



Rijksdienst voor het Cultureel Erfgoed
Ministerie van Onderwijs, Cultuur en
Wetenschap

De gelaagde geschiedenis van de Westelijke Waddenzee

Historisch Geo-Morfologische Kaartenset van de Waddenzee

Martijn Manders, Seger van den Brenk, Menne Kosian



De gelaagde geschiedenis van de Westelijke Waddenzee

Historisch Geo-Morfologische Kaartenset van de Waddenzee

Martijn Manders, Seger van den Brenk, Menne Kosian

Colofon

De gelaagde geschiedenis van de Westelijke Waddenzee.
Historisch Geo-Morfologische Kaartenset van de Waddenzee.

Auteurs: M.R. Manders, S. van den Brenk, M. Kosian
Projectleider: M.R. Manders

Illustraties: Rijksdienst voor het Cultureel Erfgoed of anders vermeld
Beeld omslag: Paul Voorthuis, Highzone Fotografie
Technische redactie: José Vorstenbosch
Opmaak: uNiek-Design, Almere
Druk: Drukkerij Damen, Werkendam

ISBN/EAN: 9789057992322

© Rijksdienst voor het Cultureel Erfgoed, Amersfoort, 2014

Rijksdienst voor het Cultureel Erfgoed
Postbus 1600
3800 BP Amersfoort
www.cultureelerfgoed.nl



Rijksdienst voor het Cultureel Erfgoed
Ministerie van Onderwijs, Cultuur en
Wetenschap



Universiteit
Leiden


Periplus Archeomare

Inhoud

Voorwoord	4	4	Bekende waarnemingen	46
Samenvatting	5	4.1	Bekende waarnemingen uit ARCHIS	47
Leeswijzer	6	4.2	Bekende waarnemingen van de Dienst der Hydrografie	47
1 Inleiding	7	4.3	Bekende waarnemingen van Rijkswaterstaat Zee en Delta	49
1.1 De (on)mogelijkheid van het voorspellen van de ligging van scheepswrakken	8	4.4	Gecombineerde bekende waarnemingen: het nationaal Contactnummer Nederland	49
1.2 Een dynamische holocene toplaag	8	4.5	Bekende waarnemingen van Rijkswaterstaat voormalige Directie Friesland	51
1.3 Een nieuwe aanpak	9	4.6	Bekende waarnemingen van diverse sportduikers	52
1.4 De gegevens	10	5 Verstoringen	53	
1.5 De Westelijke Waddenzee als pilot voor een nieuwe werkwijze	10	5.1	Bekende verstoringen of voor verstoring aangewezen gebieden	53
1.6 Gebiedsafbakening	11	6 Samengestelde kaarten	55	
1.7 Methodiek	11	6.1	Modellen gebaseerd op aardwetenschappelijke gegevens	55
1.8 De bekende waarden als indicator	13	6.2	Afgeleide modellen morfologie	58
1.9 Kwaliteit van de data	13	6.3	Overzicht van modellen	61
1.10 Conclusie	14	7 Digitaal 3D model	63	
2 De Westelijke Waddenzee toen het nog land was	16	8 Historische data toevoegen	64	
2.1 Inleiding	16	9 Leidraad voor het werken met de Historisch Geo-Morfologische Kaartenset Westelijke Waddenzee	66	
2.2 Prehistorie, Romeinse tijd en Middeleeuwen	16	Lijst met afbeeldingen	74	
2.3 Beperkingen van de kaarten pleistoceen oppervlak, Romeinse tijd, vroege en late Middeleeuwen	23	Lijst met tabellen	76	
2.4 Verfijningen voor de toekomst	24	Begrippenlijst	77	
3 De Nieuwe Tijd, de Westelijke Waddenzee als bevaarbare binnenzee	26	Literatuur	79	
3.1 Inleiding	26	Geraadpleegde websites	82	
3.2 Morfologische basismodellen	26	Bijlage	83	
3.3 Periode 1584 – 1852	26			
3.4 Periode 1852 – 1975	35			
3.5 Periode 1975 - heden	39			
3.6 Het gebruik van de dieptegegevens	44			
3.7 Samenvatting beschikbare basisdieptegegevens vanaf 1500	45			

Het project waarvan dit rapport een weerslag is, de Historisch Geo-Morfologische Kaartenset Waddenzee (HGMMK)¹, is erop gericht geweest de verschillende datasets bijeen te brengen die van belang zijn voor de ontwikkeling van beleids- en waardenkaarten voor het beheer van het cultureel erfgoed onder water op nationaal, regionaal en lokaal niveau. De verzamelde data worden in actieve kaartlagen beschikbaar gesteld, zodat deze in een eigen GIS-omgeving kunnen worden ingelezen. Het is dan ook de hoop dat de producten intensief gebruikt worden en dat de dataset uiteindelijk verfijnd kan worden en kan groeien.

In de eerste plaats is de Historisch Geo-Morfologische Kaartenset Waddenzee een product dat ten dienste staat van beleidsmakers en andere actoren in het cultureel erfgoed management. De hier ontwikkelde methodiek heeft als doel het beslissingsproces rondom het beheer van het cultureel erfgoed onder water te verbeteren. Het past daarbij in eerste instantie binnen de bij bureaustudies gebruikte methodieken.² Door het systeem modulair op te bouwen met

een gedegen theorie en de methodiek daarachter, is het goed uit te breiden en te preciseren zonder het al bestaande te hoeven vervangen. Vanwege de structuur is wel enige ‘expert judgement’ vereist, vooral wanneer nieuwe datasets worden toegevoegd en gewerkt wordt naar een beleids- of waardenkaart.³

Deze Historisch Geo-Morfologische Kaartenset Waddenzee kan ook een goede basis zijn voor wetenschappelijk onderzoek. Immers, iedere dataset is gevalideerd en beschreven. Hierbij is rekening gehouden met de manier van gegevens verzamelen, de periode waarin dit uitgevoerd is, het oorspronkelijk gebruik van de gegevens, de reden voor het verzamelen en de bewerking die de dataset heeft ondergaan.

Het systeem is opgebouwd uit modules die kunnen worden toegevoegd en weggehaald. Wat blijft is een Geografisch Informatie Systeem (GIS), een openbare viewer (MACHU) en te downloaden gewaardeerde datasets waarmee inhoudelijke vragen kunnen worden beantwoord of beleid kan worden geformuleerd.⁴

¹ Oorspronkelijk kreeg dit project de naam IKAW 4D.

² Fase 1 Archeologische Monumentenzorg. Zie hiervoor KNA 3.3 en KNA-WB 3.1 (www.sikb.nl).

³ Dit past overigens goed in het opdrachtgever- en opdrachtnemerschap die binnen het huidige archeologische bestel leidend zijn. Immers, goede en ter zake kundige bedrijven kunnen zich hiermee onderscheiden.

⁴ Dit zal waarschijnlijk de voor het cultureel erfgoed onder water ontworpen MACHU-viewer zijn (zie www.machuproject.eu), die op dit moment door RWS wordt omgebouwd om zowel voor data van de Dienst der Hydrografie als Rijkswaterstaat en de Rijksdienst voor het Cultureel Erfgoed geschikt te zijn. De datasets kunnen echter ook in combinatie met andere (voor gemeenten ontwikkelde) GIS-systemen en viewers worden gebruikt.

De Westelijke Waddenzee is een dynamisch gebied dat gekenmerkt wordt door sterke getijdenstromingen, die voor zowel sedimentatie als erosie van de zeebodem zorgen. Hierdoor kunnen cultuurhistorische vindplaatsen in korte tijd vrij komen te liggen aan het bodemoppervlak, maar ook zo weer ver onder het sediment verdwijnen. De Westelijke Waddenzee is gemeentelijk ingedeeld. Gemeenten zijn dan ook in de eerste plaats verantwoordelijk voor het beheer van het cultureel erfgoed dat zich op en in de bodem van de Westelijke Waddenzee bevindt. Om de gemeenten handvatten voor dit beheer te geven, is de Historisch Geo-Morfologische Kaartenset voor de Westelijke Waddenzee ontwikkeld. Hierin zijn zorgvuldig de belangrijkste datasets samengebracht die van belang zijn om inzicht te krijgen in de bekende cultuurhistorische waarden op en in de bodem. Tevens kunnen de bijeengebrachte data gebruikt worden om een inschatting te maken van de mogelijkheden tot het aantreffen van nu nog onbekende waarden in de bodem. Samen vormen ze een basis voor het maken van gemeentelijke beleids- en waardenkaarten. Provincies en de Rijksoverheid kunnen ieder vanuit hun eigen verantwoordelijkheid en interesse gebruik maken van de datasets.

De historisch geomorfologische dataset bestaat onder meer uit informatie over de pleistocene ondergrond, de historische ontwikkelingen in het gebied, morfologische bekende waarden en (recente) verstoringen. Iedere dataset bevat specifieke informatie, maar heeft ook haar eigen beperkingen. Zo verschilt

de betrouwbaarheid van de diverse bronnen waarin bekende locaties zijn beschreven en loopt de betrouwbaarheid van de historische kaarten uiteen. Daarom is het van belang om naast de data ook dit soort informatie – omschreven in de bij alle kaarten geleverde metadataset – te verschaffen.

Dit rapport behandelt de redenen achter de historisch geomorfologische dataset, de voors en tegens van de verschillende datasets, maar laat ook zien hoe nieuwe data kunnen worden gegenereerd wanneer de datasets worden gecombineerd. Specifieke aandacht wordt geschonken aan het voorspellen van de aanwezigheid van scheepswrakken. Naar de mening van de onderzoekers is dit namelijk wel degelijk mogelijk.

Er is ook extra aandacht voor het begrip bekende waarde en wat de verschillende bekende databases met onder meer wraklocaties bijdragen aan het verkrijgen van inzicht hierin.

Uiteindelijk wordt mede op basis van de beschikbaar gestelde kaarten de ontwikkeling van het gebied beschreven. We kunnen namelijk pas iets zeggen over de cultuurhistorische waarde van de individuele vindplaatsen als we de ontwikkeling, de betekenis en de waarde van het gehele gebied kennen.

Dit rapport, waarin ook een leidraad is opgenomen voor het gebruik van de data, dient als achtergrond voor de digitale bestanden die door de Rijksdienst voor het Cultureel Erfgoed (RCE) beschikbaar worden gesteld.

Dit rapport bestaat uit een inleidend hoofdstuk (hoofdstuk 1), waarin de achtergronden van het (maken van) de historisch geomorfologische kaartenset worden beschreven. Dit hoofdstuk biedt goede informatie voor diegenen die met de kaarten aan de slag gaan, maar is ook uitstekend te lezen voor eenieder die graag wat meer achtergrondinformatie heeft bij het beheer van het cultureel erfgoed onder water, bijvoorbeeld ambtenaren ruimtelijke ordening.

In het tweede hoofdstuk wordt de ontwikkeling van de Westelijke Waddenzee in de prehistorie, Romeinse tijd en de middeleeuwen beschreven aan de hand van kaarten en modellen.

In hoofdstuk 3 wordt die ontwikkeling voor de Nieuwe tijd tot heden beschreven naar aanleiding van de daarvoor ontwikkelde kaarten en modellen. Deze tweedeling is gemaakt omdat voor het onderzoek naar cultureel erfgoed in de Waddenbodem voor de periode dat het gebied nog bewoonbaar was andere datasets nodig zijn dan voor de periode waarin het alleen maar bevaarbaar was.

Hoofdstuk 4 is geheel gewijd aan de verschillende databases waarin bekende locaties zijn opgenomen en die meer informatie kunnen verschaffen over de bekende waarden in het gebied.

In hoofdstuk 5 wordt uitleg gegeven over de recentelijke – geplande – verstoringenkaart, waarin de gebieden zijn aangegeven die zijn verstoord door de aanleg van kabels, het uitdiepen van de vaarwegen en bijvoorbeeld de aanleg van mosselpercelen.

In hoofdstuk 6 zullen verschillende datasets worden gecombineerd, zodat nieuwe informatie over het gebied verkregen kan worden.

In hoofdstuk 7 wordt het ontwikkelde 3D-model beschreven dat door de RCE beschikbaar zal worden gesteld.

In hoofdstuk 8 is een korte beschrijving gemaakt van de waarde van het toevoegen van historische data.

Hoofdstuk 9 biedt een leidraad waarin op basis van vijf vragen de werking van de historisch geomorfologische dataset van de Westelijke Waddenzee gedemonstreerd wordt.

Lange tijd is archeologisch erfgoed management een reactieve bezigheid geweest.⁵ Tot midden jaren negentig waren adviezen over de omgang met het erfgoed vooral gebaseerd op vindplaatsen die reeds bekend waren, het bekende erfgoed.⁶ Vanaf 1992 konden deze vindplaatsen worden opgevraagd via het Nationale Archeologische Database Systeem ARCHIS, maar ook via andere, meer en minder betrouwbare, dataverzamelingen.⁷ Echter, naast het feit dat niet alle gegevens even betrouwbaar waren, met name ook waar het ging om de exacte locatie, werd al snel duidelijk dat het bekende erfgoed maar een fractie was van hetgeen zich in de Nederlandse ondergrond bevond en bevindt. Het onbekende – of ook wel potentiële – erfgoed was en is vermoedelijk vele malen groter.⁸ Deze constatering en het sterke gevoel dat het cultureel erfgoed in snel tempo ongezien verloren ging, was mede de aanleiding om onderzoek in te stellen naar dat onbekende erfgoed. In 1996 is vanuit de Rijksdienst voor het Cultureel Erfgoed een eerste poging ondernomen om een landelijke verwachtingenkaart, de Indicatieve Kaart Archeologische Waarden (IKAW), te ontwikkelen. Een kaart die in 1997 gereed kwam. Deze kaart werd gebaseerd op een analyse per archeoregio⁹ van de digitale bodemkaart, de archeologische waarnemingen in ARCHIS en kennis van experts met betrekking tot de formatie van archeologische gegevens.¹⁰ De uitkomst was een platte tweedimensionale kaart met een schaal van 1:50.000 waarop stond aangegeven welke zones een hoge, middelhoge dan wel lage archeologische verwachting hadden. De analyse die voor de gebieden was uitgevoerd, leunde zeer sterk op geologische en bodemkundige informatie. Voor gebieden waar die informatie niet voorhanden was, zoals bijvoorbeeld stads- en dorpskernen, ontbrak dan ook de indicatie. Ook de onder water gelegen gebieden in Nederland ontbraken volledig. Daarnaast waren recente verstoringen in de bodem niet meegenomen in de verwachting. Er zaten dus veel beperkingen aan dit product, die bij de publicatie voor een groot gedeelte werden onderkend.¹¹ In de tweede versie van de IKAW, die in 2000 werd voltooid, is ook onderzoek gedaan naar cultuurhistorische resten onder water.¹² Voor de waterbodems is gebruik gemaakt van de destijds voorhanden zijnde geologische, hydrografische en geomorfologische informatie, samen met gegevens die zijn verzameld bij archeologische

waarnemingen onder water. Op grond van de analyse werd een verwachting gedefinieerd van de aanwezigheid van scheepswrakken in drie klassen: laag, middelhoog en hoog. Deze waarden werden bepaald voor vijf maritieme archeoregio's: het IJsselmeer-Markermeer, de Waddenzee, de buitendelta, de kustzone en het Continentaal Plat.¹³

De derde generatie IKAW uit 2007 heeft op een aantal punten een verscherping opgeleverd voor de mogelijke aanwezigheid van 'archeologische' resten.¹⁴ Zo zijn onder meer Flevoland en de archeoregio Zeeuwse Delta gedetailleerd uitgewerkt.¹⁵ Voor de Noordzee is een geïntegreerde Globale Archeologische Kaart van het continentaal plat gemaakt op een macroschaal van 1:500.000.¹⁶

Echter, voor wat betreft de waterbodems brengen de tot nu toe gepubliceerde IKAW's grote beperkingen met zich mee voor het gebruik in zowel wetenschappelijke context als bij cultuurhistorisch management.

In de eerste plaats is het uitgangspunt voor de bestaande IKAW's van de waterbodems om een indicatie te geven van de verwachte kwaliteit van hetgeen eventueel aangetroffen kan worden.¹⁷ Hiermee lopen ze niet gelijk op met de IKAW's van de landbodems, ondanks het feit dat zij wel geïntegreerd zijn tot één fysieke kaart. Ook ontbreken bepaalde datasets volledig. Zo is de IKAW voor de Noordzee slechts gebaseerd op het voorkomen van een goed (veelal door veen) bewaarde pleistocene toplaag. Deze benaderingswijze kan een aardig inzicht geven in de conditie van prehistorische vindplaatsen, daar waar deze niet verstoord zijn. Echter, ook voor deze periode geeft het geen inzicht in de grootste kansen op aantreffen van bewoningssporen, omdat geen inzicht is verkregen in het gehele afgedekte prehistorische landschap. Door voortschrijdende technologische ontwikkelingen is op dit moment meer mogelijk. Zo kan bijvoorbeeld met behulp van *subbottom profiling* het prehistorisch landschap met (rivier)duinen en dalen op grote schaal inzichtelijk worden gemaakt.¹⁸ Deze kennis helpt ons bij het voorspellen van de aanwezigheid van prehistorische bewoning, omdat het ons iets kan vertellen over voor bewoning geschikte locaties en dus over het mogelijke grondgebruik in die periode.

Andere datasets die ontbreken in de huidige indicatieve waardenkaart zijn de verstoringen in het bodemprofiel. Deze zijn van belang omdat

⁵ o.a. Gould 1983; Hamersveld 2009, 109; Manders & Tilburg 2010.

⁶ Deeben 2008, 7.

⁷ We kunnen hierbij onder andere denken aan WrakSys, een database systeem waarin door inspanning van verscheidene amateurarcheologen tienduizenden wrakken zijn opgenomen. Ruggenberg 1995.

⁸ Deze verschillen warden in het buitenland ook wel duidelijk. Zo werkt in Engeland English Heritage met een wrakkenkaart van de UK Designated Wreck Sites met 61 historische wrakken. Dit zijn de beschermde wrakken (<http://www.english-heritage.org.uk/discover/maritime/map/>). Een andere, particulier opgezette kaart bevat duizenden gezonken schepen waarvan een groot aantal nooit is gelokaliseerd (http://www.shipwrecks.uk.com/info1_2.htm).

⁹ Een archeoregio is een gebied waarbinnen zowel sprake is van een globaal verband tussen landschap en bewoningsgeschiedenis als tussen landschapsvormende processen en het ontstaan van archeologische vindplaatsen, en het bodemarchief in het algemeen.

¹⁰ Deeben 2008, 8.

¹¹ Deeben et al 1997, 111-113.

¹² IKAW 2000; Lauwerier 2002, 66-72.

¹³ Deeben 2008, 9; Maarleveld 1998, 55-71.

¹⁴ De auteurs hebben enige moeite met de term 'archeologische resten' omdat het naar onze mening hier feitelijk gaat om cultureel erfgoed. Archeologie duidt op een methode van aanpak van het cultuurhistorisch erfgoed en is niet het erfgoed als zodanig.

¹⁵ Deeben 2008, 9; Peeters 2008, 31-34.

¹⁶ Deeben 2008, 69.

¹⁷ Mede omdat ervan uitgegaan werd dat de aanwezigheid van individuele scheepswrakken niet te voorspellen is, maar wel de mogelijkheid dat deze de tand des tijds hebben doorstaan.

¹⁸ Zie o.a. Fitch et al 2007; Gaffney et al (eds) 2007.

ze inzicht kunnen geven in het potentiële erfgoed dat reeds verloren is gegaan en daarmee uitsluitsel geven over gebieden waar (en tot welke diepte) archeologisch (voor)onderzoek in ieder geval niet hoeft plaats te vinden.

1.1 De (on)mogelijkheid van het voorspellen van de ligging van scheepswrakken

Een langlopende discussie is of het aantreffen van scheepswrakken wel te voorspellen is en daarmee samenhangend of het opstellen van een indicatieve kaart archeologische waarden wel of niet nuttig is.¹⁹ Om de laatste vraag te kunnen beantwoorden is het in de eerste plaats van belang om een verschil te maken tussen het nut van het voorspellen voor wetenschappelijke doeleinden en voor het gebruik in cultureel erfgoed beheer.²⁰

De verwachting van het aantreffen van scheepswrakken uit verschillende perioden is namelijk wel aan te duiden. We hebben echter te maken met trefkans. Ook bij een lage verwachting is er altijd nog een kans dat er toch iets wordt aangetroffen. Het tegenovergestelde is ook waar: hoe groot de verwachting ook is, er is altijd een kans dat er niets wordt aangetroffen. Het aanduiden van gebieden met hoge of lage verwachting is met name van belang voor het cultureel erfgoed beheer. Met deze kennis kan namelijk gefundeerd een besluit worden genomen over de te nemen maatregelen bij infrastructurele projecten die bodemverstoring zullen zijn of bij de selectie van gebieden waar extra monitorings- of beschermingsmaatregelen moeten worden genomen.

Schepen zijn puntlocaties, eventueel met daaromheen door wrakvormingsprocessen ontstane verstoringen in de bodem. Deze zijn toch nog altijd lastig op te sporen. Dit bemoeilijkt het (tijdig) aantreffen van scheepswrakken, maar maakt het opstellen van een trefkans en het daadwerkelijk aantreffen niet onmogelijk.

Het voorspellen van een kans op de aanwezigheid van scheepswrakken is in feite het lezen van het landschap. Hoe zag het landschap eruit? Wat was het gebruik van het landschap? Is het landschap in de loop van de tijd veranderd? Welke invloed heeft die verandering gehad?²¹ Slechts op basis van de beantwoording van dit soort vragen

kunnen we een indicatie geven van de mogelijkheid dat er ook daadwerkelijk schepen in bepaalde gebieden zijn vergaan en bewaard zijn gebleven. Zo is zelfs mogelijk dat er op plekken waar schepen overwegend niet gevaren hebben (bijvoorbeeld vanwege extreme ondiepten) toch scheepswrakken voorkomen. En juist omdat met de huidige technieken geen volledige zekerheid gegeven kan worden over het wel of niet aantreffen van scheepswrakken, is het voorspellen van de mogelijke aanwezigheid van groot belang. Een verwachtingskaart is een hulpmiddel om tot goed overwogen keuzes te komen voor beheer van het erfgoed in samenhang met maatschappelijke sociaaleconomische ontwikkelingen. Nieuw ontwikkelde technieken en verbeterde bestaande technieken maken het voorspellen steeds betrouwbaarder. Het is zeer wel mogelijk dat we in de nabije toekomst daadwerkelijk op grote schaal in de bodem kunnen kijken.²² Het is de vraag hoe gedetailleerd dat beeld dan zal zijn. Voor het bepalen van de waarde van het gelokaliseerde erfgoed hebben we namelijk ook gegevens nodig over onder meer de periode en de conditie van de afgedekte vindplaats. Deze kunnen deels door onderzoek naar landschapsgenese worden bepaald. Juist omdat we nu veel van de volledig afgedekte scheepswrakken niet kunnen lokaliseren en nog minder waarderen, is dit een goede reden om zoveel mogelijk van het archief in de bodem te bewaren. Dat kan het beste wanneer planaanpassing in een vroeg stadium mogelijk is. Daarvoor is een risicoanalyse van het gebied nodig. Is de kans groot op het aantreffen van erfgoed in de bodem? Zijn er uitwijkmogelijkheden? Dan wordt de optie van planaanpassing reëler. Helaas zijn we nog niet zover dat we op grote schaal gedetailleerd in de bodem kunnen kijken. Maar de stapeling van een grote hoeveelheid verkrijgbare informatie over de opbouw, verandering en het gebruik van het gebied is wel een grote stap voorwaarts in het lezen van het landschap en daarmee het voorspellen van de aanwezigheid van scheepswrakken.

1.2 Een dynamische holocene toplaag

De Nederlandse zeebodem heeft op veel locaties een enorme dynamiek. Sediment- en erosieprocessen volgen elkaar op en zijn niet overal gelijk. De Noordzee en met name de Waddenzee zijn

¹⁹ O.a. Honor Frost 1964; Muckelroy 1978; Deeben, Hallewas & Maarleveld 2005; Van Holk 2009, 111.

²⁰ Cultureel erfgoed beheer is een breed containerbegrip dat in dit rapport regelmatig gebruikt zal worden. Er wordt ook wel over 'archeologische monumentenzorg' gesproken. Echter, voor de zorg voor het erfgoed is het gebruik van archeologische methodiek niet per se noodzakelijk.

²¹ Deze vragen komen ook terug in de Nationale Onderzoeksagenda die op dit moment herzien wordt. In 2014 worden de onderzoeksvragen die betrekking hebben op het onderwater en maritieme erfgoed opgesteld en gepubliceerd. Uiteindelijk zullen deze vragen geïntegreerd in de Nationale Onderzoeksagenda worden opgenomen en niet, zoals eerder voorzien, in een aparte maritieme onderzoeksagenda.

²² Op dit moment kan dat al met subbottom profiling (Seismiek), maar het detailniveau is nog te laag en de hoeveelheid aan gegevens nog te groot om scheepswrakken eenduidig te kunnen traceren. Ook kunnen magnetometers in de bodem kijken. Echter, er is een substantiële hoeveelheid aan metaal nodig om uitslag te krijgen. Het beeld is niet specifiek en laat slechts de verstoringen in het aardmagnetisch veld meten.

nog altijd sterk onderhevig aan deze processen. Ook de Zeeuwse Delta is op een aantal plekken zeer dynamisch. Het IJsselmeer en Markermeer zijn na 1932 afgesloten van de eb- en vloedbewegingen en daarmee van de belangrijkste stromingen, waardoor er aan het bodemoppervlak geen grote natuurlijke veranderingen meer plaatsvinden. De dynamiek van sedimentatie en erosie van de holocene toplaag door de eeuwen heen is niet eenvoudig te visualiseren in platte kaarten. Ook zijn de beschikbare gegevens niet voor ieder gebied en voor elke periode gelijk. Welke gegevens voorhanden zijn verschilt, net als wanneer, hoe en met welke nauwkeurigheid deze zijn verzameld. Niet voor iedere periode is dezelfde set gegevens van belang. Immers, voor het vaststellen van de aan- of afwezigheid van prehistorische vindplaatsen kan bijna uitsluitend geleund worden op de geologische en (geo) morfologische kennis van de bodem (met daaraan gekoppeld de 'expert-judgement' over de keuze van locaties door de prehistorische mens), terwijl voor de scheepvaart ook de kennis over het gebruik van het water (bijvoorbeeld scheepvaartroutes) en de aangrenzende kusten moet worden meegenomen.

1.3 Een nieuwe aanpak

In eerste instantie was het project IKAW 4D Waddenzee erop gericht om tot een nieuwe Indicatieve Kaart voor de Archeologische Waarden in dat gebied te komen. Het idee om met een nieuwe generatie indicatieve kaart te komen, is echter losgelaten. Uiteindelijk is ervoor gekozen om een Historisch Geo-Morfologische Kaartenset voor de Waddenzee (HGMKW) te maken. Een set kaarten die van voldoende kwaliteit moest zijn om als basis te kunnen dienen voor het ontwikkelen van beleids- en waardenkaarten. Er zijn verschillende redenen aan te geven waarom de eindvorm van het product veranderd is. Ten eerste is voor de ontwikkeling van waarden- en beleidskaarten – zoals hiervoor opgemerkt – een set van basisgegevens nodig die tot voor aanvang van dit project niet direct beschikbaar was. In eerste instantie was het dus belangrijk te bepalen welke gegevens van belang zijn. En vervolgens moesten deze ook verkregen en bij elkaar gevoegd worden. Ten tweede zijn als gevolg van decentralisatie

gemeenten nu primair verantwoordelijk voor een goed erfgoedbeleid. De landelijke overheid beperkt zich tot haar wettelijke taken. Het past niet meer dat deze met het maken van waardenkaarten 'bepaalt' welke gebieden op gemeentelijk grondgebied van hoge en welke van lage waarde zijn. Echter, de RCE heeft tevens een rol als kenniscentrum en wil daarom kennis delen en aanbieden door de decentralisatie van archeologisch erfgoed beheer. De makers van de Historisch Geo-Morfologische Kaartenset Waddenzee hebben gemeend dat het beschikbaar maken van de basisgegevens met bijbehorende kaarten een goede basis is voor gemeenten om zelf de stap tot verwachtingen en beleid te kunnen nemen.²³ Met dit rapport wordt een minimale kaartenset aangeboden en door middel van voorbeeldvragen wordt de methodiek (methode van gebruik) verder uitgelegd. Hiermee is de basis gelegd voor toekomstige waarden- en beleidskaarten, of deze nu door de gemeenten zelf of door archeologische bedrijven worden gemaakt.

We dienen ook rekening te houden met het feit dat het begrip 'waarde' geen vaste vorm heeft, maar dat de cultuurhistorische waarde bepaald wordt door een groep of samenleving die het object of de vindplaats spiegelt aan het belang dat zij daaraan hechten in het kader van (met name) de lokale of regionale identiteit. Waarde kan dus gemaakt worden en kan, wanneer een nationale overheid deze moet bepalen anders zijn dan als een gemeente hiervoor aan de lat staat. Uitgangspunt van de nationale overheid is dat waarde wordt gehecht aan die zaken die van belang zijn voor de nationale identiteit of geschiedschrijving. In het kader van de versterking van de identiteit kunnen bepaalde gemeenten veel meer waarde hechten aan de eigen visserijgeschiedenis met alle materiële overblijfselen die daaraan verbonden zijn, dan andere dorpen of steden waar handel een sterker onderdeel van de eigen identiteit vormt.²⁴ Tot slot kan door modulair te werken nieuwe informatie eenvoudig worden toegevoegd, zonder dat de andere gegevens overbodig worden of verouderen. Het toevoegen van eigen gegevens door bijvoorbeeld commerciële archeologische bedrijven kan voor differentiatie in de markt zorgen. Doordat gemeenten zelf de waardenkaarten ontwikkelen, zullen lokale en regionale kennis, inzicht en betrokkenheid resulteren in beter en op maat gesneden lokaal beheer.

²³ De basiskaarten kunnen worden aangevuld met lokaal beschikbare gegevens met daar waar wenselijk een hoger detailniveau.

²⁴ Er zijn legio boeken verschenen over de waarde van erfgoed. Echter, nog altijd is de discussie over wie in het Nederlands cultureel erfgoed beheer de waarde van erfgoed kan en mag bepalen niet in diepte gevoerd. Het Verdrag van Faro (http://www.coe.int/t/dga/cultureheritage/heritage/Identities/default_en.asp) begint een steeds belangrijker rol te spelen in het beheer en de beleving van het cultureel erfgoed. Het legt verbanden tussen de rechten van de mens en gemeenschappelijk erfgoed, tussen samenleven, de kwaliteit van leven en participatie van burgers. Het is van belang dat gewerkt gaat worden naar een systeem van waardebeoordeling waarin vanuit verschillende groepen en stakeholders (dus niet alleen de archeologische beroepsgroep) prioriteiten worden aangedragen en gediscussieerd gaat worden over wat wij als samenleving gezamenlijk willen bewaren zodat deze bronnen voor toekomstig onderzoek voor toekomstige generaties bewaard blijven om van te genieten of te onderzoeken. Dit is een proces van geven en nemen, waarbij differentiatie in het cultuurhistorische landschap optreedt.

1.4 De gegevens

Voor de prehistorie is op basis van de op dit moment beschikbare gegevens, zoals geologische kaarten, een model gemaakt.²⁵ Deze geven – zeker in combinatie met de historische zeespiegelstijgingscurve – een indicatie van de hoge (droge) en lage (natte) gebieden in de prehistorie en de conditie van het pleistocene bodemoppervlak (intact of geërodeerd en op welke diepte). Hetzelfde geldt voor de Romeinse periode (kaart 100 na Chr.), de vroege middeleeuwen (kaart 800 na Chr.) en de late middeleeuwen (kaart 1500 na Chr.). In de toekomst kan met behulp van gericht onderzoek naar de geologische opbouw, de geomorfologie en het landschappelijk gebruik het inzicht in deze perioden worden versterkt en kunnen de resoluties met nieuwe verfijnde gegevens en interpretaties worden verhoogd.²⁶ Voor de late holocene periode (vanaf de late middeleeuwen) is een digitale kaartenset gemaakt met behulp van historisch kaartmateriaal en lodingen. Hiermee kunnen we, door te kijken naar de veranderingen in het verleden (en het maken van een *hindcast model*)²⁷, voorspellen waar cultuurhistorische objecten kunnen zijn achtergebleven, uit welke perioden en wat de huidige conditie zou kunnen zijn op basis van de natuurlijke bescherming in de bodem. We gebruiken hiervoor de gegevens over veranderende zeestromen (verandering in gebruik en een indicatie voor gevaar voor de scheepvaart, sedimentatie en erosie), sedimentatie en erosieverschillen door de eeuwen heen (indicatie voor gevaar voor de schepen, verlies aan archeologische potentie en specifiek voor de conditie waarin de wrakken nu kunnen verkeren), het gebruik van het gebied (voor handel, visserij of anders) en infrastructurele werken (een verstoringskaart met huidige bedreigingen en verlies aan archeologische potentie). Tevens is een kaartenset met bekende archeologische waarden toegevoegd. De aanwezige bekende archeologische vondsten, ook wel bekende voorraad genoemd, is een indicatie voor de eventuele aanwezigheid en conditie van andere vindplaatsen. Echter, niet altijd is duidelijk wat onder bekende voorraad verstaan wordt en of de gegevens betrouwbaar genoeg zijn.²⁸ Dit probleem is ondervangen door de verschillende datasets met ‘bekende waarden’ gescheiden

te houden en voor iedere set door middel van een beschrijving van de oorsprong, reden en methode van verzamelen een indicatie van de nauwkeurigheid van de informatie te geven.

1.5 De Westelijke Waddenzee als pilot voor een nieuwe werkwijze

De Waddenzee is een dynamisch gebied; bekend is dat de stroomgeulen zich in de loop der tijd hebben verplaatst of van richting zijn veranderd onder invloed van de getijdenstromen. Deze geulen hebben hun sporen achtergelaten in het landschap tot in de pleistocene ondergrond aan toe. Op sommige plekken ligt deze laag aan de oppervlakte, soms is de bovenste laag van het pleistoceen verdwenen en door geulen geërodeerd, soms ook is het afgedekt met een meters dik holoceen zandpakket. De aanleg van de Afsluitdijk in 1932 vormde een blokkade waardoor de patronen van geulen en platen versneld veranderden.

In het Waddengebied bevinden zich vele archeologische resten, vanaf de zestiende eeuw vooral van historische scheepswrakken. Door de verplaatsing van de geulen en platen kunnen deze resten diep worden begraven maar ook aan de oppervlakte komen, waardoor ze worden blootgesteld aan degradatieprocessen. Voorbeelden hiervan zijn de scheepswrakken in de gebieden Burgzand en Scheurak. Deze wrakken zijn in de jaren tachtig van de vorige eeuw aan de oppervlakte verschenen en kort daarna ontdekt door vissers en sportduikers. Monitoringsonderzoek in de afgelopen jaren heeft uitgewezen dat de scheepswrakken in deze gebieden in snel tempo worden aangetast door de paalworm en erosie.²⁹

Het gebied is dus druk bevaren, intensief gebruikt, maar ook al vroeg intensief gemonitord wat betreft de verschuivingen van zandplaten en vaargeulen om de scheepvaart hierover van informatie te voorzien. Deze informatiedichtheid was dan ook de reden om de Westelijke Waddenzee als pilotgebied aan te wijzen voor de ontwikkeling van historisch geo-morfologische kaartensets. Het project dat voor een historisch geo-morfologische kaartenset van het Markermeer en IJmeer moet zorgen, is zo goed als gelijktijdig gestart.³⁰

²⁵ Er is gewerkt met de tweede versie van de digitale vectorbestanden die gebruikt zijn voor de Atlas van Nederland in het Holoceen (Vos 2011) en de digitale tweede versie kaarten (Vos & De Vries 2013).

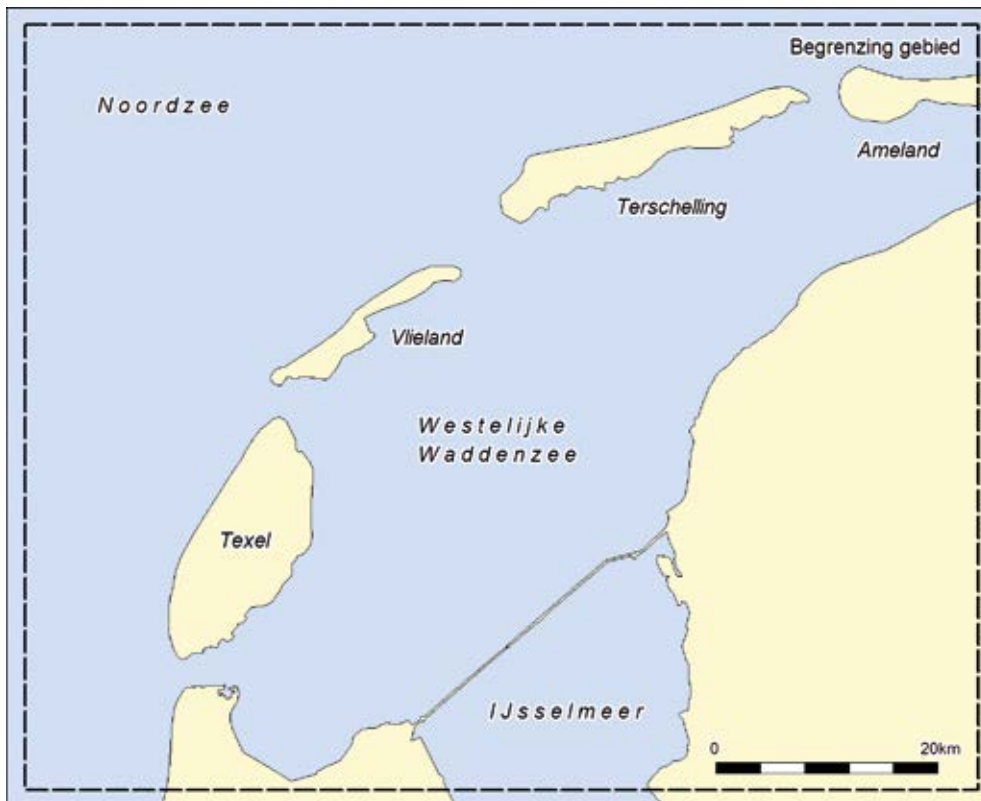
²⁶ Zie bijvoorbeeld het promotieonderzoek van Van Zijverden (Study to the physical environment of the West-Frisian coastal wetlands in the Bronze Age and Early Iron Age) en Van Lanen (Occupation patterns and land use in the Dark Age of the Lowlands). De datadichtheid voor de onderzoeken op land zijn veel hoger dan die we hebben voor onder water. Echter door verhoging van de kennis van het gebruik van landschap in verschillende perioden kan mogelijk ook meer kennis worden verkregen over vergelijkbare gebieden die nu onder water liggen.

