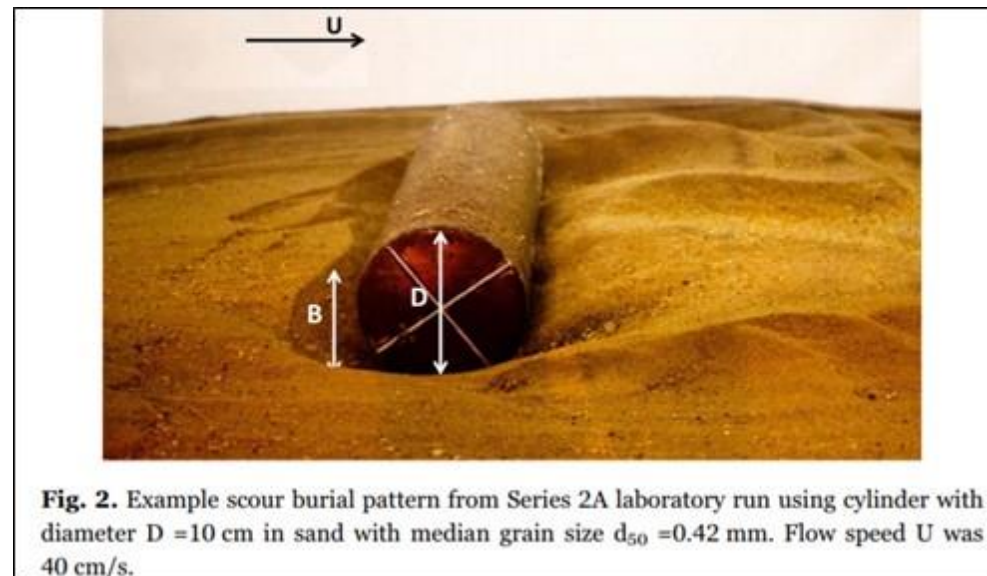
Deze drie aspecten zijn tot op de dag van vandaag onderwerp van onderzoek, dus in die zin is het niet mogelijk om een volledige omschrijving of de meest waarschijnlijke inzichten op te nemen in dit onderzoek.

#### Scouring

Het effect van *scouring* treedt op bij getijdestroming. Rondom het object op de zeebodem vindt als gevolg van de getijdestroming zandtransport plaats waardoor er ruimte rond het object ontstaat. Door het zandtransport kan een kuil rondom het object worden opgevuld of uitgegraven. Het object kan dieper in een kuil komen te liggen en gedeeltelijk of geheel bedekt worden door zand. Tot hoe ver een object bedekt kan worden door het zand is afhankelijk van de vorm en grootte. Gestroomlijnde objecten zijn minder onderhevig aan *scour* dan meer hoekige voorwerpen. In het algemeen *scouren* kleinere objecten afhankelijk van hun omvang (diameter) dieper dan grotere objecten.

Uit experimenten blijkt dat het proces van 'scouring' stopt als een groot object in zandgrond een diepte heeft bereikt dat gelijk is aan 0,6 keer de diameter van zijn omvang. Kortom: de diepte in de zeebodem tot waarop een OO kan *scouren* is afhankelijk van de grootte en gewicht van het OO, de waterdiepte, de golfhoogte en de sediment karakteristieken. Een OO kan door *scouring* niet geheel in de passieve zandlaag afgedekt worden – maar het kan vervolgens wel geheel afgedekt worden door een actieve laag, zoals een zandgolf of megaribbel.<sup>13</sup>

<sup>13</sup> De zeebodem is opgebouwd uit een passieve deel en een mobiel deel. Het bekendste voorbeeld van het mobiele deel is de zandgolf.



**Fig. 2.** Example scour burial pattern from Series 2A laboratory run using cylinder with diameter  $D = 10$  cm in sand with median grain size  $d_{50} = 0.42$  mm. Flow speed  $U$  was 40 cm/s.

