

Archeologisch vooronderzoek in de onderwaterarcheologie

KNA Leidraad Archeologie & Waterbodems



Auteurs: M.C. Houkes, M.R. Manders, B.I. Smit en T. Coenen.

Versie: definitief 7 juli 2017

***Het ontwerp van deze leidraad is vastgesteld door het CCvD Archeologie op 26 september 2016.
Deze versie is op 24 december vrijgegeven voor een openbare reactieronde tot en met 1 februari 2017.
De KNA leidraad Archeologie & Waterbodems is een initiatief van de Rijksdienst voor het Cultureel Erfgoed en definitief vastgesteld door het CCvD Archeologie op 8 mei 2017.***

Inhoud

Hoofdstuk 1 Inleiding bij de KNA-leidraad Archeologie en Waterbodems	4
1.1 Gebruik van deze leidraad	4
1.2 Leeswijzer	4
Hoofdstuk 2 KNA – protocol 4002 Bureauonderzoek (Waterbodems)	5
2.1 Doel	5
2.2 Inhoud	5
2.3 Typen archeologische resten	6
2.4 Bronnen	7
2.5 Toepassing	10
2.6 Voorbeelden	10
Noordzee	10
Wrakken	10
Rivierengebied	11
Hoofdstuk 3 KNA – protocol 4103 IVO verkennend: opwaterfase	12
3.1 Doel	12
3.2 Inhoud	12
3.3 Onderzoeksvragen	12
3.4 Technieken	14
Echosounders	14
Side Scan Sonar (SSS)	16
Magnetometer	17
Sub-bottom / seismic profilers	18
Boringen	18
3.5 Toepassing	20
3.6 Voorbeeld	20
Geofysisch onderzoek waterbodempoppervlak	20
Booronderzoek	20
Bijlage 1 bij opwater Beschrijving mogelijke archeologische resten met prospectiekenmerken	21
Hoofdstuk 4 KNA protocol 4103 – onderwaterfase verkennend	22
4.1 Doel	22
4.2 Inhoud	22
4.3 Technieken	23
Verkenning onderwater met behulp van ROV's of AUV's (Remotely Operated Vehicles of Autonomous Unmanned Vehicles)	23
Verkenning onderwater door duikers	23
4.4 Toepassing	24
4.5 Voorbeeld	24

Vooroeververdediging Zeeland	24
Hoofdstuk 5 KNA protocol 4103 –waarderend (waterbodems)	26
5.1 Doel	26
5.2 Inhoud	26
5.3 Technieken	27
5.4 Documenteren van de vindplaats	28
Multibeam	28
Computer gegenereerde fotogrammetrie	28
5.5 Stratigrafie, landschap en datering	29
5.6 Kansen en bedreigingen voor behoud in situ	30

Hoofdstuk 1 Inleiding bij de KNA-leidraad Archeologie en Waterbodems

Een enorme rijkdom van vindplaatsen uit ons verleden liggen verborgen onder het wateroppervlak. Deze vindplaatsen zoals havens, bruggen of scheepswrakken, oude cultuurlandschappen en oorspronkelijk terrestrische locaties die geïnundeerd zijn zoals verdronken dorpen of prehistorische vindplaatsen worden allemaal door het water onttrokken aan het gezicht. Het is niet altijd eenvoudig de locaties op te sporen, te bezoeken en te onderzoeken. De onderwaterarcheologie is dan ook een discipline waarin veel techniek – veelal afwijkend van de landarcheologie – wordt gebruikt. Een relatief kleine groep speciaal hiervoor opgeleide actoren doen het werk dat zijn beslag moet krijgen binnen het Malta-bestel en leveren een schat aan informatie voor de beantwoording van veel wetenschapsvragen die zijn opgetekend in de Nationale Onderzoeks Agenda 2.0.

1.1 Gebruik van deze leidraad

De leidraad Waterbodems sluit aan op de KNA Waterbodems (voor nu beperkt tot het vooronderzoek) en heeft als doel om naast experts ook opdrachtgevers en beleidsmakers inzicht te geven in wat er nodig kan zijn voor onderzoek op onderwater gelegen vindplaatsen. We hopen hiermee inzicht te geven in het algemene proces van waterbodemonderzoek, hoe dit zou kunnen worden uitgevoerd, met welke technieken en wat dat oplevert.

Omdat de ontwikkelingen in het vakgebied elkaar snel opvolgen wordt in dit document in feite een toolbox gepresenteerd waaruit geput kan worden. Naar verwachting zal de inhoud van de toolbox in de komende jaren uitgebreid worden. Hierdoor is het van belang dat de onderzoeker op de hoogte is van de nieuwste inzichten en ontwikkelingen en dat bij ieder uit te voeren onderzoek maatwerk geleverd wordt. Deze leidraad biedt informatie om dit maatwerk op gedegen wijze vorm te geven.

1.2 Leeswijzer

In dit document wordt per hoofdstuk één KNA-protocol besproken. Elk hoofdstuk begint met een beschrijving van welke informatie in deze fase van het archeologisch proces nodig is om tot een besluit te komen. Daarna worden verschillende technieken behandeld, hoe deze ingezet kunnen worden en wat dit voor resultaten op kan leveren. Tot slot worden in elk hoofdstuk enkele voorbeelden gegeven, waarin het gebruik van deze onderzoekstechnieken en strategieën wordt gepresenteerd.

Een tabel met de inzet van verschillende technieken in relatie tot te verwachten resten staat in hoofdstuk 3. Daarnaast bevat dat hoofdstuk een bijlage met daarin verschillende soorten archeologische resten en wat daarvan de prospectiekenmerken zijn.

Hoofdstuk 2 KNA – protocol 4002 Bureauonderzoek (Waterbodems)

2.1 Doel

Het bureauonderzoek, de eerste stap in de Archeologische Monumentenzorg-cyclus, is een onderzoek naar de bekende of te verwachten archeologische waarden binnen een plangebied op land, in getijdengebied en uiterwaarden of onderwater. Het onderzoek heeft als doel een gespecificeerde archeologische verwachting op te stellen waarin de mogelijke aanwezigheid, aard, omvang, kwaliteit en (indien mogelijk) waarde van bekende en te verwachten waarden worden geïdentificeerd in de lokale, regionale, nationale of internationale context. Het onderzoek bestaat uit het samenbrengen van bestaande geschreven bronnen, kaarten, foto's en overige beschikbare informatie. Het resultaat is een rapport met de gespecificeerde verwachting en een advies over eventueel te nemen vervolgstappen, op basis waarvan het bevoegd gezag een besluit kan nemen.

Deze leidraad concentreert zich op het geven van een beschrijving van vraagstellingen en bronnen voor archeologisch onderzoek in voormalige en bestaande waterbodems. De leidraad geeft handvatten voor mogelijke invalshoeken en onderzoeksmethoden. De opgenomen voorbeelden van projecten kunnen als inspiratiebron dienen. Dit is echter geen uitputtende opsomming.