²⁷ Een *hindcast model* is op basis van beschikbare gegevens uit het verleden een opeenvolgend model maken en testen.

²⁸ Wiemer stelt dat: “What we have to accept is the diversity of base archaeological data. In this sense the data reflect archaeological reality, many sites being hardly surveyed and few being completely excavated.” (Wiemer, R. 2002) Zie voor een discussie over dit onderwerp ook paragraaf 1.8 en hoofdstuk 4.

²⁹ Brenk & Manders 2014.

³⁰ Project Historisch Geo-Morfologische Kaartenset Markermeer, Houkes e.a. 2014.



Afbeelding 1. Gebiedsafbakening pilotproject HGМК Waddenzee

1.6 Gebiedsafbakening

Voor de pilot Historisch Geo-Morfologische Kaartenset Waddenzee is een beperkt gebied afgebakend dat ruwweg wordt begrensd door de Afsluitdijk in het zuiden, door het Friese vasteland in het oosten, in het westen loopt tot iets uit de kust van het eiland Texel en in het noorden tot en met Terschelling (zie afbeelding 1). De keuze voor dit gebied heeft vooral te maken met de beschikbare gegevens en de mogelijkheid de verschillende datasets met elkaar te vergelijken.

1.7 Methodiek

Om tot een Historisch Geo-Morfologische Kaartenset Waddenzee (HGМКW) te komen is het project in drie fasen ingedeeld:

- Fase 1 – het verzamelen van alle relevante gegevens (data).
- Fase 2 – het vergelijkbaar maken van de data uit fase 1 en het maken van kaarten en modelleren van de verzamelde gegevens.
- Fase 3 – Het presenteren van de afzonderlijke datasets, inclusief de daarbij behorende metadata. Daarbij is een beschrijving geleverd per dataset over wat de specifieke set ons kan vertellen over de aanwezigheid van cultureel erfgoed in de bodem. Zie tabel 1.

De toekomstige voorspellende antwoordmodellen (indicatieve/verwachtingskaarten) kunnen worden opgebouwd uit een grote verscheidenheid aan kaarten, die op hun beurt weer opge-

Tabel 1. Format metadata die bij iedere dataset wordt geleverd.

Kaartlaag	Naam van de kaartlaag
Originele naam	Originele naam van de kaart of gevisualiseerde dataset
Uitgever	Wie de originele kaart of de gegevens heeft uitgegeven?
Opname periode	Wanneer is de originele data verzameld?
Bereik	Over welk geografische gebied strekken de gegevens zich uit?
Type	Type kaart, bijvoorbeeld navigatiekaart, geologische kaart, etc.
Diepten	Gemeten in welke eenheden? Amsterdamse voeten, meters? Etc.
Referentie	Referentiediepte: NAP, Gewoon laag water, laag-laagwater, etc.
Originele datadichtheid	Hoeveel (diepte) metingen per eenheid
Grid	De grootte van het gebied waar iedere meting voor staat (bijv. 50 x 50 m)
Opmerking	Overige informatie
Bron	Waar komt de data vandaan? En waar is zij opgeslagen? (contactgegevens naar originele brondata)

bouwd zijn uit (vaak) meerdere sets aan gegevens. De hier gepresenteerde kaartenset ligt ons inziens aan de basis van deze verwachtingskaarten. De hier gepresenteerde kaarten zijn afzonderlijk digitaal beschikbaar via GIS³¹ en voorzien van metagegevens over onder meer methode van opbouw, nauwkeurigheid, schaal en plaats waar de originele gegevens zijn opgeslagen (zie tabel 1). Door verschillende van deze kaarten te combineren kunnen zowel beleidsmatige als wetenschappelijke vragen worden beantwoord. In dit rapport zal als voorbeeld een aantal van deze vragen worden gesteld én beantwoord met behulp van de in dit project beschikbaar gekomen kaarten en modellen.

De Historisch Geo-Morfologische Kaartenset Waddenzee is modulair opgezet en bestaat uit zowel objectieve (of zo objectief mogelijk) gevisualiseerde databronnen als uit geïnterpreteerde en dus subjectief opgebouwde kaarten. De kaarten zijn onder te verdelen in drie groepen:

1. Kaarten gemaakt op basis van objectieve meetgegevens³²
2. Gecombineerde kaarten of resultaten van kaartcombinaties uit 1
3. Kaarten die het (gereconstrueerde) gebruik van het gebied illustreren

De basis wordt gevormd door groep 1: gevisualiseerde databronnen van objectieve meetgegevens, die in verfijning en accurate kunnen verschillen. Dit wordt per kaart aan gegeven. Het visualiseren van historische kaarten in een GIS door deze opnieuw en volgens de huidige projectiemethoden te digitaliseren bevat veel

interpretatie. Feitelijk zitten hier verschillende schakels van subjectiviteit in: namelijk het moment van opmeten van de dieptes, het optekenen van het landschap, vervolgens het tekenen van de kaart, mogelijk het klaarmaken voor druk en uiteindelijk het omzetten naar huidige projectie en digitalisering van het bestand. Iedere stap vergt interpretatie en het maken van keuzes. Een dieptekaart van de Waddenzee die is opgebouwd uit *singlebeam*- en gebiedsdekkende *multibeam*metingen bevat veel minder interpretatieve fasen. Na opnamen worden eventuele onregelmatigheden (*spikes*) verwijderd en de gegevens eventueel *vergrid* (metingen in blokken van eenzelfde grootte bij elkaar genomen en gemiddeld). Hierin zit een kleine mate van subjectiviteit, die echter het beeld van de zeebodem niet wezenlijk verandert. Iedere kaart heeft dus niet alleen een ander detailniveau, maar ook de mate van accurate en subjectiviteit verschilt. Dit zal per kaart worden aangegeven. Echter, iedere kaart voegt ook kennis toe aan het gebied en vergroot de mogelijkheid voor het doen van juiste voorspellingen, zolang rekening wordt gehouden met de beperkingen die elke kaart met zich meebrengt.

Omdat het systeem modulair is opgezet, is het voor toekomstige onderzoekers mogelijk om zelf gegevens toe te voegen en hiermee weer wat scherper verwachtingen uit te kunnen spreken, of om met de verschillende gecombineerde datasets andere wetenschappelijke of beleidsvragen te kunnen beantwoorden.

³¹ MACHU GIS: http://www.machuproject.eu/machu_gis.htm (24-1-2014).

³² Men moet zich realiseren dat ook voor het maken van kaarten op basis van objectieve meetgegevens door middel van inter- en extrapolatie interpretatie plaatsvindt. Dit wordt echter tot het minimum beperkt.

1.8 De bekende waarden als indicator

Het aantreffen van scheepswrakken of andere cultuurhistorische resten in een gebied – de bekende voorraad – is de beste indicatie dat er ook ander erfgoed uit dezelfde periode kan worden aangetroffen. De vraag is echter: wat is de bekende voorraad? Een veel gegeven definitie is: '...Bevat (alle) bekende archeologische overblijfselen die in de bodem liggen, in situ of anders'.³³ Maar wat is 'bekend'? Zijn dit alleen de officieel gewaardeerde vindplaatsen? Of zijn dit ook de waarnemingen? Van iedereen? Dus ook die van vissers, sportduikers en amateurarcheologen? Met andere woorden, is een vindplaats onderdeel van de bekende voorraad alleen wanneer het (exact) bekend is waar die ligt, of ook wanneer we ongeveer weten waar die ligt en er misschien maar weinig details zijn over de waarde? Er zijn dus verschillende niveaus in de mate van bekendheid. Het is goed om ons dit te realiseren alvorens aan de slag te gaan met verschillende datasets van 'bekende waarden'.

In de Erfgoedbalans³⁴ staat dat de gegevens over de bekende voorraad archeologie in de bodem voornamelijk zijn opgeslagen in het Archeologisch Informatie Systeem (ARCHIS³⁵) en het Centraal Monumenten Archief (CMA). Hiermee wordt impliciet aangegeven dat de bekende voorraad (wat de schrijvers van de Erfgoedbalans betreft) centraal moet zijn geregistreerd, al biedt de toevoeging van het woord 'voornamelijk' ook mogelijkheden om dit anders te bezien. Voor diezelfde Erfgoedbalans is ook specifiek naar de voorraad maritiem erfgoed gekeken.³⁶ Voor analyse is hier uitsluitend ARCHIS gebruikt. Er is in het systeem gezocht naar grondgebruiklabels 'onder water, in geulen op banken en platen', 'op het strand', 'in sloot of op oever' in combinatie met complextypen 'schepen', 'overig' (een verscheidenheid aan complextypen zoals infrastructuur, nederzettingen, heiligdommen) en 'onbekend'.³⁷ Hiermee is getracht het maritiem erfgoed inzichtelijk te maken. Er zijn in totaal 2863 waarnemingen aangetroffen, waarvan 544 scheepswrakken.³⁸ Dit aantal is vermoedelijk nog altijd uitzonderlijk klein in vergelijking tot het potentiële of onbekende erfgoed, maar zelfs ook in vergelijking met de aantallen vindplaatsen die buiten het ARCHIS-systeem bekend zijn.³⁹ ARCHIS bevat 175

unieke scheepslocaties en 190 scheepsvondsten in het Westelijk Waddenzeegebied.⁴⁰

1.9 Kwaliteit van de data

Rijkswaterstaat en de Dienst der Hydrografie behoren zelf ook wrakken- en obstakeldatabases, net als een aantal amateurarcheologen dat doet. Iedere database heeft beperkingen. De Dienst der Hydrografie kijkt naar obstakels, eventueel naar bedreigingen.⁴¹ Men is daar wel geïnteresseerd in waar iets ligt (de posities zijn dus zeer goed), maar niet altijd in wat er daadwerkelijk ligt, en de cultuurhistorische waarde is helemaal van ondergeschikt belang. Hetzelfde geldt voor Rijkswaterstaat.⁴² Voor de vele, vaak regionale, databases van amateurarcheologen en andere geïnteresseerden in de maritieme geschiedenis geldt dat deze veelal zijn opgebouwd uit gegevens die door andere organisaties en door individuen verzameld zijn. De kwaliteit van de gegevens is dus zeer wisselend en de herkomst is niet altijd meer te traceren. Omdat de gegevens vaak op één hoop zijn gegooid, is niet altijd duidelijk hoeveel waarde aan individuele gegevens toegekend kan worden. Toch kunnen de gegevens uit deze databases wel een toevoeging zijn wanneer we een indicatie willen geven van de mogelijkheid om cultureel erfgoed aan te treffen op en in de zeebodem. Individuele gevallen dienen met enige scepsis te worden gebruikt. Het ARCHIS2-systeem dat nu door de Rijksdienst voor het Cultureel Erfgoed wordt gebruikt, heeft ook zijn tekortkomingen. Zoals hierboven al is vermeld, is slechts een zeer beperkte hoeveelheid waarnemingen op en in waterbodems opgenomen in het systeem. Daarnaast zijn door het gebruik van verschillende vooral op land gerichte complextypen en de invoer in het systeem door personen met weinig tot geen kennis van de onderwater en/of maritieme archeologie niet alle waarnemingen eenvoudig terug te vinden in het systeem. Waarnemingen zijn in het verleden verzameld door een willekeur aan mensen: van beroepsarcheologen tot vissers en sportduikers. Deze waarnemingen en met name ook de positiebepaling daarvan zijn niet altijd even accuraat gebeurd. Daarbij komt ook het probleem van de omzetting van posities. Zo is een aantal waarnemingen dusdanig oud dat de posities van DECCA⁴³ overgezet

³³ Zie bijvoorbeeld Deeben et al 2006, 115: '...The known resource consists of the known archaeological remains which still exist in the soil, in situ or otherwise...'

³⁴ Beukers & De Boer 2009, 26.

³⁵ ARCHIS2. Een nieuwe rijksdatabase (ARCHIS3) wordt op dit moment ontwikkeld.

³⁶ Rijksdienst voor het Cultureel Erfgoed 2009, p 35.

³⁷ In de Erfgoedbalans wordt gesproken over het Maritiem Erfgoed, daar waar waarschijnlijk vooral bedoeld wordt het cultureel erfgoed onder water. Toch is men ook daarin niet consequent. Immers, tot de 544 aangetroffen schepen behoren ook de ruim vierhonderd wrakken die in de IJsselmeerpolders zijn aangetroffen (zie ook: <http://www.verganeschepen.nl/> (24-1-2014)). In Wit & Sloos (2008, 55) wordt overigens gesteld dat het aantal waarnemingen op 5 augustus 2008 voor het complextype scheepvaart 1875 was.

³⁸ Erfgoedbalans 2009, 35.

³⁹ Een gecombineerde dataset van posities in Nederlandse wateren verkregen uit de databases van de Dienst der Hydrografie, RWS, RCE en verschillende amateurarcheologen dat bij de RCE in Amersfoort beheerd wordt, bevat bijna 60.000 locaties.

⁴⁰ Zie ook pag. XXX. Er zijn op een paar locaties dus meerdere scheepsvondsten gedaan.

⁴¹ Wrakkenregister van de Dienst der Hydrografie.

⁴² SonarReg2 database.

⁴³ DECCA (ontwikkeld door Decca Radio and Television Ltd) was een hyperbolisch navigatiesysteem dat werkte op basis van radiogolven in het midden frequent gebied. Het systeem werd gebruikt voor kustnavigatie in de scheepvaart. <http://nl.wikipedia.org/wiki/DECCA> (24-1-2014)

- ⁴⁴ Door het rekenkundig aaneenrijgen van een groot aantal driehoekskettingen, die geheel Europa (echter zonder Engeland) en zelfs delen van Noord-Afrika besloegen, werd in vrij korte tijd een resultaat bereikt (ED50) dat misschien niet aan alle geodetische precisie- en betrouwbaarheidseisen voldeed, maar wel voorzag in een behoefte. Er kunnen fouten van 10 meter optreden. MD-rapportnummer: MDGAP - 2000.31. December 2000, 11. Omdat de blok-indeling voor de olie- en gasindustrie op het Nederlands Continentaal Plat gebaseerd is op ED50 wordt deze datum nog steeds gebruikt door de industrie.
- ⁴⁵ WGS84 is een geocentrisch en aardvast coördinaatsysteem. Het is in 1984 gedefinieerd door het Amerikaanse Defence Mapping Agency (DMA), het tegenwoordige NIMA. MD-rapportnummer: MDGAP - 2000.31. December 2000, 13.
- ⁴⁶ Het stelsel van de Rijksdriehoeksmeting dat wordt onderhouden door het Kadaster. De oorsprong van het stelsel is de spits van de Onze Lieve Vrouwetoren in Amersfoort (X = 155 000, Y = 463 000).
- ⁴⁷ Brenk, S. van den & R. van Lil 2010. Overigens is ook niet altijd bekend geweest welke projectie gebruikt is bij het opnemen van de positie van wrakken door bijvoorbeeld vissers. Soms was nog wel te achterhalen dat ED 50 gebruikt was, maar niet of hiervoor bijvoorbeeld ook de UTM-projectie (Universele Transversale Mercator-projectie) gebruikt werd. Kaartprojecties gaan overigens altijd gepaard met verlies van informatie (vervorming). MD-rapportnummer: MDGAP - 2000.31. December 2000, 27.
- ⁴⁸ Meer informatie over Nationaal Contactnummer Nederland (NCN): <http://www.periplus.nl/home/nl/referenties/projecten/nationaal-contactnummer-ontsluit-databases-met-wrakken-en-obstructies-onderwater> (24-1-2014).
- ⁴⁹ Het NCN wordt beheerd door het bedrijf Periplus (www.periplus.nl).
- ⁵⁰ Hierbij geldt echter wel dat duidelijk moet zijn dat verschillende posities in de verschillende databases tot hetzelfde wrak behoren. Hier gaat vaak nog wel veel werk aan vooraf, soms ook op water en door onderwateronderzoek.
- ⁵¹ Managing Cultural Heritage Underwater (MACHU). Gefinancierd door het Cultuur 2000 Programma van de Europese Unie (www.machuproject.eu).
- ⁵² Er zijn verschillende rapporten en artikelen over het MACHU-project en het GIS beschikbaar. Zie onder andere de projectrapporten Oosting & Manders (eds), MACHU report Nr.1, 2007; Manders, Oosting & Brouwers (eds), MACHU report Nr.2, 2009; Manders, Oosting en Brouwers (eds); MACHU Final Report Nr. 3, 2009.
- ⁵³ ARCHIS3. Dit is voorzien voor 2015.
- ⁵⁴ Brenk & Manders 2014, 26. Ook speelt in veel mindere mate de onderzoeks-intensiteit in een gebied mee.

zijn naar de meer courante ED 50⁴⁴ en WGS 84.⁴⁵ Omwille van het ARCHIS-systeem zijn deze posities vervolgens weer omgezet naar het systeem van Rijksdriehoeksmeting (RD)⁴⁶. Dit laatste levert problemen op voor grote delen van de Noordzee, omdat er dan negatieve X-waarden voorkomen. Daardoor kunnen de posities van de vondlocatie soms marginaal, maar soms ook substantieel veranderd zijn. Een onderzoek hiernaar heeft afwijkingen tot meer dan 100 meter van ARCHIS ten opzichte van de (huidige) positie van scheepswrakken aan het licht gebracht.⁴⁷ Echter, in ARCHIS staat voor de weinige ingevoerde scheepswrakken wel de relevante archeologische informatie. Door de drie overheidsdatabases (Wrakkenregister Dienst der Hydrografie dienst, SonarReg van Rijkswaterstaat en ARCHIS2 van de RCE) met elkaar te verbinden in een GIS-omgeving en door aan de verschillende objecten een Nationaal Contactnummer Nederland (NCN)⁴⁸ te koppelen, is een start gemaakt om het beste van de verschillende databases met elkaar te verbinden.⁴⁹ Dit houdt in dat bijvoorbeeld voor een scheepswrak op het Burgzand in de Waddenzee de positie die van Rijkswaterstaat of de Dienst der Hydrografie nu is verbonden met de cultuurhistorische informatie die door de RCE is verzameld.⁵⁰ Sinds 2006 is de RCE ook bezig met het ontwikkelen van een eigen maritieme database en GIS. Dit systeem is in samenwerking met Rijkswaterstaat ontwikkeld binnen het door de Europese Unie gesponsorde MACHU-project.⁵¹ Voordeel van dit systeem ten opzichte van het huidige ARCHIS is dat het een GIS is die specifiek gericht is op het verzamelen en presenteren van maritieme gegevens. Zo zijn de positienotaties aangepast, kunnen onder meer ook specifieke geofysische gegevens worden geïncorporeerd, heeft het een werelddekkend bereik en is een onderscheid gemaakt tussen verschillende gevalideerde en ongevalideerde datasets.⁵² Het MACHU-systeem zal uiteindelijk geïntegreerd moeten worden in de nieuwe archeologische database van de RCE.⁵³ Deze zal dan ook de input gaan leveren voor het Nationale Contactnummer Nederland.

Kennis over het bekende erfgoed helpt dus om een inschatting te kunnen maken van de potentie – het onbekende erfgoed – in een gebied. Toch moeten we ons ook realiseren dat er een reden is dat wij deze locaties kennen. De tech-

nien om in de bodem te kijken zijn zeer gelimiteerd en daarom zijn overwegend de (meer en minder) bekende locaties aangetroffen die zijn vrijgespoeld door erosie.⁵⁴ Vrijwel zonder uitzondering liggen de bekende cultuurhistorische vondsten in de Westelijke Waddenzee in de meest erosieve zones. In de meest stabiele zones is vrijwel niets gevonden, terwijl dit juist wel de gebieden zijn met een hoge potentie voor het aantreffen van prehistorische vindplaatsen. Voor het aantreffen van scheepsvondsten zal dit misschien wat minder zijn, in ieder geval daar waar de zee altijd erg ondiep is geweest en waar het de grote scheepvaart betreft. Mochten er scheepswrakken liggen, dan is de kwaliteit echter door eeuwenlange afdekking waarschijnlijk uitzonderlijk hoog. Het is daarom van belang om eerst een verwachtingsmodel te maken op basis van landschappelijke en culturele factoren en pas in tweede instantie het bekende erfgoed en een eventueel verstoringspatroon als filter toe te voegen.

1.10 Conclusie

Na in eerste instantie gericht te zijn geweest op het maken van een Indicatieve Kaart voor de Westelijke Waddenzee, hebben de auteurs gemeend om niet op de stoel van de gemeenten te moeten zitten, maar zich te gaan richten op het beschikbaar stellen van kaarten die inzicht kunnen geven in de kwaliteit en kwantiteit van het erfgoed in dit gebied. Hiermee was het idee voor een Historisch Geo-Morfologische Kaartenset geboren. De set kaarten bestaat uit geologische, paleografische, morfologische en historische data. Die historische data geven informatie over het gebruik van het landschap. Dit heeft voor een groot deel bepaald waar cultuurhistorische objecten terecht zijn gekomen. De natuurlijke veranderingen in het gebied hebben onder andere bepaald of deze objecten ook daadwerkelijk bewaard zijn gebleven. Er is intensief gezocht naar al bestaande datasets, waarvan sommige eenvoudig en zo goed als zonder extra bewerking beschikbaar konden worden gemaakt, terwijl andere lange speurtochten en intensieve omwerkingen tot gevolg hadden. Het project heeft dus naast de ordening van gegevens ook tot voor kort niet beschikbare data toegankelijk gemaakt en zelfs nieuwe gegevens opgeleverd.

Dit laatste mede door verschillende dataset met elkaar te combineren. De kaartenset kan als basis dienen voor het maken van beleidskaarten binnen gemeenten en provincies. Hij kan echter ook gebruikt worden voor de beantwoording van wetenschappelijke vragen. Het is de hoop dat de nieuwe kennis die daaruit voortkomt weer terugvloeit in de kaartenset, die beschikbaar zal worden gemaakt in het Maritieme GIS van de RCE, maar die ook beschikbaar wordt gesteld als pakket om te downloaden en te gebruiken in andere (GIS)-systemen. Door het gebruik van de set zal onze kennis over het Westelijke Waddenzeegebied verder worden verbeterd. Hiervoor is naast objectieve data ook 'expert judgement' nodig. Inzicht over wat er in het verleden is gebeurd kan alleen tot stand komen door een combinatie van meetbare gegevens, de kennis over een bepaald gebied en/of bepaalde periode en logische redenering. Door middel van deductie kan dan met behulp van het voorgaande ook gestreefd worden naar een zo goed mogelijke voorspelling van de kansen tot aantreffen van erfgoed in de waterbodem van de Westelijke Waddenzee. Door een systematische verwerking van gegevens en het duidelijk gescheiden hou-

den van objectieve en subjectieve waarnemingen kunnen lacunes in kennis zichtbaar worden gemaakt. Deze lacunes kunnen vervolgens weer tot (fundamentele) onderzoeksvragen worden teruggebracht en toegevoegd worden aan de (nationale) onderzoeksagenda's.

Een essentieel onderdeel in het management van het cultureel erfgoed (onder water) is het stellen van prioriteiten. Waar kan de bodem wel en waar kan deze niet verstoord worden? Welk erfgoed is van belang om te worden bewaard en beschermd en welk erfgoed niet? Waar zal actief beheer moeten worden gepleegd om erfgoed te behouden en waar is dat niet nodig omdat de bedreigingen klein zijn? Keuzes worden gemaakt op basis van 'harde' cijfers en 'zachte' indrukken. De auteurs hopen dat met de kaartenset een bredere basis voor de harde objectieve kant is gecreëerd en dat ook de subjectieve waarnemingen of indrukken hierdoor een sterkere fundering krijgen in de wetenschap. Overigens is er van rijkswege nog altijd de behoefte tot het creëren van verwachtingsmodellen op nationaal en internationaal niveau. De RCE zal daarom zelf ook met de HGMKW aan de slag gaan om deze verwachtingsmodellen op te stellen.

2 De Westelijke Waddenzee toen het nog land was

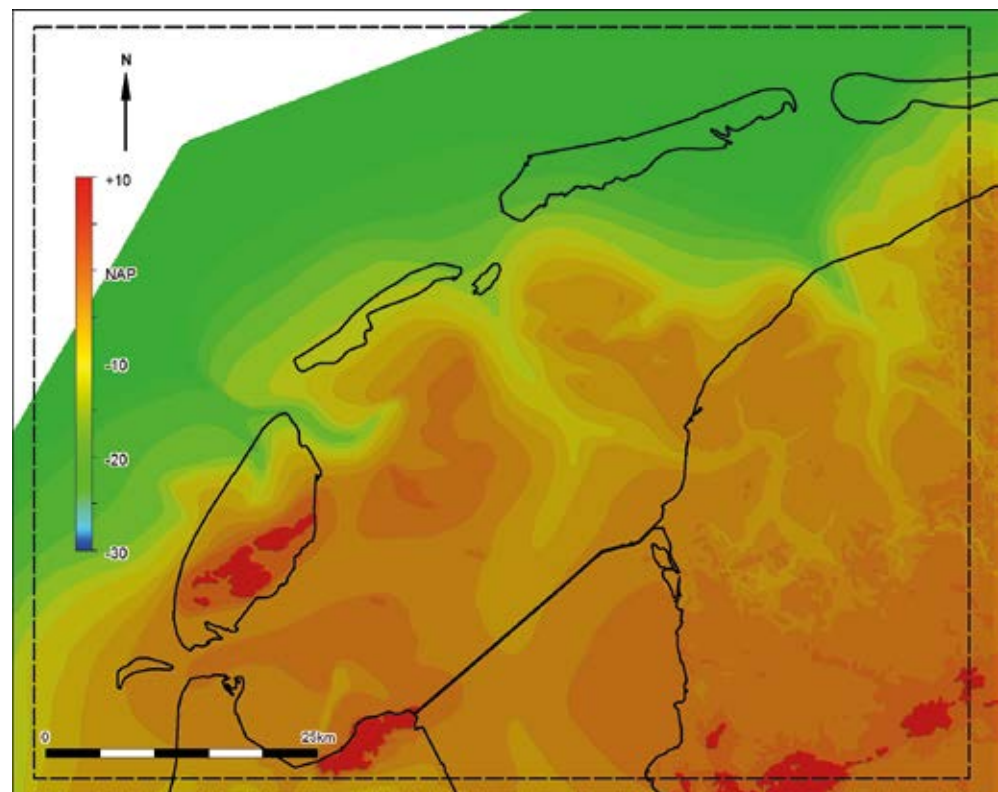
2.1 Inleiding

Pas aan het einde van de twaalfde eeuw werd de huidige Westelijke Waddenzee gevormd.⁵⁵ Daarvoor bestond het gebied voornamelijk uit hier en daar bewoonbaar land met onderlopende slikken rondom een brede zeearm. In de loop van de tijd is het areaal aan bewoonbaar gebied verder geslonken en kreeg de zee steeds meer invloed.

2.2 Prehistorie, Romeinse tijd en Middeleeuwen

Om uitspraken te kunnen doen over de prehistorische archeologische verwachting zijn vooral geologische gegevens nodig. In eerste instantie is hierbij gebruik gemaakt van modellen die het pleistocene oppervlak beschrijven. De (afgeleide) modellen van de ligging van het pleistocene oppervlak in dit hoofdstuk zijn gebaseerd op de

tweede versie van de digitale vectorbestanden die gebruikt zijn voor de *Atlas van Nederland in het Holoceen*.⁵⁶ Deze vectorbestanden zijn gereconstrueerd uit tienduizenden boringen en vormen het fundament voor de paleogeografische reconstructies. De toplicging van het pleistocene oppervlak is een reconstructie van het oppervlak zoals het er aan het begin van het holoceen bij lag. Deze is gereconstrueerd op basis van de huidige ligging van het top pleistoceen, het verwijderen van bekende erosie van het pleistocene oppervlak en 'expert judgement'. De afbeelding bestaat dus voor een deel uit interpretaties en aannamen, gebaseerd op de huidige ligging en op dit moment bekende erosiepatronen. De resolutie van de paleografische reconstructies is wisselend met afstanden tot wel 10 kilometer tussen boringen. Op het land ligt de informatie-dichtheid veel hoger. Dit is een begin en de resolutie kan door het verzamelen van meer data in de toekomst verder worden verhoogd. Ook de kaart van de huidige ligging van het top pleistoceen bestaat overigens gedeeltelijk uit interpretaties (extrapolatie en interpolatie). Deze is immers opgebouwd uit de profielen van



Abbeelding 2. Top ligging pleistoceen aan het begin van het holoceen

⁵⁵ Schoorl 1999/2000.

⁵⁶ Vos 2011, Vos & De Vries 2013 (www.archeologieinnederland.nl).

Tabel 2. Metadagevens voor kaart ‘Top ligging pleistoceen oppervlak aan het begin van het holoceen’.

Kaartlaag	Pleistoceen oppervlak aan het begin van het holoceen
Originele naam	Reconstructie van het pleistocene oppervlak aan het begin van het holoceen
Uitgever	Atlas van Nederland in het Holoceen, 2011, en de tweede generatie kaarten in Vos & De Vries 2013. www.archeologieinnederland.nl
Opname periode	Ca 1950 – 2011 (boringen)
Bereik	Nederland exclusief Noordzee
Type	Paleografische kaart
Diepten	Diepte in meters om de twee meter
Referentie	Referentiediepte: NAP
Originele datadichtheid	Variabel, onregelmatig boorgrid, afstanden tot 10 kilometer
Grid	100 x 100 meter
Opmerking	Kaart is opgebouwd uit extrapolatie van de gegevens en expert judgement van de maker
Bron	Rijksdienst voor het Cultureel Erfgoed (zie www.archeologieinnederland.nl)

de tienduizenden geanalyseerde boorstaten. Tussen deze profielen in is een rekenkundige invulling gemaakt van het landschap om tot een dekkende landschapsreconstructie te komen.

Wanneer we tot een verwachting van de aanwezigheid van prehistorische resten en sporen (tot ruwweg het begin van de Romeinse tijd) willen komen, zijn naast een reconstructie van het voormalige landschap ook andere gegevens van belang. Het is belangrijk om met de huidige kennis over de prehistorische leefgemeenschappen in combinatie met een interpretatie van het landschap zelf een inschatting te maken (expert judgement) van het landschapsgebruik in die tijd. Een kaart van de huidige top van het pleistoceen met erosiegegevens zegt weer iets over de mogelijke verdwijning van kansrijke gebieden, net als de verstoringenkaart dat doet. Deze laatste gegevens kunnen als filter over een model worden gelegd.

Voor dit laatste is het nodig om een tweedeling te maken tussen het gebruik van het gebied door jager-verzamelaarssamenlevingen en landbouwers.⁵⁷ De reden hiervoor is het verschil in landschapsgebruik en daarmee mogelijk ook de distributie van vindplaatsen. Een interpretatiekaart over het gebruik van het Westelijk Waddenzeegebied ten tijde van de prehistorie is hier niet toegevoegd. Wel zijn kaarten opgenomen die de invloed van de zeespiegelstijging door de tijd heen laten zien. Hiervoor zijn de curves uit de *Atlas van Nederland in het Holoceen*

(Vos e.a.) gebruikt. De feitelijke kennis in combinatie met interpretaties en de huidige kennis over de leefgemeenschappen in deze periode kunnen een wetenschappelijke onderbouwde verwachting opleveren voor het aantreffen van cultuurhistorische waarden uit deze perioden.⁵⁸ In de komende jaren kan dit beeld nog worden aangescherpt door het beschikbaar komen van nog betere informatie over de ondergrond, onderzoek naar wijze en gevolgtijdelijke opbouw van geologische lagen (inclusief het ontstaan van zeedoorbraken, het ontstaan van zoet- en zoutwaterbekkens en de vorming van laag- en hoogveen)⁵⁹, maar ook door zich ontwikkelende interpretaties over de leefwijze van de verschillende prehistorische leefgemeenschappen.

Voor een waardering en archeologische indicatie van het Westelijke Waddenzeegebied kan tevens gebruik gemaakt worden van een extrapolatie van kennis, opgedaan bij land-archeologisch onderzoek. Gebieden met vergelijkende kenmerken die nu permanent onder water staan, kunnen dan (voor eenzelfde periode) dezelfde waarde krijgen als op land.⁶⁰

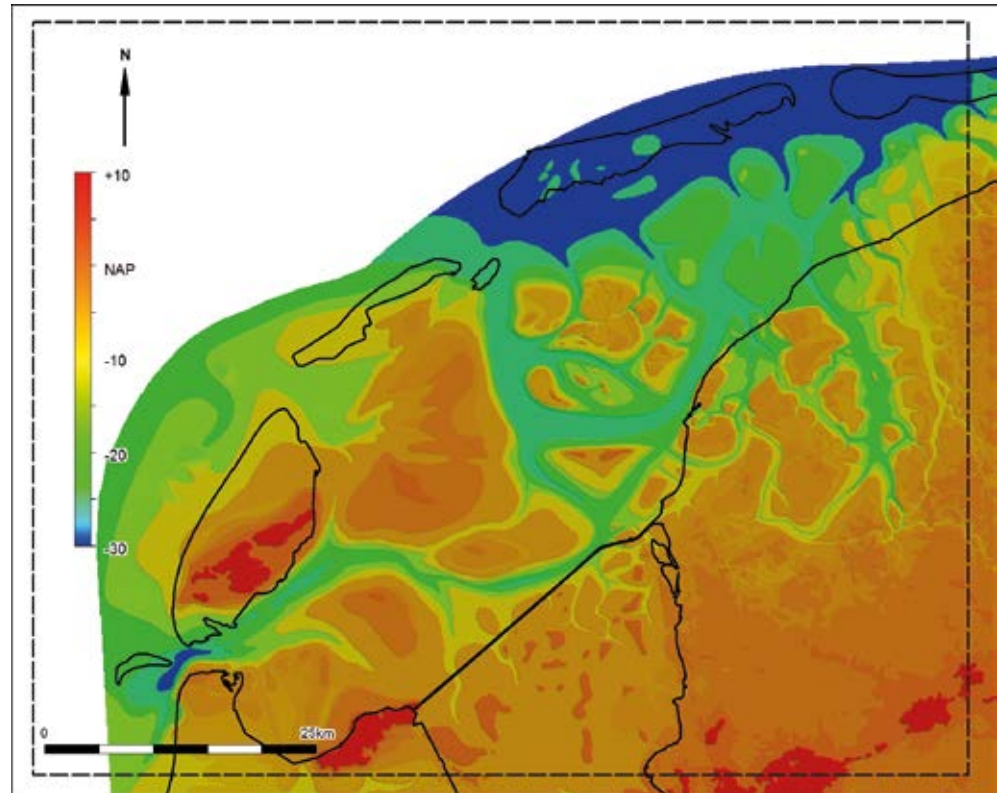
In de kaartenset zijn ook op Vos & De Vries (2013) gebaseerde kaarten van de Romeinse tijd (100 na Chr.), de vroege (800 na Chr.) en late middeleeuwen (1500 na Chr.) opgenomen. Voor deze perioden geldt min of meer hetzelfde: de gereconstrueerde landschappen geven op basis van nu bekende en beschikbare informatie een interpretatie van hoe het landschap er toen uit moet hebben gezien. Daarnaast is voor deze

⁵⁷ In 5300 v. Chr. lijken de eerste landbouwers zich in Zuid-Limburg te vestigen. In Noord-Nederland ontstaat de eerste landbouw waarschijnlijk vanaf 4300-4000, als we Swifterbant-cultuur als uitgangspunt nemen. Anders pas vanaf 3400 v. Chr. met de Trechterbeker-cultuur.

⁵⁸ Deeben, Hallewas & Maarleveld 2005, 15-17; Maarleveld 2003.

⁵⁹ Zie o.a. het promotieonderzoek van Van Zijverden (Study to the physical environment of the West-Frisian coastal wetlands in the Bronze Age and Early Iron Age) aan de Universiteit van Leiden.

⁶⁰ Een voor de hand liggende vergelijking is die tussen de oude oostelijke zeebodem van de Zuiderzee, de Flevopolders en het westelijke deel van de Waddenzee dat nog altijd onderwater ligt. Echter, hetzelfde kan gedaan worden voor deltagieden waarvan vergelijkbare delen op land en onder water liggen, zoals in de Zeeuwse delta. Zie ook Peeters 2008, 33.



Abbeelding 3. Huidige ligging top pleistoceen

Tabel 3. Metadagegevens voor de kaart 'Huidige ligging top pleistoceen'.

Kaartlaag	Bovenkant pleistoceen in marien erosiegebied
Originele naam	Huidige ligging top pleistoceen
Uitgever	Atlas van Nederland in het Holoceen, 2011, en de tweede generatie kaarten in Vos & De Vries 2013. www.archeologieinnederland.nl
Opname periode	Ca 1950 – 2011
Bereik	Nederland exclusief Noordzee
Type	Geologische kaart
Diepten	Diepte in meters om de twee meter
Referentie	Referentiediepte: NAP
Originele datadichtheid	Variabel, onregelmatig boorgrid, afstanden tot 10 kilometer
Grid	100 x 100 meter
Opmerking	
Bron	Rijksdienst voor het Cultureel Erfgoed

perioden een set kaarten toegevoegd met tot nu toe bekende scheepvaartrouten.⁶¹ De toevoeging van deze kaarten heeft vooral tot doel om aan te tonen dat het bekende of vermoedelijke gebruik van gebieden door de eeuwen heen kan bijdragen aan het maken van indicaties over het belang

van bepaalde gebieden in die tijd en de kans op het aantreffen van materiële resten uit die tijd.