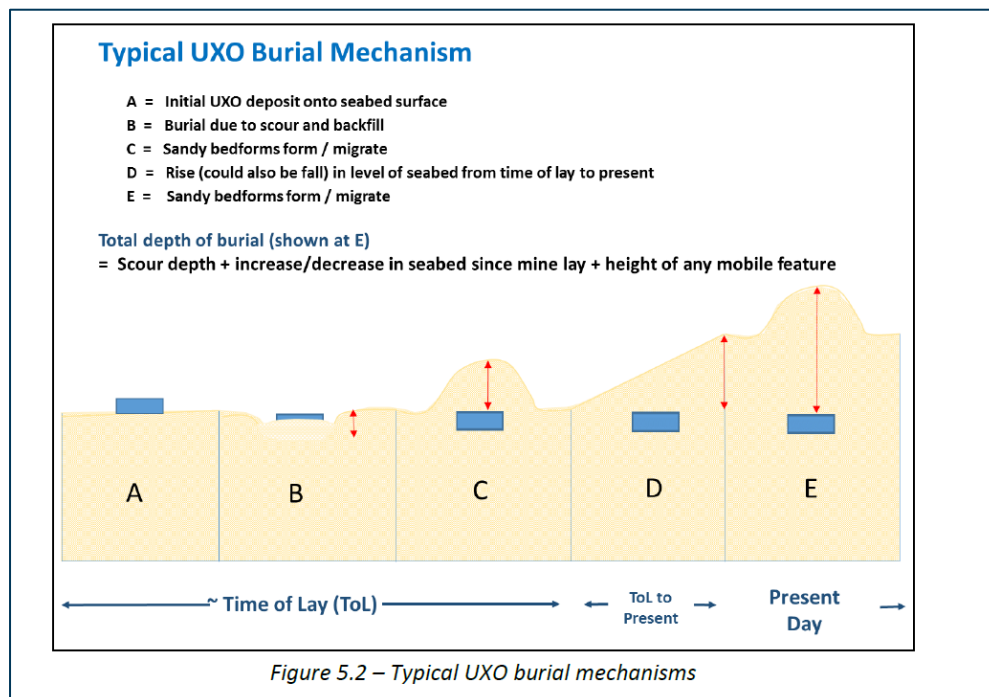
**Figuur 22.** Voorbeeld van een 'scour' in de rapportage 'Initiation of motion and scour burial of objects underwater'. (Bron: S.E. Rennie, A. Brandt en C.T. Friedrichs, 'Initiation of motion and scour burial of objects underwater', 2017.)

#### Mobiele zandgolven en megaribbels

Betreffende zandgolven: op de zeebodem ontstaan, onder bepaalde hydrodynamische omstandigheden, onderzeese duinen, zandgolven genoemd. In de zuidelijke Noordzee met waterdiepten tot circa 40 meter, bevindt zich een enorm gebied met zandgolven. De zandgolven komen in het Nederlandse deel van de Noordzee, ten westen van de ca. 20 meter-dieptelijn voor. In het gebied ondieper dan -20 meter is de golfwerking te sterk, waardoor er geen zandgolven ontstaan. In het zuidelijk deel daarvan zijn plaatselijk hoogten tot meer dan 10 meter boven de omringende zeebodem gemeten en in noordelijke richting neemt de hoogte geleidelijk af.

Het zand van de mobiele laag is bruin van kleur door oxidatie van het ijzer dat zich als een huidje om de zandkorrels bevindt. Het zand oxideert omdat het in beweging is en in contact komt met zuurstofrijk water. De onderliggende laag, het passieve deel van de zeebodem, heeft

een lichtgrijze tot grijze kleur en is om die reden goed te onderscheiden van de mobiele zandlaag in een steekboring.