2.2 Inhoud

Gedurende het bureauonderzoek wordt een gespecificeerde archeologische verwachting voor het plangebied gegeven en een advies opgesteld. Buiten het bijeenbrengen van een aantal vastgestelde administratieve gegevens, gebeurt dit op basis van een inventarisatie van de huidige situatie, consequenties van het toekomstig gebruik, de historische situatie (in verschillende perioden), bekende verstoringen, bekende waarden en landschapsgenese en algemeen beschikbare archeologische gegevens uit vergelijkbare gebieden. Tijdens het onderzoek dienen minimaal de volgende onderzoeksvragen te worden gesteld:

1. Wat is de landschappelijke en historische geschiedenis van het plangebied?
2. Zijn in (de omgeving van) het plangebied archeologische waarden bekend?
Zo ja: Wat is de aard, omvang, (diepte)ligging en datering van deze vindplaatsen?
3. Kunnen op basis van het bureauonderzoek tot op heden onbekende archeologische resten worden verwacht?
4. Zo ja: Wat is de verwachte aard, omvang, (diepte)ligging en datering van de archeologische resten?
5. Zijn in het gebied bodemverstoringen bekend waardoor archeologische resten kunnen zijn aangetast? Zo ja, tot welke diepte reiken deze verstoringen?
6. Vormt de voorgenomen ontwikkeling een bedreiging voor de bekende of te verwachten archeologische waarden?
7. Zo ja: Kan aantasting van archeologische waarden door planaanpassing worden voorkomen of beperkt?
8. Wanneer de (mogelijke) archeologische waarden niet kunnen worden behouden: Welke vorm van nader onderzoek is nodig om de aanwezigheid van archeologische waarden en hun omvang, ligging, aard en datering voldoende te kunnen bepalen om te komen tot een selectiebesluit?
9. Wat zijn de omstandigheden ter plaatse? ((water)gebruik, stroomsnelheid, diepte, dynamiek van de waterbodem, etc.)?
10. Zijn er in het plangebied archeologisch relevante geomorfologische en/of geologische afzettingen aanwezig?

2.3 Typen archeologische resten

Bij het opstellen van de verwachting wordt in ieder geval rekening gehouden met de hierna volgende typen archeologische resten. De archeologische resten zijn onderverdeeld in verschillende categorieën, namelijk verdronken landschappen en daarin aanwezig archeologische resten, watergerelateerde archeologische resten, deposities en wrakken. Deze onderverdeling is van belang voor de te onderzoeken categorieën en de te raadplegen bronnen (zie tabel 1). In de volgende fase is de aard van de te verwachten resten van belang voor de keuze voor de in te zetten methoden en technieken.

Voor het verdronken landschap geldt sterk dat de inhoudelijke vraagstellingen overeenkomen bij de vraagstellingen in de landarcheologie. De categorie onderscheidt zich van de landarcheologie doordat onderzoek in de waterbodem andere methoden en technieken vereist, ook met betrekking tot vraagstellingen ten aanzien van gaafheid, conservering en in latere fases behoud in situ en monitoring. Zie bijvoorbeeld ook NOaA 2.0 vraag 6. Onderstaande categorieën kennen een grote maritiem inhoudelijke component, waarbij het karakter van de waterloop, het gebruik van het water en ontwikkelingen in dat gebruik door de eeuwen heen voorop staan. De vraagstellingen zijn uiteraard niet los te zien van de in de archeologie gebruikelijke vraagstellingen ten aanzien van infrastructuur, economie, etc. (voor inspiratie wordt verwezen naar de NOaA 2.0, bijvoorbeeld thema's 19, 22 en 23). Voor de categorie van water-gerelateerde resten geldt dat deze in waterbodems, maar ook in voormalige (begraven/afgedekte) waterbodems, of juist op de grens van land en water voorkomen. De toegepaste methoden en technieken zullen hier uiteraard op afgestemd moeten worden.

Voor alle categorieën is tot slot van belang dat het bureauonderzoek ook antwoord geeft op de vraag in hoeverre de resten aan en op de waterbodemoppervlakte voor kunnen komen of in hoeverre deze volledig afgedekt kunnen zijn door sediment. Dit is niet alleen van belang voor de in te zetten technieken in de volgende fase, maar in combinatie met huidig gebruik en eerdere activiteiten ook voor de mogelijke conserveringsomstandigheden ter plaatse.

Verdronken landschappen, met daarin:

Sporen en resten van menselijke bewoning of sporen van gebruik van het prehistorische landschap;

Verdronken nederzettingsresten daterend van Romeinse Tijd tot en met Nieuwe Tijd; bijv. Romeinse votiefplaatsen, resten van bebouwing en begraafplaatsen, kerken en kastelen, afvallagen, etc.

Water-gerelateerde resten, zoals:

Dijken, beschoeiingen en kadeconstructies, havens, visvangstconstructies of bunnen, water- of baggermolens, zinkstukken, aanlegsteigers, dukdalven, duikers, doorlaten, dammen, bruggen, sluisen, dijken, voordes, scheepshellingen, dokken, aanleg- en overslagplaatsen, kasteel- buitenplaats- en vestinggrachten en/of andere verdedigingswerken.

Deposities:

Concentraties aan objecten die opzettelijk (bijv. rituele deposities) of per ongeluk in het water terecht zijn gekomen.

Rituele deposities: solitaire of groepsdeposities in of bij landschappelijke of fysieke overgangsgebieden, in rivieren, beekdal, vennen en venen.

Vondstconcentraties: bij landschappelijke of fysieke overgangen, in rivieren, kanalen, grachten, sloten of greppels; specifiek naast bewoning (boenstoepen/wasplaatsen) en ambachtelijke/ industriële activiteiten, plaatsen van samenkomst (het café, de tolplaats, etc.), aanleg-, opstap- of overslagplaatsen, bij stortkokers, afgevalen scheepslading, afvalstortplaatsen, locaties waar oorlogshandelingen hebben plaatsgevonden, etc.

Wrakken en toebehoren: schepen, vliegtuigen, baggermolens, scheepskamelen, drijvers van schipbruggen, pontons, drijvende verdedigingswerken, boeien of boeiankers, veerkettingen, etc.

2.4 Bronnen

Om de onderzoeksvragen te kunnen beantwoorden en de verschillende typen resten in kaart te brengen, zijn in ieder geval de hierna volgende bronnen beschikbaar. Hierbij is van belang op te merken dat sommige van deze bronnen niet één op één te benutten zijn. Tevens is het aan te raden per onderzoek de verschillende bronnen kritisch tegen het licht te houden en te bezien of deze voor het type onderzoek relevant zijn dan wel kunnen worden vervangen voor recentere studies. Het ontbreken van bekende contacten betekent niet automatisch dat sprake is van een lage verwachting, aangezien niet overal onderzoek heeft plaatsgevonden. Onderstaande lijst is geen uitputtende opsomming.

Zie ook paragrafen 5.1 t/m 5.4 in KNA Waterbodems protocol 4002

- Archis (Archeologische database in beheer bij RCE); bekende waarden, uitgevoerd onderzoek, meldingen etc. Over het algemeen zijn er weinig onderzoeksmeldingen, vondstmeldingen of waarnemingen bekend uit waterbodems. Echter ook vondstmeldingen van primair of secundair gedeponerd materiaal uit de bredere omgeving betrokken worden, zoals aangespoelde vondsten of meldingen van vondsten bij zandopspuitingen of gronddepots zijn relevante aanwijzingen.
- Eerder uitgevoerd onderzoek: archeologisch (rapporten/literatuur) of ander wetenschappelijk onderzoek (bijv. erosie / sedimentatie onderzoeken uitgevoerd door NIOZ, surveybedrijven of ander onderzoek, veelal raadpleegbaar via <https://easy.dans.knaw.nl>).
- Eerder uitgevoerde (infrastructurele) werken, met ligging en diepte van de verstoring, bijvoorbeeld via kaartmateriaal RWS of het Noordzeeloket.
- Nationaal contactnummer Nederland (NCN, beheerd door / benaderbaar via www.rwsgeoweb.nl). Bevat contacten van Dienst der Hydrografie (www.hydro.nl), Rijkswaterstaat, RCE: verzamelde contactgegevens uit (sonar)onderzoek. NB: contacten zijn niet gevalideerd, ontbreken van gegevens betekent niet dat er niets aanwezig is. Omgekeerd geldt dit ook, de aanwezigheid van gegevens zegt niet dat er archeologische resten aanwezig zijn.
- Wrakkendatabases / archieven van amateurarcheologen / sportduikers
- Gegevens Stichting Aircraft Recovery Group 40-45 en de Nederlandse Federatie voor Luchtvaart Archeologie (www.nfla.nl); Militaire resten (www.ikme.nl); WOII- luchtfoto's (<http://library.wur.nl/WebQuery/geoportal/raf>; <http://www.rafluchtfoto.nl/>)
- Geofysische (monitorings)data Rijkswaterstaat, Waterschap, Provincie of opdrachtgever: multibeam, sonar, soms seismiek. NB Vergride data zijn niet sluitend, maar geven wel een indicatie van eventueel reliëf in de ondergrond. Als de ruwe data echter van voldoende kwaliteit zijn en ook nog eens recent opgenomen, kan blijken dat een opwateronderzoek niet meer noodzakelijk is (zie Leidraad Inventariserend Veldonderzoek Opwaterfase).¹
- Historisch kaartmateriaal (topotijdreis, hisgis, molendatabase, www.archeologiein.nl, www.landschapin.nl, etc.)
- Actueel Hoogtebestand AHN (land / verlandende waterbodems) en Actueel Dieptebestand / Waterdiepte kaarten / bathymetrische kaarten (waterbodems)
- Historische diepte kaarten (om erosie en sedimentatie in beeld te krijgen)
- Geo(morfo)logische en bodemkundige gegevens: de meeste voor land gebruikelijke bronnen, data TNO-NITG of opdrachtgever (bijvoorbeeld eerder verzamelde gegevens over sonderingen, boringen, seismiek).
- Rapporten van bijvoorbeeld TNO, Deltares, RGD.
- Boorgegevens – DINO (www.dinoloket.tno.nl): ook op te vragen voor archeologische doeleinden zijn gegevens die nog onder embargo zijn ivm commerciële waarde
- Beschikbare (verwachtings)waardenkaarten: gemeente, regio, provincie en rijk.
 - Globale Archeologische Kaart van het Continentale Plat (NB deze kaart is onvolledig gebleken t.a.v. zones met intacte bodemopbouw, een nieuwe kaart is in ontwikkeling)
 - Indicatieve Kaart van Archeologische Waarden (IKAW, versie 3)