Abbeelding 2 toont de ligging van het pleistocene oppervlak aan het begin van het holoceen (9000 v. Chr.). Dit model is een reconstructie⁶³, geba-

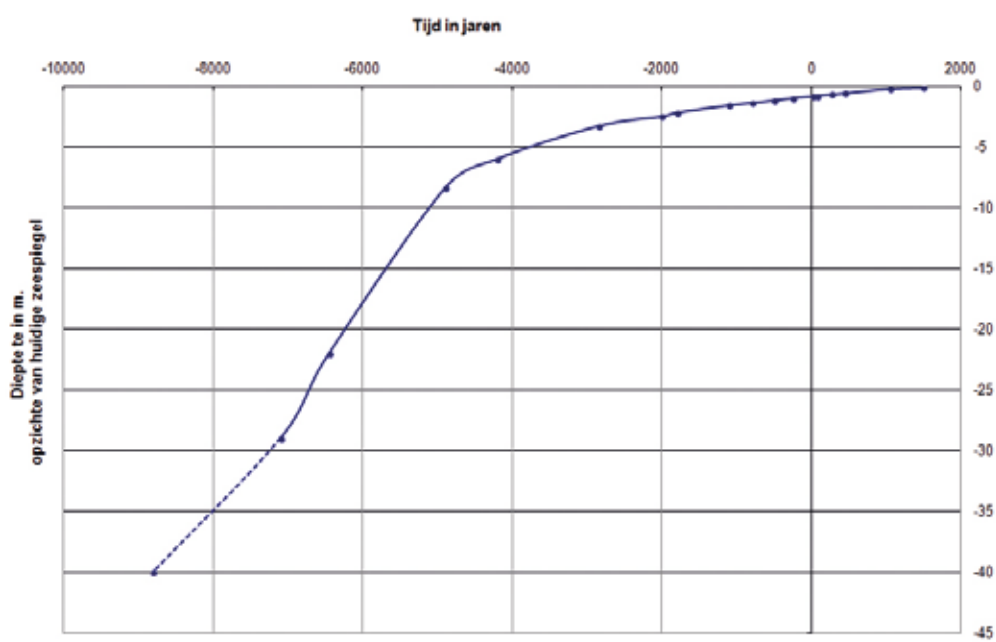
⁶¹ Hiervoor is met name geleund op de informatie en kaarten die zijn verzameld voor De Bosatlas voor de Geschiedenis van Nederland (Beukers, 2011).

⁶² Kiden e.a. 2008.

⁶³ Vos 2011.

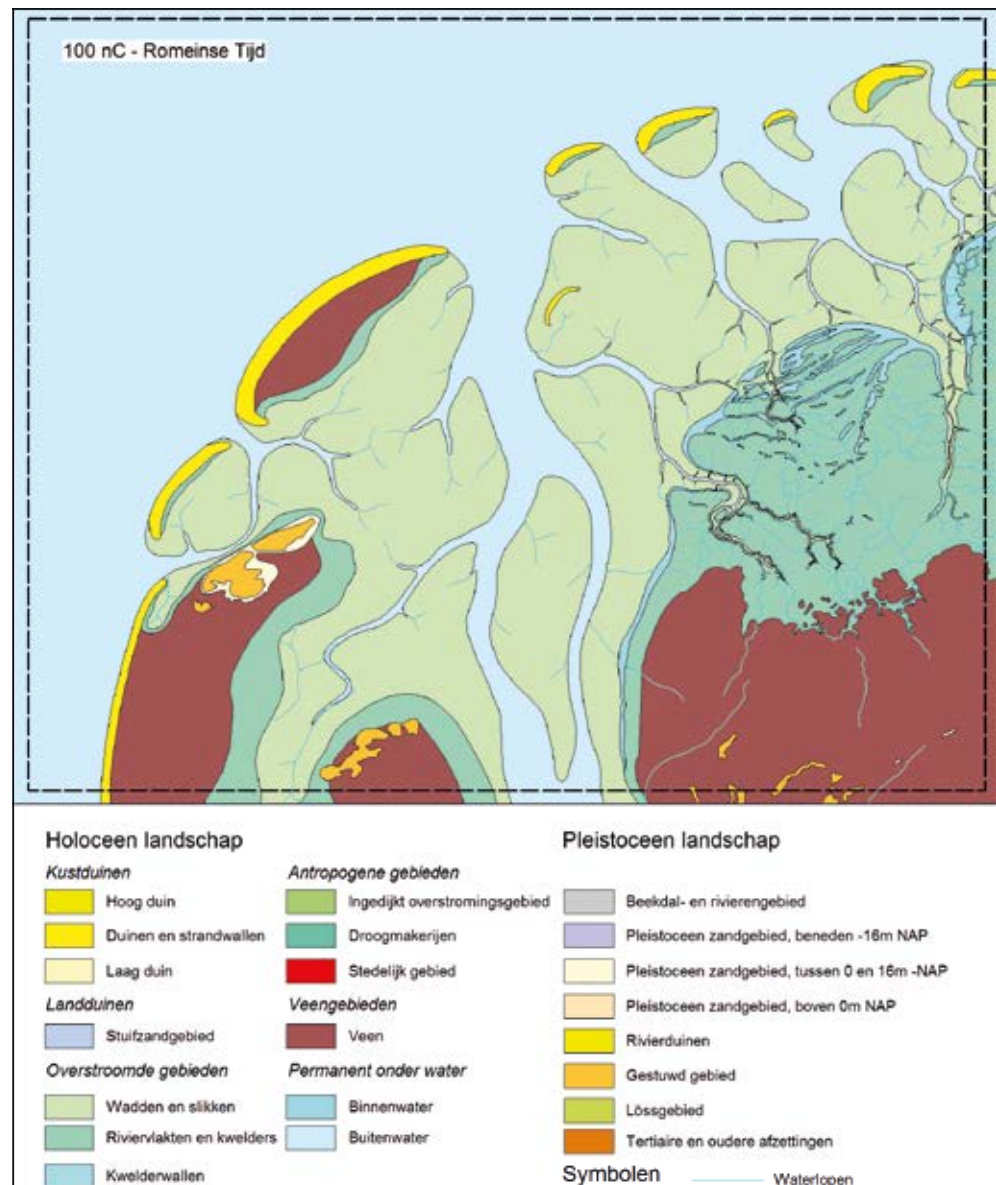
Tabel 4. Zeespiegelstijging langs de Noordzeekust in verschillende perioden.⁶²

Periode		Tijd	Zeespiegel (mtr)
Nieuwe tijd		1500 na Chr.	-0.2
Middeleeuwen	laat	1050 na Chr.	-0.3
Middeleeuwen	vroeg	450 na Chr.	-0.6
Romeinse tijd	laat	270 na Chr.	-0.7
Romeinse tijd	midden	70 na Chr.	-0.8
Romeinse tijd	vroeg	12 na Chr.	-0.9
IJzertijd	laat	250 voor Chr.	-1.0
IJzertijd	midden	500 voor Chr.	-1.2
IJzertijd	vroeg	800 voor Chr.	-1.4
Bronstijd	laat	1100 voor Chr.	-1.6
Bronstijd	midden	1800 voor Chr.	-2
Bronstijd	vroeg	2000 voor Chr.	-3
Neolithicum	laat	2850 voor Chr.	-3
Neolithicum	midden	4200 voor Chr.	-6
Neolithicum	vroeg	4900 voor Chr.	-8
Mesolithicum	laat	6450 voor Chr.	-22
Mesolithicum	midden	7100 voor Chr.	-29
Mesolithicum	vroeg	8800 voor Chr.	-40



Tabel 5. Metadagegevens voor de kaart 'Paleogeografische reconstructie 100 nC'.

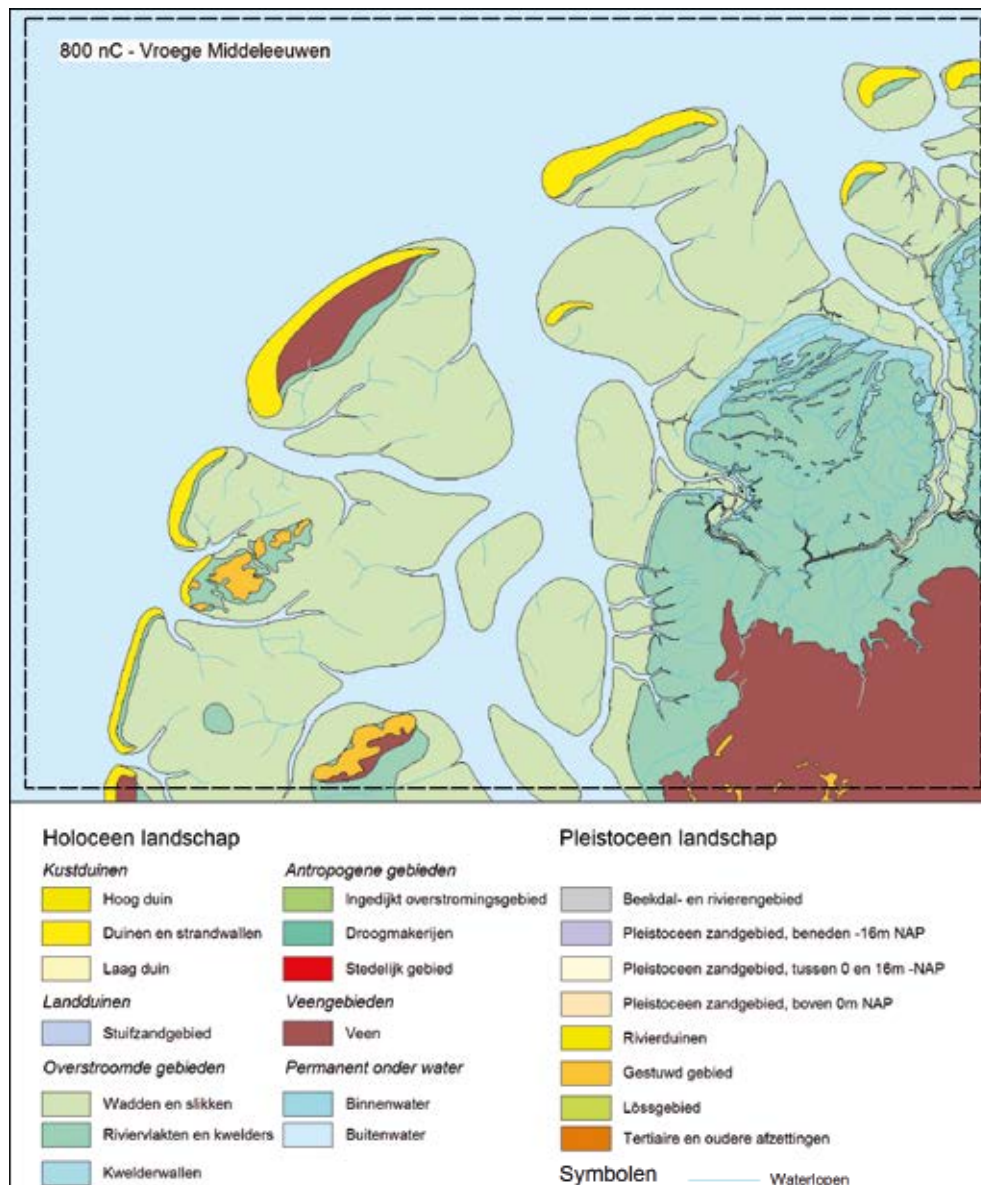
Kaartlaag	100nC.shp
Originele naam	Paleogeografische reconstructie 100 nC
Uitgever	Atlas van Nederland in het Holoceen, 2011, en de tweede generatie kaarten in Vos & De Vries 2013. www.archeologieinnederland.nl
Bereik	Nederland exclusief Noordzee
Type	Paleogeografische kaart
Originele datadichtheid	Variabel, onregelmatig boogrid, afstanden tot 10 kilometer
Opmerking	Als vectorkaart beschikbaar
Bron	Rijksdienst voor het Cultureel Erfgoed



Afbeelding 4. Paleogeografische reconstructie 100 nC – Romeinse tijd

Tabel 6. Metadagegevens van de kaart 'Paleogeografische reconstructie 800 nC'.

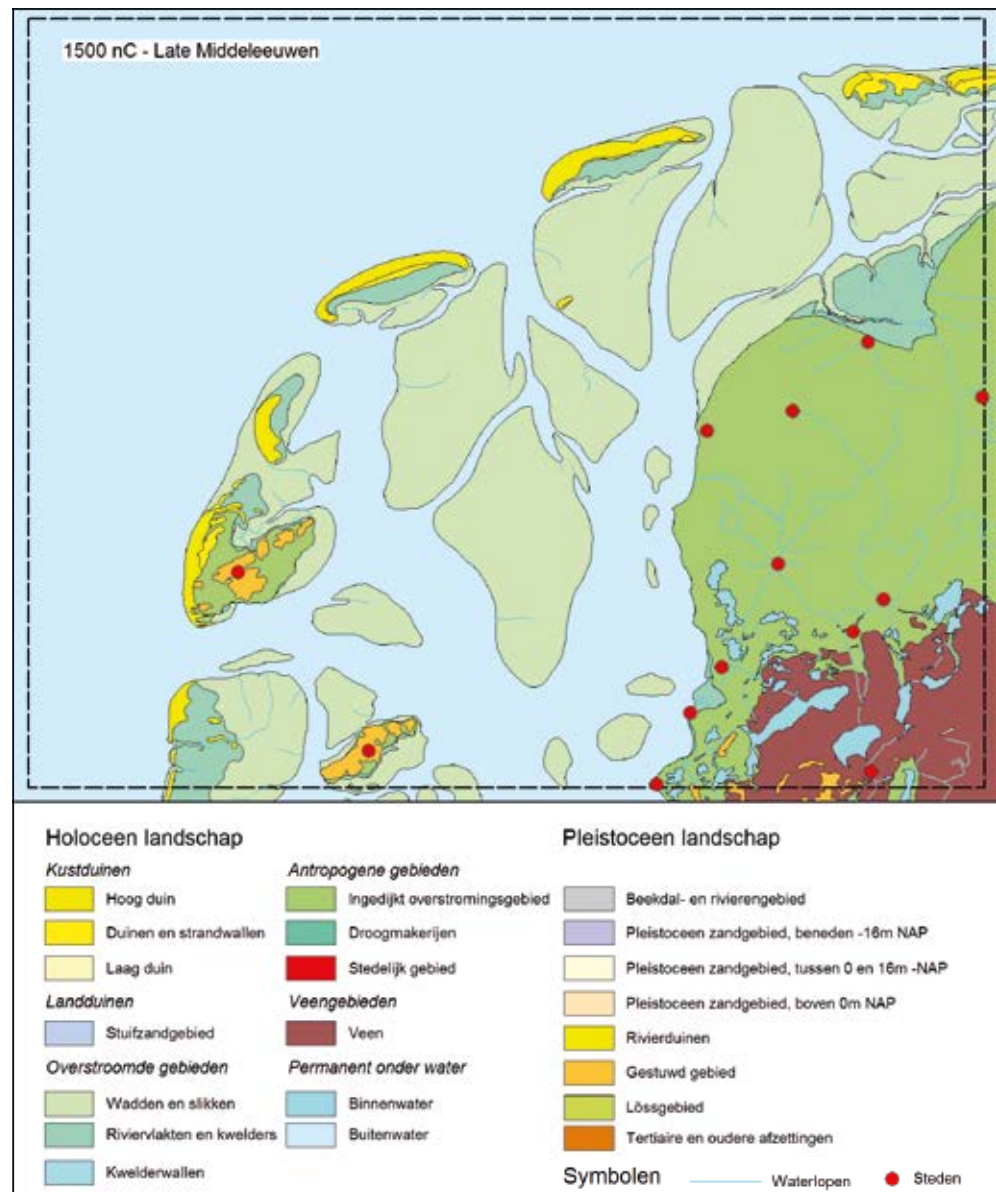
Kaartlaag	800nC.shp
Originele naam	Paleogeografische reconstructie 800 nC
Uitgever	Atlas van Nederland in het Holoceen, 2011, en de tweede generatie kaarten in Vos & De Vries 2013. www.archeologieinnederland.nl
Bereik	Nederland exclusief Noordzee
Type	Paleogeografische kaart
Originele datadichtheid	Variabel, onregelmatig boogrid, afstanden tot 10 kilometer
Opmerking	Als vectorkaart beschikbaar
Bron	Rijksdienst voor het Cultureel Erfgoed



Afbeelding 5. Paleogeografische reconstructie 800 nC – Vroege Middeleeuwen

Tabel 7. Metadagegevens van kaart 'Paleogeografische reconstructie 1500 nC'.

Kaartlaag	1500nC.shp
Originele naam	Paleogeografische reconstructie 1500 nC
Uitgever	Atlas van Nederland in het Holoceen, 2011, en de tweede generatie kaarten in Vos & De Vries 2013. www.archeologiein nederland.nl
Bereik	Nederland exclusief Noordzee
Type	Paleogeografische kaart
Originele datadichtheid	Variabel, onregelmatig boogrid, afstanden tot 10 kilometer
Opmerking	Als vectorkaart beschikbaar
Bron	Rijksdienst voor het Cultureel Erfgoed



Afbeelding 6. Paleogeografische reconstructie 1500 nC – Late Middeleeuwen

seerd op de huidige ligging van het pleistocene oppervlak (zie volgende afbeelding) waaruit mariene erosiegebieden verwijderd zijn.

Afbeelding 3 toont de huidige ligging van het pleistocene oppervlak. Het verschil met het model aan het begin van het holoceen (afbeelding 2) is dat hierin de geërodeerde gebieden verwerkt zijn. Deze reconstructie is gebaseerd op tienduizenden boringen en vormt het fundament voor de landelijke paleogeografische reconstructies die gepubliceerd zijn in de Atlas van Nederland in het Holoceen.⁶⁴

Het pleistoceenoppervlak aan het begin van het holoceen vormt per definitie ook het landoppervlak aan het begin van het holoceen (9000 v. Chr.), toen de zeespiegel meer dan 30 meter lager stond dan tegenwoordig.⁶⁵ Tussen 9000 en 4200 v. Chr. (midden-neolithicum) steeg de zeespiegel tot NAP -6 meter.

Het verloop van de zeespiegel wordt weergegeven in afbeelding en tabel 4.⁶⁶

Ervan uitgaande dat het droge landschap in deze periode niet te sterk veranderde, kan het model worden gebruikt om de (pre)historische kustlijnen te reconstrueren, en dus de hoge en droge gebieden aan te wijzen waar bewoning mogelijk was.⁶⁷ In hoofdstuk 6 (Samengestelde kaarten) wordt een voorbeeld gegeven ter illustratie van de kustlijnen in verschillende perioden.

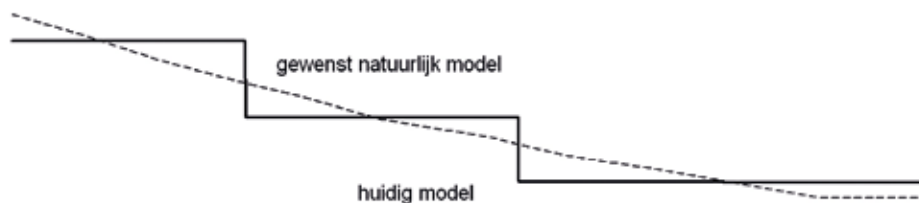
2.3 Beperkingen van de kaarten pleistoceen oppervlak, Romeinse tijd, vroege en late middeleeuwen

Het originele grid/puntenbestand waar de hier gebruikte Plzgeul.shp, Plzmgeul.shp, 100 nC.shp, 800 nC.shp en 1500 nC.shp basisbestanden van afgeleid zijn, is helaas niet beschikbaar. We zullen daarom voorlopig gebruik moeten blijven

maken van de afgeleide producten. Deze basisbestanden bevatten nu contouren om de 2 meter, 1 meter zou echter beter zijn. Het hiervan afgeleide grid is geen gelijkmatig model, maar een 'trapmodel'. Zo is er geen variatie tussen bijvoorbeeld de ligging van het oppervlak tussen NAP -10 en -12, maar krijgt het hele gebied hier dezelfde waarde, en gaat dan met een sprong van twee meter naar het aangrenzende gebied (zie ter illustratie onderstaand profiel, afbeelding 7). Dit zou kunnen betekenen dat lokale/relatieve hoogtes, waar bewoning wel mogelijk kan zijn geweest, niet zichtbaar zijn. Overigens is de gebruikte schaal van de basisbestanden in vergelijking met de bestanden voor landgebieden relatief laag, omdat ten tijde van het maken van deze kaarten niet meer informatie voorhanden was. Dit houdt in dat de modellen lokaal met enige terughoudendheid dienen te worden gebruikt.

Een ander probleem is dat uit het verschilmodel op basis van Plzgeul en Plzmgeul blijkt dat één van de twee inputmodellen fouten lijkt te bevatten. Op enkele plaatsen, met name bij Texel, ligt het model van het geërodeerde pleistocene oppervlak namelijk boven het model van het oorspronkelijke oppervlak, wat niet logisch is. Vermoedelijk betreft het hier interpolatiefouten bij één van de twee inputmodellen.⁶⁸

De basismodellen zijn een onderdeel van het grootschalige landelijke model met een betrekkelijk lage resolutie. Beter zou het zijn om het GeoTOP-model te gebruiken. In GeoTOP wordt de ondergrond verdeeld in miljoenen voxels (blokken) van 100 bij 100 m in de horizontale en 50 cm in de verticale richting. Aan elke voxel worden parameters gekoppeld. Dit zijn lithologische kenmerken, zoals de stratigrafische eenheid waartoe de voxel behoort en de grondsoort (zand, veen, klei), maar ook fysische en chemische parameters, zoals de doorlaatbaarheid voor grondwater. Sinds 2012 werkt TNO aan een uitbreiding van GeoTOP in de Waddenregio⁶⁹, maar



Afbeelding 7. Voorbeeldprofiel door een model van het pleistoceen

⁶⁴ Vos en de Vries, 2013.

⁶⁵ Kiden e.a., 2008.

⁶⁶ Naar Kiden e.a., 2008.

⁶⁷ We moeten hierbij wel bedenken dat bij de uiteindelijke keuze voor bewoning meerdere criteria van belang waren, zoals de nabijheid van water en van gradiëntzones, zowel in reliëf als in de zin van verschillende ecologische zones bij elkaar.

⁶⁸ Het zou beter zijn om het verschilmodel te baseren op niet geïnterpoleerde data. Maar dat is niet gebeurd.

⁶⁹ http://www.waddenacademie.nl/GeoTOP_in_de_Waddenregio.565.0.html.

deze was tijdens het maken van de HGMKW nog niet beschikbaar.

Vervolgens dient nog opgemerkt te worden dat de datadichtheid erg variabel is, met soms wel 10 km tussen twee boringen in (zie ook bijvoorbeeld afbeelding 8). Hierdoor is in bepaalde gebieden (bijvoorbeeld de hoog-erosieve zone van het Burgzand) de dichtheid van de boorgegevens dusdanig laag dat interpretaties over het wel of niet doorlopen van bevaarbare geulen met de nodige voorzichtigheid moeten worden betracht.

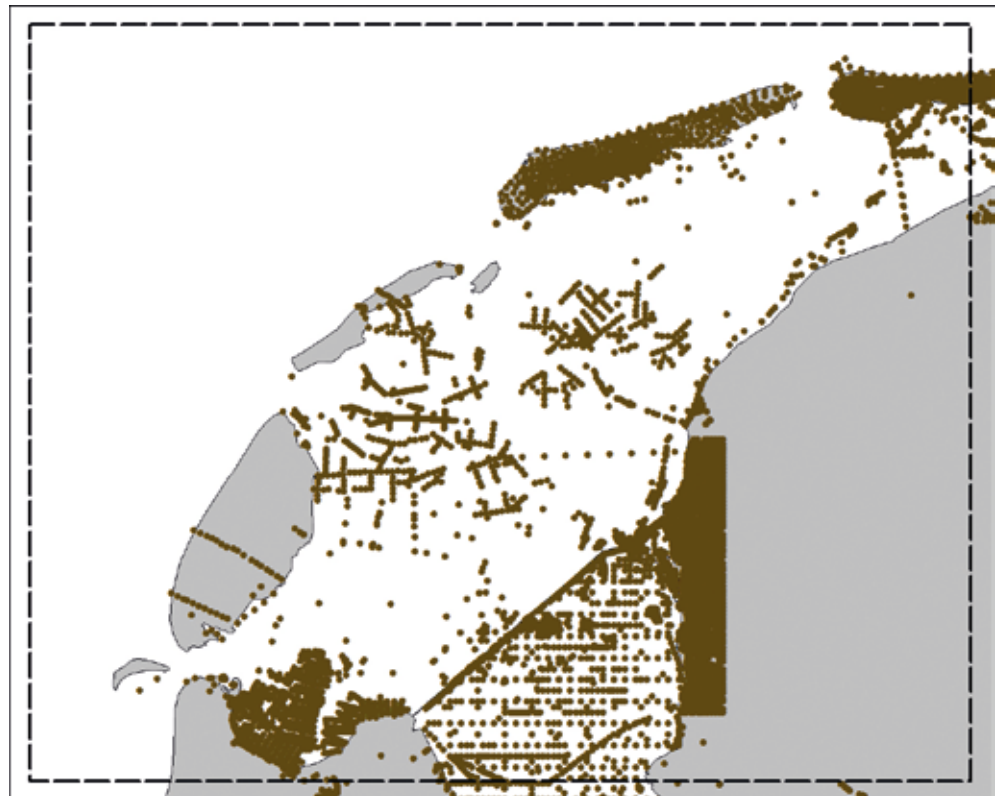
2.4 Verfijningen voor de toekomst

Er zijn verschillende onderzoeken die kunnen worden uitgevoerd om het kaartmateriaal van de prehistorie tot en met de late middeleeuwen te verfijnen. Zo bevat het eerder genoemde GeoTOP-model veel meer informatie dan alleen de beschrijving van het pleistocene oppervlak.⁷⁰ Voor de Westelijke Waddenzee zijn ook nog beschrijvingen

van meer dan vijfduizend boringen (RIJP archief) beschikbaar, die gebruikt kunnen worden om de hier gepresenteerde modellen verder te verfijnen. Deze zijn nu nog niet meegenomen omdat ze pas zeer recentelijk zijn herontdekt.⁷¹

Verder zou op basis van de hier geanalyseerde gegevens een gericht booronderzoek opgestart kunnen worden om in gebieden waar geen of nauwelijks boorgegevens van zijn aan te vullen. Met de toepassing van Optical Stimulated Luminescence (OSL) datering zou mogelijk ook een goed inzicht kunnen worden verkregen in het holocene zandpakket. Onderzoek binnen het door de EU gefinancierde project heeft al uitgezeten dat OSL-datering tevens werkt voor zand dat onder water is afgezet.⁷²

Ook kan het bekende culturele erfgoed onder water een indicatie geven over de mogelijkheid van aanwezigheid van andere objecten. Tot en met de late middeleeuwen is de bekende voorraad in het Westelijk Waddenzeegebied uiterst summier. Dit betekent overigens niet dat er in de afgelopen decennia niets is gevonden. Belangwekkende objecten met oude



Afbeelding 8. Overzicht van de beschikbare boringen. Iedere bruine stip representeert een boring (database Rijksdienst voor de IJsselmeerpolders).

⁷⁰ De bovenste 50 m. Het gehele gebied is ingedeeld in kubussen van 50 bij 50 m en 50 cm dik.

⁷¹ Analoge boorbeschrijvingen uit het archief van Rijkswaterstaat in Harlingen worden nu door Deltares gevalideerd en toegevoegd in de DINO-database.

⁷² Manders, Van Os & Wallinga 2009.



Afbeelding 9. Beschikbare boringen en sonderingen (DINO loket). Deze boringgegevens zijn voor dit rapport niet direct gebruikt, maar vormen de basis voor de modellen van Vos & De Vries (2013).

herkomstdatum komen echter vaak van grotere diepte en zijn dan zonder context bij bagger- of zand- en grindwinningprojecten naar boven gekomen.⁷³ Door voorlichting te geven aan de uitvoerders en het melden van deze vondsten eenvoudiger te maken, is het misschien mogelijk om meer inzicht te krijgen in het voorkomen van prehistorische vondsten en losse spantjes

van (laat)midleeeuwse scheepjes.⁷⁴ Op dit moment worden verschillende onderzoeken uitgewerkt die het gebruik van land en water in de prehistorie, Romeinse tijd en vroege middeleeuwen als onderwerp hebben.⁷⁵ Deze onderzoeken zullen zeker nieuwe inzichten bieden die leiden tot een beter begrip van het geologische en door de mens gebruikte landschap.

⁷³ Zo ligt er onder andere een veertiende-eeuws (na 1321 na Chr.) spantje van een overmaats gebouwd scheepje in het Wrakkenmuseum van Terschelling. Deze is vele jaren geleden door een zandwinningsproject van grote diepte omhoog gehaald. De exacte locatie is helaas onbekend. RING 2009.

⁷⁴ Initiatieven hiertoe zijn vanuit het Maritiem Programma van de RCE ont-plooid, waaronder de in samenwerking met Rijkswaterstaat uitgegeven folder 'Herkennen van archeologische vondsten uit waterbodems'. Houkes & Caspers 2013.

⁷⁵ Waaronder de promotieonderzoeken van Van Zijverden en Van Lanen (zie ook noot 59). Zie ook de publicatie van Jansma 2014.

3 De Nieuwe Tijd, De Westelijke Waddenzee als bevaarbare binnenzee

3.1 Inleiding

Vanaf de twaalfde eeuw is de Waddenzee een goed bevaarbare binnenzee. In de zestiende eeuw vormt ze zelfs het economisch hart van de Nederlanden met de *Reede van Texel* als start- en eindpunt van de reizen naar de koloniën in de Oost en West. Regelmatig lagen tientallen (en meer) schepen tegelijkertijd op de rede te wachten op de juiste wind om uit te varen.⁷⁶ Deze drukte, in combinatie met sterke, veranderende stromingen, diepten, ondiepten en slechte weersomstandigheden hebben ervoor gezorgd dat de Westelijke Waddenzee bekend staat als gebied met een zeer hoge dichtheid aan scheepswrakken.⁷⁷ De grote dynamiek van de zeebodem heeft vervolgens weer voor overwegend goede bewaaromstandigheden gezorgd, met als gevolg dat nog altijd veel scheepswrakken goed geconserveerd in de bodem liggen.⁷⁸ Aan de andere kant worden delen van dit erfgoed nu bedreigd door vrijspoeling.⁷⁹

3.2 Morfologische basismodellen

Een specifiek kenmerk van de Waddenzee is de dynamiek. Sinds het ontstaan van de Waddenzee, ca 800 jaar geleden, is het een dynamisch gebied met stroomgeulen die zich in de loop der tijd kunnen verplaatsen of van richting kunnen veranderen onder invloed van de getijdenstromen. Voor het opstellen van verwachtingskaarten voor de late middeleeuwen en Nieuwe Tijd is inzicht in morfologische veranderingen daarom onontbeerlijk. De belangrijkste gegevens voor het modelleren van morfologische veranderingen zijn dieptemetingen van het bodemoppervlak. Door verschillende dieptemetingen door de tijd heen te vergelijken ontstaat inzicht in de veranderingen, en als genoeg gegevens beschikbaar zijn kunnen ook voorspellingsmodellen voor de toekomst worden opgesteld. Het huidige pleistocene oppervlak definieert de onderkant van de diepte van deze modellen.

De beschikbare dieptemodellen van de Waddenzee zijn voor de Nieuwe Tijd (na 1500) en op basis van het beschikbare kaartmateriaal (voor navigatiedoeleinden) wat betreft betrouw-

baarheid en resolutie grofweg te verdelen in drie chronologische categorieën:

1. Periode 1584 – 1852
2. Periode 1852 – 1975
3. Periode 1975 - heden

Er zijn kaarten van het gebied beschikbaar van vóór 1584 (in ieder geval van Jan van Scorel circa 1550 en Christiaan Sgroten 1573). Deze zijn echter niet gemaakt om te navigeren en daarom zijn details in de watergebieden als diepten en ondiepten slechts sporadisch meegenomen en al helemaal niet gemeten.

3.3 Periode 1584 – 1852

Om inzicht te krijgen in de verandering van het holocene zandpakket in de Waddenzee door de eeuwen heen, is gebruik gemaakt van historische navigatiekaarten. In totaal zijn zes navigatiekaarten, verspreid over deze periode, onderzocht. Het gaat om de kaart van Waghenaer (1854), de kaart van Blaeu (1649), de kaart van Goos (1666), de kaart van Sepp (1773), de kaart van de Engelse Admiraliteit (1799) en de topografische militaire kaart (1850).

De eerste bekende navigatiekaart voor de Westelijke Waddenzee is de kaart 'De vermaerde stroemen. Tvlie ende Tmaersdiep' van Lucas Janszoon Waghenaer uit de 'Spiegel der Zeevaerdt', waarvan het eerste deel gereed kwam in 1584. Er wordt vanuit gegaan dat Waghenaer de kaarten heeft gemaakt naar aanleiding van eigen observaties en metingen. De kaarten zijn lange tijd door schippers gebruikt. Het is zelfs voor te stellen dat ze nog algemeen in gebruik waren nadat de meest belangrijke vaargeulen en zandbanken al dramatisch verschoven waren.⁸⁰

De historische kaarten zijn gemaakt met gegist bestek. Hierbij werd een koerslijn uitgezet vanaf een bekend punt. Van daaruit werd, al rekening houdend met de snelheid waarmee het schip voer, de kompasroers, de mate van afdrijving en de stroming, de positie vastgelegd. Er waren ook instrumenten aan boord om de breedtepositie te bepalen. De lengtepositie kon worden berekend, maar was zeer onbetrouwbaar. Dit werd

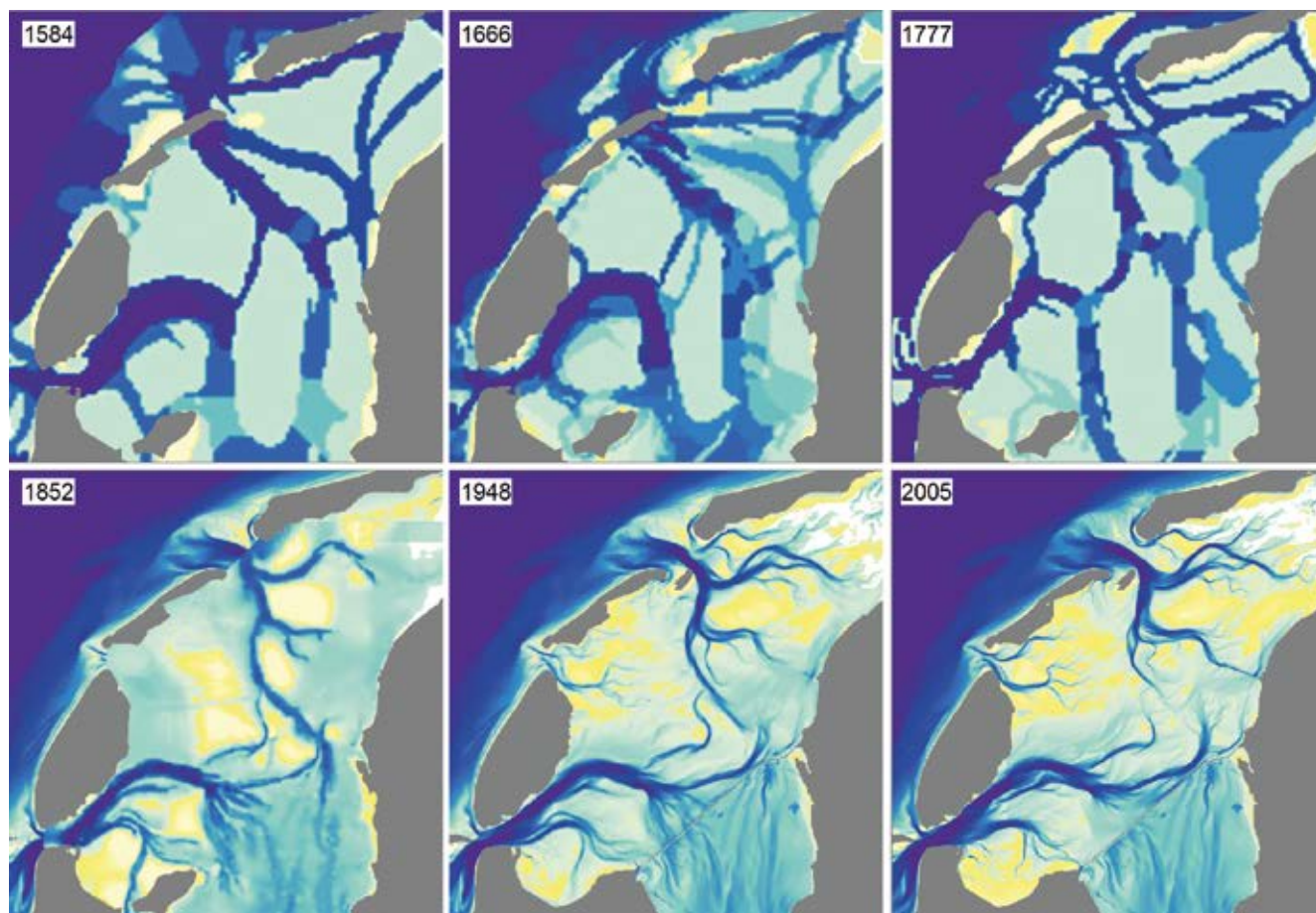
⁷⁶ Bonke 2002.

⁷⁷ Habermehl 2000, Akker et al 2007, Koeveringe et al 2011, Vos 2012.

⁷⁸ Huisman et al 2008.

⁷⁹ Os & Kosian 2011, Brenk & Manders 2014.

⁸⁰ Kosian 2009, 28.



Afbeelding 10. Voorbeelden dieptemodellen door de tijd heen

pas met de uitvinding van de chronometer in 1762 beter.⁸¹ Al met al zullen er forse afwijkingen zijn geweest tussen de werkelijke en berekende positie. Dit vindt zijn weerslag in de kaarten. De projectie van de kaarten is vaak ook afwijkend ten opzichte van wat nu gangbaar is. Daarom zijn deze digitaal ge-georeferenciert, gevectoriseerd en daar waar nodig gecorrigeerd in de moderne projectie.⁸² Vervolgens zijn voor iedere kaart vergelijkbare uitsneden en schalen gehan-

teerd. In detail verschillen de kaarten echter nog altijd van elkaar. Zo is de dichtheid van de gegevens niet gelijk en zijn niet in alle gebieden de dieptes gemeten. Dit heeft vooral te maken met het doel van de kaarten. Deze zijn gemaakt om te navigeren en het varen diende te gebeuren in de vastgelegde vaargeulen. Ondiepten waren een bedreiging en dienden zoveel mogelijk te worden vermeden. De diepte midden op de platen was niet van belang.

⁸¹ De uitvinder van de chronometer is John Harrison.