**Figuur 23. Weergave van een 'typical UXO burial mechanism'. (Bron: Ordtek Limited, Unexploded Ordnance hazard and Risk Assessment with Risk Mitigation Strategy, 2016.)**

Tijdens een onderzoek met seismische systemen over het gehele Nederlands Continentaal Plat (NCP) is vastgesteld dat zich onder de zandgolven een harde reflector bevindt die de basis van het mobiele zandpakket weergeeft. De basis van de zandgolven ligt op een laag Pleistoceen of Holoceen. Naast zandgolven zijn er ook 'stroomribbels' en 'megaribbels' aanwezig op de zeebodem:

- Stroomribbels bewegen in het getij over de zeebodem met een gemiddelde snelheid van circa 1 meter per uur en hebben een hoogte tot 10 centimeter.
- Megaribbels bewegen zich met een snelheid van circa 100 meter per jaar en hebben een hoogte van 10 centimeter tot 1,0 meter;

- Zandgolven met hoogten tot 13 meter (maar gemiddeld 5 meter) hebben een golflengte van 200 tot 800 meter en verplaatsen zich met een gemiddelde snelheid van circa 10 meter per jaar.

Vorming en verplaatsingen (migratie) van zandgolven en megaribbels en eventuele getijdenstromingen kunnen OO die zich op de zeebodem bevinden eventueel afdekken, of wederom blootleggen. Munitieartikelen die op een mobiele zandlaag (zandgolf) vallen, zullen hierdoor op den duur, afhankelijk van de verplaatsingssnelheid, op de harde waterbodem (passieve laag) terecht komen. Wanneer er opnieuw een zandgolf komt, zal het OO niet zichtbaar zijn en onder de zandgolf verdwijnen. Sinds het einde van de Tweede Wereldoorlog zijn alle OO in de Noordzee van een actieve zandlaag (zandgolf) verplaatst naar de passieve zandlaag. In de zandgolven zelf liggen geen OO, maar is eventueel wel afgedekt door de zandgolf.

Eenmaal op de zeebodem kan een OO zich verplaatsen. Dit kan worden veroorzaakt door golf- en getijdestromingen. Deze stromingen hebben echter alleen effect als ze krachtig genoeg zijn om de OO te verplaatsen. De verplaatsing van OO op de zeebodem is dan minimaal. Grotere verplaatsingen vinden alleen plaats bij stormen en als de zeebodem significante hellingen en beddingen kent. Bij storm zal een kleiner munitieartikel zich meer verplaatsen dan een groter object, zeker als de OO zich in een zone van brekende golven bevindt. Diverse soorten OO kunnen zich ook in het water verplaatsen, zoals bijvoorbeeld zeemijnen met een drijvend vermogen die, onder de invloed van golf- en getijdestromingen, losgeslagen wordt van zijn ligplaats. Als een zeemijn uiteindelijk op de zeebodem terecht komt is verplaatsing alleen mogelijk als de zeemijn niet bedekt is door zand. De sterkte van golf- en getijdestromingen hebben invloed op de snelheid waarmee een object op de bodem verplaatst. Ook het gewicht, volume en vorm van het object hebben invloed op de snelheid van de verplaatsing.

Uiteindelijk vindt verplaatsing van OO doorgaans plaats door een heel ander aspect: menselijk handelen. Door diverse offshore-werkzaamheden en visserij worden OO (onbedoeld) verplaatst over de zeebodem. Bepaalde OO, zoals grondmijnen en vliegtuigbommen, zullen onder de genoemde natuurlijke elementen niet verplaatst worden over de zeebodem; deze kunnen alleen door menselijk handelen van hun originele ligplaats worden verwijderd.

Let wel: Saricon heeft op het moment van schrijven geen inzicht in het gedrag van OO rondom de Waddeneilanden waar zich, zoals reeds uiteengezet, grote zandplaten verplaatsen. Het effect van scouring in combinatie met het zandtransport dat plaatsvindt rondom de eilanden is niet bekend – we weten dus niet of we een zandplaat / zandbank moeten beschouwen als een soort megaribbel of zandgolf of wat het effect hiervan is op het gedrag van een OO.