¹ NB: In het verleden is door Rijkswaterstaat gebruik gemaakt van het zogeheten Geoswath systeem. Hiermee worden grote hoeveelheden data gegenereerd, waarbij uit het gemiddelde van de data een beeld wordt samengesteld van de waterbodems. Hierbij blijft echter onvoldoende detail over om de techniek bruikbaar te maken voor het opsporen, beoordelen of onderzoeken van archeologische vindplaatsen.

- o Noordzeeatlas
- o Waardenkaart Uiterwaarden Rivierengebied
- o Gegevensbestanden Markermeer – IJmeer²
(<https://easy.dans.knaw.nl/ui/datasets/id/easy-dataset:60816>)
- o Gegevensbestanden Westelijke Waddenzee ³
<https://easy.dans.knaw.nl/ui/datasets/id/easy-dataset:60820>

Categorie te verwachten resten	Te onderzoeken elementen	Bronnen
<i>Verdronken prehistorisch landschap</i>	Bodemopbouw; Bodemkunde; Geologie; Geomorfologie; Sedimentatie- en erosie processen: opbouw en intactheid van het landschap	De meeste voor land gebruikelijke geo(morfo)logische en bodemkundige gegevens, TNO-NITG, boordata DINO, sonderingsgegevens, (historische) waterdieptekaarten, seismiek, verstoringgegevens, bathymetrische/geofysische data (o.a. RWS)
<i>Verdronken historisch landschap</i>	Historische ontwikkeling van het (maritiem) landschap, waaronder dijkdoorbraken, dijkverplaatsingen, rivierverleggingen, veranderingen in kustlijn, Verandering waterdiepte, de maakbaarheid van het landschap doormiddel van ingrepen die door de tijd heen zijn gedaan	Archis, NCN, Bodemkaarten, historisch kaart- & fotomateriaal, AHN, ADN, historische dieptekaarten, (verwachtings)waardekaarten, bathymetrische/ geofysische data, (archeologische) rapporten en literatuur
Watergerelateerde resten	Historische ontwikkeling van het (maritiem) landschap (onder EN bovenwater); watermanagement; aantrekkelijke of bekende locaties van hoeves, nederzettingen, versterkingen, tolplaatsen, havens, werven, etc.; infrastructuur, bruggen, voordes, kruisingen	Archis, NCN, Bodemkaarten, historisch kaart- & fotomateriaal, geschreven bronnen, AHN, ADN, historische dieptekaarten, geofysische data, (verwachtings)waardenkaarten, (archeologische) rapporten en literatuur
Deposities	Kruisingen en splitsingen van land- en waterwegen, landschappelijke overgangen zoals beekdalen, venen en vennen; Zones voor afvaldumps (naast bewoning) of bestortingen of zones waar verloren goederen verwacht kunnen worden (toegangswegen en poorten, grachten, bruggen, veren, laad/losplaatsen, scheepswerven, voordes etc)	Archis, geomorfologische en bodemkaarten, historisch kaartmateriaal en geschreven bronnen, AHN/ADN, bathymetrische/geofysische data, (verwachtings)waardenkaarten, luchtfoto's, (archeologische) rapporten en literatuur
Wrakken	Historisch bekende zones,	Historisch kaartmateriaal,

² Historisch geomorfologische datasets Markermeer – IJmeer

³ Historisch geomorfologische datasets Waddenzee

	vaarwegen met periode van gebruik, risico's in vaargebieden zoals ondieptes, havens; locaties of gebieden waar oorlogshandelingen hebben plaatsgevonden,	(historische) dieptekaarten, AHN / ADN, bathymetrische/geofysische data, NCN, wrakkendatabases, ARG, NFLA, OCE-onderzoeksrapporten; Indicatieve Kaart Militair Erfgoed (IKME); Luchtfoto's, (archeologische) rapporten en literatuur
--	--	--

Tabel 1 overzicht te onderzoeken elementen en bronnen per categorie te verwachten resten

2.5 Toepassing

Ongeacht de inhoudelijke vraagstellingen en de in de latere fases toegepaste methoden en technieken, is het, om de archeologische resten in kaart te kunnen brengen, van primair belang om de landschappelijke ontwikkeling van het onderzoeksgebied duidelijk te krijgen.

Bij een bureauonderzoek in het kader van een zandwinning op de Noordzee zal de focus echter anders kunnen komen te liggen dan bij het verdiepen of aanleggen van een hoogwatergeul in het rivierengebied of het vervangen van een kade of uitdiepen van een gracht op een historische locatie. Daarom worden hieronder enkele voorbeelden van bureauonderzoeken gegeven, waarbij wordt ingegaan op de verschuiving in focus en daarmee op het toepassen van de beschikbare bronnen. Zoals bovendien uit de voorbeelden blijkt is van belang te weten hoe de werkzaamheden er precies uit zullen gaan zien en wat de invloed van deze werkzaamheden op de bredere omgeving zal zijn.

2.6 Voorbeelden

Noordzee

Prehistorisch landschap

Voor een tweetal plangebieden op de Noordzee, waar men voornemens is zand te gaan winnen, zal om de bovenstaande vragen te kunnen beantwoorden de focus komen te liggen op de landschappelijke ontwikkeling in de prehistorie. In dit geval is de historische landschappelijke ontwikkeling minder van belang: de plangebieden liggen dusdanig ver op zee dat geen historische (bebouwings)resten verwacht hoeven te worden.

Om de verwachting op prehistorische resten te kunnen specificeren zijn bijvoorbeeld de volgende aspecten van belang:

Vanaf welke periode is het plangebied geschikt voor bewoning? Wanneer vernat het gebied weer? Kan op basis van reeds beschikbare gegevens (bijvoorbeeld eerdere boringen, sonderingen of seismisch onderzoek) een uitspraak gedaan worden over de intactheid van de bodemopbouw, bijvoorbeeld wordt de top van het pleistocene zand afgedekt door een klei op veen pakket? Zijn er aanwijzingen voor erosie?

Ter illustratie: In de Noordzee is vaker dan eerder werd aangenomen sprake van intacte klei-op-veenlagen op een intacte top van het Pleistocene dekzand. Ook in het Zuiderzeegebied (bijvoorbeeld Markermeer en Randmeren) is geconstateerd dat de prehistorische ondergrond veelal niet geërodeerd is door het latere Almere en de latere Zuiderzee.