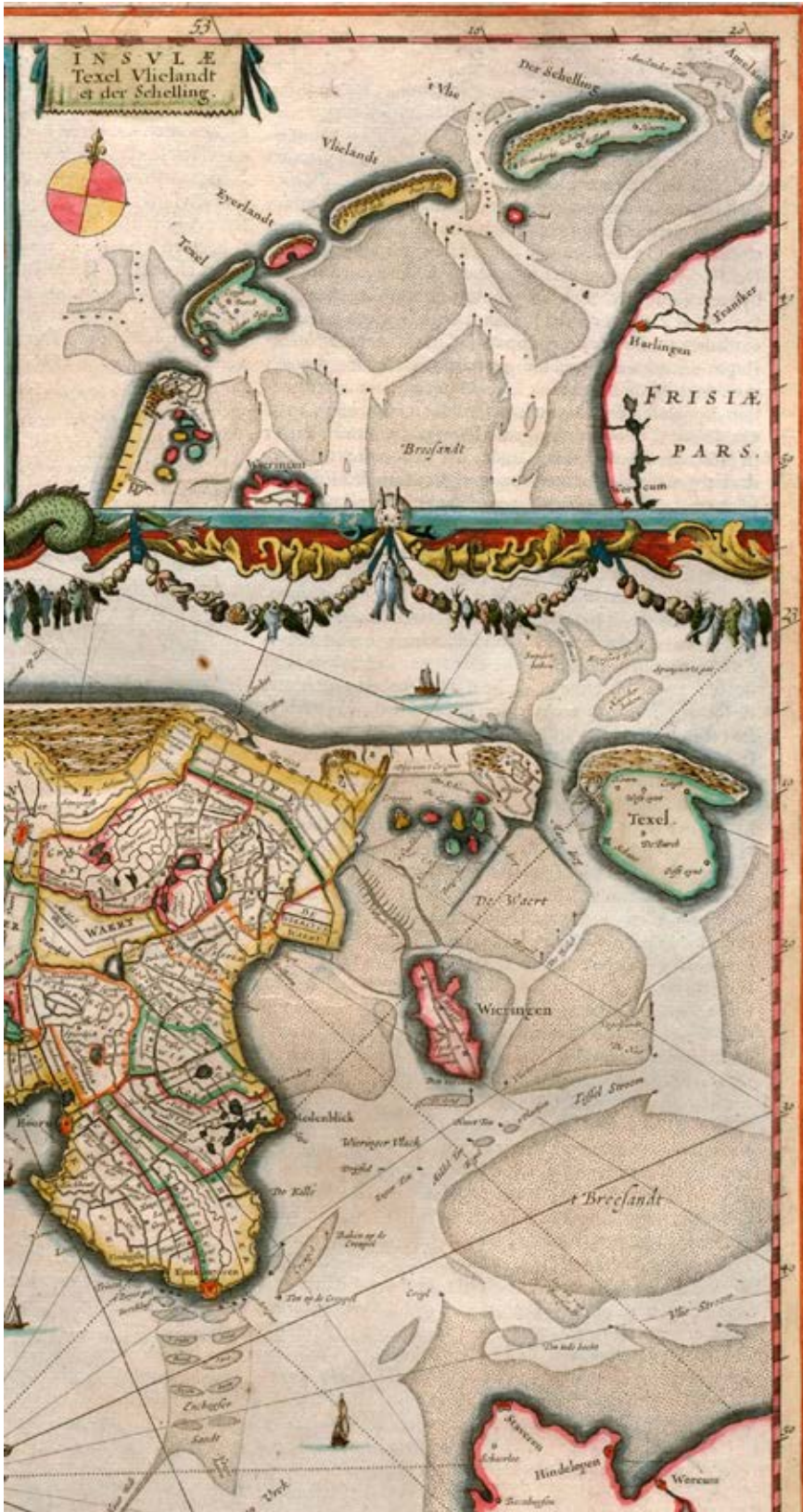
⁸² Kosian 2013.



Abbeelding 11. Uitsnede kaart 1584, Spieghel der Zeevaerdt

Tabel 8. Metadata voor de kaartlaag '1584 – L.J. Waghenaer'.

Kaartlaag	1584 – L.J. Waghenaer
Originele naam	L.J. Waghenaer - Tvlie en Tmaersdiep, Spieghel der Zeevaerdt, deel I
Uitgever	L.J. Waghenaer, Enkhuizen
Opname periode	Vóór 1580
Bereik	52 16N - 53 30N ; 4 28O – 5 42O, Westelijke Waddenzee/Zuiderzee
Type	Navigatiekaart
Diepten	Vadem
Referentie	Onbekend, waarschijnlijk gewoon laag water
Originele datadichtheid	Sporadisch, alleen in de geulen
Grid	500 x 500m grid
Opmerking	Omgewerkte historische kaart
Bron	Databestanden RCE, M.C. Kosian opgeslagen als IJsselmeer-Zuiderzee\Zuiderzee-Waddenzee. WOR



Afbeelding 12. De kaart van Blaeu uit 1649

Tabel 9. Metadata voor de kaartlaag '1649 – W. Blaeu'.

Kaartlaag	1649 – W. Blaeu
Originele naam	W. Blaeu – Hollandia Comitatus
Uitgever	J. en W. Blaeu, Amsterdam
Opname periode	Vóór 1649
Bereik	52 16N - 53 30N ; 4 28O – 5 42O, Westelijke Waddenzee/Zuiderzee
Type	Topografische kaart
Diepten	Geen exacte dieptes gegeven
Referentie	Geen
Originele datadichtheid	Aanduidingen ondiepten, zandplaten en geulen
Grid	500 x 500m grid
Opmerking	Omgewerkte historische kaart
Bron	Databestanden RCE, M.C. Kosian opgeslagen als IJsselmeer-Zuiderzee\Zuiderzee-Waddenzee. WOR

Tabel 10. Metadata voor de kaartlaag '1666 – P. Goos'.

Kaartlaag	1666 – P. Goos
Originele naam	P. Goos – Pascaarte vande Zuyder-Zee, Texel, ende Vlie-stroom, als mede 't Amelander-gat
Uitgever	P. Goos, Amsterdam
Opname periode	Vóór 1666
Bereik	52 16N - 53 30N ; 4 35O – 6 00O, Westelijke Waddenzee/Zuiderzee
Type	Navigatiekaart
Diepten	Amsterdamse voeten
Referentie	Onbekend, waarschijnlijk gewoon laag water
Originele datadichtheid	Ongeveer 1 meting per 2km in de vaarroutes
Grid	500 x 500m grid
Opmerking	Omgewerkte historische kaart
Bron	Databestanden RCE, M.C. Kosian opgeslagen als IJsselmeer-Zuiderzee\Zuiderzee-Waddenzee. WOR



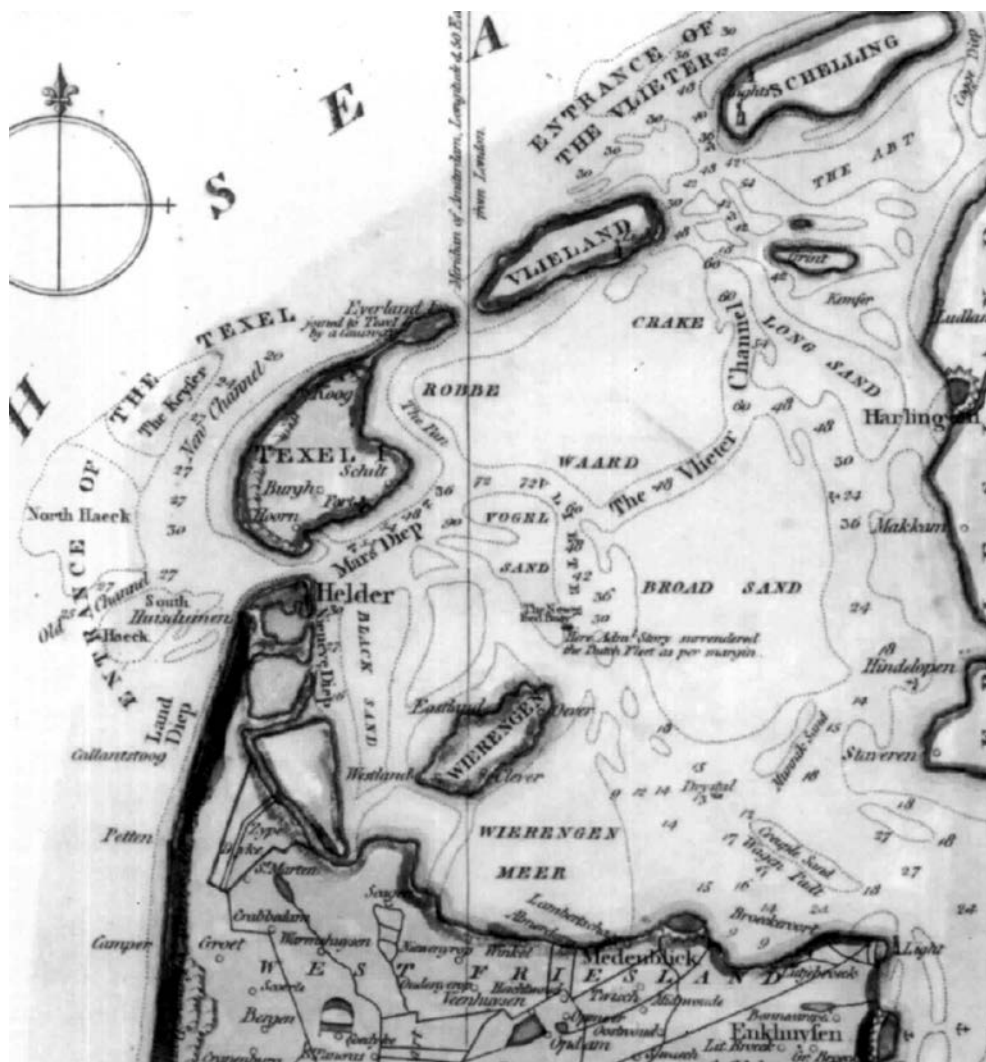
Afbeelding 13. Uitsnede kaart 1666, Pieter Goos



Abbeelding 14. Uitsnede kaart 1773, J.C. Sepp

Tabel 11. Metadata voor de kaartlaag '1773 – J.C. Sepp'.

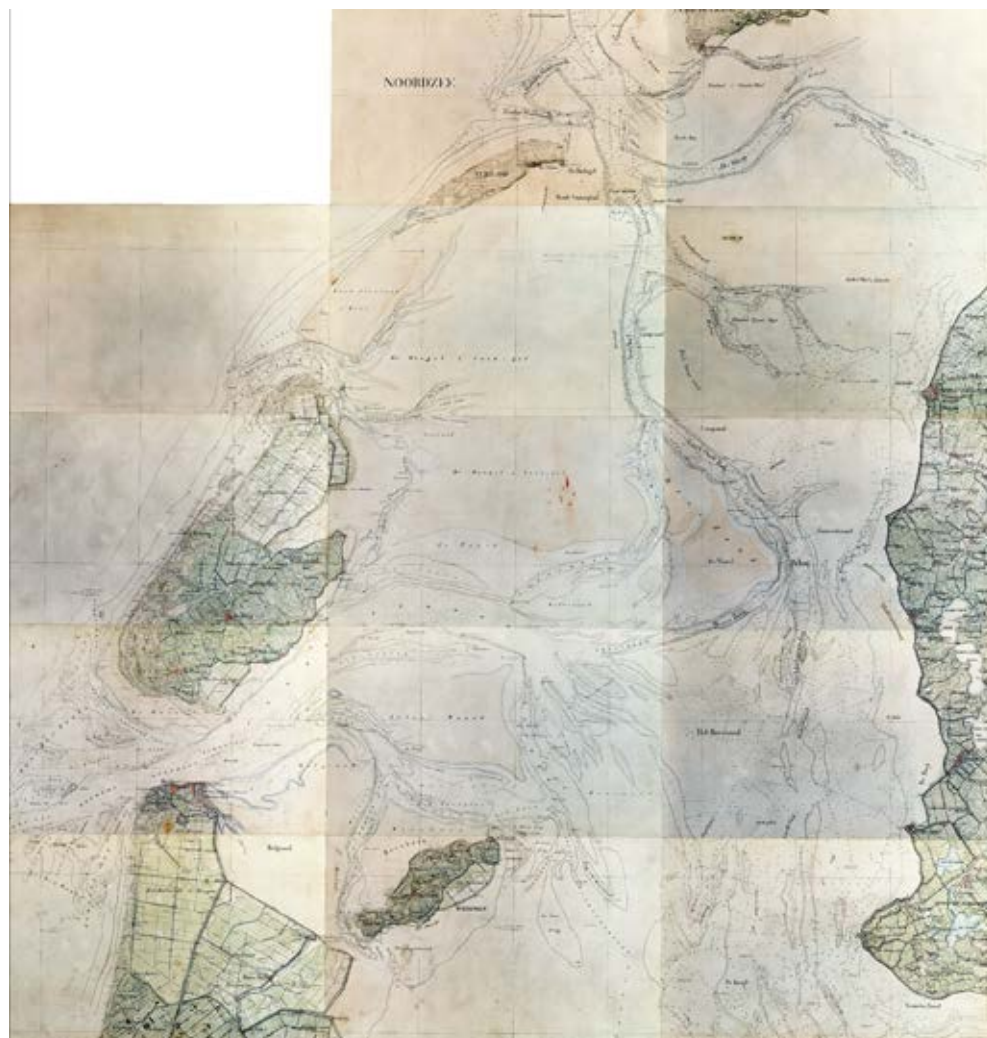
Kaartlaag	1773 – J.C. Sepp
Originele naam	J.C. Sepp - De Vereenigde Nederlanden of Zeven Vrye Provinciën Gesloten in den Jaare 1579 te Utrecht in 1773. Uit: <i>Nieuwe Geographische Nederlandsche Reise- en Zak-atlas</i>
Uitgever	J.C. Sepp, Amsterdam
Opname periode	Vóór 1773
Bereik	52 16N - 53 30N ; 4 30O – 6 04O, Westelijke Waddenzee/Zuiderzee
Type	Topografische kaart
Diepten	Amsterdamse voeten
Referentie	Onbekend, waarschijnlijk gewoon laag water
Originele datadichtheid	Sporadisch, alleen in de geulen
Grid	500 x 500m grid
Opmerking	Omgewerkte historische kaart
Bron	Databestanden RCE, M.C. Kosian opgeslagen als IJsselmeer-Zuiderzee\Zuiderzee-Waddenzee. WOR



Afbeelding 15. De Engelse Admiraliteitskaart van 1799

Tabel 12. Metadata voor de kaartlaag '1799 – English Admiralty'.

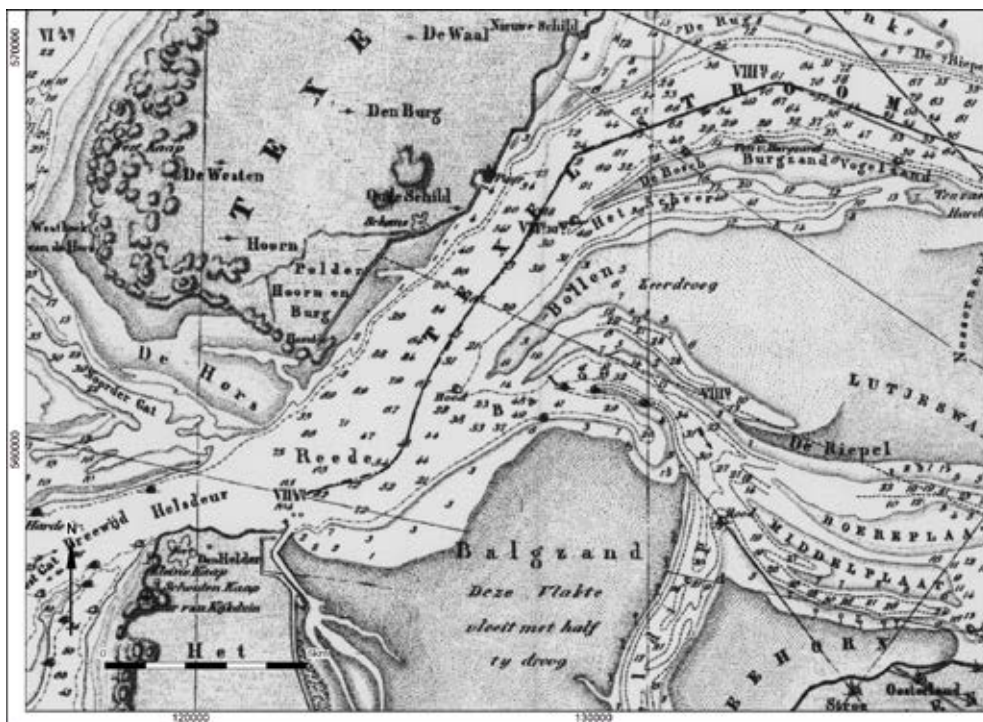
Kaartlaag	1799 – English Admiralty
Originele naam	Dutch MEN of WAR Surrendered in the Nieuwe Diep to the Admirals DUNCAN & MITCHELL. Augt. 30 1799
Uitgever	Engelse Admiraliteit
Opname periode	Vóór 1799
Bereik	52 15N - 53 25N ; 4 25O – 5 25O, Westelijke Waddenzee en Noord-Holland
Type	Beschrijvende topografische kaart
Diepten	Voeten (Engels)
Referentie	Onbekend, waarschijnlijk gewoon laag water
Originele datadichtheid	Ongeveer 1 meting per 4km in de vaarroutes
Grid	500 x 500m grid
Opmerking	Omgewerkte historische kaart
Bron	Databestanden RCE, M.C. Kosian opgeslagen als IJsselmeer-Zuiderzee\Zuiderzee-Waddenzee. WOR



Abbeelding 16. De Chromo-topografische Militaire Kaart van het Koninkrijk der Nederlanden uit 1850

Tabel 13. Metadata voor de kaartlaag '1850 – TMK'.

Kaartlaag	1850 – TMK
Originele naam	Chromo-topographische Militaire Kaart van het Koninkrijk der Nederlanden (Topographische Militaire Kaart / TMK)
Uitgever	Topografisch bureau van het ministerie van oorlog
Opname periode	Vóór 1850
Bereik	52 43N - 53 23N ; 4 32O – 5 45O, Westelijke Waddenzee
Type	Topografische kaart
Diepten	Decimeter
Referentie	Onbekend, waarschijnlijk NAP
Originele datadichtheid	Ongeveer 3 metingen per 1km in de geulen tussen 5 10O en 5 30O
Grid	500 x 500m grid
Opmerking	Kaart in moderne projectie, gemiddelde afwijking < 15m.
Bron	Databestanden RCE, M.C. Kosian opgeslagen als IJsselmeer-Zuiderzee\Zuiderzee-Waddenzee. WOR



Afbeelding 17. Uitsnede uit de kaart van 1852

3.4 Periode 1852 – 1975

In de periode 1852-1975 zien we de eerste uitgebreide dieptekaarten in het Westelijk Waddenzeegebied verschijnen. De eerste uitgebreide en betrouwbare dieptekaart betreft de *Kaart van de Zuider Zee* van Hulst van Keulen uit 1852. De dieptewaarden zijn uitgedrukt in “Amsterdamsche voeten”⁸³ bij gewoon laag water” en zijn verkregen door middel van systematische handmatige dieptelood-metingen. De gehele kaart bevat meer dan 7000 metingen in het Westelijk Waddengebied en het huidige IJsselmeergebied. Aan de hand van de puntmetingen zijn destijds handmatig dieptelijnen geconstrueerd.

De gehele originele kaart is gedigitaliseerd (meetpunten en contourlijnen) waarna de waarden omgerekend zijn naar het huidig NAP, in de volgende stappen:

1. Digitalisatie oorspronkelijke dieptecijfers
2. Digitalisatie oorspronkelijke dieptecontouren
3. Omrekening van eenheid Amsterdamsche

voet naar meters (factor 0,2831)

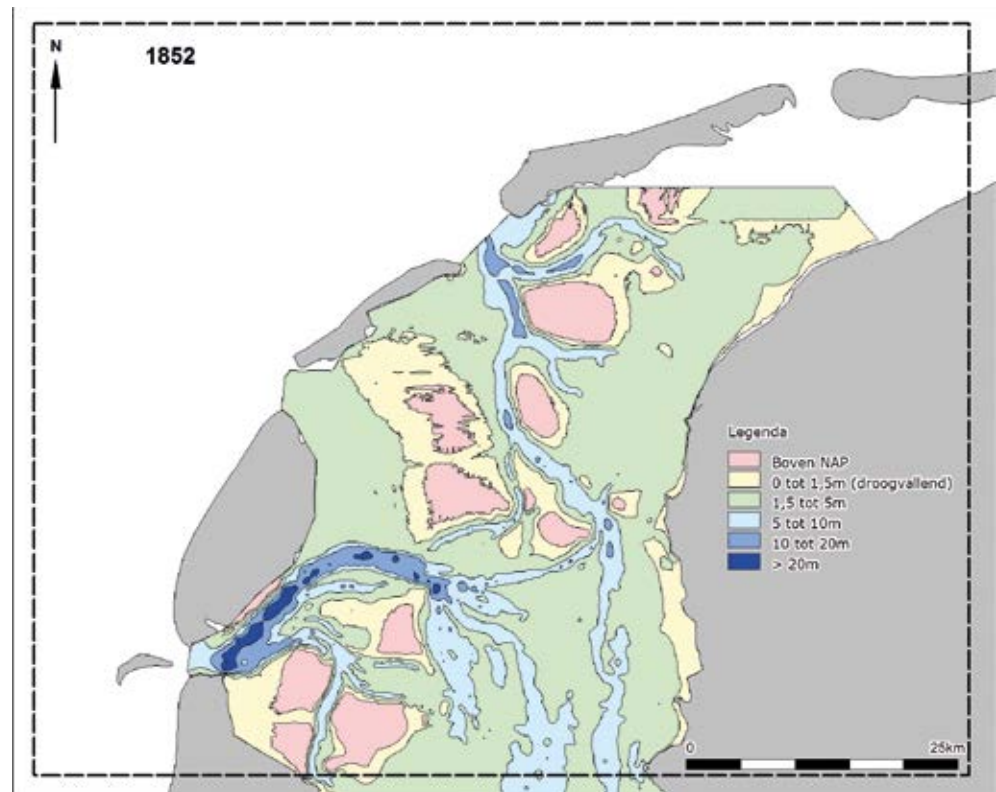
4. Omrekening van Gewoon laag water naar NAP volgens correctiemodel (gebaseerd op gegevens van de waterdienst van Rijkswaterstaat)

De naar RD gecorrigeerde waarden zijn vervolgens vergrid naar een gridmodel met een celgrootte van 50 x 50 meter.

Voor de perioden 1925-1930 en 1948-1951 zijn destijds met de hand getekende overzichtskarten gepubliceerd, die in de jaren tachtig zijn gedigitaliseerd door RWS directie Friesland. Hiervoor zijn in de kaart lijnen getrokken (horizontaal en verticaal). De afstand tussen deze lijnen varieerde van 90 tot 250 meter. Mogelijk is hierbij ook gekeken naar de dekkingsgraad van een gebied, en vervolgens is de gemiddelde waarde per vak van 250x250m bepaald. Daarna zijn deze gemiddelde waarden geïnterpoleerd tot een 20x20m grid.

De lodingen van vóór de Tweede Wereldoorlog zijn met een handlood uitgevoerd, de positiebepaling met een sextant (horizontale hoekmeting). Het is niet bekend wanneer men is overgegaan op echoloodrollen en hyperbolische plaatsbepalingssystemen, vermoedelijk is

⁸³ Een Amsterdamsche voet is 0,2831 meter.



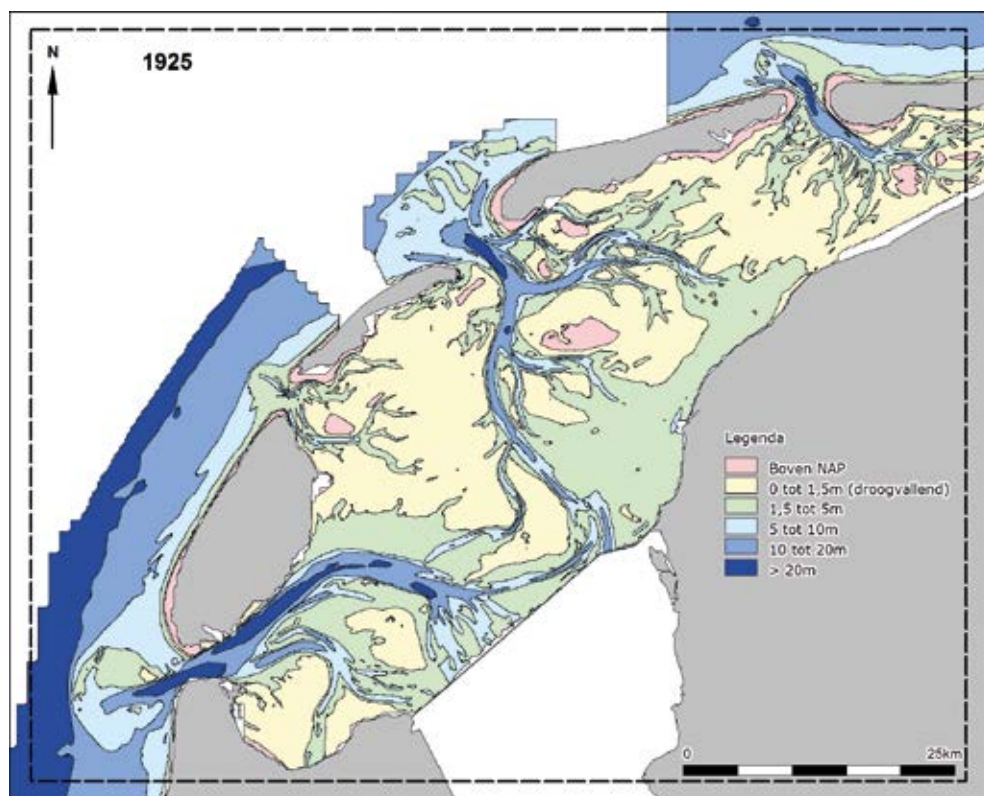
Afbeelding 18. Overzicht bestand 1852, deel Waddenzee. Loopt tot Terschelling.

Tabel 14. Meta-informatie kaartlaag Dieptekaart 1852

Kaartlaag	Dieptekaart 1852
Originele naam	Kaart van de Zuider Zee
Uitgever	Wed. G. Hulst van Keulen
Opname periode	Ca 1840 – 1859
Bereik	Zuiderzee, Westelijke Waddenzee tot Terschelling
Type	Navigatiekaart met dieptecijfers en lijnen
Diepten	Amsterdamsche voeten (geconverteerd naar meters)
Referentie	Gewoon laag water (geconverteerd naar NAP)
Originele datedichtheid	IJsselmeergebied: ca 1 punt per 75 hectare Waddenzee: alleen geulen
Grid	50x50m
Opmerking	Bevat betonningsinformatie Waddenzee
Bron	Facsimile Kaart van de Zuiderzee, 1852

dit op zijn vroegst eind jaren zeventig gebeurd. Pas eind jaren tachtig, begin jaren negentig is gebruik gemaakt van een dekkend systeem. Na digitalisatie van de kaarten zijn de kaarten vernietigd.⁸⁴

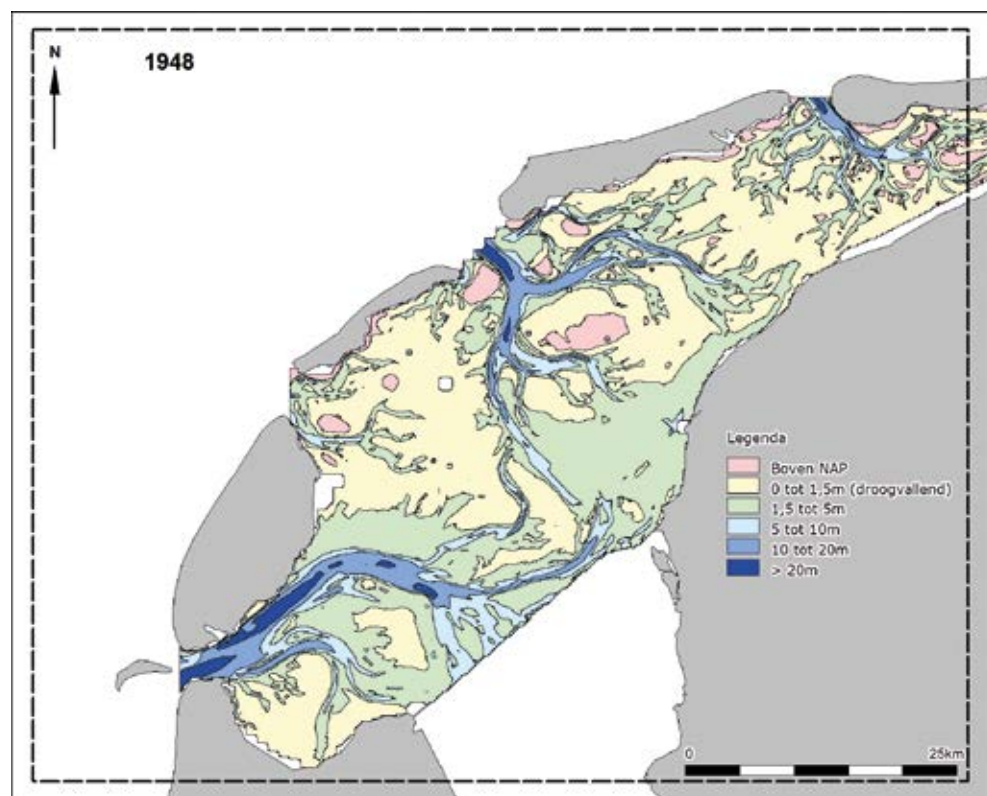
⁸⁴ Bron: Willem van der Hoeven, adviseur DID-DSDG.



Afbeelding 19. Dieptekaart 1925

Tabel 15. Meta-informatie Dieptekaart 1925.

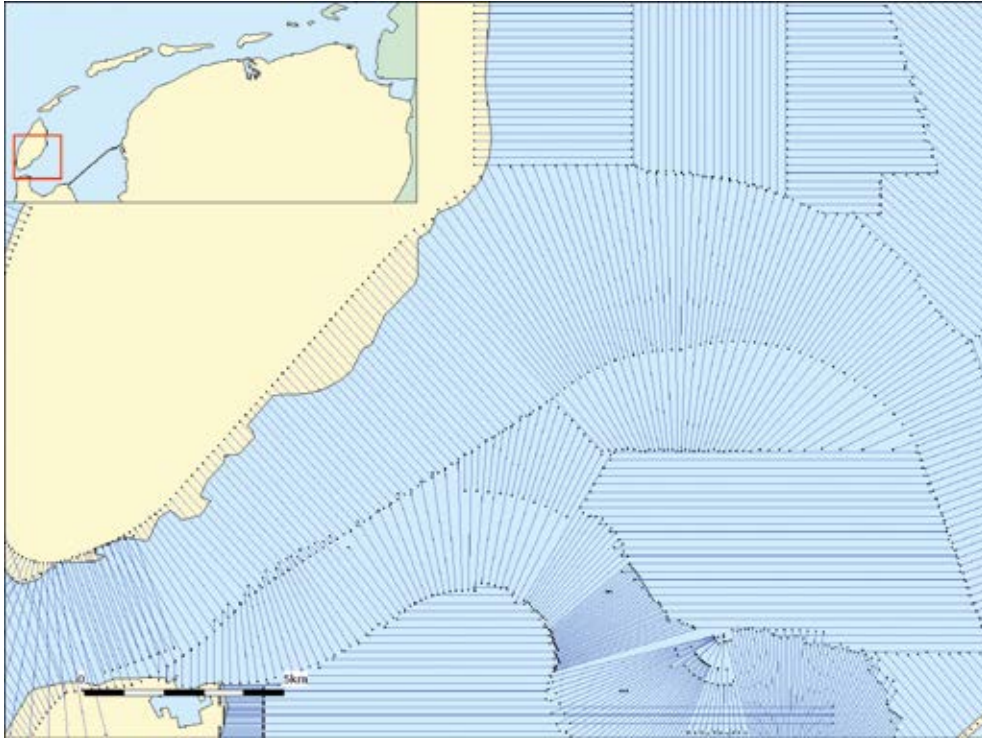
Kaartlaag	Dieptekaart 1925
Uitgever	RWS directie Friesland
Opname periode	Ca 1925 – 1930
Bereik	Waddenzee tot en met Schiermonnikoog en zeegaten tussen de eilanden
Type	Overzichtsloodingskaart
Diepten	Meters
Referentie	NAP
Originele datadichtheid	Origineel: lijndata, lijnafstand 90 tot 250m. Vereenvoudigd tot 1 punt per 5,25 ha.
Grid	20x20m
Opmerking	Originele papieren kaarten zijn vernietigd
Bron	RWS Waterdienst



Afbeelding 20. Dieptekaart 1948

Tabel 16. Meta-informatie Dieptekaart 1948.

Kaartlaag	Dieptekaart 1948
Uitgever	RWS directie Friesland
Opname periode	Ca 1948 – 1951
Bereik	Waddenzee tot en met Ameland, geen Noordzee
Type	Overzichtslodingskaart
Diepten	Meters
Referentie	NAP
Originele datadichtheid	Origineel: lijndata, lijnafstand 90 tot 250m. Vereenvoudigd tot 1 punt per 5,25 ha.
Grid	20x20m
Opmerking	Originele papieren kaarten zijn vernietigd. Data bevat gaten
Bron	RWS Waterdienst



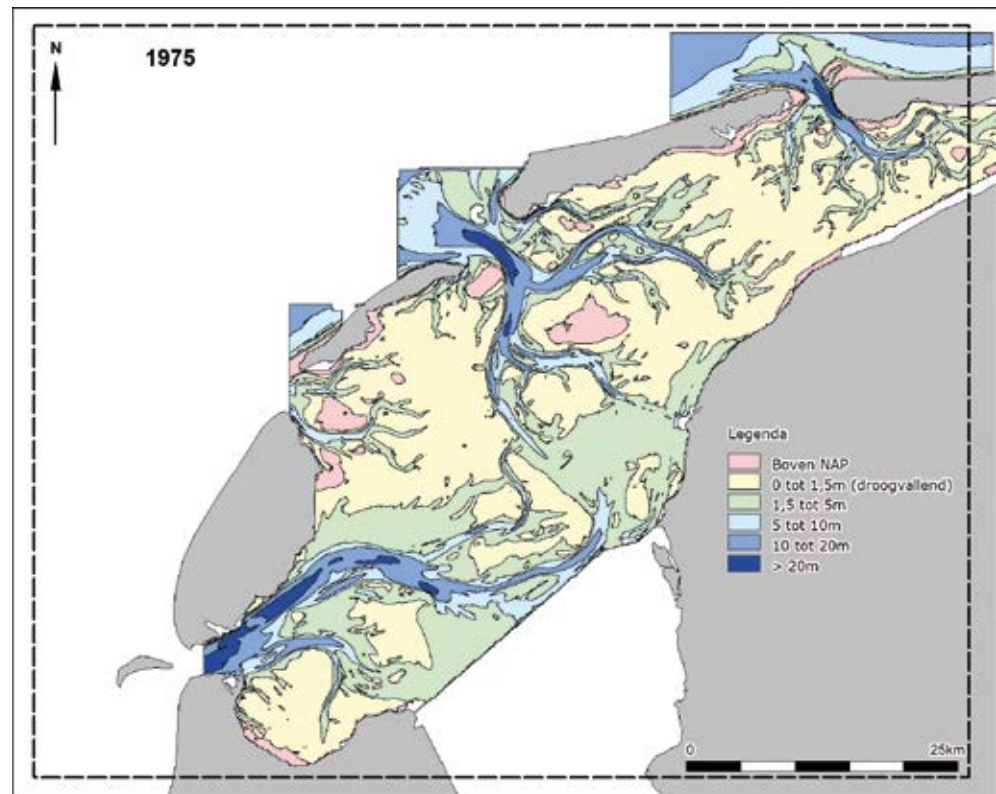
Afbeelding 21. Voorbeeld van opname raaienpatroon in de Westelijke Waddenzee

3.5 Periode 1975 - heden

Vanaf 1975 van de vorige eeuw wordt de diepte van de Waddenzee systematisch gemeten door middel van zogenaamde vaklodingen. Hierbij is de Waddenzee verdeeld in verschillende vakken, waarbinnen een vast raaienpatroon gedefinieerd is (afbeelding 21). De maximale afstand tussen twee raaien bedraagt 200 meter. Langs deze raaien wordt gemeten met een *singlebeam*

echolood, waarbij gemiddeld iedere 20 cm een diepte wordt gemeten. Bij verwerking en validatie van de gegevens worden uitschieters (*spikes*) verwijderd en gerefereerd aan het referentievlak NAP. Vervolgens worden de gegevens vergrid tot een celgrootte van 20x20 meter. De methode van vergridding is in de loop der jaren sterk verbeterd. Sinds het begin van deze eeuw wordt gebruik gemaakt van Digipol; een speciaal op waterbodems toegespitste interpolatietechniek, ontwikkeld door het Rijksinstituut voor Kust en Zee (RIKZ).⁸⁵

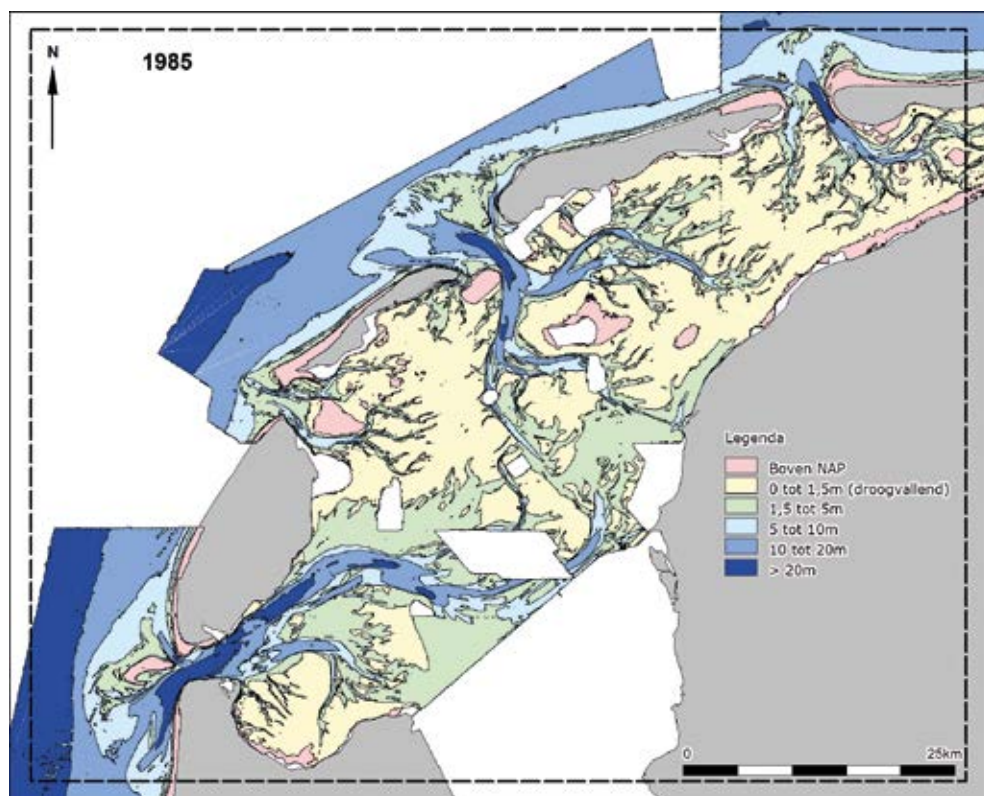
⁸⁵ Halderen 2005, 8.