### 3.4 Maximale diepteligging OO

Het onderzoeksgebied na-conflictperiode lag in 1945 deels in (zeer) ondiep water. Bij laagwater konden delen zelfs geheel droogvallen. Zeker bij laagwater stond er daarom lang niet genoeg water om een afgeworpen vliegtuigbom dusdanig te laten afremmen dat deze op de 'harde waterbodem' tot stilstand zou komen. In de ondiepere delen kan een afgeworpen vliegtuigbom dus ook dieper in de zandbodem zijn ingedrongen.

Het gegeven dat afwerpmunitie onder de harde waterbodem anno 1945 kan liggen, maakt dat een naoorlogse bodemverdieping op zichzelf geen contra-indicatie is, een vliegtuigbom kan immers dieper liggen dan de toenmalige bodem. Omdat delen van de huidige geleidegeul of zandplaten bij laagwater (vrijwel) geheel droogvielen, moet er rekening mee worden gehouden dat een afgeworpen vliegtuigbom van 250 lb. enkele meters in de toenmalige zandbodem kan zijn ingedrongen.<sup>14</sup>

De diepteliggingen in dit gebied veranderden voortdurend en de geraadpleegde gegevens m.b.t. de oorlogsperiode zijn onvoldoende nauwkeurig. Het is daarom niet mogelijk om nauwkeurig aan te geven in welke delen van het huidige onderzoeksgebied een vliegtuigbom dieper kan liggen dan de 'harde waterbodem' van 1945. Dit komt ook omdat hier rekening moet worden gehouden met ruimere marges voor tolerantie. Maar voor de hele vaargeul geldt dat op de plekken waar in de oorlogsjaren niet permanent een waterkolom van 8,00 meter<sup>15</sup> stond, een afgeworpen vliegtuigbom in theorie nog onder de harde waterbodem aangetroffen kon worden.

In delen van het onderzoeksgebied na-conflictperiode die naoorlogs meer dan 8,00 meter zijn uitgediept zou in principe geen bom onder de (huidige) harde waterbodem verwacht hoeven worden.

<sup>14</sup> Om meer inzicht te krijgen in deze problematiek heeft Saricon een 'experimentele' diepteberekening uitgevoerd voor een Britse 250 lb.-bom. Hierbij is alleen uitgegaan van een zandondergrond en een afwerphoogte van 1.000 meter- deze hoogte is een schatting voor aanvallen op scheepdoelen. Uit deze berekening komt een maximale diepteligging van 4,70 meter. Dit betekent dus dat in de delen van de huidige vaargeul of de zandplaten die bij laagwater (vrijwel) geheel droogvielen, een bom in theorie -4,70 meter dieper kan liggen dan de oorspronkelijke zand- of zeebodem. Deze berekening is alleen bedoeld

### 3.5 Deelconclusie onderzoek na-conflictperiode

Hieronder worden, aan de hand van de geraadpleegde rapportages en het kaartmateriaal, de onderzoeksvragen uit 3.2.1 beantwoord.