In en rond één van de plangebieden blijkt dat er van een tweetal boringen gegevens beschikbaar zijn. De ene boring laat een intacte opvolging van lagen zien, in de andere boring ontbreekt de klei op veen opvolging in de top van de boring. Uit de opgevraagde multibeam en sonargegevens blijkt bovendien dat een deel van het plangebied verlaagd is door vermoedelijk natuurlijke erosie. In dit geval kan de verwachting getoetst worden door de borings- en sonderingsgegevens die de initiatiefnemer zal verzamelen te controleren. Indien besloten wordt om het nog intacte deel buiten de contour van de zandwinning te laten, kan het proces van de AMZ wat betreft het prehistorisch landschap hier gestaakt worden. Van het andere plangebied zijn nog geen boorgegevens beschikbaar: hier luidt het advies om de te plaatsen boringen geoarcheologisch te laten interpreteren zodat duidelijk wordt of eventuele aanwezigheid van archeologisch relevante geomorfologische/geologische afzettingen bedreigd worden door de voorgenomen ontwikkeling.

Wrakken

Tot slot is scheepvaart een belangrijke factor in het gebied, net als het mogelijke neerstorten van vliegtuigen in met name WOII. Om deze reden worden reeds opgenomen multibeam en sonardata opgevraagd. De data zijn van voldoende kwaliteit om te kunnen dienen als Inventariserend Veldonderzoek Opwaterfase. Uit de gegevens zijn een tiental contacten herkenbaar. Enkele van deze contacten blijken ook voor te komen in NCN en worden geïnterpreteerd als scheepswrak of

vliegtuigwrak. De overige contacten zijn vooral verloren lading of afval. De locaties van de (mogelijke) scheeps- en vliegtuigwrakken worden buiten de begrenzingen van de zandwinning gehouden. Hierbij wordt een ruime marge gehanteerd om te voorkomen dat de vindplaatsen in de toekomst bedreigd worden door 'zandhonger' (het verplaatsen van sediment naar dieper geërodeerde of ontgraven gebieden). Dit is gunstig vanuit oogpunt van de archeologische monumentenzorg, maar ook wordt hier winst behaald vanuit het praktische oogpunt van de initiatiefnemer: de resten zouden onoverkomelijke obstakels vormen tijdens de winningsactiviteiten en zijn nu op voorhand in kaart gebracht én beschermd.

Rivierengebied

Voor een plangebied in het rivierengebied is vastgesteld dat de jongere rivierlopen oudere prehistorische en Romeinse resten naar alle waarschijnlijkheid hebben 'opgeruimd'. Dit zal uiteraard voor ieder plangebied onderzocht moeten worden, waarbij naast de hierboven genoemde bronnen onder andere gebruik gemaakt kan worden van de Archeologische Verwachtingskaart uiterwaarden rivierengebied⁴ of de Archeologische Verwachtingskaart Maasdal tussen Mook en Eijsden⁵. De focus voor het hier onderzochte plangebied zal komen te liggen op de historische periode. Vragen die dan gesteld kunnen worden: in welke perioden was het gebied bevaarbaar? Is er sprake van een hoofdgeul, nevengeul, etc. en in welke periode was deze actief? Zijn er historische havenplaatsen of infrastructurele knooppunten bekend in (de omgeving van) het plangebied? Zijn er op basis van historische kaarten sluizen, duikers, veren, doorwaadbare plaatsen, etc. te verwachten? Is sprake van een dynamisch of veel benut gebied waar het van belang was de route begaanbaar te houden, waar sprake is van gevaarlijke ondieptes (bijvoorbeeld te herleiden uit historische dieptekaarten) of waar het van belang was de kade / wal te verstevigen? Zijn er op basis van historisch kaartmateriaal locaties aan te wijzen waar een verhoogde kans is op aantreffen van aanlegsteigers, sluizen, kades of bijvoorbeeld historische boerderijen? Loopt er tegenwoordig een vaargeul door het gebied en tot op welke diepte wordt deze onderhouden? Zijn er (recente) monitoringsgegevens beschikbaar waarop contacten zichtbaar zijn?

Een combinatie van bronnen leidt tot een reconstructie van (voormalige) vaargeulen en waterlopen waarmee tevens inzicht verkregen wordt in de ligging van beschoeiingen of kades, aanlegplaatsen, maar ook in de mogelijke routes van vaartuigen (van kano tot rivieraak) en de mogelijke datering van al deze elementen.

⁴ K.M. Cohen, S. Arnoldussen, G. Erkens, Y.T. van Popta & L.J. Taal 2014: Archeologische verwachtingskaart uiterwaarden rivierengebied. Deltares, Rijksuniversiteit Groningen & Universiteit Utrecht. Te vinden op www.archeologieinnederland.nl

⁵ R. Isarin, E. Rensink, R. Ellenkamp & E. Heunks 2015: Archeologische Verwachtingskaart Maasdal tussen Mook en Eijsden. Rijksdienst voor het Cultureel Erfgoed, Amersfoort. Te vinden op www.archeologieinnederland.nl

Hoofdstuk 3 KNA – protocol 4103 IVO

verkennend: opwaterfase

Deze fase wordt voorafgegaan door: Bureauonderzoek (KNA protocol 4002)
Programma van Eisen (KNA)

3.1 Doel

De vorige fase, het Bureauonderzoek, heeft als eindresultaat een gespecificeerde verwachting opgeleverd met een beschrijving van de mogelijk aan te treffen archeologische resten. Het Inventariserend Veldonderzoek – Verkennende fase heeft als doel deze verwachting te toetsen en aan te vullen zodat inzicht ontstaat in de mogelijke aanwezigheid van archeologische resten. Het resultaat van deze fase is een rapport met daarin een beschrijving van de gebruikte methode(n), de verkregen resultaten en ondersteunend kaartmateriaal. Ook bevat het rapport een advies over eventueel te nemen vervolgstappen, op basis waarvan het bevoegd gezag een besluit kan nemen.

Het Inventariserend Veldonderzoek-Verkennend valt uiteen in verschillende fases, te weten het 'inventariserend veldonderzoek opwater', uitgevoerd vanaf een schip en het 'inventariserend veldonderzoek onderwater' uitgevoerd met bijvoorbeeld de inzet van duikers of ROV's (Remotely Operated Vehicle). Tijdens de opwaterfase worden over het algemeen grote oppervlaktes in kaart gebracht en mogelijke vindplaatsen opgespoord. In de volgende (onderwater of karterende) fase worden kleine oppervlaktes in kaart gebracht en vindplaatsen gevalideerd. Dit gedeelte van de leidraad richt zich op de opwaterfase.

3.2 Inhoud

In het deel leidraad Bureauonderzoek is kort beschreven welke typen archeologische resten aangetroffen kunnen worden, namelijk resten samenhangend met verdronken landschappen, watergerelateerde resten, deposities of wrakken. Uit de gespecificeerde verwachting is gebleken met welk type resten bij het veldonderzoek rekening gehouden dient te worden. Deze verwachting is direct van invloed op de onderzoeksvragen en de te kiezen methoden en technieken. Het onderzoek naar verdronken landschappen zal zich in deze fase richten op de intactheid van het landschap. Hiervoor wordt booronderzoek (waar mogelijk) aangevuld met geofysische technieken, uitgevoerd. Om archeologische resten op te sporen die samenhangen met verdronken historische resten, watergerelateerde resten, deposities of wrakken zal in deze fase geofysisch onderzoek worden uitgevoerd. Om deposities op te sporen kan het nuttig zijn reeds in deze fase over te gaan tot het steekproefsgewijs controleren van de waterbodem op vondstconcentraties (bemonstering). Zie hiervoor ook tabel 2. Hieronder zijn de algemene onderzoeksvragen, onderzoeksvragen bij onderzoek door middel van boringen en onderzoeksvragen bij onderzoek door middel van geofysisch onderzoek opgenomen. Vervolgens worden de meest toegepaste onderzoekstechnieken beschreven. Dit betreft geen uitputtende opsomming. In bijlage 1 worden de verschillende typen archeologische resten beschreven met de bijbehorende kenmerken die de keuze voor de geschikte techniek beïnvloeden.