Afbeelding 22. Dieptekaart 1975

Tabel 17. Meta-informatie Dieptekaart 1975.

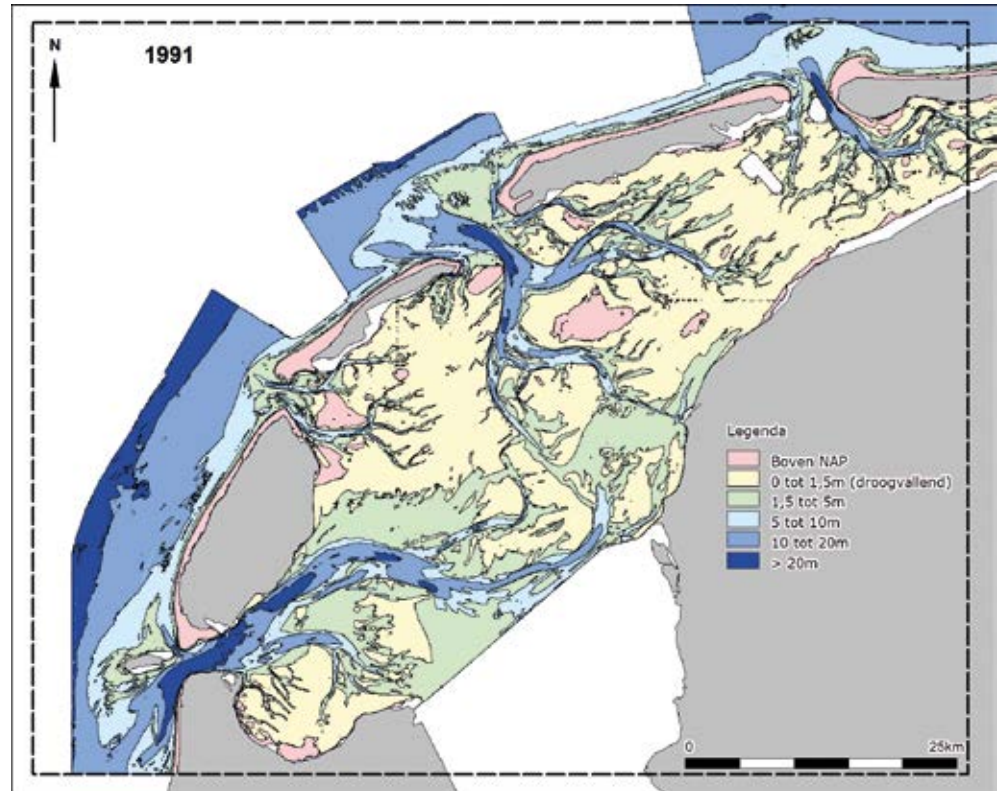
Kaartlaag	Dieptekaart 1975
Uitgever	RWS directie Friesland
Opname periode	Ca 1975
Bereik	Westelijke Waddenzee tot en met Ameland
Type	Overzichtslodingskaart op basis vaklodingen
Diepten	Meters
Referentie	NAP
Originele datedichtheid	Origineel: lijndata, max. lijnafstand 200m. Vergrid naar 20x20m.
Grid	20x20m
Opmerking	Eerste kaart volgens raaienpatroon
Bron	RWS Waterdienst



Afbeelding 23. Dieptekaart 1985

Tabel 18. Meta-informatie Dieptekaart 1985.

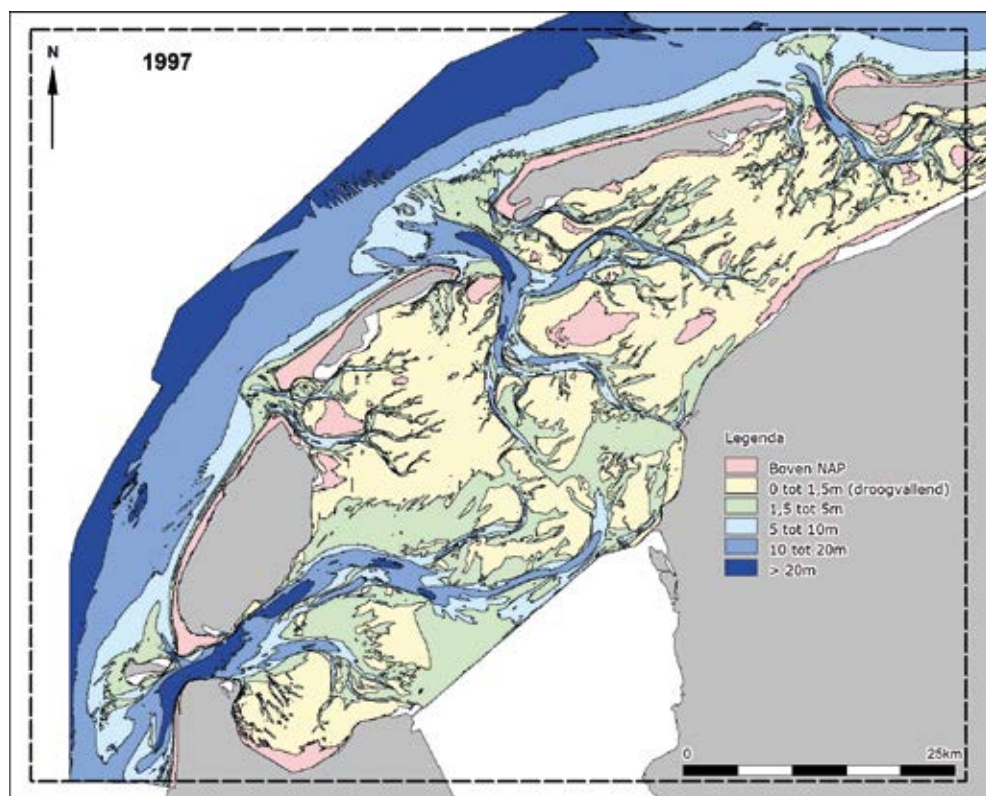
Kaartlaag	Dieptekaart 1985
Uitgever	RWS directie Friesland
Opname periode	Ca 1985 – 1990
Bereik	Waddenzee en zeegaten tussen de eilanden
Type	Overzichtslodingskaart op basis vaklodingen
Diepten	Meters
Referentie	NAP
Originele datadichtheid	Origineel: lijndata, max. lijnafstand 200m. Vergrid naar 20x20m.
Grid	20x20m
Opmerking	Gaten in de data in Westelijke Waddenzee
Bron	RWS Waterdienst



Afbeelding 24. Dieptekaart 1991

Tabel 19. Meta-informatie Dieptekaart 1991.

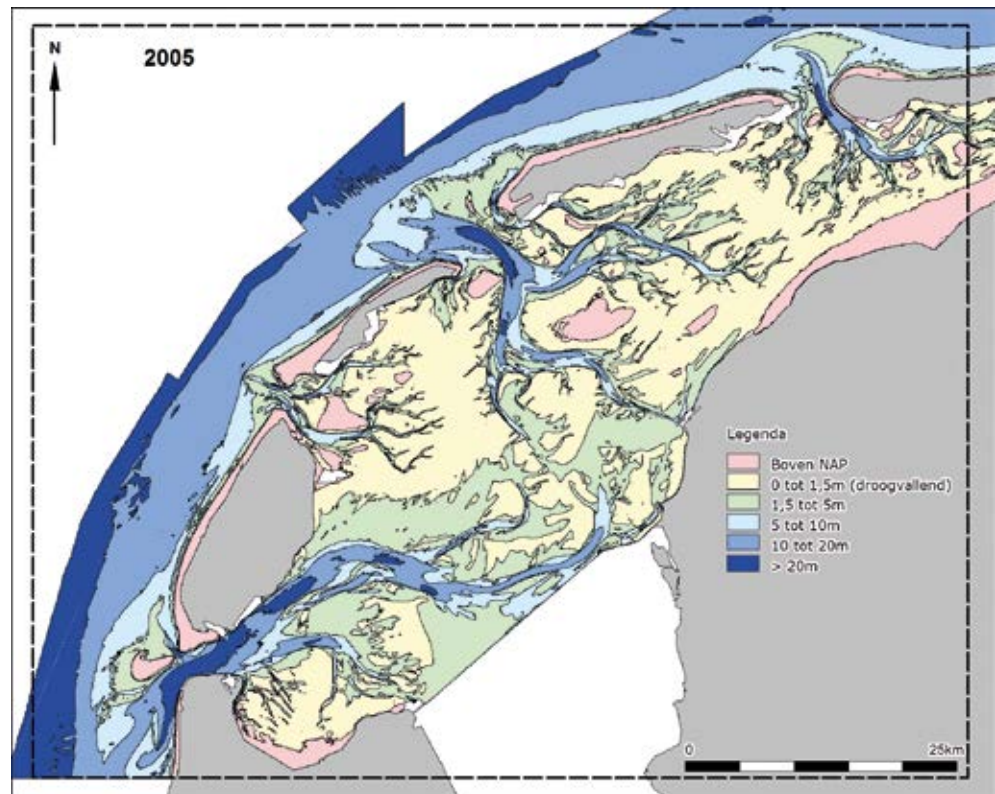
Kaartlaag	Dieptekaart 1991
Uitgever	RWS directie Friesland
Opname periode	Ca 1991 – 1997
Bereik	Waddenzee tot en met de Eems en zeegaten tussen de eilanden
Type	Overzichtslodingskaart op basis vaklodingen
Diepten	Meters
Referentie	NAP
Originele datadichtheid	Origineel: lijndata, max. lijnafstand 200m. Vergrid naar 20x20m.
Grid	20x20m
Opmerking	
Bron	RWS Waterdienst



Afbeelding 25. Dieptekaart 1997

Tabel 20. Meta-informatie Dieptekaart 1997.

Kaartlaag	Dieptekaart 1997
Uitgever	RWS directie Friesland
Opname periode	Ca 1997 – 2002
Bereik	Waddenzee tot en met de Eems, Noordzee en zeegaten tussen de eilanden
Type	Overzichtsloodingskaart op basis vaklodingen
Diepten	Meters
Referentie	NAP
Originele datadichtheid	Origineel: lijndata, max. lijnafstand 200m. Vergrid naar 20x20m.
Grid	20x20m
Opmerking	
Bron	RWS Waterdienst



Afbeelding 26. Dieptekaart 2005

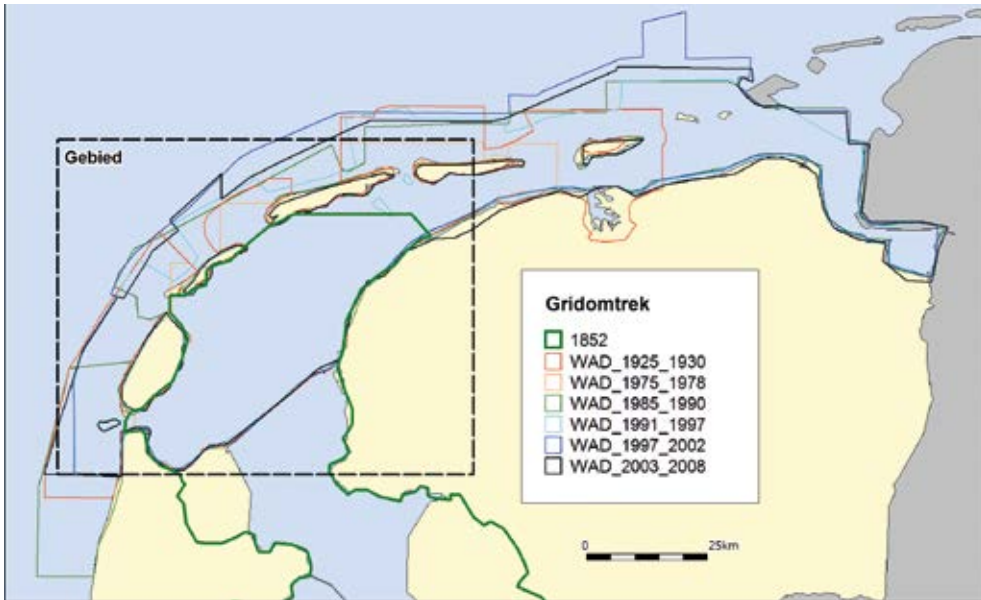
Tabel 21. Meta-informatie Dieptekaart 2005.

Kaartlaag	Dieptekaart 2005
Uitgever	RWS directie Friesland
Opname periode	Ca 2003-2008
Bereik	Waddenzee tot en met de Eems, Noordzee en zeegaten tussen de eilanden
Type	Overzichtslodingskaart op basis vaklodingen
Diepten	Meters
Referentie	NAP
Originele datadichtheid	Origineel: lijndata, max. lijnafstand zoom. Vergrid naar 20x20m
Grid	20x20m
Bron	RWS Waterdienst

3.6 Het gebruik van de dieptegegevens

De historische dieptemodellen uit de zestiende, zeventiende en achttiende eeuw zijn niet meegenomen in de afgeleide modellen in hoofdstuk 6, omdat deze in vergelijking met de latere lodingsgegevens een veel lagere resolutie en nauwkeurigheid hebben. De modellen zijn wel

meegenomen in de 3D-applicatie (zie hoofdstuk 5 en bijlage 1), zodat profielen gegenereerd kunnen worden. Het model van 1852 is ook niet meegenomen in de afgeleide modellen. De reden hiervoor is dat het bestand niet volledig gebiedsdekkend is (ca 75% voor het westelijk deel van de Waddenzee) en informatie ontbreekt voor de ondiepe delen; deze zijn nu dicht geïnterpoleerd. Het digitale model is wel meegenomen in de 3D-applicatie (zie hoofdstuk 7 en bijlage 1), zodat



Afbeelding 27. Berek van de historische gridmodellen.

Tabel 22. Griddefinities van beschikbare basisgegevens vanaf 1852.

Grid	Celgrootte	ncols	nrows	xllc	Yllc
WAD_1852	50	1757	2632	110526	473327
WAD_1925_1930_20m.asc	20	6399	4038	94120	539120
WAD_1948_1951_20m.asc	20	4512	3392	110000	544960
WAD_1975_1978_20m.asc	20	4416	3434	111920	544440
WAD_1985_1990_20m.asc	20	9500	5625	90000	512500
WAD_1991_1997_20m.asc	20	9000	4375	100000	537500
WAD_1997_2002_20m.asc	20	9000	5125	100000	537500
WAD_2003_2008_20m.asc	20	9352	4217	93980	543700

profielen gegenereerd kunnen worden.

3.7 Samenvatting beschikbare basisdieptegegevens vanaf 1500

Voor de Westelijke Waddenzee zijn er dus dieptegegevens beschikbaar uit verschillende perioden. Iedere kaart heeft zijn eigen nauwkeurigheid en gedetailleerdheid. De vroegere historische kaarten (tot 1852) verschillen ieder afzonderlijk als we naar de dichtheid van de gegevens kijken. Om de kaarten met elkaar en met de latere dieptekaarten te kunnen vergelijken, is een uitvoerig proces van herprojectie uitgevoerd. Mede daardoor is de resolutie van

deze kaarten laag. De kaart van 1852 van Van Hulst van Keulen is feitelijk de eerste uitgebreide en betrouwbare dieptekaart van het gebied. Naarmate de tijd vordert wordt de nauwkeurigheid van de kaarten steeds groter. Na 1975 wordt in een vast raaienpatroon gevaren en kunnen de dieptekaarten nog beter met elkaar worden vergeleken. Immers, de gegevens zijn op een zelfde manier en in dezelfde raaien verzameld. Het gaat hier echter nog om met *singlebeam* opgenomen dieptelijnen, waartussen veel interpolatie moet worden toegepast. In kleinere gebieden is ook gebiedsdekkend met *multibeam* sonar gewerkt.⁸⁶ Met deze methode wordt min of meer het feitelijke reliëf van de bodem opgenomen. Omdat niet het gehele pilotgebied is opgenomen, zijn deze gegevens hier niet meegenomen.

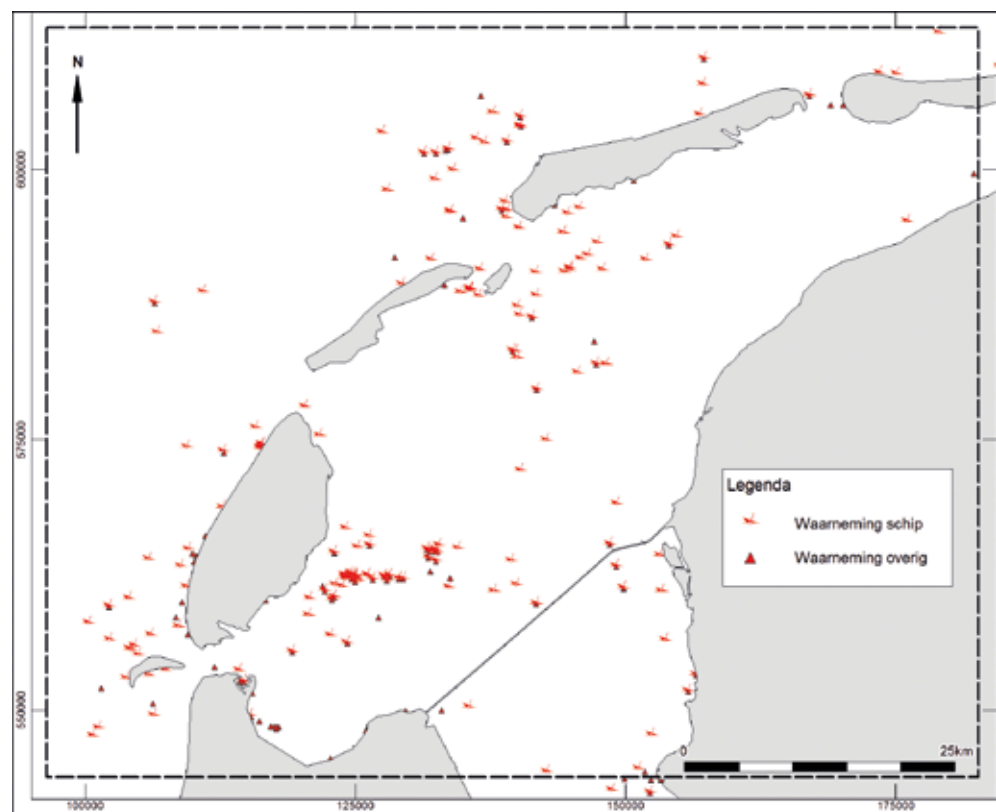
⁸⁶ Zie onder andere de monitoringsrapporten Burgzand. Brenk & Manders 2014.

4 Bekende waarnemingen

Zoals in paragraaf 1.8 al is beschreven, kunnen bekende waarden een indicatie zijn voor het aantreffen en de conditie van andere – nog onbekende – waarden in hetzelfde gebied en uit dezelfde periode.

Om een uitspraak te kunnen doen over de kans van aantreffen is het van belang om een indicatie te geven van de waarde van de datasets met daarin de bekende vindplaatsen. Niet elke waarneming en dataset is even betrouwbaar. Daar

waar de Dienst der Hydrografie zich focust op de ligging van obstakels, is het voor de Rijksdienst voor het Cultureel Erfgoed belangrijk om de cultuurhistorische waarde van een plek aan te geven. Van de overheidsdatabases is vaak de herkomst van de gegevens goed te achterhalen. Dat is zeker niet altijd het geval bij de vele amateurdatasets die in omloop zijn. Ook daar dienen we rekening mee te houden. Overigens dienen we ons er bij het gebruik van bekende waarden



Abbeelding 28. Overzicht van de ARCHIS-waarnemingen

Tabel 23. Meta-informatie kaartlaag waarnemingen ARCHIS.

Kaartlaag	Waarnemingen_ARCHIS
Uitgever	Rijksdienst voor het Cultureel Erfgoed
Versie	December 2013
Bereik	Plangebied westelijke Waddenzee
Type	Punten met attribuu tinformatie
Diepten	Meters
Referentie	NAP
Opmerking	Alleen waarnemingen waterbodem (op basis van grafische selectie)
Bron:	Rijksdienst voor het Cultureel Erfgoed

van bewust te zijn dat deze niet alles zeggen over het voorkomen van ander cultureel erfgoed in hetzelfde gebied. We moeten ons namelijk ook de vraag te stellen waarom dit erfgoed wel en eventueel ander erfgoed niet is aangetroffen. Dit kan komen doordat de ontdekte vindplaatsen in een erosieve zone liggen, of in vaar- en duikgebieden die nu eenmaal wat vaker bezocht worden. In dit hoofdstuk worden de zes belangrijkste datasets 'bekende waarden' beschreven.

4.1 Bekende waarnemingen uit ARCHIS

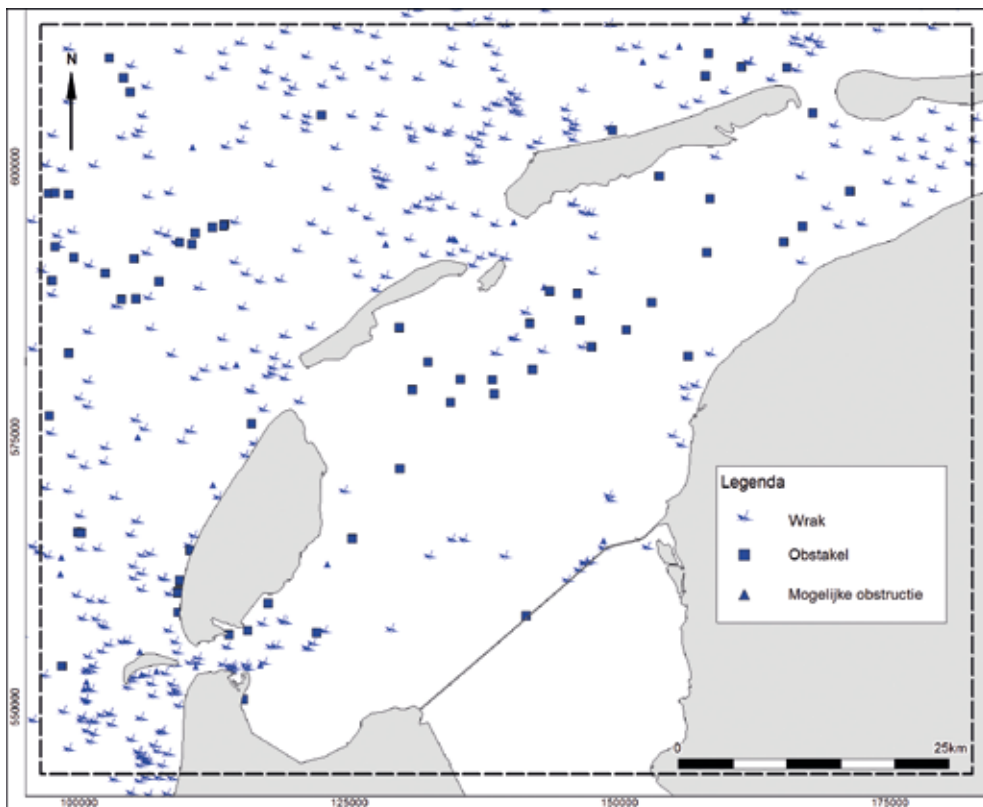
In afbeelding 28 zijn de waarnemingen uit ARCHIS (december 2013) binnen het gebied weergegeven. Dit betreffen alleen de waarnemingen op de huidige waterbodem (op basis van grafisch filter top 10 vectorbestand) en niet de meldingen in vroegere waterlopen of waterbodems die nu verzand zijn. In totaal gaat het om 190 wrakmeldingen verdeeld over 175 locaties en 416 overige waarnemingen verdeeld over 109 locaties.

4.2 Bekende waarnemingen van de Dienst der Hydrografie

De Dienst der Hydrografie houdt een overzicht bij van obstakels die een gevaar kunnen vormen voor de zeevaart. Dit overzicht wordt gepubliceerd in het wrakkenregister HP39.⁸⁷ Binnen het register wordt onderscheid gemaakt tussen drie verschillende typen contacten:

Tabel 24. Contacttypen wrakkenregister Dienst der Hydrografie.

Type contact	Aantal binnen gebied
Wreck (wrak)	378
Obstruction (obstakel)	71
Foul Ground (Mogelijke obstructie)	25



Afbeelding 29. Waarnemingen van de Dienst der Hydrografie

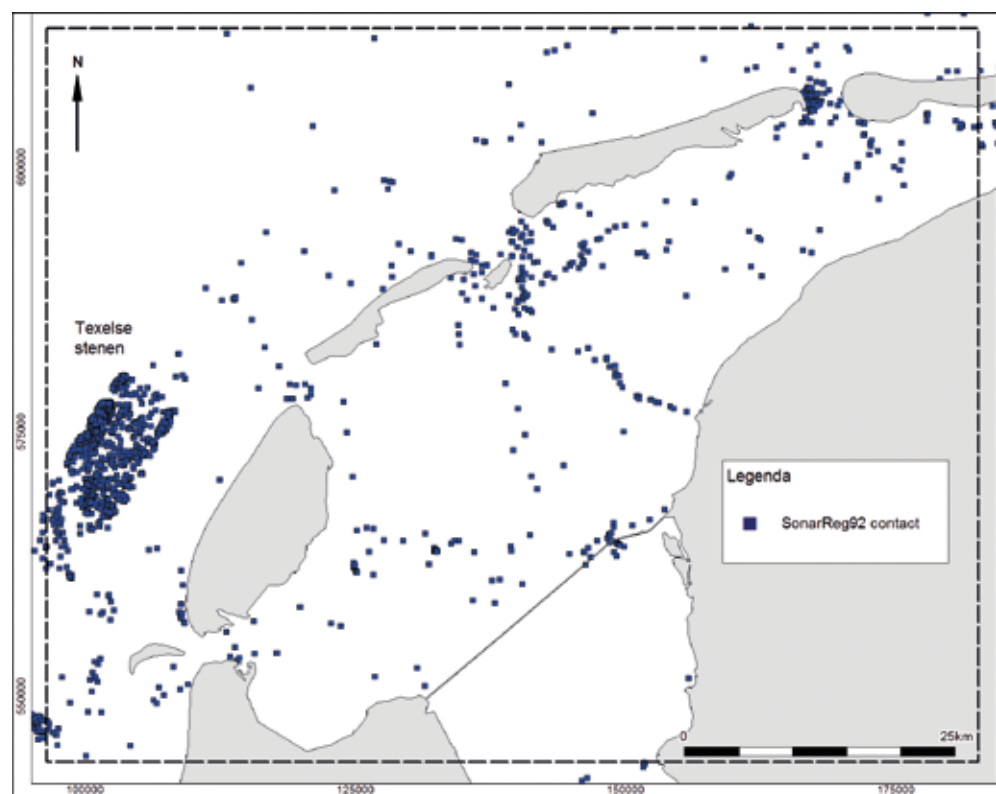
⁸⁷ HP39 Wrakkenregister Nederlands Continentaal Plat en Westerschelde, uitgave Dienst der Hydrografische.

Tabel 25. Metadata kaartlaag 'Waarnemingen DHY'.

Kaartlaag	Waarnemingen_DHY
Uitgever	Ministerie van Defensie
Versie	December 2013
Bereik	Plangebied westelijke Waddenzee
Type	Punten met attribuut informatie
Diepten	Meters
Referentie	NAP
Bron:	Dienst der Hydrografie

Tabel 26. Metadata kaartlaag 'Waarnemingen SR92'.

Kaartlaag	Waarnemingen_SR92
Uitgever	Rijkswaterstaat Zee en Delta
Versie	December 2013
Bereik	Plangebied westelijke Waddenzee
Type	Punten met attribuut informatie
Diepten	Meters
Referentie	NAP
Bron:	Rijkswaterstaat Zee en Delta



Afbeelding 30. Waarnemingen uit SonarReg92, Rijkswaterstaat Zee en Delta

4.3 Bekende waarnemingen van Rijkswaterstaat Zee en Delta

Sinds 2009 worden alle waarnemingen van Rijkswaterstaat geregistreerd in de SonarRegg2 database.

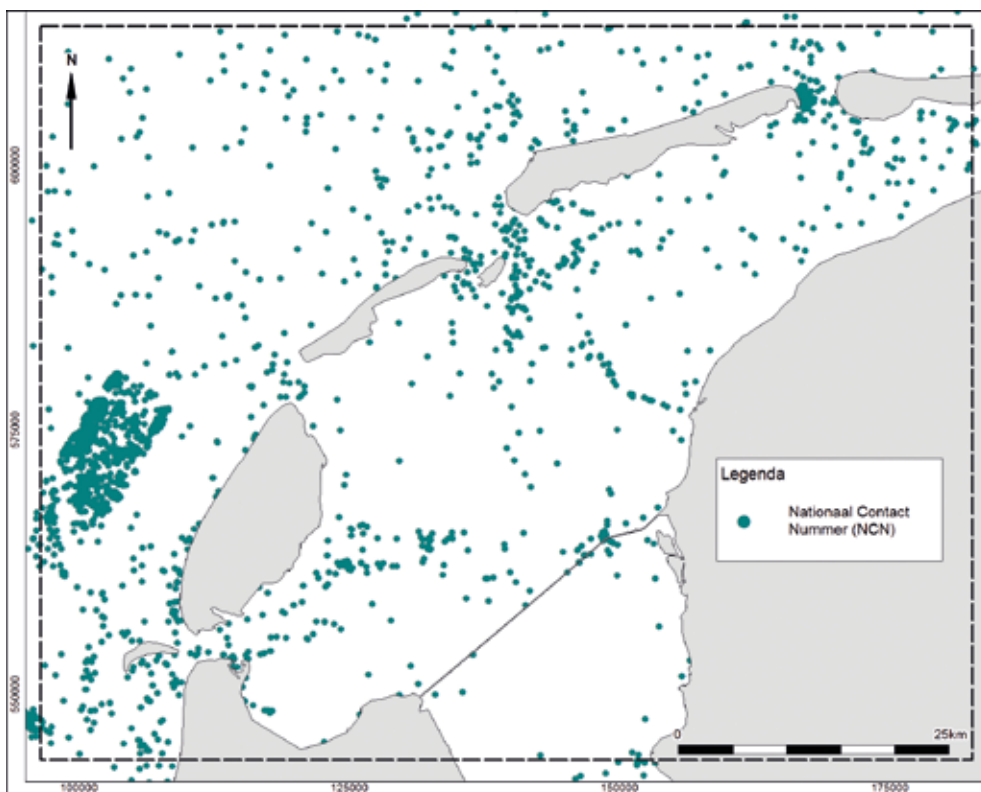
2775 waarnemingen vallen binnen de begrenzing van het onderzoeksgebied. Een groot aantal (circa 2280) hiervan betreft de individuele stenen bij het Texelse stenenveld.⁸⁸ Dit is een geologisch en geen cultuurhistorisch fenomeen.

4.4 Gecombineerde bekende waarnemingen: het Nationaal Contactnummer Nederland

Met het oog op 'Enkelvoudige opslag – meervoudig gebruik' hebben drie verschillende rijksdiensten in 2009 het initiatief genomen om hun database met informatie over objecten in de Nederlandse waterbodems te koppelen.

Rijksdienst	Database
Rijksdienst voor het Cultureel Erfgoed	ARCHIS2
Dienst der Hydrografie	Wrakkenregister
Rijkswaterstaat	SonarRegg2

Het resultaat is het Nationaal Contactnummer Nederland (NCN), een centrale tabel waarbij aan ieder contact een uniek nummer is toegewezen. Deze nummers zijn gekoppeld aan de databases bij de verschillende rijksdiensten en wordt namens Rijkswaterstaat Zee en Delta beheerd door Periplus.⁸⁹ Eens per kwartaal worden de



Afbeelding 31. Nationaal Contactnummer Nederland (NCN)

⁸⁸ Zie o.a. Erdbrink 1950, 44-49.

⁸⁹ De NCN is een koppeling van bestaande gegevens. De betrouwbaarheid en beperkingen van de data worden dus gewoon een op een meegenomen uit de originele data.

Tabel 27. Metadata kaartlaag 'Waarnemingen NCN'.

Kaartlaag	Waarnemingen_NCN
Uitgever	Rijkswaterstaat Zee en Delta
Versie	December 2013
Bereik	Plangebied Westelijke Waddenzee
Type	Punten met attribuut informatie
Diepten	Meters
Referentie	NAP
Bron:	Rijkswaterstaat Zee en Delta in samenwerking met Periplus

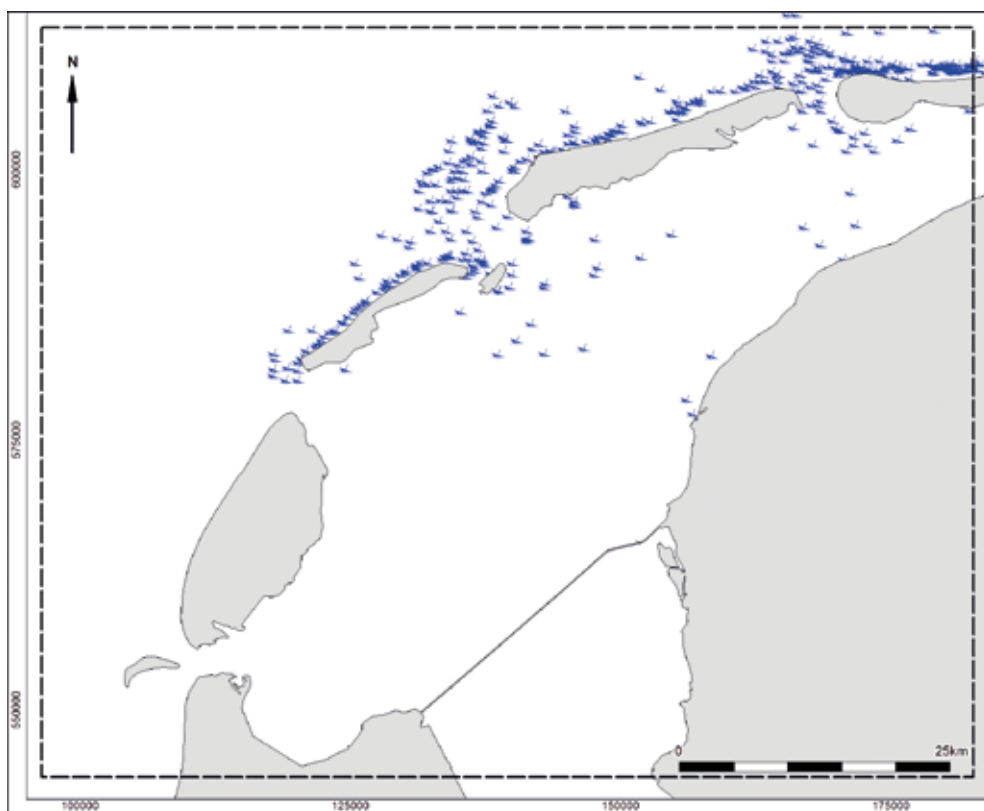
nummers bijgewerkt aan de hand van nieuwe meldingen van de verschillende diensten. Het NCN is ontsloten via een (besloten) geoweb-applicatie van RWS Zee en Delta.⁹⁰ 3393 waarnemingen vallen binnen de begrenzing van het onderzoeksgebied.

⁹⁰ http://www.rwsgeoweb.nl/GeoWeb41/Viewer.html?Viewer=ZD_Contacten.

4.5 Bekende waarnemingen van Rijkswaterstaat voormalige Directie Friesland

De Rijksdienst voor het Cultureel Erfgoed heeft in 2012 een analog register met wrakgegevens in de Noordzee en Waddenzee gedigitaliseerd.⁹¹ Het ging om twee ordners met in totaal 648 A4-bladen met getypte tekst plus drie A0-kaarten met als titel: Wrakkenregister

Noordzee- en Waddengebied, Rijkswaterstaat Directie Friesland, Arrondissement Friesland –West. Dit betreft de beschrijving van vondsten van scheepswrakken in de periode 1820 – 1988. De teksten bevatten beschrijvingen van circa 700 scheepswrakken. Van deze 700 wraklocaties vallen er 443 binnen het onderzoeksgebied Westelijke Waddenzee.



Afbeelding 32. Het wrakkenregister van Rijkswaterstaat, voormalige Directie Friesland

Tabel 28. Metadata kaartlaag 'Waarnemingen register RWS Friesland'.

Kaartlaag	Waarnemingen_register_RWS_Friesland
Uitgever	Rijksdienst voor het Cultureel Erfgoed
Versie	December 2012
Bereik	Plangebied Westelijke Waddenzee
Type	Punten met attribuut informatie
Diepten	Meters
Referentie	NAP
Bron:	Wrakkenregister Rijkswaterstaat voormalige Directie Friesland

⁹¹ Muis e.a. 2013.