| Onderzoeksvraag                                                               | Antwoord                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
|-------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Wat was de diepte van de vaargeul in de oorlogsperiode?                       | Deze was variabel. Een deel van het onderzoeksgebied lag toen nog bijna tegen de Boschplaat aan. In het gedeelte dat toen uit water bestond, varieerde de waterdiepte van 0,00 meter (bij laag water) tot ca. -8,00 diepte. Met de beschikbare gegevens is het echter lastig om deze lokale verschillen nauwkeurig in kaart te brengen. De kaarten met dieptelijnen geven vooral een indicatief beeld. Het is daarom ondoenlijk om een 'verschilkaart' te maken tussen 1945 en de huidige situatie.                                                                                                                                                                                                                 |
| Kan OO dieper zijn ingedrongen dan de harde waterbodem van destijds?          | In het geval van afwerpmunitie die werd afgeworpen geldt dit voor de diepere gedeelten van destijds. Zeker op plekken waar nauwelijks water stond, of die zelfs geheel droogvielen, kan een vliegtuigbom enige meters in de oorspronkelijke bodem zijn ingedrongen.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
| Welke relevante veranderingen hebben plaatsgevonden in de na-conflictperiode? | Het onderzoeksgebied ligt in een dynamisch gebied. Na 1945 is het waarschijnlijk overal in het onderzoeksgebied na-conflictperiode een keer dieper geweest dan tegenwoordig het geval is. Dit betekent dat de bodem in de naoorlogse periode overal is uitgediept en de harde waterbodem uit 1945 overal moet zijn geroerd. De ondergrens van het verdacht gebied kan echter enkele meters dieper liggen dan de oorspronkelijke waterbodem (situatie 1945). Op dit moment kan niet overal in het onderzoeksgebied na-conflictperiode met zekerheid worden vastgesteld dat de ondergrens van het verdacht gebied is geroerd, ook omdat er in dit onderzoek alleen nog een 'experimentele' diepteligging is berekend. |

om inzicht te krijgen in de orde van de grootte. Voor een nauwkeurigere berekening is aanvullend onderzoek nodig naar afwerphoogten.

<sup>15</sup> De snelheid van een (in het water ingeslagen) blindganger van een vliegtuigbom wordt volledig geremd door een waterkolom van 8 meter of groter, waardoor een bom op de 'harde waterbodem' tot stilstand zal komen.

| Onderzoeksvraag                                                                             | Antwoord                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
|---------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Kunnen deze naoorlogse veranderingen/ontwikkelingen beschouwd worden als contra-indicaties? | <p>Om een aantal redenen is het lastig om dat met zekerheid te kunnen stellen. In dit gebied spelen namelijk een aantal complexe factoren een rol.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Afgeworpen afwerpmunitie kan enkele meters onder de (zand/zee)bodem van 1945 liggen.</li> <li>• De metingen uit de oorlog en de naoorlogse periode zijn niet zo nauwkeurig als recente peilingen, waardoor het niet mogelijk is om een gedetailleerde verschilkaart te maken.</li> <li>• De Buitendelta en de Waddenzee liggen in een grillig gebied dat voortdurend in beweging is. De laatste decennia is de trend dat de platen in oostelijke richting opschuiven, ook omdat het huidige beleid is om meer ruimte te geven aan deze natuurlijke processen. Hierdoor is de vaargeul in het onderzoeksgebied na-conflictperiode nu op sommige plaatsen minder diep dan in de jaren zeventig of tachtig.</li> </ul> |

## 4 Conclusie en advies vervolgtraject

### 4.1 Conclusie

Uit het door Saricon opgestelde Indicatie-en Analyseonderzoek OO (kenmerk 24S040-VO-01 d.d. 18 april 2024) blijkt dat het onderzoeksgebied na-conflictperiode in zijn geheel verdacht is op diverse soorten OO, zie de munitielijst in 3.1.

In paragraaf 3.5 is al geconstateerd dat het lastig is om in dit dynamische gebied harde uitspraken te doen over contra-indicaties. Op basis van de huidige gegevens en inzichten kan gesteld worden dat er sprake is van diverse leemten in kennis. Hierdoor is het niet mogelijk om het onderzoeksgebied als onverdacht aan te merken op basis van de in het rapport aangedragen contra-indicaties. Dit komt voornamelijk omdat:

- De exacte diepteligging van de passieve en actieve waterbodem in de Tweede Wereldoorlog is lastig te bepalen en ook problematisch te vertalen naar een exacte huidige ligging. De zeebodem had (en heeft) hier een zeer variabele diepte, die ook voortdurend kan veranderen. Het probleem van positionering (tolerantie) maakt dat het lastig is om die grenzen scherp te trekken;
- Gezien de mogelijk (zeer) lage waterstand kan afwerpmunitie enkele meters de bodem zijn ingedrongen. Vanwege de grote lokale verschillen is het echter niet mogelijk om deze gebieden nauwkeurig in te tekenen binnen het onderzoeksgebied na-conflictperiode;
- Diverse delen van het onderzoeksgebied waren in de jaren zestig en zeventig zelfs dieper dan vandaag de dag, waardoor gesteld kan worden dat de oorspronkelijke zeebodem (anno 1945) hier geroerd is. Deze uitdiepingen hebben echter niet over het hele onderzoeksgebied na-conflictperiode plaatsgevonden.