3.3 Onderzoeksvragen

Voor zover mogelijk wordt tijdens dit onderzoek ingegaan op de aan- of afwezigheid, de aard, de omvang, de datering, de gaafheid, de conservering en de inhoudelijke kwaliteit van de archeologische waarden. Algemene onderzoeksvragen die gesteld kunnen worden tijdens deze fase zijn:

1. Wat zijn de fysieke omstandigheden op de locatie?
2. Is sprake van archeologische resten op of in de waterbodem?
3. Is het mogelijk een uitspraak te doen over de eventuele archeologische waarde van deze resten? (op basis van datering, conserveringstoestand, aard en omvang)

4. Is het mogelijk om, bijvoorbeeld op basis van intactheid van het landschap, zones aan te wijzen waar archeologische resten verwacht kunnen worden?
5. Indien vindplaatsen zijn aangetroffen: is verder onderzoek noodzakelijk?
6. Welke methoden en technieken moeten hierbij worden ingezet?

Inventariserend Veldonderzoek opwater door middel van geofysische technieken

Tijdens dit opwateronderzoek worden verschillende niet-destructieve geofysische methoden ingezet om objecten op of in de waterbodem op te sporen of om geologische opbouw van de bodem in beeld te brengen. In deze fase worden dus geen duikers ingezet. Voordat gestart kan worden met het veldwerk is van belang om te bepalen welke technieken ingezet moeten worden (zie tabel 2 en bijlage 1), wat de juiste apparatuur is, de benodigde dichtheid van de raaien, de frequentie van het akoestisch signaal etc. (zie toelichting technieken). Ook is van belang de te onderzoeken oppervlakte vast te leggen, bijvoorbeeld om ook het werkgebied (denk aan ankeren van werkschepen) of invloedsgebied van de ontwikkeling (denk aan erosie door veranderende stroming) te kunnen onderzoeken. Deze randvoorwaarden kunnen worden vastgelegd in een Programma van Eisen.

Tijdens dit onderzoek worden naast bovenstaande algemene vragen (onder andere) de hierna volgende specifieke onderzoeksvragen beantwoord. NB: aan de hand van de resultaten van het geofysisch onderzoek is het soms mogelijk direct de aard van een waargenomen fenomeen te bepalen. Ten opzichte van de landarcheologie leidt dit tot onderzoeksvragen met een enigszins waarderend karakter en kan de verkennende fase dus ook leiden tot deselectie van vindplaatsen.

- Zijn er in, op of aan de waterbodem fenomenen waarneembaar?
- Zijn deze fenomenen antropogeen of natuurlijk van aard?
- Indien deze fenomenen van natuurlijke aard zijn, om welke fenomenen gaat het hier dan?
- Indien deze fenomenen als antropogeen worden geïdentificeerd, om welke classificatie gaat het hier dan? Hierbij rekening houdend met de hoofdindeling:
 - o Archeologische objecten
 - o Niet gesprongen explosieven (NGE)
 - o Overige baggerobstakels
- Indien een antropogene site gevonden wordt, wat is de vermoedelijke aard en omvang van de site?
- Worden de sites bedreigd door de geplande ingrepen?
- Kan er een eerste inschatting gemaakt worden van de archeologische waarde van de site?
- Is het mogelijk om op basis van het akoestische beeld zones met een hoge, middelmatige of lage activiteit van de waterbodems aan te wijzen (erosie/suppletie)?
- Wat is de relatie tussen de aangetroffen objecten en het reliëf van de waterbodem? Kunnen aan de hand van deze relatie risicovolle locaties gemarkeerd worden?
- In welke lagen of zones zijn archeologische resten of aanwijzingen voor land- of watergebruik te verwachten?
- Zijn er landschappelijke fenomenen waarneembaar die wijzen op menselijke activiteiten of die invloed kunnen hebben gehad op het handelen van de (vroege) mens?
- Is sprake van verstoringen in het onderzoeksgebied, zo ja, in welke mate?
- Indien er geen akoestische fenomenen worden waargenomen, zijn er dan aanwijzingen dat dit het gevolg is van de eroderende werking, van sedimentatie of van menselijk handelen?

Inventariserend Veldonderzoek opwater door middel van boringen

Tijdens het bureauonderzoek is een, vaak nog globaal, beeld verkregen van de bodemopbouw in het plangebied. In deze fase worden boringen en eventueel geofysisch onderzoek ingezet om het verkregen beeld te toetsen en verder aan te vullen. Uit dit onderzoek kan blijken dat het noodzakelijk is (gefaseerd) aanvullend verkennend of karterend onderzoek uit te voeren, om voldoende onderbouwd te kunnen adviseren over een eventueel noodzakelijk waarderend onderzoek. Tijdens het onderzoek worden naast bovengenoemde algemene vragen (onder andere) de volgende onderzoeksvragen beantwoord:

Algemeen:

- Welke opeenvolgende sedimenten zijn in de boringen aangetroffen en hoe zijn deze in te delen naar lithostratigrafische eenheden?
- Is de top van het pleistocene pakket intact / wordt deze afgedekt door klei-veenpakketten?
- Zijn in de pleistocene afzettingen intacte paleosols aanwezig?
- Zijn de vroeg-holocene afzettingen intact.
- Bevatten de pleistocene en/of vroeg-holocene afzettingen archeologische indicatoren, zoals vuurstenen artefacten verbrande hazelnootdoppen, botresten, houtskool en ander verkoold materiaal, etc.?
- Komen vegetatiehorizonten en/of gerijpte niveaus voor?

Samenvattend:

- Zijn er tijdens het onderzoek archeologische vindplaatsen aan het licht gekomen?
- Zo nee:
- Is het gebruikte boorgrid voldoende?
 - Is het pleistocene en/of het vroeg-holocene landschap intact?
 - Is het paleolandschap of delen daarvan (bijvoorbeeld getijdenlandschap of dekzandlandchap) intact?
 - Kunnen zones worden aangewezen waar op basis van het onderzoek archeologische resten verwacht kunnen worden?
- Zo ja:
- Wat is de aard, datering, (diepte)ligging en fysieke kwaliteit van de vindplaats?
 - Wat is de relatie met het paleolandschap?
 - Kan een uitspraak worden gedaan over de omvang van de vindplaats?

Ten aanzien van het advies met betrekking tot eventueel vervolgonderzoek (aanvullend verkennend of karterend):

- Kan door middel van bodempenetrerend geofysisch en/of booronderzoek het prehistorisch landschap in kaart gebracht worden?
- Zijn op basis hiervan zones aan te wijzen met een verhoogde kans op de aanwezigheid van bewoningssporen?
- Welk aanvullend veldwerk is nodig om het prehistorisch landschap nader in kaart te brengen en eventuele vindplaatsen op te kunnen sporen of te kunnen begrenzen? Denk hierbij aan aanvullende boringen, monsternamen en / of grabsampling of duikend onderzoek.
- Indien op basis van de resultaten van het aanvullende (karterende) onderzoek een waarderend onderzoek noodzakelijk geacht wordt, hoe dient dit te worden ingericht?

3.4 Technieken

Hieronder wordt beschreven hoe de geformuleerde onderzoeksvragen mogelijk beantwoord kunnen worden, oftewel welke technieken hiervoor beschikbaar zijn en waarop bij de inzet van deze technieken gelet moet worden. Ook worden voorbeelden gegeven van projecten waarin deze technieken succesvol zijn toegepast. De hier omschreven technieken zijn op dit moment de meest gangbare, het overzicht pretendeert zeker niet compleet te zijn: methoden en technieken ontwikkelen zich in snel tempo., Soms levert het anders toepassen van een bestaande techniek verrassende resultaten op.