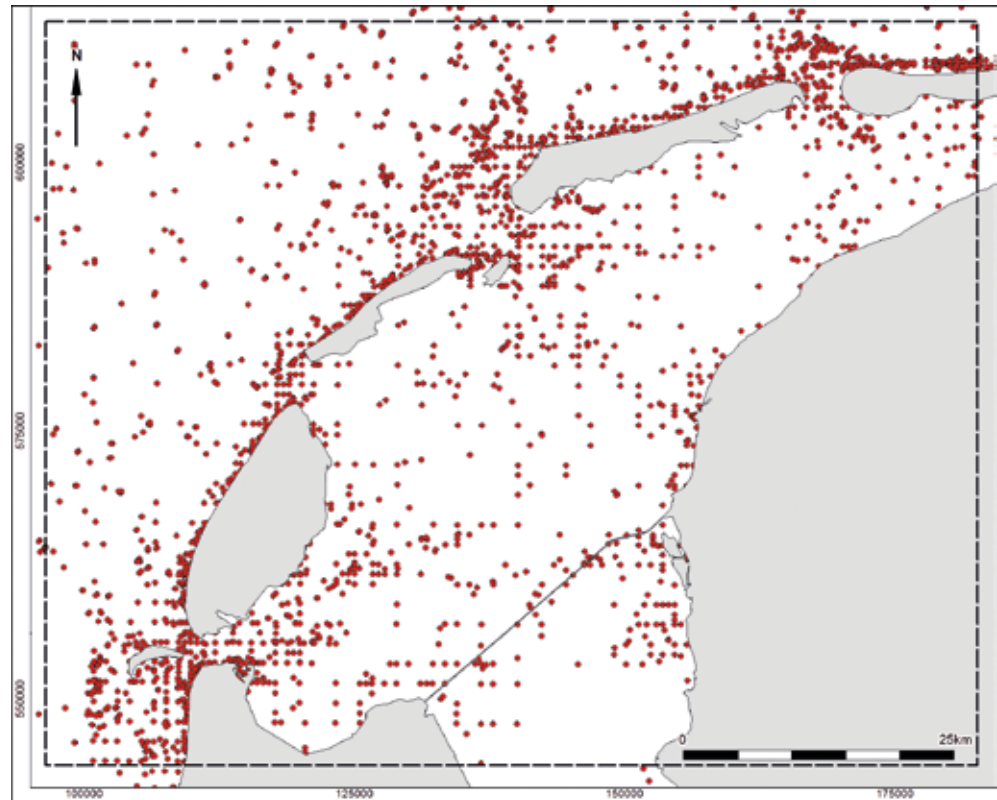
4.6 Bekende waarnemingen van diverse sportduikers

Binnen Nederland zijn door sportduikers en commerciële surveybedrijven waarnemingen verzameld die in diverse lijsten en databases zijn opgenomen. Periplus Archeomare heeft in opdracht van de Rijksdienst voor het Cultureel Erfgoed, programma Visie en Ruimte, een aantal van deze gegevens verzameld met toestemming

van de opstellers. De belangrijkste bronnen zijn:

- Landelijke Werkgroep Archeologie Onder Water, regio Noord (LWAOW)
- Pandora (nu wrecksite.eu)
- Database de Lange
- GIS_RWS_DNH (Wraksys)
- Periplus Archeomare

In totaal zijn binnen het gebied Westelijke Waddenzee 6636 waarnemingen bekend. Geen van de waarnemingen is geverifieerd en de overlap met het NCN moet nog worden uitgezocht.



Abbeelding 33. Waarnemingen van diverse sportduikers

Tabel 29. Metadata kaartlaag 'Waarnemingen sportduikers'.

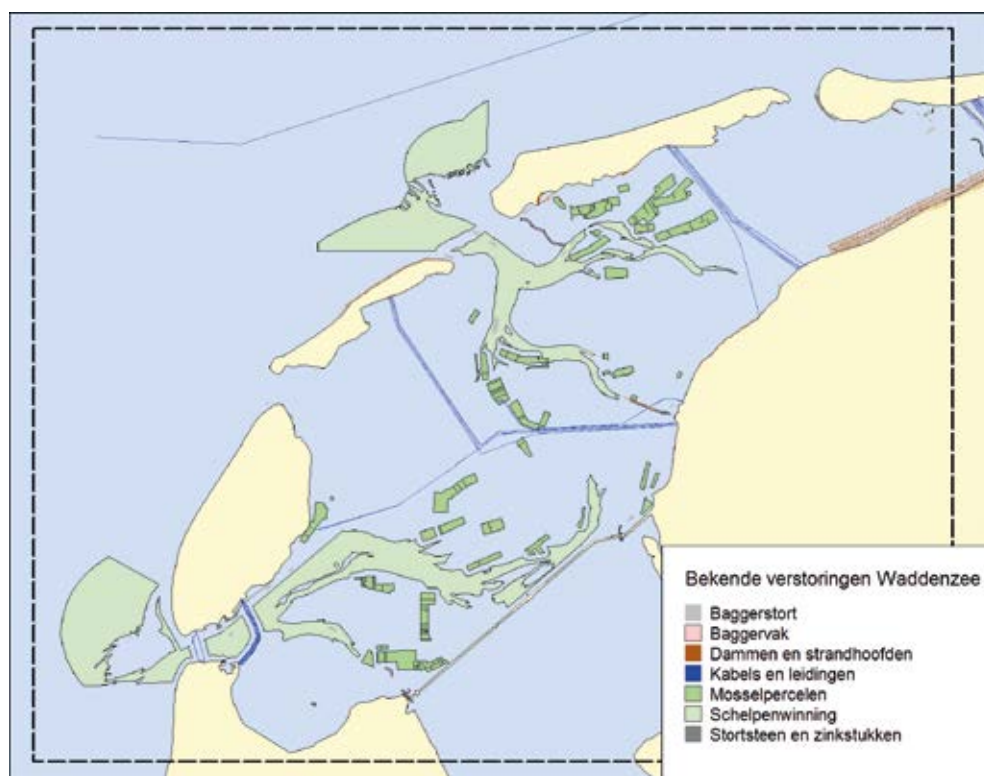
Kaartlaag	Waarnemingen_sportduikers
Uitgever	Periplus Archeomare
Versie	December 2012
Bereik	Plangebied Westelijke Waddenzee
Type	Punten met attribut informatie
Diepten	Meters
Referentie	NAP
Bron:	Diversen, samengesteld door Periplus Archeomare

5.1 Bekende verstoringen of voor verstoring aangewezen gebieden

Rijkswaterstaat houdt via vergunningen bij welke gebieden voor werkzaamheden verstoord zijn of mogen worden. Deze gegevens kunnen worden gebruikt om de huidige verstoringen van op basis van geologische en historische data interessante gebieden in kaart te brengen. Vervolgens kunnen ze gebruikt worden bij het

maken van beleidskaarten voor gemeenten, om zodoende tot een bepaalde diepte vrijstelling te verlenen of om de huidige potentie van een gebied te markeren.⁹²

In afbeelding 34 wordt een overzicht gegeven van de bekende verstoringen van de waterbodem in het gebied, gebaseerd op diverse bronnen van Rijkswaterstaat. De gebiedsomtrekken zijn als polygonen door Rijkswaterstaat aangeleverd, waar in de attribuut informatie gegevens met betrekking tot bronnen en verstoringdiepte



Afbeelding 34. Overzicht bekende verstoringen en voor verstoring aangewezen gebieden

Tabel 30. Meta-informatie kaartlaag bekende verstoringen.

Kaartlaag	Bekende_verstoringen
Uitgever	Samengesteld door Periplus Archeomare
Periode	Ca 1925 – heden
Bereik	Waddenzee, Noordzee en zeegaten tussen de eilanden
Type	Polygonen met attribuut informatie
Diepten	Meters
Referentie	NAP
Opmerking	Dieptegegevens in de attribuut informatie
Bron:	Rijkswaterstaat, diverse afdelingen

⁹² Het is daarbij van belang om aan te geven welke gebieden reeds zijn verstoord en welke gebieden wel zijn aangewezen, maar waar nog geen ingreep heeft plaatsgevonden. Ieder type ingreep heeft een specifieke mate van verstoring. Zie ook tabel 31.

zijn opgenomen.⁹³ Voor kabels en pijpleidingen (die in de waterbodem geploegd worden) zijn voor onderhavig project polygoon gedefinieerd door een bufferzone van 5 meter rond de oorspronkelijke polylijnen te trekken.

De verschillende type verstoringen zijn beschikbaar gemaakt als vectorbestanden en bestrijken de hele Nederlandse Waddenzee.

Bekende waterboderverstoringen zijn te verdelen in verschillende categorieën:

Tabel 31. Overzicht van de bekende verstoringen in de Nederlandse Waddenzee.

Type	Omschrijving	Mate van verstoring
Baggervakken	Reguliere verdieping werkzaamheden ten behoeve van op diepte houden vaargeulen	In principe alleen verstoring van recent ingespoeld sediment
Baggerstort	Storten van baggerspecie	Geen boderverstoring, mogelijke zetting door afdekking
Dammen en strandhoofden	Aanleggen van strekdammen	Boderverstoring beperkt tot toplaag, mogelijke zetting door afdekking
Kabels en leidingen	Trenchen en verdiepen van kabels en leidingen	Boderverstoring tot maximaal 6 meter diepte en 20 meter breedte
Mosselpercelen	Opkweken van mosselzaad	Oppervlakteverstoring tot ca 15cm diepte bij oogsten ⁹⁴
Mosselzaadinstallaties (MZI's)	Opkweken mosselzaad	Verstoring door per seizoen plaatsen en verwijderen van palen, erosie door stromingsverandering
Stortsteen en zinkstukken	Aanleg van verstevigingen onder water	Boderverstoring beperkt tot toplaag, mogelijke zetting door afdekking
Schelpenwinning	Opzuigen van schelpen	Verstoring tot maximaal enkele meters diepte

⁹³ De verstoringdiepte is niet altijd standaard opgenomen in de metadata van Rijkswaterstaat. Voor baggervakken is daarom de maximaal toegestane roerdiepte aangehouden, en voor kabels en leidingen een waarde van één meter.

⁹⁴ Tot voor kort werd deze methode toegepast, waarbij de verstoring zich beperkte tot het plaatsen van ankers. In de dynamische Waddenzee bleek dit echter niet afdoende versteviging, daarom is overgegaan op de MZI's. Hiervoor geldt een veel hogere mate van verstoring, daarom zijn deze apart opgenomen in de tabel.

6.1 Modellen gebaseerd op aardwetenschappelijke gegevens

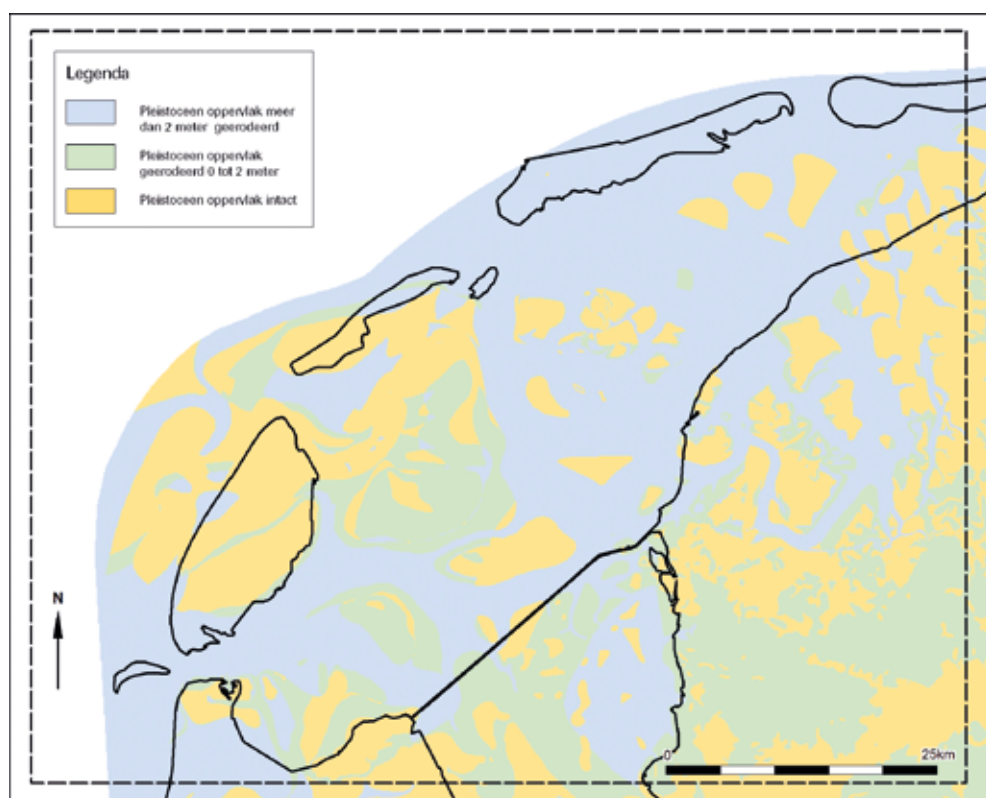
Door de geologische en geo-morfologische basismodellen zoals besproken in de vorige hoofdstukken te combineren, kunnen samengestelde kaarten worden gemaakt. Door de nieuw verkregen gegevens te duiden kunnen uitspraken worden gedaan over de mogelijkheid van voorkomen, conditie, toegankelijkheid en bedreiging van erfgoed. Om dit te illustreren worden in deze paragraaf enkele voorbeelden gegeven die gebaseerd zijn op de volgende basiskaarten:

- Ligging Top Pleistoceen aan het begin van het holoceen
- Huidige ligging Top Pleistoceen
- Meest recente dieptemodel (2005)

De ‘Huidige ligging Top Pleistoceen’ is het eerste uitgangspunt en ook direct meetbaar. De ‘Ligging Top Pleistoceen aan het begin van het holoceen’ is een reconstructie op basis van de

huidige ligging, het weghalen van recente erosiegeulen en ‘expert judgement’. Door de beide pleistoceenmodellen van elkaar af te trekken ontstaat een model waarmee zichtbaar wordt waar het originele pleistocene oppervlak nog intact is (zie onderstaande afbeelding).⁹⁵ Dit oppervlak definieert de plek waar prehistorische bewoning te vinden zou kunnen zijn, maar ook de maximale diepte voor het wegzinken van wrakken in latere perioden. Immers, het pleistocene pakket is te compact voor scheepswrakken om in weg te zakken.⁹⁶

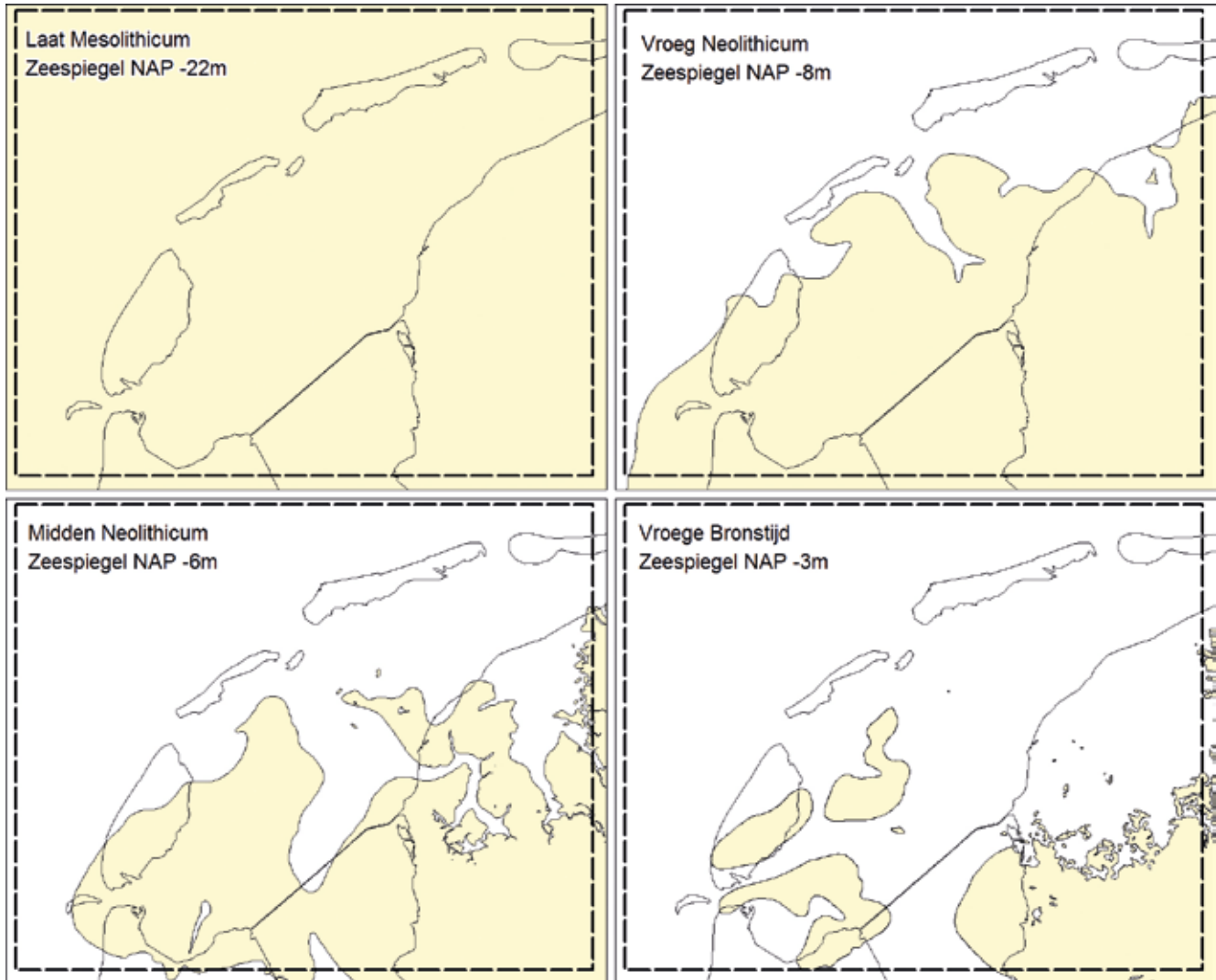
In het vroeg mesolithicum (begin holoceen), circa 11.000 jaar geleden, stond de zeespiegel meer dan 40 meter lager dan tegenwoordig. Het model van de ligging Top Pleistoceen aan het begin van het holoceen geeft dus het feitelijke toenmalige landschap weer. Het hele gebied, inclusief de Noordzee, lag boven water en was potentieel geschikt voor bewoning. Door de stijgende zeespiegel kwam steeds meer land onder water te staan. Op basis van de ligging van de Top Pleistoceen (Model Reconstructie van het pleistocene oppervlak aan het begin van het



Afbeelding 35. Verschilkaart modellen

⁹⁵ Hierbij dient rekening te worden gehouden met de beperkingen die aan de basismodellen ten grondslag liggen. Zie ook paragraaf 2.1.

⁹⁶ Manders, Van Os & Wallinga 2009, 46. Wel kan eventueel door erosie van het pleistocene oppervlak een verdieping ontstaan waardoor de schepen lager dan het originele oppervlak van het pleistoceen komen te liggen.



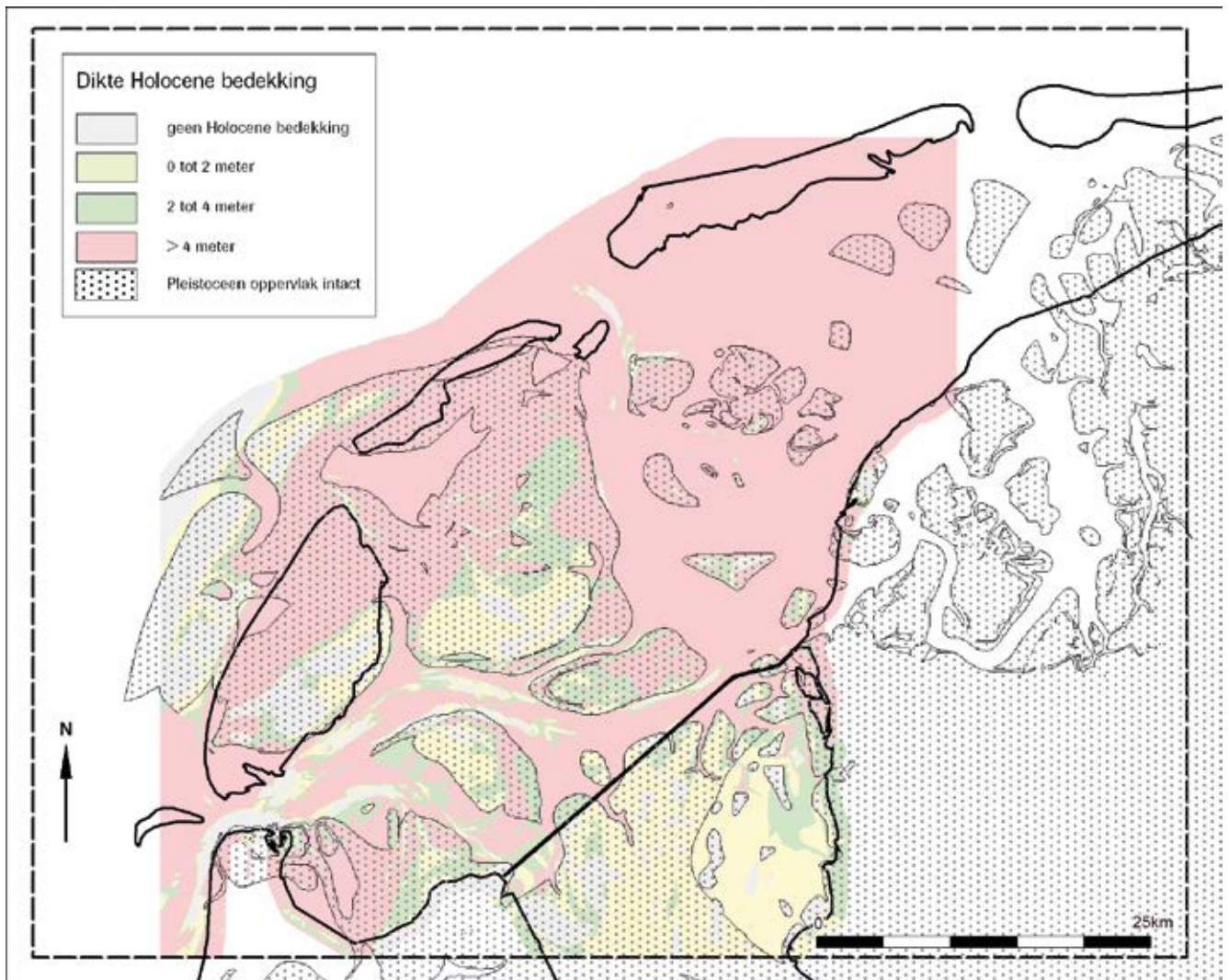
Afbeelding 36. Hoog gelegen gebieden gedurende verschillende perioden op basis van ligging Top Pleistoceen. Op basis van de basismodellen kunnen samengestelde verwachtingskaarten voor de prehistorie worden gemaakt. Een voorbeeld wordt weergegeven in afbeelding 43.

holoceen, Vos en de Vries 2013) en de curve van de zeespiegelrijzing (Kiden e.a., 2008) kunnen historische kustlijnen worden gegenereerd, zoals aangegeven in afbeelding 36.

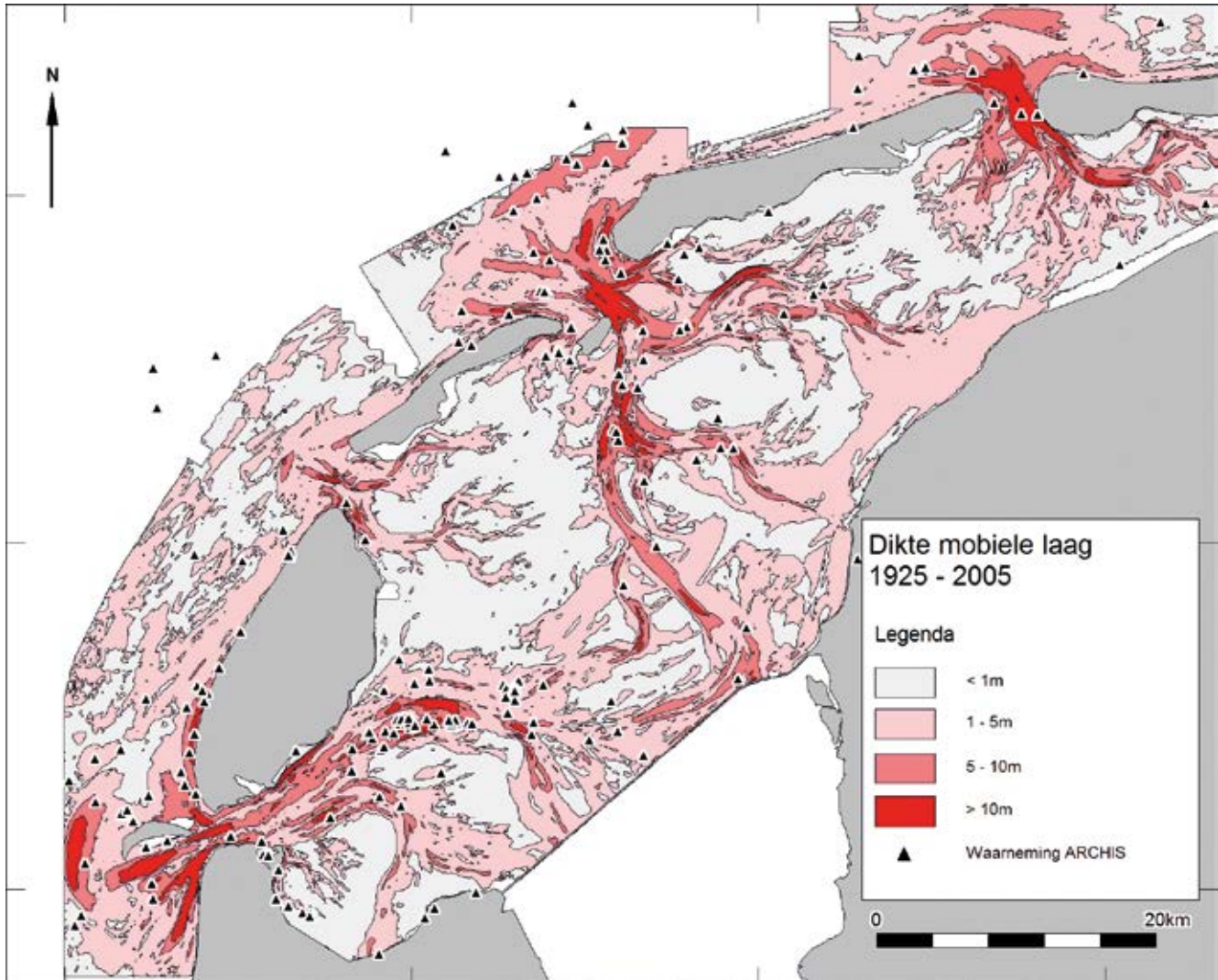
De dikte van de holocene bedekking is bepaald door de huidige ligging van de waterbodembodem (meest recente dieptemodel, 2005) af te trekken van het model huidige ligging Top Pleistoceen. Het resultaat wordt weergegeven in onderstaande afbeelding 37. Dit veel minder compacte holocene pakket wordt ook wel aangeduid als de mobiele laag, omdat deze (in ieder geval in een aantal gebieden) erg onderhevig is aan erosie en

sedimentatiewerking. Het is mogelijk dat zich in deze laag nog (goed bewaarde) scheepswrakken bevinden. Scheepswrakken kunnen door wegzakken (vaak veroorzaakt door erosiewerking rondom het wrak) of sedimentatie geheel afgedekt in deze laag komen te liggen.⁹⁷ In gebieden met een dikke laag holocene zand waar geen scheepswrakken aan het bodemoppervlak liggen, hoeft dat dus niet te betekenen dat er geen scheepswrakken aanwezig zijn.

⁹⁷ Zie o.a. Dix et al 2009, 48-54.



Afbeelding 37. Dikte holocene bedekking



Afbeelding 38. Maximale veranderingen in de periode 1925 – 2005

6.2 Afgeleide modellen morfologie

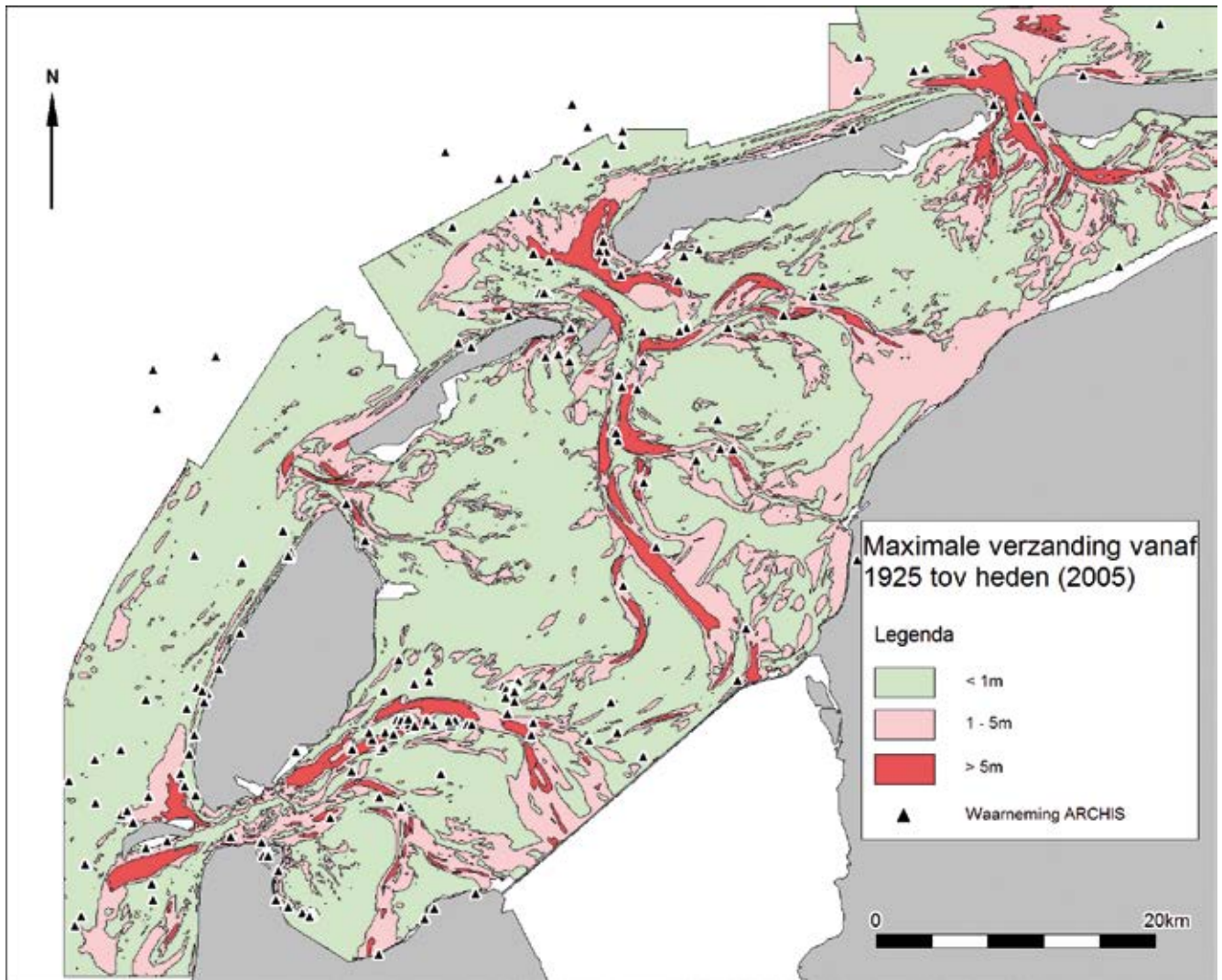
Veranderingen in morfologie door de tijd kunnen zichtbaar gemaakt worden door de basismodellen te combineren. Voor dit project zijn alle basisgrids vanaf 1925 samengevoegd in één model.⁹⁸ Dit model bestaat uit gridcellen van 20x20 meter, waarbij voor iedere gridcel het minimum en maximum aantal waarden (*hitcount*) en de gemiddelde waarde zijn opgeslagen.

Het exporteren van het verschil tussen minimum en maximumwaarde van iedere gridcel (met minimaal 4 waarden) resulteert in een model

dat de dikte van de mobiele laag beschrijft (zie afbeelding 38).

In afbeelding 39 is direct te zien welke gebieden in de afgelopen tachtig jaar stabiel zijn gebleven, en welke gebieden veranderd zijn. De veranderingen kunnen verdieping, verzanding of een combinatie van beide zijn. In de gebieden die al die tijd stabiel zijn gebleven, vinden we weinig archeologische waarnemingen terug. Dit hoeft geenszins te betekenen dat in deze gebieden geen cultureel erfgoed aanwezig is. De stabiele gebieden worden nu echter vaak minder bevaaren (ondiepten), en omdat het holocene pakket stabiel is liggen eventuele objecten uit het zicht en goed afgedekt.

⁹⁸ Sounding Grid Utility, QinSy.

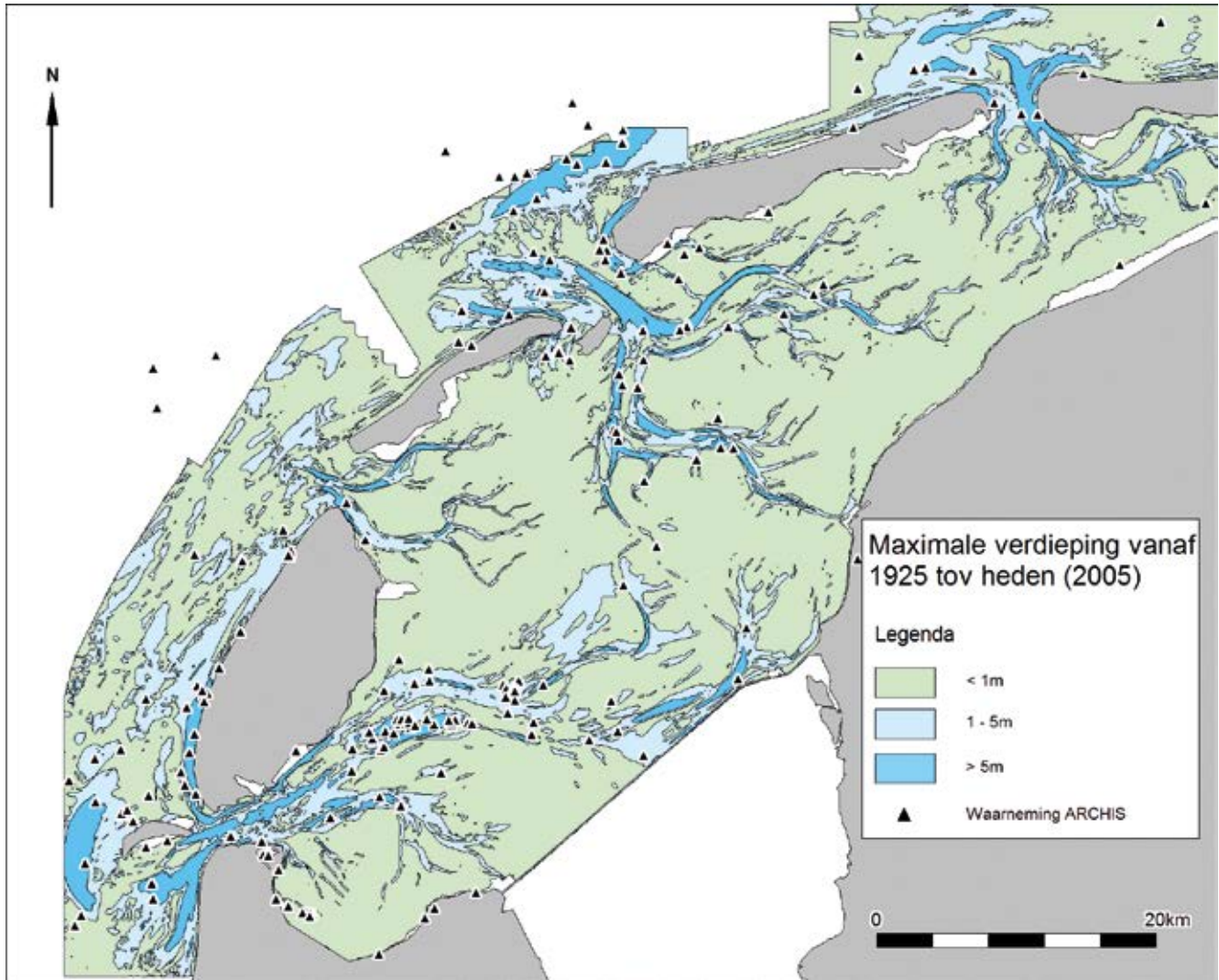


Afbeelding 39. Maximale verzanding periode 1925 – 2005

Door de meest ondiepe waarde van iedere gridcel te vergelijken met de meest recente diepte ontstaat een model dat de maximale verzanding aangeeft.

De rode gebieden zijn in het verleden (tussen 1925 en 2005) één meter of meer dieper geweest

dan nu. Dat betekent dus dat ze in die periode van zijn opgevuld met sediment (verzend). Voor wat betreft de archeologische verwachting kan gesteld worden dat deze gebieden geen (of hooguit verstoorte) cultuurhistorische resten van vóór 1925 bevatten tot het niveau van de maximale diepte in deze periode.



Afbeelding 40. Verdieping periode 1925 – 2005

Door de diepste waarde van iedere gridcel te vergelijken met de meest recente diepte ontstaat een model dat de maximale verdieping weergeeft.

De blauwe gebieden zijn in het verleden (tussen 1925 en 2005) ondieper geweest dan nu. Dat betekent dus dat ze zijn geërodeerd (verdiept).

Voor wat betreft de archeologische verwachting kan gesteld worden dat in deze gebieden *in situ* resten aan het huidige bodemoppervlak en dieper kunnen worden aangetroffen. Vrijwel alle bekende waarnemingen uit ARCHIS plotten dan ook in deze gebieden. Het zijn ook de gebieden waar in de loop van de decennia cultureel erfgoed verdwenen is.

6.3 Overzicht van modellen

In onderstaande tabellen wordt een samenvatting van alle gebruikte basis- en afgeleide modellen gegeven.

Tabel 32. Overzicht van de basismodellen met betrekking tot het Pleistocene oppervlak.

Model	Omschrijving	Type
Plzgeul.shp	Basisbestand reconstructie Pleistoceen aan het begin van het Holoceen	Polygooncontouren om de 2m
Plzmgeul.shp	Basisbestand reconstructie huidige ligging Pleistoceen	Polygooncontouren om de 2m

Tabel 33. Overzicht van de afgeleide modellen met betrekking tot het Pleistocene oppervlak.

Model	Omschrijving	Type
Plmg_top_max_100m.asc	Plzmgeul vergrid naar 100x100m	ArcInfo ASCII grid 100x100m
Plzg_top_max_100m.asc	Plzgeul vergrid naar 100x100m	ArcInfo ASCII grid 100x100m
Vershil_PL_MG_ZG.asc	Vershilgrid met/zonder geul	ArcInfo ASCII grid 100x100m
Vershil_PL_MG_ZG.tab	Polygooncontouren op basis verschilgrid	Polygooncontouren
PL_boven_M600	Uitsnede Plzgeul boven -6m	Vector
PL_tussen_M1000_M600	Uitsnede Plzgeul tussen -6 en -10m	Vector
PL_dieper_M1000	Uitsnede Plzgeul onder -10m	Vector
PL_intact_2m	Contouren op basis van Vershil_PL_MG_ZG	Polygooncontouren
DHOL_2003_5omb	Vershil Plmg_top_max_100m en Lodingsgrid 2005	ArcInfo ASCII grid 50x50m
DHOL_2003_5omb_cont.tab	Contouren op basis van DHOL_2003_5omb	Polygooncontouren om de m

Tabel 34. Overzicht van de basismodellen met betrekking tot de morfologische modellen.