Bovendien kan gesteld worden dat:

- Er geen bruikbare peilkaarten beschikbaar zijn uit de periode 1940-1945, waardoor er geen verschilkaart kan worden gemaakt met het heden (zie 3.2.1);
- Saricon beschikt niet over recente baggergegevens van het Westgat (zie 3.2.3). Wel blijkt uit rapportages van Tauw en Arcadis uit 2021 dat (een deel) van deze geul tot -9,50 meter moest worden uitgediept. Dit komt ook overeen met recente uitmetingen die door Rijkswaterstaat in het kader van dit onderzoek zijn aangeleverd.

In de onderstaande tabel worden globale diepteliggingen weergegeven tussen 1945 en heden. De gegevens zijn voornamelijk gebaseerd op de dieptelijnen in 3.2.3.

| Tabel 4.1 Globale diepteliggingen binnen het onderzoeksgebied na-conflictperiode |                        |                            |                        |
|----------------------------------------------------------------------------------|------------------------|----------------------------|------------------------|
| Jaartal                                                                          | Minimale diepteligging | 'Gemiddelde' diepteligging | Maximale diepteligging |
| ca. 1945                                                                         | < -2,50 meter          | -5,00 t/m -8,00 meter      | -8,00 meter            |
| Jaren '50                                                                        | < -2,50 meter          | -5,00 t/m -8,00 meter      | -8,00 meter            |
| Jaren '60/'70                                                                    | < -5,00 meter          | -10,00 t/m -15,00 meter    | -20,00 meter           |
| ca. 1990                                                                         | < -5,00 meter          | -10,00 t/m -15,00 meter    | -20,00 meter           |
| 2024*                                                                            | -3,25 meter            | -9,50 meter                | -19,60 meter           |

\* op basis van peilgegevens die Rijkswaterstaat heeft aangeleverd voor delen van het onderzoeksgebied na-conflictperiode.

### 4.2 Advies vervolgtraject

Ondanks alle leemten in kennis kan wel gesteld worden dat in lagen die binnen de geleidegeul recentelijk op diepte zijn gehouden, waarschijnlijk geen OO meer aangetroffen kunnen worden. Het is daarom aan de opdrachtnemer om te bepalen of, en zo ja welke, beheersmaatregelen passend zijn voor de voorgenomen werkzaamheden.

## 5 Bijlagen

### 5.1 Bijlage 1: Distributielijst

**Tabel 5.1. Bronnenlijst**

|                 |
|-----------------|
| Rijkswaterstaat |
| Saricon         |

### 5.2 Bijlage 2: Bronnenlijst

**Tabel 5.2. Bronnenlijst**

#### Rapportages

Rijkswaterstaat Rijksinstituut voor Kust en Zee (RIKZ), *Erosie op Ameland-Bornrif en Terschelling-Noordergronden, inzicht in de ernst van de situatie + oplossingsrichtingen*, Werkdocument RIKZ/AB-96.101, (z.j., verm. 1996)

J. Cleveringa, C.G., Israël en D.W. Dunsbergen, *De westkust van Ameland. Resultaten van 10 jaar morfologisch onderzoek in het kader van de Rijkswaterstaat programma's KUST2000 en KUST20005*, Rapport RIKZ/2005.029, oktober 2005