Echosounders

Bathymetrische gegevens kunnen worden verzameld met de inzet van multibeam en single beam sonar (echosounders). Deze technieken worden algemeen ingezet bij onderzoek om de waterbodempopografie in kaart te brengen en veranderingen in waterbodemreliëf te kunnen volgen. Echosounders werken met geluidspulsen en meten per puls de diepte op tot de bodem. Een single beam doet dit met een enkele meting per keer en een multibeam met meerdere pulsen tegelijk. Met een single beam echosounder worden gedetailleerde opnamen gemaakt van de waterbodem, echter niet vlakdekkend. Per gevaren lijn wordt een zeer accuraat profiel van de waterbodem verkregen. Meerdere singlebeam raaien die bij voorkeur parallel aan elkaar zijn opgenomen kunnen geïnterpoleerd worden tot een vlakdekkend beeld. Zodoende kan relatief

eenvoudig en met grote snelheid de diepte van een groot gebied ruwweg in kaart worden gebracht. Door het onderzoek regelmatig te herhalen, kunnen erosie- en sedimentatiepatronen over zeer grote oppervlakten in beeld gebracht worden.

De multibeam kan algemeen worden toegepast om mogelijke archeologische vindplaatsen op de waterbodem op te sporen. Multibeam zendt en ontvangt een akoestisch signaal waarmee een gedetailleerd 3D beeld van de waterbodem wordt verkregen op basis van verschil in diepte. De mogelijke frequentie ligt tussen 200 en 700 kHz, waarbij de lagere frequenties worden ingezet om het waterbodembodemreliëf in kaart te brengen. De middenfrequenties (400 / 455 kHz) worden gebruikt om archeologische vindplaatsen op te sporen en erosie- en sedimentatieprocessen op siteniveau te volgen.⁶ De hoge frequentie van 700 kHz wordt ingezet om vindplaatsen gedetailleerd in kaart te brengen (zie deel Leidraad Waarderend).

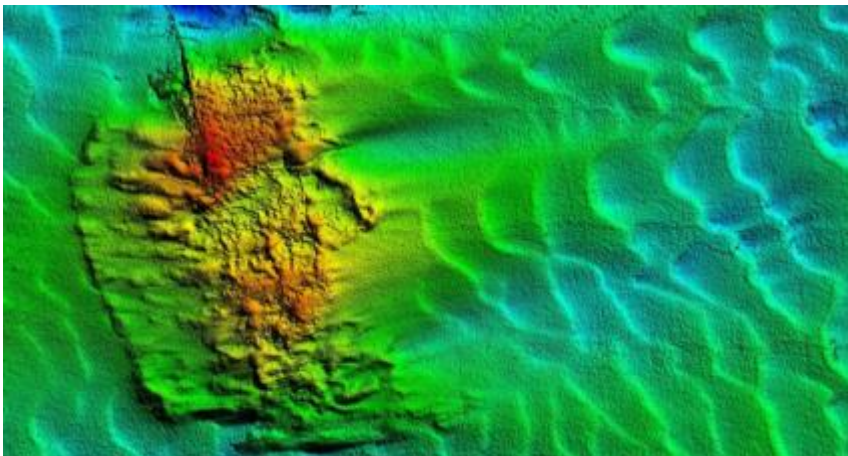
Factoren die van invloed zijn op de resolutie en daarmee op de kwaliteit en bruikbaarheid van de data

Diepteligging van de waterbodem: hoe groter de diepte, hoe lager het aantal signalen per seconde dat verstuurd kan worden. Hoe hoger het aantal signalen per seconde, hoe hoger de resolutie in de vaarrichting. Ook de resolutie dwars op de vaarrichting wordt beïnvloed door de diepte: de signaalbundel zal een steeds grotere breedte beslaan, naarmate de diepte toeneemt (met een lagere dichtheid en resolutie tot gevolg).

Vaarsnelheid: voor hoge resolutie opnamen is het van belang een zo laag mogelijke snelheid te hanteren. Soms zal snelheid echter noodzakelijk zijn om een rechte vaarlijn te kunnen behouden, de benodigde vaarsnelheid is daarmee de beperkende factor.

Frequentie: de minimaal benodigde frequentie voor de opsporing van archeologische vindplaatsen is 400 Khz. Voor hoogresolutie (detail) opnamen is inmiddels een frequentie van 700 Khz beschikbaar. Lagere frequenties dringen dieper door in de bodem en veroorzaken ruis, waarin voor archeologie noodzakelijke details verdwijnen.

Dataverwerking: vergridding van data leidt tot verlies van detailinformatie.



Multibeam opname van scheepswrak Burgzand Noord 3. Bron: RCE

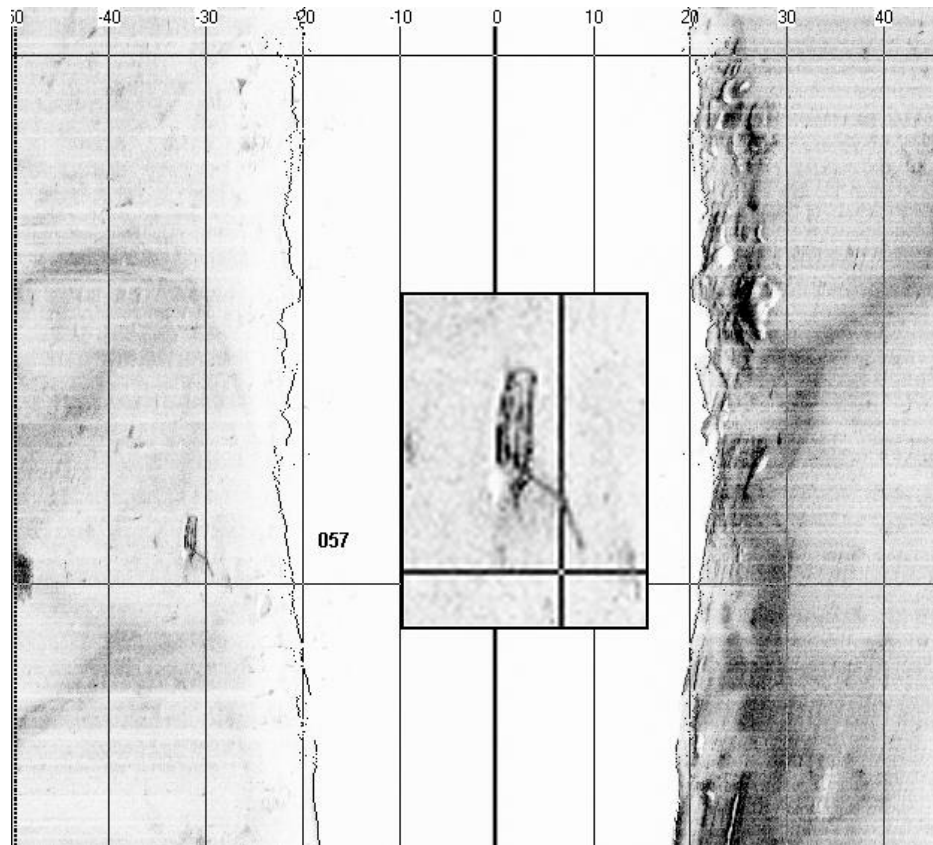
⁶ Zie ook: SASMAP Guidelines 1 en 2: <https://maritiem-erfgoed.nl/publicaties/guidelines-to-the-process-of-underwater-archaeological-research-guideline-manual-1>
<https://maritiem-erfgoed.nl/publicaties/best-practices-for-locating-surveying-assessing-monitoring-and-preserving-underwater>

Side Scan Sonar (SSS)

De side scan sonar werkt eveneens met akoestische (geluids-) signalen die een hoog-resolutie 2D beeld opleveren van de waterbodem en eventuele anomalieën. Sediment met een hogere dichtheid geeft een sterkere reflectie dan zachtere sedimenten (met een lagere dichtheid). De mogelijke frequenties variëren tussen 6 en 1600 kHz, waarbij de lage frequenties over het algemeen ingezet worden om een algemeen beeld te krijgen van het waterbodembreiëf en textuur van het sediment. Ten behoeve van het opsporen, in kaart brengen en monitoren van (mogelijke) archeologische sites op de waterbodem is een hoge frequentie noodzakelijk, waarbij soms een resolutie van enkele centimeters bereikt kan worden. Door de sonarbeelden samen te voegen tot een mozaïek wordt een realistisch beeld van de waterbodem verkregen. De geluidsignalen worden vanuit een metalen vis onder een hoek naar de zijkant toe uitgezonden. Het zo verkregen beeld is een oblique opname van reflecties en schaduwen van wat er op de bodem ligt. Dit kan in hoog detail zijn. Het afleiden van afmetingen is goed mogelijk.