Basismodel	Omschrijving	Type
h1584.asc	Diepte gebaseerd op interpretatie historische navigatiekaarten	ASCII grid 100x100m
h1666.asc	Diepte gebaseerd op interpretatie historische navigatiekaarten	ASCII grid 100x100m
h1777.asc	Diepte gebaseerd op interpretatie historische navigatiekaarten	ASCII grid 100x100m
WAD_1852_50m.asc	Diepte gebaseerd op interpretatie historische navigatiekaarten	ASCII grid 50x50m
WAD_1925_1930_20m.asc	Gebaseerd op nauwkeurige metingen	ASCII grid 20x20m
WAD_1948_1951_20m.asc	Gebaseerd op nauwkeurige metingen	ASCII grid 20x20m
WAD_1975_1978_20m.asc	Gebaseerd op nauwkeurige metingen	ASCII grid 20x20m
WAD_1985_1990_20m.asc	Gebaseerd op nauwkeurige metingen	ASCII grid 20x20m
WAD_1991_1997_20m.asc	Gebaseerd op nauwkeurige metingen	ASCII grid 20x20m
WAD_1997_2002_20m.asc	Gebaseerd op nauwkeurige metingen	ASCII grid 20x20m
WAD_2003_2008_20m.asc	Gebaseerd op nauwkeurige metingen	ASCII grid 20x20m

Tabel 35. Overzicht van de afgeleide modellen met betrekking tot de morfologische modellen.

Afgeleid Modellen	Omschrijving	Type
Maximale_verdieping_1925_2005	Maximale verdieping 1925-2005	ASCII grid 20x20m
Maximale_verzanding_1925_2005	Maximale verdieping 1925-2005	ASCII grid 20x20m
Maximale_Diepte_1925_2005	Maximale diepte in periode 1925-2005	ASCII grid 20x20m
Totaaldikte_1925_2008_m4	Dikte van de mobiele laag, periode 1925-2005	ASCII grid 20x20m

Tabel 36. Overzicht van de bekende waarnemingen en verstoringen.

Bekende Waarden	Omschrijving	Type
Waarnemingen_ARCHIS	Bekende waarnemingen uit ARCHIS	Mapinfo punten
Waarnemingen_DHY	Waarnemingen Dienst der Hydrografie, december 2013	Mapinfo punten
Waarnemingen_SR92	Waarnemingen SonarRegg2, Rijkswaterstaat Zee en Delta, december 2013	Mapinfo punten
Waarnemingen_NCN	Waarnemingen NCN, Rijkswaterstaat Zee en Delta, december 2013	Mapinfo punten
Waarnemingen_register_RWS_Friesland	Wrakkenregister voormalige RWS directie Friesland	Mapinfo punten
Waarnemingen_sportduikers	Combinatie wrakkenlijsten diverse bronnen	Mapinfo punten
Bekende_Verstoringen	Overzicht van de bekende bodemverstoringen Waddenzee	Mapinfo polygonen

Alle basisbestanden (afgeleide dieptemodellen uit historische kaarten, lodingsgrids en ligging Top Pleistoceen) zijn als 3D-puntbestanden (formaat ASCII xyz) opgeleverd. Ze kunnen als individuele lagen geïmporteerd worden in een GIS-applicatie als ArcGis of MapInfo. Specifiek voor waterbodems wordt vaak 'Terramodel' gebruikt. Binnen

deze applicatie kunnen de verschillende modellen worden vergeleken (optellen, aftrekken, samenvoegen) en profielen worden gegenereerd. De resultaten kunnen als digitale bestanden (punten, lijnen of vlakken) worden geëxporteerd. Ter illustratie is in de bijlagen een kaart opgenomen waarop een profiel verder is uitgewerkt.

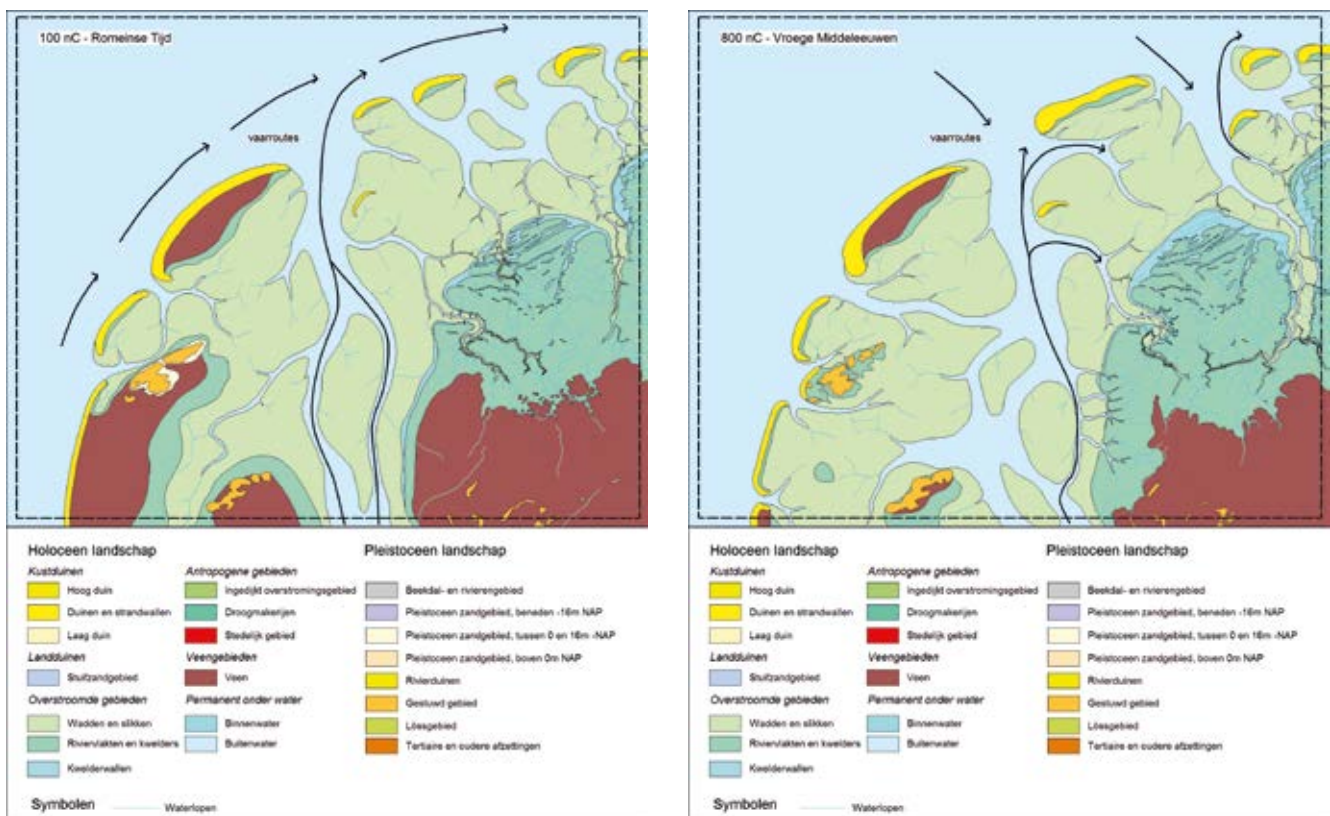
8 Historische data toevoegen

Wanneer we historische data toevoegen aan de aardwetenschappelijke modellen, dan kunnen we meer grip krijgen op het cultuurlandschap uit de verschillende perioden. Het gebruik van het landschap heeft immers voor een belangrijk deel bepaald waar cultuurhistorische overblijfselen terecht zijn gekomen. Nu is historische informatie vaak niet uniform en verschilt de detaillering en exactheid van bron tot bron en van periode tot periode. Ter illustratie hebben de opstellers van dit rapport een paar voorbeelden toegevoegd.

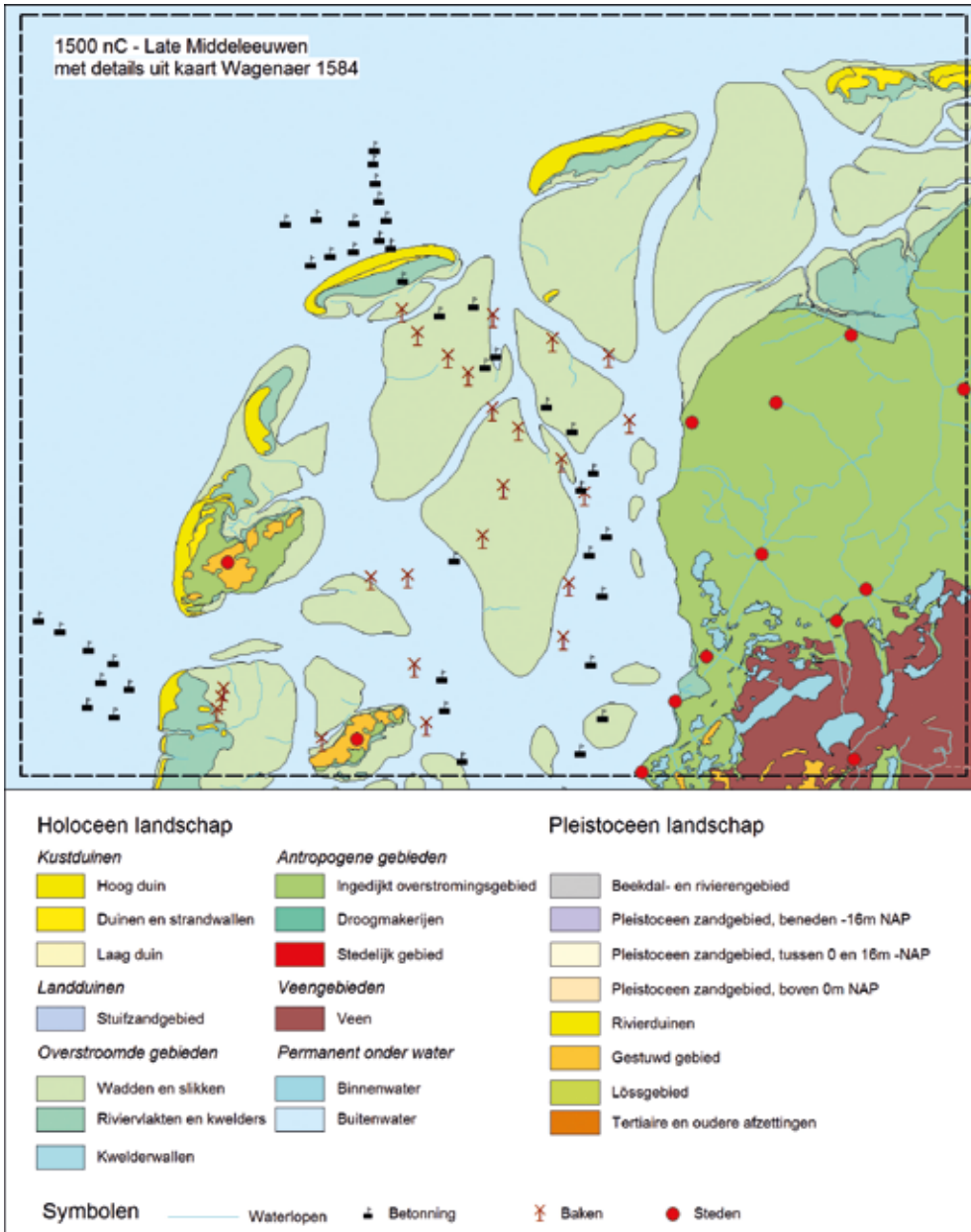
Voor de Romeinse tijd en de vroege middeleeuwen kunnen we bijvoorbeeld bekende vaarroutes toevoegen. Het zijn de routes die bekend zijn uit historische bronnen en meestal (nog) niet

worden gestaafd met 'archeologische' vondsten.

Deze duiding voor het gebruik van het gebied is in hoger detail meegenomen in de latere periode (Nieuwe Tijd), omdat de gebruikte historische navigatiekaarten al gegevens over routes bevatten. Zie bijvoorbeeld de kaart van Wagenaer uit 1584 (afbeelding 11, tabel 8). Hieronder zijn de gegevens over vaarroutes uit de kaart van Wagenaer over de paleografische reconstructiekaart van 1500 na Chr. gelegd (afbeelding 42). Door toevoeging van gegevens over het ontstaan van steden en over bijvoorbeeld (zee) slagen kan een steeds gedetailleerder beeld van een gebied verkregen worden.



Afbeelding 41. De paleografische reconstructies voor de Romeinse tijd en de vroege middeleeuwen met daaraan toegevoegd bekende vaarroutes



Afbeelding 42. Combinatiekaart van de paleografische reconstructie voor 1500 nC en details over vaargeulen uit Wagenaer 1584

9 Leidraad voor het werken met de Historisch Geo-Morfologische Kaartenset Westelijke Waddenzee

In dit hoofdstuk zullen naar aanleiding van vijf vragen voorbeelden worden gegeven voor het mogelijke gebruik van de Historisch Geo-Morfologische Kaartenset Westelijke Waddenzee. Vanuit het project wordt een aantal kaarten aangeboden. Deze vormen de basis voor het beantwoorden van de vragen. Echter, meer gerichte of interpretatieve informatie kan worden toegevoegd. Voorbeelden daarvan worden meegenomen in de beantwoording. Het is van belang om naast de verrijking die deze methode biedt ook aan te tonen wat de beperkingen van de opgeleverde informatie zijn. Deze worden per vraag apart besproken.

1. Kunnen we een verwachtingskaart maken van de aanwezigheid van cultureel erfgoed uit de prehistorie in de Westelijke Waddenzee?
2. Hoe groot is de totale bekende voorraad cultureel erfgoed onder water in het Westelijk Waddenzegebied?
3. Zijn er gebieden aan te wijzen in het onderzoeksgebied waar met grote waarschijnlijkheid geen cultureel erfgoed zal worden aangetroffen in de ondergrond?
4. Zijn er gebieden aan te wijzen in het onderzoeksgebied waar met grote waarschijnlijkheid wel cultureel erfgoed zal worden aangetroffen?
5. Zijn er gebieden aan te wijzen in het onderzoeksgebied die op dit moment (2014) en de nabije toekomst sterk (zullen) worden bedreigd?

1. Kunnen we een verwachtingskaart maken van de aanwezigheid van cultureel erfgoed uit de prehistorie in de Westelijke Waddenzee?

Kaartgebruik

- Top Pleistoceen Vos 2013, Model zonder geul (= pleistoceen begin holocene)
- Top Pleistoceen Vos 2013, Model met geul (= huidige pleistocene oppervlak, inclusief erosiegeulen)
- Model max diepte waterbodem 1925 – 2005
- ARCHIS waarnemingen prehistorie (oktober 2013)

Voor het maken van een verwachtingsmodel is het in de eerste plaats van belang om een goed

beeld te krijgen van het pleistocene bodemoppervlak. Hoe zag het landschap er in de prehistorie uit (Top Pleistoceen zonder geul)? Waar is deze vermoedelijk nog intact (vergelijking tussen Top Pleistoceen met en zonder geul)? En waar in dit gebied zijn überhaupt al vondsten uit deze periode gedaan (ARCHIS)? Immers, het aantreffen van daadwerkelijke objecten uit de prehistorie is een zeer goede indicatie voor de mogelijkheid dat er nog meer ligt op dezelfde of vergelijkbare plekken. Een analyse van de vondsten (ARCHIS) in combinatie met de Top Pleistoceenkaarten kunnen vergelijkbare gebieden opleveren (bijvoorbeeld een donk die deels in het water van de Waddenzee doorloopt). De gegevens uit het 'Model max diepte waterbodem 1925-2005' leveren informatie op over de erosie- en sedimentatieprocessen in het gebied en dus over de plaatsen waar het prehistorische landschap is afgedekt en waar deze door erosie is verstoord.

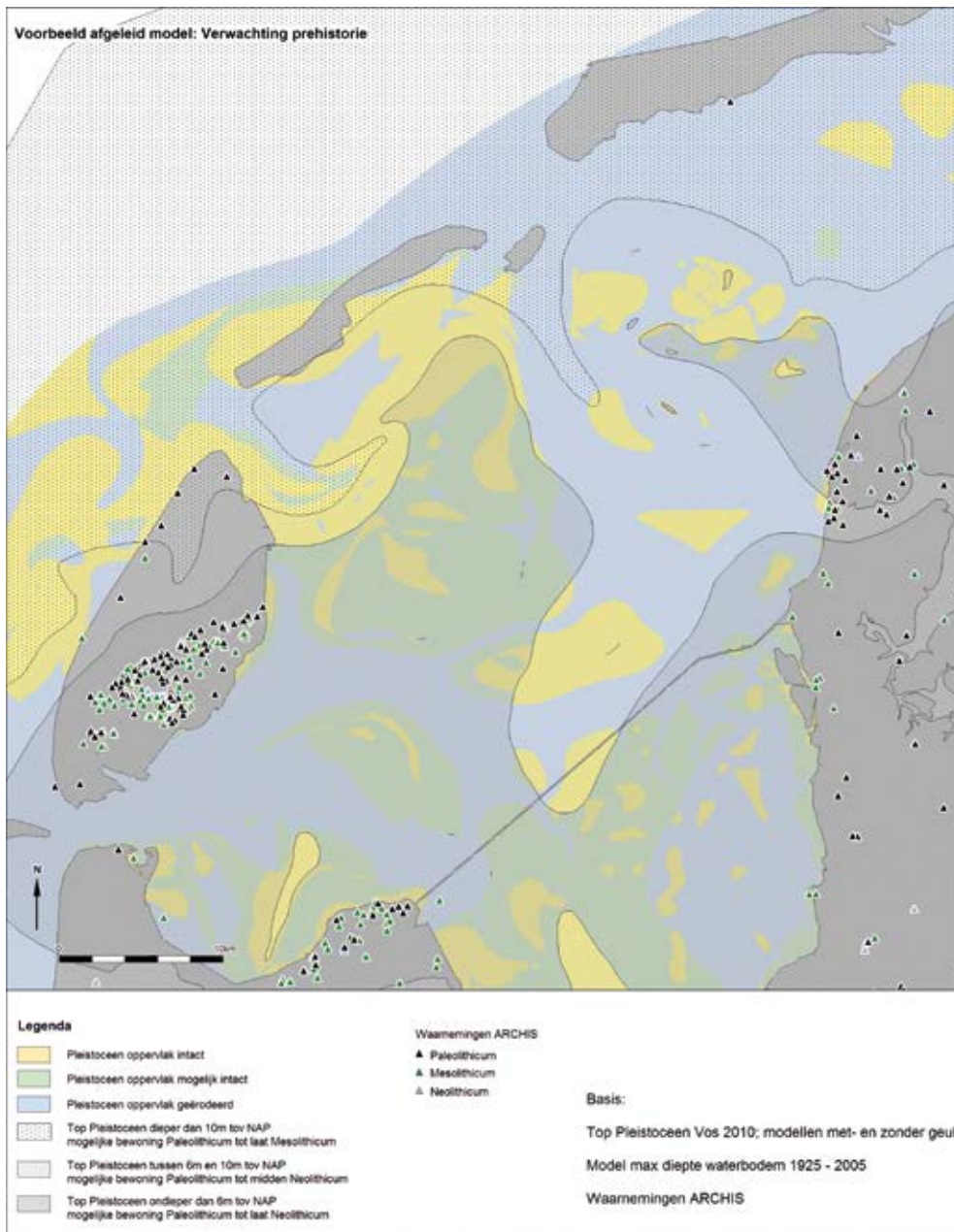
Uitkomst

Een kaart waarop is aangegeven waar en op welke diepte prehistorische vondsten kunnen worden gedaan in de Westelijke Waddenzee. Zie afbeelding 43.

Waarde/buikbaarheid van de gegevens

Het afgeleide verwachtingsmodel voor de prehistorie van de Waddenzee zoals in afbeelding 43 wordt getoond, is gebiedsdekkend en niet in hoog detail. Het gaat hier om een indicatie op hoofdlijnen. ARCHIS bevat alle officiële archeologische vondstmeldingen en waarnemingen. Dit zijn bij lange na niet alle vondsten die zijn gedaan. Amateurdatabases, maar ook databases onder water van de Dienst der Hydrografie en Rijkswaterstaat kunnen meer details geven. Die informatie is echter niet gewaardeerd op cultuurhistorische waarden en dus niet altijd even betrouwbaar (zie ook hoofdstuk 4). Op basis van de hier gecreëerde kaart kunnen wel gebieden met hoge en lage verwachtingen voor de prehistorie worden geselecteerd en aangewezen. De kaart zegt echter niets over de aanwezigheid van vondsten uit latere perioden.

De kaart 'Top Pleistoceen zonder geul' is een interpretatie van het oorspronkelijke pleistocene landoppervlak. Deze is gebaseerd op een groot aantal boringen in de Waddenzeebodem en 'expert judgement'. Hier kunnen afwijkingen met het daadwerkelijke bodemoppervlak zitten. Een



Afbeelding 43. Voorbeeld van een afgeleid verwachtingsmodel voor de prehistorie

model is ook maar een model. Met meer informatie kan een beter beeld verkregen worden.

Alternatieven

Buiten de hier gebruikte informatie kunnen dus ook andere databases worden toegevoegd met 'bekende' vindplaatsen. Een verificatie van die vondsten blijft echter vaak lastig. Wanneer de kaart van bekende verstoringsgebieden (zie 5.1, afb. 34) wordt toegevoegd, dan kunnen gebieden tot

een bepaalde verstoringsdiepte worden uitgesloten als potentiële gebieden.

Door eventueel de Waterspiegelstijging (zie afbeelding 36) toe te voegen, kan een differentiatie in tijd worden verkregen over waar wel en geen bewoning kan zijn geweest.

Conclusie

Door het combineren van de Top Pleistoceenkaarten met de bekende prehistorische vond-

sten in het gebied kan een verwachtingsmodel voor de prehistorie worden gemaakt. Deze basis kan verder worden verfijnd door middel van het toevoegen van andere databases, met gevalideerde en eventueel zelfs ongevalideerde informatie.

2. Hoe groot is de totale bekende voorraad cultureel erfgoed onder water in het Westelijk Waddenzeegebied?

Kaartgebruik

- ARCHIS (oktober 2013)
- Database Dienst der Hydrografie
- RWS
- Overige beschikbare databases met locaties

Wanneer we alle locaties van de verschillende databases bij elkaar optellen, dan komen we op een totaal aantal geregistreerde anomalieën. Het gaat hier dus niet aantoonbaar over cultureel erfgoed. Hiervoor is een waardering nodig, of in ieder geval voldoende gegevens om tot zo'n waardering te komen. In ARCHIS staan de posities vermeld waarvan is aangetoond dat het daadwerkelijk om vindplaatsen met een cultuurhistorische waarde gaat. Alle overige locaties zijn niet gewaardeerd, maar zouden bij waardering mogelijk wel een cultuurhistorische waarde kunnen vertegenwoordigen.

Uitkomst

Op de waterbodem in het Westelijk Waddenzeegebied zijn in totaal 529 vondsten bekend in ARCHIS, verdeeld over 207 locaties.

Waarde/bruikbaarheid van de gegevens ARCHIS bevat alle officiële archeologische vondstmeldingen en waarnemingen. Hierin zijn niet alle gegevens van Rijkswaterstaat (SonarReg database) en de gegevens van de Dienst der Hydrografie opgenomen. Daarnaast bestaan nog een aantal vondstendatabases, opgezet door diverse duikclubs, waarvan de informatie niet in ARCHIS is opgenomen. De belangrijkste database voor de Waddenzee hiervan is de Wraksys database. Gezamenlijk bevatten deze verschillende databases veel meer locaties met objecten. Echter, het is vaak niet bekend wat het is en of bijvoorbeeld de positie ook correct is. Daarom worden deze locaties vooralsnog niet

onder de 'bekende voorraad' gerekend.

Alternatieven

Het is mogelijk om ook andere databases toe te voegen en zodoende het aantal locaties sterk te vergroten. We praten dan alleen niet meer over de 'bekende voorraad' cultuurhistorische waarden. Wel kan een toevoeging van de databases van de Dienst der Hydrografie en Rijkswaterstaat zorgen voor een uitbreiding van locaties met officieel geregistreerde anomalieën. De posities liggen dan vast, maar de cultuurhistorische waarde ervan niet.

Conclusie

Op basis van de bekende officieel in ARCHIS geregistreerde gegevens zijn op 207 locaties op de waterbodem binnen het gebied archeologische waarden bekend. Er is een veelvoud aan posities aan te wijzen wanneer alle bekende databases worden gecombineerd. Deze bevatten echter geen cultuurhistorisch gevalideerde informatie en worden dan ook nog niet beschouwd als 'bekende voorraad'.

3. Zijn er gebieden aan te wijzen in het onderzoeksgebied waar met grote waarschijnlijkheid geen cultureel erfgoed zal worden aangetroffen in de ondergrond?

Kaartgebruik

- Pleistoceen begin holoceen
- Pleistoceen huidig
- Dieptekaarten 1925-2005

Uitkomst

Prehistorische resten (in situ) worden niet verwacht in de gebieden waar het originele pleistocene oppervlak aan het begin van het holoceen sterk geërodeerd is. Dit betreffen voornamelijk de gebieden van de stroomgeulen Marsdiep, Texelstroom, Malzwin en Scheurak (zie de blauwe vlakken in afbeelding 44).

Resten middeleeuwse bewoning worden niet verwacht in de gebieden die:

- a. stroomgeulen vormden in de middeleeuwen;
- b. binnen de huidige stroomgeulen liggen en sterk zijn geërodeerd sinds de afsluiting van de Zuiderzee (zie afbeelding 41).

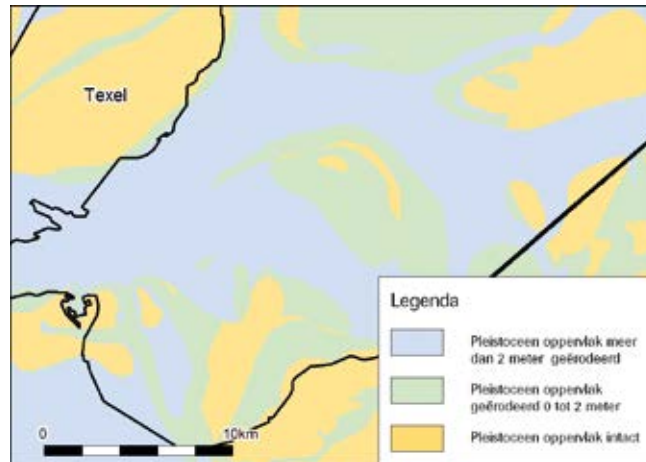
Theoretisch zou de kans op het aantreffen van scheepswrakken in gebieden waarvan bekend is dat ze zeer sterk zijn verdiept (meer dan 10 meter) sinds de afsluiting nihil zijn. In de praktijk zijn echter zeker zeven voorbeelden bekend van scheepswrakken die in dergelijke gebieden liggen (zie afbeelding 45). Een geïntegreerd onderzoek naar de kwaliteit van deze vindplaatsen heeft nog niet plaatsgevonden. Echter, vermoed wordt dat ze ernstig verstoord zijn (integriteit van de vindplaats verstoord). Door onderslijping kunnen ze echter wel steeds dieper zijn wegge-zakt zonder in het geheel te verdwijnen.

Alternatieven

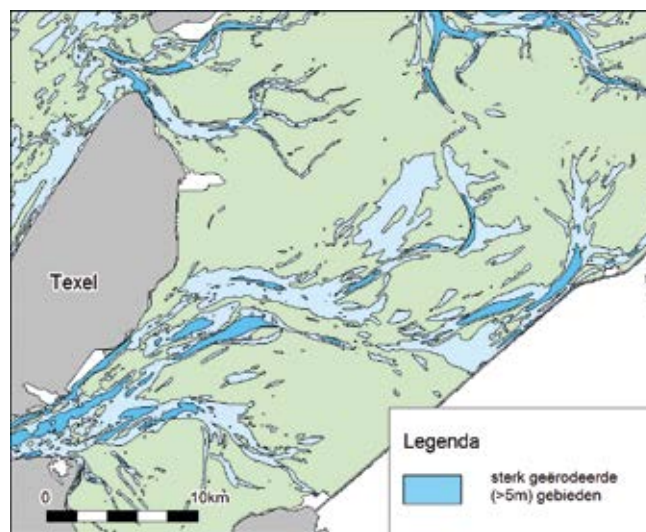
Door toevoeging van andere databases met vindplaatsen kan een voorzichtige analyse worden gemaakt - waarde en positie zijn immers niet altijd betrouwbaar - of de inschatting dat bepaalde gebieden waarvan op basis van de pleistoceen- en dieptekaarten wordt verwacht dat zich daar geen cultuurhistorische vindplaatsen meer bevinden klopt.

Conclusie

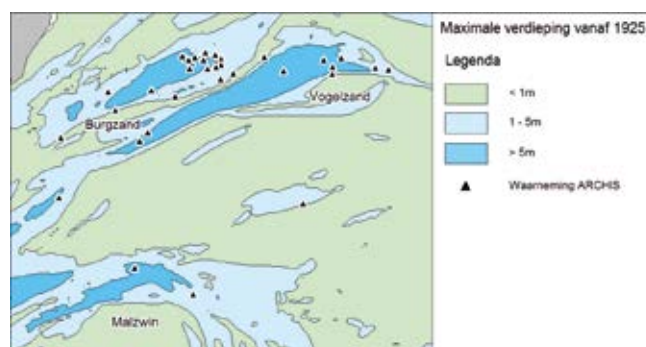
Scheepswrakken kunnen overal op of in de waterbodem binnen het gebied gevonden worden. Echter, de conditie en mate van samenhang met de omgeving kan verschillen. Dit kan dan ook invloed hebben op de waarde van dit erfgoed. Ook al kunnen scheepswrakken in het gehele gebied worden aangetroffen, toch zullen de kansen in bepaalde gebieden groter zijn dan in andere gebieden. Zo zal de kans dat er scheepswrakken aangetroffen worden in die delen in de Westelijke Waddenzee die altijd al ondiep zijn geweest en niet in de buurt van veel gebruikt vaarwater liggen, kleiner zijn dan daar waar in de eeuwen veel verkeer is geweest, zoals in het centrum van de Rede van Texel.



Afbeelding 44. Gebieden met een sterk geërodeerd pleistoceen oppervlak



Afbeelding 45. Sterk geërodeerde gebieden sinds de afsluiting van de Zuiderzee (bouw Afsluitdijk in 1932)



Afbeelding 46. Relatie tussen vindplaatsen uit ARCHIS en verdieping sinds de afsluiting van de Zuiderzee

4. Zijn er gebieden aan te wijzen in het onderzoeksgebied waar met hoge waarschijnlijkheid wel cultureel erfgoed kan worden aangetroffen?

Kaartgebruik

- Pleistoceen begin holoceen
- Pleistoceen huidig
- Dieptekaarten 1925-2005
- Verstoringen kaart
- Historische kaarten

Uitkomst

Prehistorie: Op basis van het verschil tussen de ligging van het pleistoceen aan het begin van het holoceen en de ligging van het huidige (geërodeerde) oppervlak ontstaat een kaartbeeld met gebieden waar het originele pleistocene oppervlak nog intact is, en waar in situ dus nog vondsten uit deze periode verwacht kunnen worden.

Romeinse/middeleeuwse bewoningsresten: op

basis van de oudste historische kaarten kunnen gebieden worden aangewezen waar bewoning in de Romeinse tijd en middeleeuwen mogelijk was. Door deze gebieden te combineren met het erosiemodel (maximale diepten vanaf 1852) en de verstoringenkaart kan onderscheid worden gemaakt tussen gebieden met een verwachting van in situ (bewonings)resten en verwachting van verspoelde resten.

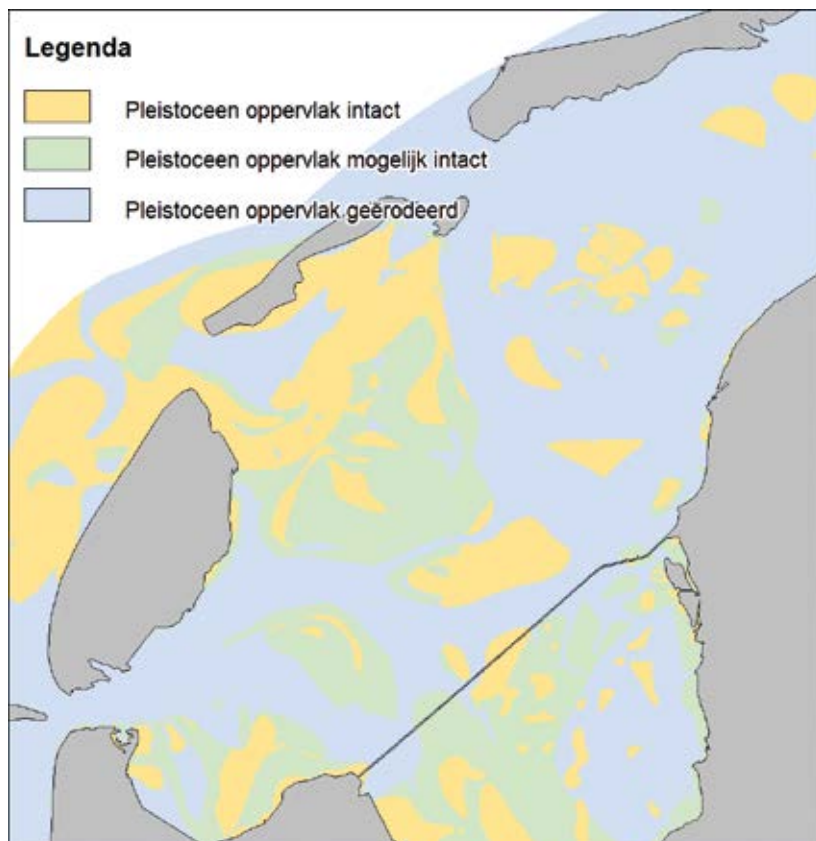
Scheepsresten: uit analyse en combinatie van modellen en bekende gegevens is al gebleken dat resten van scheepswrakken vrijwel overal waar water is of was verwacht kunnen worden. De verwachtingen en de kwaliteit van de resten kunnen op basis van de gebruiks- en ontwikkelingsgeschiedenis van het gebied hoger of lager zijn. De intensiteit van het gebruik van het gebied en de mogelijke gevaren kunnen de kansen op aanwezigheid vergroten. Op basis van het verdiepings- en verzandingsmodel kan worden aangegeven welke gebieden bedreigd worden (verdieping) waardoor de conditie van dit erfgoed onder druk staat en waar dit erfgoed veilig ligt (verzanding).

Alternatieven

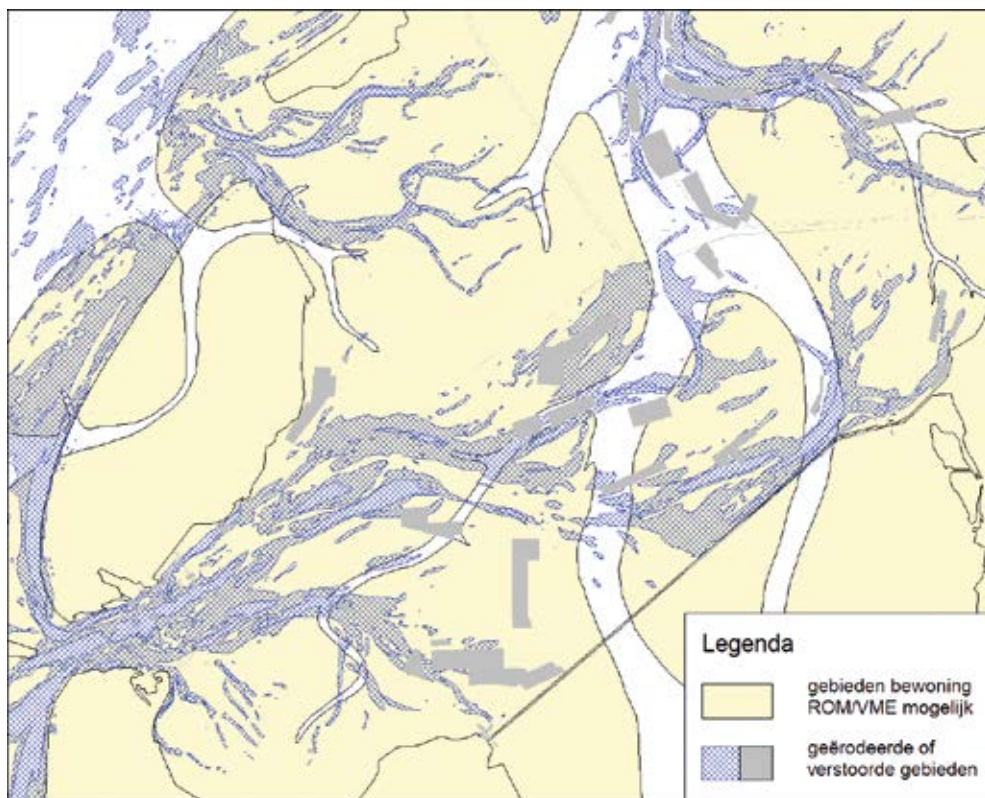
Door historische kaarten toe te voegen waarin bekende vaargeulen zijn aangegeven en belangrijke 'events' zoals zeeslagen of zware stormen te plotten op de kaart, kan meer inzicht verkregen worden in het gebruik van het gebied en dus ook in de kans dat er cultureel erfgoed kan worden aangetroffen.