M. Manders, S. van den Brenk, M. Kosian, *De gelaagde geschiedenis van de Westelijke Waddenzee. Historisch Geo-Morfologische Kaartenset van de Waddenzee*, uitgave van Rijksdienst voor het Cultureel Erfgoed (Amersfoort 2014)

A. Oost en J. Cleveringa, *Morfologie, Komberginsgebied Borndiep, KPP 2017 BO03 Waddenzee Kennisontwikkeling morfologie en baggerhoeveelheden*, uitgave van Deltares, kenmerk 11200521-000, 20 december 2017

W. Liefing, Borgingsdocument Natuur Strandsuppletie Ameland West, uitgave van Tauw, versie V07, d.d. 13 december 2021

L. Couma, Analyse korrelgrootte zandwin- en suppletiegebieden 2021 - Ameland en Vlieland Oost & Havenstrand, uitgave van Arcadis, projectnummer C06041.000076, d.d. 21 mei 2021

P. Mulder en A. Posthuma, *Jaarrapportage baggerwerkzaamheden Waddenzee 2023*, uitgave van Rijkswaterstaat, 5 april 2024, versie 2.0 definitief

#### Website

[Timelapse – Google Earth Engine](#)

[Navionics ChartViewer](#)

**Tabel 5.2. Bronnenlijst**

Topotijdreis.nl, historische kaartlagen van het Kadaster

#### Luchtfoto-collecties

Kadaster te Zwolle.

#### Websites

<https://www.topotijdreis.nl>

Boskalis, Dieptekaart Kustlijn zorg Texel-Ameland, Westgat West-WP3, MBES uitpeiling 24-08-2023, KL-CLB-271-WP3-OUTS

Boskalis, Kustlijn zorg Texel-Ameland, Verschillenkaart: Uitmeting-Inmeting, MBES uitpeiling: 24-08-2023

Boskalis, Kustlijn zorg Texel-Ameland, Westgat West-WP3. Verschillenkaart: Uitmeting-Inmeting. MBES uitpeiling: 24-08-2023

### 5.3 Bijlage 3: Certificaat CS-VROO

TUVNORD

Pagina 1 van 1

# Certificaat

voor het kwaliteitssysteem volgens

**Vooronderzoek en Risicoanalyse ontplofbare oorlogsresten**



De certificatie instelling TÜV NORD Nederland verklaart hiermee dat het gerechtvaardigd vertrouwen bestaat dat het gehanteerde kwaliteitssysteem voldoet aan de eisen uit het bovengenoemde certificatieschema en dat de certificatie heeft plaatsgevonden volgens haar certificatiereglement voor de organisatie

**Saricon B.V.**  
**Industrieweg 24**  
**3361 HJ Sliedrecht**

Dit certificaat is afgegeven op basis van het Certificatieschema Vooronderzoek en Risicoanalyse ontplofbare oorlogsresten, vastgesteld d.d. 29 januari 2021, waarmee voldaan wordt aan de kaderbepalingen van het Arbeidsomstandighedenbesluit.

De eisen in dit certificatieschema hebben betrekking op het kwaliteitssysteem van de organisatie inzake het Vooronderzoek en Risicoanalyse van ontplofbare oorlogsresten. De certificatie is onderworpen aan een jaarlijkse evaluatie door TÜV NORD Nederland.

Toepassingsgebied

**Deelgebied: Vooronderzoek ontplofbare oorlogsresten.**  
**Deelgebied: Risicoanalyse ontplofbare oorlogsresten.**

Registratienummer  
Kvk nummer

13864-20.1  
23063102

Certificaat geldig van  
Certificaat geldig tot  
Datum eerste certificatie

21-06-2024  
21-06-2027  
08-07-2021

Dhr. E.W.A.C. Franken  
Managing Director  
  
**TÜV NORD Nederland B.V.**  
 Ekkensrijt 4401, 5692 DL Son en Breugel  
 tuv.nl  
  
 TÜV\*

  
  
  
  
**TÜVNORDGROUP**