Om voor de opwaterfase bruikbare en betrouwbare resultaten te verkrijgen, worden met de huidige stand van techniek de volgende richtlijnen gehanteerd:

- Signaalfrequentie van de sonar van minimaal 445 kHz ter verkrijging van voldoende resolutie.
- Range setting *sonar* maximaal 50 meter.
- Meervoudige dekking van de waterbodem (overlap van 120%).
- Ieder bodemdeel wordt daarbij vanuit twee verschillende richtingen aangevaren.
- Rechte vaarlijnen varen om vertekening tegen te gaan
- Om de hoogst mogelijke resolutie te garanderen:
 - Wordt een maximale vaarsnelheid van 3,5 knoop aangehouden;
 - De hoogte van de sonarvis ten opzichte van de waterbodem moet 1/10 van het ingestelde sonarbereik zijn (dwz bij een sonarbereik van 50 meter moet ernaar gestreefd worden om de sonarvis 5m boven de waterbodem te houden)



Side scan sonar beeld Oostvoornse meer (Bron:Periplus Archeomare)

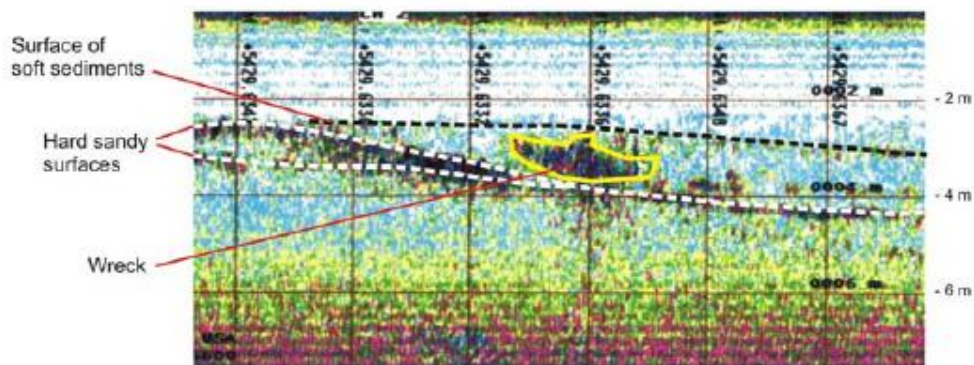
Met bovengenoemde methoden wordt dus een beeld verkregen van het waterbodemoppervlak: reliëf en eventuele anomalieën. Met beide technieken kunnen grote oppervlaktes relatief snel onderzocht worden. Dit is wel afhankelijk van de waterdiepte. In ondiep water (kleiner of gelijk aan 5 m) is het bereik van een side scan sonar veel groter. Beide technieken zijn ook inzetbaar op kleine vaartuigen in ondiepe wateren. Wel is het beeld dat verkregen wordt anders. Ter illustratie: een houten plank die plat op de bodem ligt kan niet worden gekarteerd met multibeam, maar wel met side scan sonar. Gezien de grote datadichtheid van multibeam is het aan te raden beide technieken te combineren. Een combinatie van de verschillende beelden kan goede resultaten opleveren bij de opsporing van objecten. Genoemde technieken zijn niet geschikt voor het opsporen van resten die worden afgedekt door sedimentlagen en / of geen reliëf veroorzaken. Daarvoor zijn enkele andere technieken beschikbaar.

Magnetometer

De magnetometer brengt afwijkingen in het aardmagnetisch veld in kaart die ontstaan door de aanwezigheid van ferromagnetisch materiaal. Hiermee kunnen dus metallische objecten worden opgespoord, maar ook vindplaatsen die een magnetische anomalie veroorzaken. Het maakt daarbij niet uit of deze objecten uit het waterbodemoppervlak steken of dat ze nog helemaal begraven zijn. Omdat niet iedere archeologische site metallurgische objecten bevat, zal de magnetometer altijd gebruikt worden in combinatie met een andere techniek, zoals multibeam of sonar. Praktisch gezien levert dit uiteraard ook meerwaarde op bij onderzoek in gebieden waar ook niet gesprongen explosieven (NGE of UXO) verwacht kunnen worden. Daarbij is echter wel van belang om de instellingen en resultaten te beoordelen op relevantie voor het opsporen van archeologische vindplaatsen en op omvang van het signaal en de betekenis daarvan in het licht van de te verwachten archeologische vindplaatsen. Uit recent onderzoek is gebleken dat de magnetometer ook ingezet kan worden om verzandde (prehistorische) geulen in kaart te brengen.

Sub-bottom / seismic profilers

Een *subbottom profiler* brengt met behulp van geluidsgolven de ondergrond in kaart. Hierbij worden met een interval conische akoestische pulsen afgegeven. Dit levert verticale 2D-beelden op van de ondiepere lagen (*chirp en parametrisch echolood*) of van de diepere lagen (*boomer*) en daarmee van de stratigrafie van de waterbodem. Het is tevens mogelijk om begraven archeologische objecten op te sporen. Hiervoor is echter een veel hoger detailniveau in de uitvoering noodzakelijk en interpretatie van de grote hoeveelheid data vereist specifieke kennis. Ook kan bij uitblijven van resultaat niet uitgesloten worden dat alsnog begraven resten worden aangetroffen. De verschillende varianten binnen de *subbottom* en *seismic profiling* worden beschreven op de website <http://www.splashcos.org/resources/methods>. 2D en 3D subbottom profilers worden zowel voor objecten in de bodem als voor het in kaart brengen van het verdronken landschap gebruikt. De uitvoering van het onderzoek verschilt hierbij met name door de intensiteit van de metingen. Overigens kunnen de zwaardere varianten (*boomer*) schadelijk zijn voor (zee)zoogdieren die zich in de wijde omgeving bevinden. Recentelijk zijn goede ervaringen opgedaan met 3D ondiep seismisch onderzoek, op locatieniveau maar ook op landschappelijk niveau: Southampton University, (<http://www.soes.soton.ac.uk/research/groups/3dchirp/>), Vince Gaffney van de University of Bradford en het SASMAP project (<https://maritiem-erfgoed.nl/publicaties/best-practices-for-locating-surveying-assessing-monitoring-and-preserving-underwater>).



Het Haithabu wrak gevisualiseerd met behulp van subbottom profiling.

Boringen

De boringen kunnen vanaf een schip of door een duiker worden gezet, afhankelijk van de te bereiken diepte, aantal te plaatsen boringen en het onderzoeksdoel. De locatie van de te zetten boringen zal ingegeven worden door archeologisch inhoudelijke overwegingen. Vaak is er al informatie beschikbaar uit boringen of andere ondergrondgegevens van het (of vergelijkbare) onderzoeksgebied(en) uit de winningsindustrie. Deze informatie kan gebruikt worden om een inzicht te krijgen in de aan- of afwezigheid en intactheid van archeologisch relevante eenheden. Het is van groot belang dat in de rapportage vervolgens helder wordt gemaakt wat de zeggenschap en resolutie van de verkregen gegevens is. Is deze onvoldoende, dan moet er additionele onderzoek worden verricht, bijvoorbeeld door het zetten van boringen. Hierbij is van belang dat de boringen continue gestoken worden en een ongestoorde kern hebben van minimaal 7 cm diameter; De boringen doorlopend genummerd zijn en voorzien van RD of UTM-coördinaten in cm en diepte t.o.v. NAP of LAT in cm's. Van belang is dat altijd het referentievlak benoemd wordt. Indien aan boord geen gelegenheid is de boringen te onderzoeken: dat de kernen ongestoord worden getransporteerd en uiteindelijk in opengesneden vorm beschikbaar zijn, waarbij ervoor wordt gezorgd dat de kernen niet kunnen uitdrogen; Hierbij is van belang dat de kernen vanaf de waterbodem tot in ieder geval één meter onder de top van het Pleistoceen intact blijven.