Conclusie

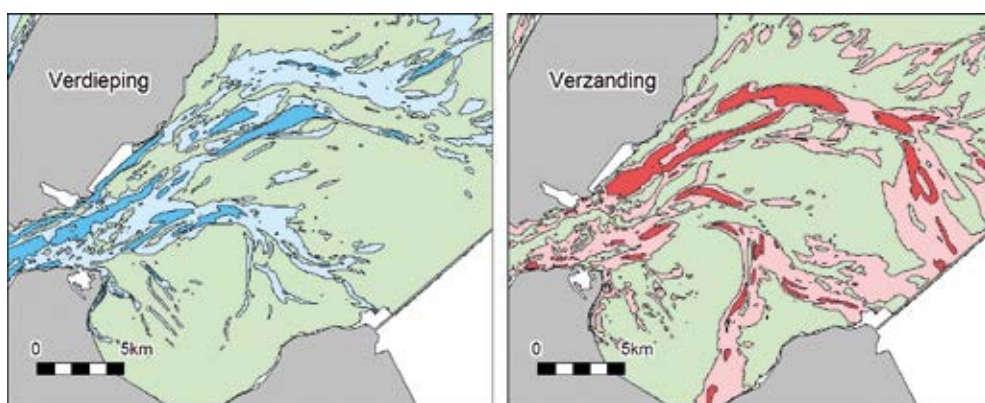
Het is goed mogelijk om gebieden aan te wijzen in het onderzoeksgebied waar met hoge waarschijnlijkheid cultureel erfgoed van groot belang kan worden aangetroffen en zelfs om hierin een schaal aan te brengen. Echter, door de dynamiek van de zeebodem kunnen scheepswrakken ook op andere plekken aangetroffen worden. De kansen zijn kleiner of de condities van deze vindplaatsen (van invloed op de waarde) zullen dan minder zijn en de bodem rondom het wrak ernstig verstoord. Uiteindelijk bepaalt niet alleen de aanwezigheid van een vindplaats de cultuurhistorische waarde. Schoonheid en conditie doen dat ook. Zie hiervoor de KNA 3.1 Waterbodems.



Abbeelding 47. Gebieden met een intact Pleistoceen oppervlak



Afbeelding 48. Verwachtingskaart voor in situ en verspoelde bewoningsresten



Afbeelding 49. Verdieping en verzanding ten zuiden van Texel

5. Zijn er gebieden aan te wijzen in het onderzoeksgebied die op dit moment (2013) en de nabije toekomst sterk door erosie (zullen) worden bedreigd?

Kaartgebruik

- Dieptekaarten periode 1925-2005
- Afgeleid model Maximale Verdieping

Uitkomst

Op basis van een vergelijking tussen de verschillende dieptekaarten kunnen veranderingen in de tijd worden gevisualiseerd. Ook is het mogelijk om bepaalde trends in kaart te brengen, bijvoorbeeld het verschuiven van stroomgeulen. Door deze trends te extrapoleren naar de toekomst kunnen gebieden aangewezen worden die bedreigd worden door erosie. Een goed voorbeeld hiervan is het verschuiven van de geulen Texelstromen en Doove Balg naar het zuiden. Door dit proces worden de bekende wrakken bij Burgzand 10 en het Vogelzand sterk bedreigd. De resten van wrak N1, in 2006 gevonden op de zuidelijke rand van de Doove Balg, zijn zelfs al geheel verdwenen door de verschuiving van de geul (zie afbeelding 51).

Waarde/buikbaarheid van de gegevens

De kaart Maximale Verdieping geeft per definitie een overzicht van gebieden die in het (nabije) verleden bedreigd werden. Voor een toekomstvoorspelling zou een aangepaste kaart gemaakt moeten worden op basis van extrapolatie van trends. Nu kan dit alleen visueel op basis van het digitale 3D-model per locatie inzichtelijk worden gemaakt.

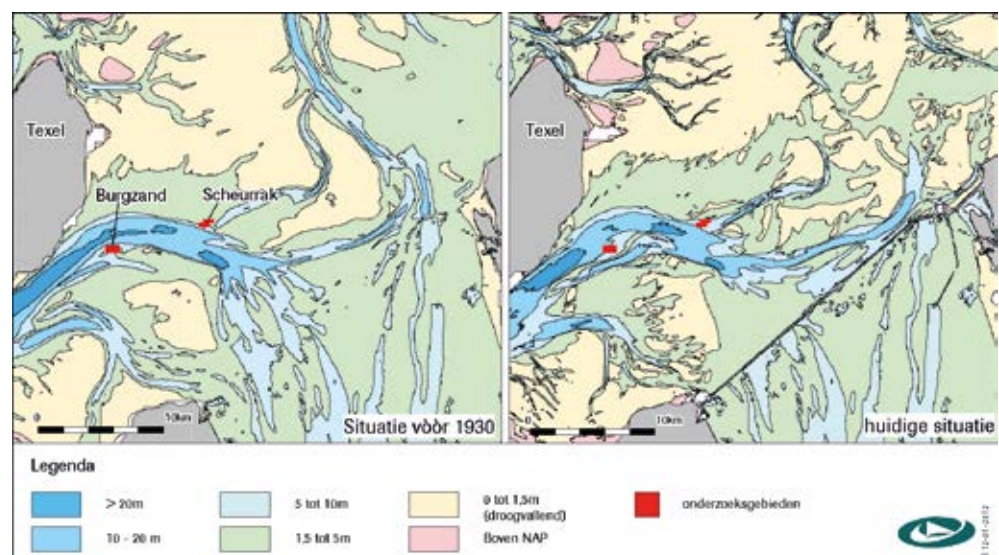
Alternatieven

Door de kaart Verstoringen toe te voegen kunnen ook deze gebieden inzichtelijk worden gemaakt. Daarnaast kunnen grote ingrepen in de waterbodem en de bouw van constructies in de waterkolom (zoals windmolens) ook een effect hebben op stroming, erosie- en sedimentatiepatronen. Een voorbeeld hiervan is de constructie van de Afsluitdijk in 1932 en het effect dat die heeft gehad op de sedimentatie- en erosiepatronen in de Westelijke Waddenzee.

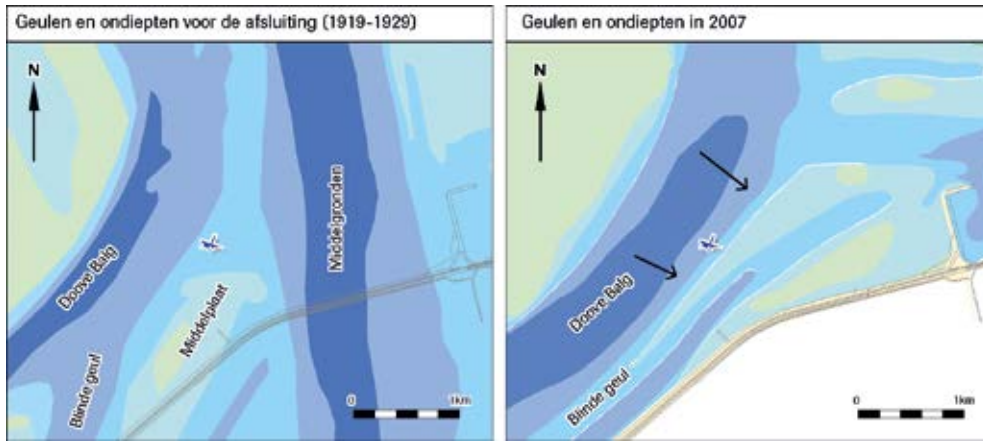
Conclusie

Bedreigde gebieden kunnen zeker inzichtelijk worden gemaakt op basis van de beschikbare gegevens.

Dit zegt niets over het voorkomen van cultureel erfgoed in de bodem, maar wel over de bedreiging ervan.



Afbeelding 50. Voorbeeld van de verschuiving van de geul en bank bij Burgzand Noord en Scheurrak



Afbeelding 51. Erosie van het wrak N1 door verschuiven vaargeul Doove Balg

Lijst met afbeeldingen

Afbeelding 1.	Gebiedsafbakening pilotproject HGMK Waddenzee	11
Afbeelding 2.	Top ligging pleistoceen aan het begin van het holoceen	16
Afbeelding 3.	Huidige ligging top pleistoceen	18
Afbeelding 4.	Paleogeografische reconstructie 100 nC – Romeinse tijd	20
Afbeelding 5.	Paleogeografische reconstructie 800 nC – Vroege Middeleeuwen	21
Afbeelding 6.	Paleogeografische reconstructie 1500 nC – Late Middeleeuwen	22
Afbeelding 7.	Voorbeeldprofiel door een model van het pleistoceen	23
Afbeelding 8.	Overzicht van de beschikbare boringen. Iedere bruine stip representeert een boring (database Rijksdienst voor de IJsselmeerpolders).	24
Afbeelding 9.	Beschikbare boringen en sonderingen (DINO loket). Deze boringgegevens zijn voor dit rapport niet direct gebruikt, maar vormen de basis voor de modellen van Vos & De Vries (2013)	25
Afbeelding 10.	Voorbeelden dieptemodellen door de tijd heen.	27
Afbeelding 11.	Uitsnede kaart 1584, Spieghel der Zeevaerdt	28
Afbeelding 12.	De kaart van Blaeu uit 1649	29
Afbeelding 13.	Uitsnede kaart 1666, Pieter Goos	31
Afbeelding 14.	Uitsnede kaart 1773, J.C. Sepp	32
Afbeelding 15.	De Engelse Admiraliteitskaart van 1799	33
Afbeelding 16.	De Chromo-topografische Militaire Kaart van het Koninkrijk der Nederlanden uit 1850	34
Afbeelding 17.	Uitsnede uit de kaart van 1852	35
Afbeelding 18.	Overzicht bestand 1852, deel Waddenzee. Loopt tot Terschelling.	36
Afbeelding 19.	Dieptekaart 1925	37
Afbeelding 20.	Dieptekaart 1948	38
Afbeelding 21.	Voorbeeld van opname raaienpatroon in de Westelijke Waddenzee	39
Afbeelding 22.	Dieptekaart 1975	40
Afbeelding 23.	Dieptekaart 1985	41
Afbeelding 24.	Dieptekaart 1991	42
Afbeelding 25.	Dieptekaart 1997	43
Afbeelding 26.	Dieptekaart 2005	44
Afbeelding 27.	Bereik van de historische gridmodellen	45
Afbeelding 28.	Overzicht van de ARCHIS waarnemingen	46
Afbeelding 29.	Waarnemingen van de Dienst der Hydrografie	47
Afbeelding 30.	Waarnemingen uit SonarReg92, Rijkswaterstaat Zee en Delta	48
Afbeelding 31.	Nationaal Contactnummer Nederland (NCN)	49
Afbeelding 32.	Het wrakkenregister van Rijkswaterstaat, voormalige Directie Friesland	51
Afbeelding 33.	Waarnemingen van diverse sportduikers	52
Afbeelding 34.	Overzicht bekende verstoringen en voor verstoring aangewezen gebieden	53
Afbeelding 35.	Verschilkaart modellen	55
Afbeelding 36.	Hoog gelegen gebieden gedurende verschillende perioden op basis van ligging Top Pleistoceen. Op basis van de basismodellen kunnen samengestelde verwachtingskaarten voor de prehistorie worden gemaakt. Een voorbeeld wordt weergegeven in afbeelding 43.	56
Afbeelding 37.	Dikte holocene bedekking	57
Afbeelding 38.	Maximale veranderingen in de periode 1925 – 2005	58
Afbeelding 39.	Maximale verzanding periode 1925 – 2005	59
Afbeelding 40.	Verdieping periode 1925 – 2005	60
Afbeelding 41.	De paleografische reconstructies voor de Romeinse tijd en de vroege middeleeuwen met daaraan toegevoegd bekende vaarroutes.	64
Afbeelding 42.	Combinatiekaart van de paleografische reconstructie voor 1500 nC. en details over vaargeulen uit Wagenaer 1584.	65
Afbeelding 43.	Voorbeeld van een afgeleid verwachtingsmodel voor de prehistorie.	67
Afbeelding 44.	Gebieden met een sterk geërodeerd Pleistoceen oppervlak	69

Afbeelding 45.	Sterk geërodeerde gebieden sinds de afsluiting van de Zuiderzee (bouw Afsluitdijk in 1932)	69
Afbeelding 46.	Relatie tussen vindplaatsen uit ARCHIS en verdieping sinds de afsluiting van de Zuiderzee	69
Afbeelding 47.	Gebieden met een intact Pleistoceen oppervlak	70
Afbeelding 48.	Verwachtingskaart voor in situ en verspoelde bewoningsresten	71
Afbeelding 49.	Verdieping en verzanding ten zuiden van Texel	71
Afbeelding 50.	Voorbeeld van de verschuiving van de geul en bank bij Burgzand Noord en Scheurrak	72
Afbeelding 51.	Erosie van het wrak N1 door verschuiven vaargeul Doove Balg	73

Lijst met tabellen

Tabel 1.	Format metadata die bij iedere dataset wordt geleverd.	12
Tabel 2.	Metadatagegevens voor kaart 'Top ligging pleistoceen oppervlak aan het begin van het holoceen'.	17
Tabel 3.	Metadatagegevens voor de kaart 'Huidige ligging top pleistoceen'.	18
Tabel 4.	Zeespiegelstijging langs de Noordzeekust in verschillende perioden.	19
Tabel 5.	Metadatagegevens voor de kaart 'Paleogeografische reconstructie 100 nC'.	20
Tabel 6.	Metadatagegevens van de kaart 'Paleogeografische reconstructie 800 nC'.	21
Tabel 7.	Metadatagegevens van kaart 'Paleogeografische reconstructie 1500 nC'.	22
Tabel 8.	Metadata voor de kaartlaag '1584 – L.J. Waghenaer'.	28
Tabel 9.	Metadata voor de kaartlaag '1649 – W. Blaeu'	30
Tabel 10.	Metadata voor de kaartlaag '1666 – P. Goos'.	30
Tabel 11.	Metadata voor de kaartlaag '1773 – J.C. Sepp'.	32
Tabel 12.	Metadata voor de kaartlaag '1799 – English Admiralty'.	33
Tabel 13.	Metadata voor de kaartlaag '1850 – TMK'.	34
Tabel 14.	Meta-informatie kaartlaag Dieptekaart 1852	36
Tabel 15.	Meta-informatie Dieptekaart 1925	37
Tabel 16.	Meta-informatie Dieptekaart 1948	38
Tabel 17.	Meta-informatie Dieptekaart 1975	40
Tabel 18.	Meta-informatie Dieptekaart 1985	41
Tabel 19.	Meta-informatie Dieptekaart 1991	42
Tabel 20.	Meta-informatie Dieptekaart 1997	43
Tabel 21.	Meta-informatie Dieptekaart 2005	44
Tabel 22.	Griddefinities van beschikbare basisgegevens vanaf 1852.	45
Tabel 23.	Meta-informatie kaartlaag waarnemingen ARCHIS	46
Tabel 24.	Contacttypen wrakkenregister Dienst der Hydrografie.	47
Tabel 25.	Metadata kaartlaag 'Waarnemingen DHY'.	48
Tabel 26.	Metadata kaartlaag 'Waarnemingen SR92'.	48
Tabel 27.	Metadata kaartlaag 'Waarnemingen NCN'.	50
Tabel 28.	Metadata kaartlaag 'Waarnemingen register RWS Friesland'.	51
Tabel 29.	Metadata kaartlaag 'Waarnemingen sportduikers'	52
Tabel 30.	Meta-informatie kaartlaag bekende verstoringen	53
Tabel 31.	Overzicht van de bekende verstoringen in de Nederlandse Waddenzee	54
Tabel 32.	Overzicht van de basismodellen met betrekking tot het Pleistocene oppervlak	61
Tabel 33.	Overzicht van de afgeleide modellen met betrekking tot het Pleistocene oppervlak	61
Tabel 34.	Overzicht van de basismodellen met betrekking tot de morfologische modellen	61
Tabel 35.	Overzicht van de afgeleide modellen met betrekking tot de morfologische modellen	62
Tabel 36.	Overzicht van de bekende waarnemingen en verstoringen	62

Archeologie

Wetenschap die zich ten doel stelt om door middel van studie van de materiële nalatenschap inzicht te verwerven in alle facetten van menselijke samenlevingen in het verleden. Andere definitie: wetenschap die (aspecten van) menselijke samenlevingen in het verleden bestudeert op grond van materiële resten (vondsten/bodemsporen), die vaak door de bodem aan het oog onttrokken zijn (bodemarchief). Kenmerkend is de methode van het oudheidkundig bodemonderzoek (opgraven).

Archeologische vindplaatsen

Archeologische vindplaatsen zijn terreinen waarvan bekend is dat zich er archeologische en/of historische resten bevinden, zoals sporen van een oude nederzetting.

ARCHIS

ARChEologisch Informatie Systeem. De centrale databank waarin de informatie over archeologische vindplaatsen is vastgelegd.

Archeoregio

Gebied waarbinnen zowel sprake is van een globaal verband tussen landschap en bewoningsgeschiedenis als tussen landschapsvormende processen en het ontstaan van archeologische vindplaatsen, en het bodemarchief in het algemeen.

Cultuurhistorische waarden

Historische (steden)bouwkunde/bovengrondse monumentenzorg; bijvoorbeeld kastelen, kerken, oude boerderijen of landhuizen, maar ook stedenbouwkundige elementen als beschermde stads- of dorpsgezichten.

Archeologie: sporen en vondsten van menselijk handelen in het verleden die in de bodem zijn achtergebleven, bijvoorbeeld potscherven, resten van voedselbereiding, graven, maar ook verkleuringen in de grond die duiden op bewoning of infrastructuur. Een verzamelterm hiervoor is 'archeologische waarden'. Alle archeologische waarden bij elkaar zijn het 'bodemarchief'. Deze sporen kunnen zich ook onder water bevinden, zoals bijvoorbeeld verdronken nederzettingen of scheepswrakken. Cultuurlandschap/historische geografie: alle landschappelijke elementen die het gevolg zijn van menselijk handelen in het verleden, bijvoorbeeld verkalingspatronen, pestbosjes, landgoederenzones of ontginningssassen.

Extrapolatie

Op grond van een bekende reeks gegevens conclusies trekken buiten het meetgebied Cultureel Erfgoed.

Indicatieve Kaart

Archeologische Waarden (IKAW)

Een kaart waarin door middel van zones (hoge, middelhoge en lage) verwachtingen voor het aantreffen van cultuurhistorische waarden worden aangegeven.

Grid

Raster waarbinnen iedere (grid) cel een waarde heeft die representatief is voor het gebied dat de cel beschrijft. Dit kan een gemiddelde zijn, maar ook bijvoorbeeld een minimum of maximum waarde. Het toekennen van een waarde aan een gridcel heet *vergridden*, en vindt doorgaans plaats door middel van interpolatie.

Interpolatie

Het berekenen van waarden tussen gegeven punten of meetpunten in, door aan te nemen dat er een verband bestaat tussen deze punten.

Locatie

De positie waar zich iets bevindt of waar iets plaatsvindt.

Metadata

Gegevens die de karakteristieken van bepaalde gegevens beschrijven. Het zijn dus eigenlijk data over data.

Multibeam

Akoestisch instrument dat vlakdekkend met verschillende bundels of beams de waterdiepte dwars op de vaarrichting onder een meetvaartuig meet, waarna al varende een gedetailleerd morfologisch model van de waterbodem kan worden gemaakt. Een systeem waarmee in twee dimensies in de bodem kan worden gekeken. Vergelijkbaar met de seismische profielen die gebruikt worden in de olie-industrie

Singlebeam

Singlebeam of singlebeam echolood/echosounder is een akoestisch instrument (dieptemeter) dat gebruikt wordt om vanaf een meetvaartuig de waterdiepte te bepalen recht onder het vaartuig. De gemeten diepte na getijdcorrectie noemt men de loding.

Spike (Nederlands: uitbijter)

Afwijkende meting bij dieptemetingen, veroorzaakt door en valse reflectie (storing), troebel water (sediment in suspensie) of vis(sen).

Subbottom Profiler

Akoestisch systeem waarmee in twee dimensies in de bodem kan worden gekeken. Het resultaat is vergelijkbaar met de seismische profielen die gebruikt worden in de olie-industrie.

Terramodel

Terramodel is een flexibel softwarepakket, vergelijkbaar met AutoCad, dat onder meer gebruikt wordt door landmeters, ingenieurs en aannemers.

Verwachtingskaart

Een kaart waarop in vlakken staat aangegeven waar archeologische resten kunnen worden verwacht. De kaart is het resultaat van een systematische analyse van relevante gegevens. De analyse is onderbouwd met behulp van een archeologisch verwachtingsmodel.

Vindplaats

Locatie waar zich archeologische sporen en vondsten bevinden.

Voorraad

Definitie: bevat (alle) fysieke overblijfselen die betrekking hebben op menselijke activiteit in het verleden

Bekende voorraad

Definitie: bevat (alle) bekende archeologische overblijfselen die in de bodem liggen, in situ of anders. Het is alleen niet altijd duidelijk wat onder 'bekend' verstaan wordt. Zie de discussie in de tekst op pag. xx.

Onbekende voorraad/potentiële voorraad

Definitie: hangt af van definitie 'bekende voorraad'.

Over het algemeen: materiële overblijfselen die daadwerkelijk in de bodem aanwezig zijn, maar waarvan op dit moment nog niets bekend is, of waarvan de locatie, het karakter, de leeftijd en/of de kwaliteit nog niet is vastgesteld.

Verwachte of voorspelde voorraad

Dit is de voorraad die op basis van gegevens over het gebruik, bekende voorraad, bodem, geschiedenis en verstoring mogelijk aanwezig is.

Waardestelling

Een waardestelling is het onderdeel van een archeologisch onderzoek waarin op basis van vaste criteria, vastgelegd in de KwaliteitsNorm Nederlandse Archeologie (KNA), de 'archeologische' waarde inzichtelijk wordt gemaakt en wordt beargumenteerd.

Waardenkaart

Een cartografische weergave van bestaande en verdwenen landschapstypen en cultuurhistorische relicten in het landschap.

Akker, J. van den, M. Manders, W. van der Wens & A. Zandstra (Red.) 2007: *Bundel maritieme vindplaatsen 1*, Amersfoort RACM en LWAOW.

Bazelmans, J., D. Meier, A. Nieuwhof, T. Spek & P.Vos 2012: *Understanding the cultural historical value of the Wadden Sea region. The co-evolution of environment and society in the Wadden Sea area in the Holocene up until early modern times (11,700 BC – 1800 AD): an outline*, *Ocean and Coastal Management* 68, 114-126.

Bonke, Hans, 2002: *Texel en de VOC*, In: Vibeke Roeper en Ineke Vonk-Uitgeest (eds) *Schepen op de rede. Texelaars in de Oost*. Maritiem en Jutters Museum/Stichting VOC 2002 Texel, 17-41.

Brenk, S. van den en R. van Lil 2010: *Periplus Archeomare Rapport 10_A003*, Monitoring Mosselzaadinstallatie. Gebied Scheurak, Waddenzee, Periplus Archeomare.

Brenk, S. van den & M. R. Manders (met bijdragen van T. Coenen) 2014: *Monitoring Scheepswrakken Burgzand Noord Periode 1998-2013*, Periplus Archeomare/RCE Rapport 13-A031.

Beukers, E. & M. de Boer 2009: *Erfgoedbalans 2009. Archeologie, monumenten en cultuurlandschap in Nederland*.

Beukers (Red.) 2011: *De Bos-atlas voor de Geschiedenis van Nederland*.

Deeben, J. D.P. Hallewas, J. Kolen & R. Wiemer 1997: *Beyond the Chrystal Ball. Predictive Modelling as a Tool in archaeological Heritage Management and Occupation History*, in: W.J.H. Willems, H. Kars & D.P. Hallewas (eds), *Archaeological Heritage Management in the Netherlands. Fifty Years State Service for Archaeological Investigations*, Assen/Amersfoort, 76-118.

Deeben, Jos 2008: *Inleiding op de derde generatie van de Indicatieve Kaart van Archeologische Waarden*, In: J.H.C. Deeben (ed.): *De Indicatieve Kaart van Archeologische Waarden, derde generatie*. Rapportage Archeologische Monumentenzorg 155, Amersfoort.

Deeben, J., D.P. Hallewas & Th.J. Maarleveld 2002: *Predictive modeling in Archaeological Heritage Management of the Netherlands: the Indicative Map of Archaeological Values (2nd Generation)*, *Berichten van de Rijksdienst voor het Oudheidkundig Bodemonderzoek* 45, 9-56.

Deeben, J.H.C, B.J. Groenewoudt, D.P. Hallewas, C.A.M. van Rooijen & P.A.M. Zoetbrood 2006: *In Search of the Archaeological Resource*, in: R.M. Van Heeringen & R.C.G.M. Lauwerier (red.), *Berichten van de Rijksdienst voor het Oudheidkundig Bodemonderzoek*, Volume 46, 113-127.

Dix, Justin, Pierre Cazenave, David Lambkin, Tim Rangecroft, Chris Pater & Ian Oxley 2009: *Sedimentation-Erosion Modelling as a tool for Underwater Cultural Heritage Management*, in: Manders, Martijn, Rob Oosting & Will Brouwers, MACHU Final Report, Nr.3, 48-54.

Erdbrink, D.P. 1950: *Publicatie van de Nederlandse Geologische Vereniging*, vol 2, nr. 8 p. 44-49.

Fitch, Simon, Vince Gaffney and Ken Thomson 2007: *In Sight of Doggerland: From speculative survey to landscape exploration*: <http://intarch.ac.uk> Last updated: Wed May 23 2007

Frost, Honor, 1964: *Diggings in The Deep, Saudi Aramco World, Volume 15, Number 6, 28-32* (accessed through: <http://www.saudiaramcoworld.com/issue/196406/diggings.in.the.deep.htm>, 7-9-2014).

Gaffney, Vincent, Kenneth Thomson and Simon Fitch (eds) 2007: *Mapping Doggerland. The Mesolithic Landscapes of the Southern North Sea. A project funded by the Aggregates Levy Sustainability Fund and administered by English Heritage*.

Gould, Richard A. (red) 1983: *Shipwreck anthropology*, University of New Mexico Press, Albuquerque.

Habermehl, Nico 2000: *Scheepswrakken in de Waddenzee (1500-1900)*, Lelystad.

- Halderen, Lidia van** 2005: *Vergelijking tussen de interpolatiemethodes DIGIPOL, SURFIS en KRIGING*. Stageverslag Rijkswaterstaat Ministerie van Verkeer en Waterstaat, Rapportnummer AGI-2005-GPMP-015, 20 juni 2005.
- Hamersveld, Ineke van (Red.)** 2009: *Cultural Policy in the Netherlands, edition 2009*, The Hague/Amsterdam.
- Holk, Andre van** 2009: *Scheepswrak gedetecteerd met geofysische technieken*, *Paleo-Aktueel* 20, p. 111.
- Houkes, M.C., van den Brenk en van Lil** 2014: *Markermeer en IJmeer in beeld*, *Historisch Geo-Morfologische Kaartenset Markermeer*, Amersfoort.
- Houkes, M.C. & S. Caspers** 2013: *Herkennen van archeologische vondsten uit waterbodems*, Rijksdienst voor het Cultureel Erfgoed, Amersfoort.
- HP39 Wrakkenregister Nederlands Continentaal Plat en Westerschelde**, uitgave Dienst der Hydrografie.
- Huisman, D.J., Manders, M.R. Kretschmar, E. Klaassen, R.K.W.M. & Lamersdorf, N.** 2008: *Burial conditions and wood degradation on archaeological sites in the Netherlands*. *International Biodeterioration and Biodegradation* 61, 33-44.
- Indicatieve Kaart van Archeologische Waarden (IKAW)** 2000: *tweede generatie* (ARCHIS, ROB, Amersfoort).
- Jansma, E., K. Haneca & M. Kosian** 2014: *A dendrochronological reassessment of three Roman boats from Utrecht (the Netherlands)*. *Journal of Archaeological Science* 50, 584-596.
- Kiden, P., Makaske, B. en van de Plassche, O.** 2008: *Waarom verschillende zeespiegelreconstructies voor Nederland?* *Grondboor en hamer* 62.
- Koeveringe, Yuri van, Martijn Manders en Johan Opdebeeck** 2011: *100x Texel Maritiem*, Uniepers Hoorn, 2011.
- Kosian, Menne** 2009: *Gising dead-reckoning. Historic maritime maps in GIS*. In: Manders et al (eds), MACHU Report Nr. 2, Amersfoort, 26-29.
- Kosian, Menne** 2013: *Het vergelijken van historische zeekaarten in GIS*, *Geo-Info* 2013-6, 4-9.
- Lauwerier, R.C.G.M** 2002: *Archeologiebalans 2002*, Amersfoort.
- Louwe Kooijmans, L.P., Van den Broeke, P.W., Fokkens, H. en A. van Gijn (red.)** 2005: *Nederland in de prehistorie*, Amsterdam.
- Maarleveld, Th.J.** 1998: *Archaeological heritage management in Dutch waters: exploratory studies*, Lelystad.
- Maarleveld, Thijs J.** 2003: *Predictive assessment as a tool in Dutch maritime heritage management*, *Bulletin of the Australasian Institute for Maritime Archaeology* 27, 121-134.
- Makaske, B., D.G. Van Smeerdijk, H. Peeters, J.R. Mulder en T. Spek** 2003: *Relative water-level rise in the Flevo lagoon (The Netherlands), 5300-2000 cal. Yr BC: an evaluation of new and existing basal peat time-depth data*.
- Manders, Martijn, Rob Oosting & Will Brouwers (eds)** 2009a: *MACHU report Nr. 2*, Amersfoort.

- Manders, Martijn, Rob Oosting & Will Brouwers (eds)** 2009b: *MACHU final report* Nr. 3, Amersfoort.
- Manders, Martijn, Bertil van Os, Jakob Wallinga** 2009: *Investigating sediment dynamics in and around shipwrecks. Combining optical dating, grain size analyses and chemical proxies*. In: Manders, Martijn, Rob Oosting, Will Brouwers (eds), *MACHU report* Nr. 2, 40-43.
- Manders, M., Tilburg, B. van** 2010: *Een visie voor het maritieme erfgoed*, Amersfoort.
- Manders, Martijn** 2013: *Ons erfgoed? Mijn erfgoed?* In: Mark Geels & Tim van Oppijnen (eds), *Nederland in Ideeën*. 101 denkers over inzichten en innovaties die ons land verander(d) en, Amsterdam.
- MD-rapportnummer: MDGAP - 2000.31**. December 2000.
- Muckelroy, Keith** 1978: *Maritime Archaeology*, Cambridge.
- Muis, L.A., en van den Breuk, S.** 2013: *Digitalisatie wrakkenregisters*. Periplus Archeomare briefrapportnr. 12A019.
- Oosting, Rob & Martijn Manders (red.)** 2007: *Machu report* Nr. 1, Amersfoort.
- Os, Bertil van, en Menne Kosian** 2011: *Sluipende degradatie van het archeologisch erfgoed*. In: Lauwerier, de Groot, van Os en Theunissen (red.). *Vragen over Malta*. RAM 196. Amersfoort 2011, 41-84.
- Peeters, Hans** 2008: *Een indicatieve, archeologische verwachting voor de grote Zeeuwse wateren*. In: J.H.C. Deeben (red.): *De Indicatieve Kaart van Archeologische Waarden, derde generatie*. Rapportage Archeologische Monumentenzorg 155, Amersfoort.
- RING** 2009: *Intern Rapport nummer 2009023*.
- Ruggenberg, Rob** 1995: *De griezelige schatkamer van de Noordzee*, internetpublicatie op www.ruggeberg.nl (bekeken op 7-9-2014).
- Schoorl, Henk** 1999/2000: *De Convexe kustboog. Texel – Vlieland – Terschelling*. Bijdragen tot de kennis van het westelijke waddengebied en de eilanden Texel, Vlieland en Terschelling, deel 1 tot en met 4.
- Vos, Arent D.** 2012: *Onderwaterarcheologie op de Rede van Texel. Waardstellende onderzoeken in de westelijke Waddenzee (Burgzand)*. Nederlandse Archeologische Rapporten 041, Rijksdienst voor het Cultureel Erfgoed, Amersfoort.
- Vos, P., Bazelmans, J. van der Meulen, M. en Weerts, H.** 2011: *Atlas van Nederland in het Holoceen*. Uitgeverij Bert Bakker.
- Vos, P. & S. de Vries** 2013: *tweede generatie palaeografische kaarten van Nederland (versie 2.0)*. Deltares Utrecht. Gedownload van www.archeologieinnederland.nl.
- Wiemer, R.** 2002: *Standardisation: the key to archaeological data quality*. In: García Sanjuan, L. & Wheatley, D.W. (ed.), *Mapping the Future of the Past, Managing the Spatial Dimension of the European Archaeological Resource*, Sevilla.
- Wit, G. de & A. Sloos** 2008: *De interpretatie van archeologische waarnemingen in Archis: een concept voor een nieuwe set complex-typen*, Amersfoort.

Geraadpleegde websites

www.archeologiein nederland.nl

<http://www.digibron.nl/search/detail/012de633f71e9267e36810ba/dukatens-mosterdgas-en-lugubere-ladingen>

<http://www.ruggenberg.nl/artikelen/wrakken.html>

www.verganeschepen.nl

<http://nl.wikipedia.org/wiki/DECCA>

www.machuproject.eu

http://www.rwsgeoweb.nl/GeoWeb41/Viewer.html?Viewer=ZD_Contacten

<http://www.english-heritage.org.uk/discover/maritime/map/>

http://www.shipwrecks.uk.com/info1_2.htm

<http://www.saudiaramcoworld.com/issue/196406/diggings.in.the.deep.htm>

http://www.coe.int/t/dg4/cultureheritage/heritage/Identities/default_en.asp

<http://www.periplus.nl/home/nl/referenties/projecten/nationaal-contactnummer-ontsluit-databases-met-wrakken-en-obstructies-onder-water>

www.periplus.nl

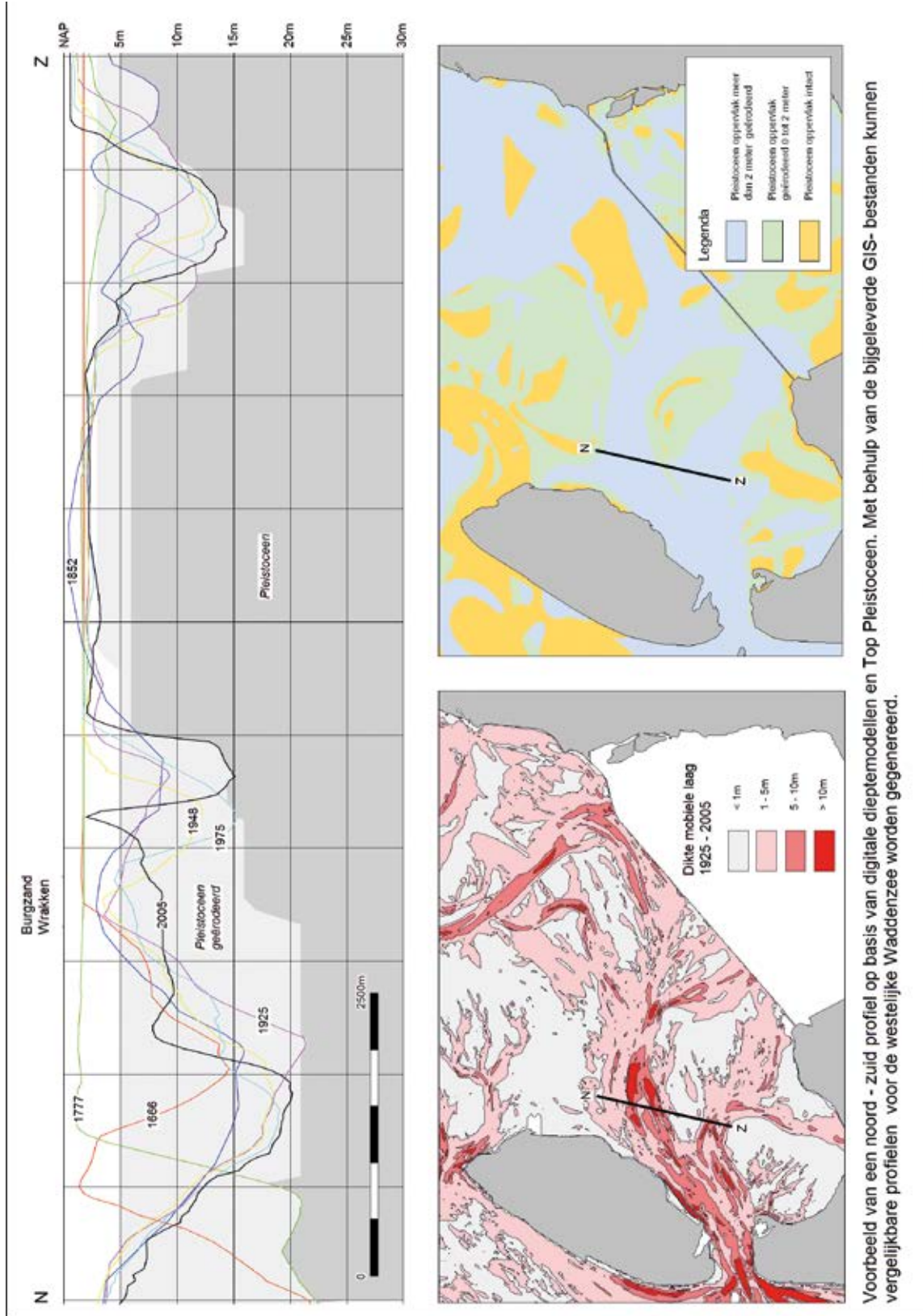
www.machuproject.eu

www.sikb.nl

http://www.waddenacademie.nl/GeoTOP_in_de_Waddenregio.565.o.html

http://www.rwsgeoweb.nl/GeoWeb41/Viewer.html?Viewer=ZD_Contacten

http://www.coe.int/t/dg4/cultureheritage/heritage/Identities/default_en.asp



Voorbeeld van een profiel op basis van de digitale GIS- bestanden

Voorbeeld van een noord - zuid profiel op basis van digitale dieptemodellen en Top Pleistoceen. Met behulp van de bijgeleverde GIS- bestanden kunnen vergelijkbare profielen voor de westelijke Waddenzee worden gegenereerd.



Dit rapport bevat een toelichting op de kaartenset die is samengesteld voor de Westelijke Waddenzee. In 2012 is de Rijksdienst gestart met een aantal pilot-gebieden in Nederland waarvoor we historisch geomorfologische kaartensets ontwikkelen, specifiek voor waterbodems. Uit de evaluatie van de archeologie wetgeving is namelijk gebleken dat waterbodems achterblijven als het gaat om de zorg voor ons archeologisch erfgoed. Daarom is het van belang om de kennis hierover, maar ook de onderbouwing ervan, te delen met onderzoekers en beleidsmakers. Zodat zij kunnen voortbouwen op deze gegevens en de informatie gebruiken als een betekenisvolle en betrouwbare inspiratiebron.

Met kennis en advies geeft de Rijksdienst voor het Cultureel Erfgoed de toekomst een verleden.