Voor kleinschaliger ontwikkelingen of wanneer de archeologische resten op geringe diepte verwacht worden (bijv. binnen enkele meters) kan gekozen worden voor een boorsysteem als de elektrische vibrocorer. Deze wordt eveneens ingezet vanaf een vaartuig. In dit geval is het realistisch te verwijzen naar de Leidraad Karterend booronderzoek voor de aldaar gehanteerde boorstrategieën per archeologische verwachting en landschappelijke eenheid.

Technieken Op te sporen resten	Boring/ sondering	Subbottom profiler	Side scan sonar	Multibeam sonar	magnetometer	Grabsa mpling
Verdronken prehistorisch landschap	X – verkenkend en karterend vanaf schip	X			X	X – vanaf waarderende fase
Verdronken historisch landschap	X vanaf karterende fase		X	X	X	
Water-gerelateerde resten	X vanaf karterende fase		X	X	X	
Deposities	X vanaf karterende fase				X	X
Wrakken	X vanaf karterende fase		X	X	X	

Tabel 2: inzet technieken in relatie tot te verwachten resten

3.5 Toepassing

De keuze voor de juiste methoden en technieken wordt ingegeven door de gespecificeerde verwachting en door de omstandigheden ter plaatse van het plangebied. In de bijlage worden daarom op hoofdlijnen de verschillende typen archeologische resten beschreven met de bijbehorende kenmerken die de keuze voor de geschikte techniek beïnvloeden. Het meest in het oog springende kenmerk is de vraag of de resten zichtbaar zullen zijn aan het waterbodempoppervlak, of verborgen zullen liggen onder sediment. Hieronder wordt een voorbeeld gegeven van een situatie waarin beide (vrijliggende en afgedekte) omstandigheden verwacht kunnen worden. Om de verwachting te toetsen zullen enkele van bovenstaande technieken gecombineerd worden om tot het optimale projectresultaat te leiden.

3.6 Voorbeeld

In het Markermeer is een grote ontwikkeling gepland. Verschillende nieuwe eilanden gaan hier opgespoten worden. In de voorbereiding van de ontwikkeling is besloten een zoekgebied, waar het benodigde zand gewonnen gaat worden, verder uit de kust te kiezen, waardoor er geen kans bestaat op het aantreffen van historische (middeleeuwse) nederzittingsresten. Uit het bureauonderzoek is vervolgens gebleken dat in het zoekgebied de kans bestaat op het aantreffen van scheepswrakken en vliegtuigwrakken. Ook is op basis van verzamelde boorgegevens, geofysisch onderzoek en reconstructies aannemelijk dat zich in de diepere ondergrond een intact prehistorisch landschap bevindt, met de kans op het aantreffen van archeologische resten. Het archeologisch onderzoek in de volgende fase valt daardoor uiteen in een verkennend onderzoek opwater door middel van geofysisch onderzoek en door middel van boringen met daaraan gekoppeld ecologisch onderzoek.

Geofysisch onderzoek waterbodempoppervlak

De initiatiefnemer besluit om het gehele zoekgebied te laten onderzoeken, zodat de mogelijkheid open wordt gehouden om eventuele archeologische vindplaatsen in te passen en dus te beschermen. Gezien de omvang van het zoekgebied en de verwachting op het aantreffen van scheepswrakken en vliegtuigwrakken, die zich kunnen manifesteren aan het waterbodempoppervlak, wordt gekozen voor een gecombineerde inzet van side scan sonar en magnetometer. Hierbij worden sonarcontacten waargenomen en wordt verspreid over een groot gebied een groot aantal kleinere en grotere magnetometercontacten waargenomen. Voor enkele van de sonarcontacten luidt de interpretatie dat het hier mogelijke scheepswrakken betreft. Aanvullend historisch onderzoek naar aanleiding van het grote aantal magnetometercontacten wijst uit dat het hier vermoedelijk om de crashlocatie van een vliegtuig uit WOII gaat. Eén van de sonarcontacten en de crashzone kunnen behouden blijven door het zoekgebied / plangebied te verkleinen. Voor de overige contacten met archeologische verwachting wordt een vervolgonderzoek door middel van inspectieduiken (verkennend onderzoek onderwater, zie volgende deel leidraad) geadviseerd. Naar aanleiding van dit duikonderzoek kunnen enkele contacten worden vrijgegeven. Voor één locatie heeft de inspectie dermate veel informatie opgeleverd dat direct geconstateerd kan worden dat hier sprake is van een behoudenswaardige vindplaats. Een waarderend onderzoek is daarmee niet meer nodig, er wordt direct over gegaan tot een definitief onderzoek.

Tijdens de ontwikkeling blijft echter nog steeds de mogelijkheid bestaan dat volledig door sediment afgedekte wrakresten worden aangetroffen, die redelijkerwijs op voorhand niet opgespoord kunnen worden. Voor deze situatie wordt een archeologische begeleiding geadviseerd, waarbij, op basis van een Programma van Eisen, op afroep een archeologisch bedrijf beschikbaar is om eventuele vondsten te inspecteren en waarderen.

Booronderzoek

De initiatiefnemer zal bij de voorbereiding op de ontwikkeling een archeologisch bedrijfsadviseur in de hand moeten nemen die onderzoeksstrategie opstelt (wat door bevoegd gezag wordt

goedgekeurd) conform de stappen in de AMZ (doel trechtering): bureau-onderzoek om archeologische verwachting te formuleren, verkenning om verwachting te toetsen/specificeren (zones onderscheiden hoog/laag) dan eventueel kartering (opsporen vindplaatsen) dan waardering (waardering van de aangetroffen vindplaatsen) en eventueel opgraving. Vaak heeft een verstoorder bij eerder vooronderzoek al een aantal boringen en sonderingen laten uitvoeren. De locatie van deze boringen en de te gebruiken boortechniek is dan bepaald door de initiatiefnemer. Deze informatie kan gebruikt worden om een inzicht te krijgen in de aan- of afwezigheid en intactheid van archeologisch relevante eenheden. Het is van groot belang dat in de rapportage vervolgens helder wordt gemaakt wat de zeggenschap en resolutie van de verkregen gegevens is. Het kan zijn dat dit onvoldoende informatie oplevert. In de volgende fase wordt dan vervolgonderzoek uitgevoerd, dat bestaat uit een aanvullend booronderzoek, aangevuld met gericht subbottom onderzoek met een karterend karakter en soms monsternamen voor paleo-ecologisch/daterings onderzoek, op basis waarvan een besluit genomen kan worden over de eventuele uitvoering van een waarderend onderzoek.

Bijlage 1 bij opwater Beschrijving mogelijke archeologische resten met prospectiekenmerken

Onderstaande beschrijvingen en voorbeelden beogen niet volledig te zijn: onze kennis van de waterbodem ontwikkelt zich steeds verder en naar mate meer onderzoek wordt uitgevoerd ontstaat meer inzicht in te verwachten resten en hun conserveringsomstandigheden.

Verdronken (Prehistorisch) landschap: over het algemeen afgedekt door dikke pakketten jongere lagen, archeologische resten variëren van vondstarm en veelal kleinschalig (vroege prehistorie) tot nederzettingen met bijbehorende grondsporen en vondstlagen (late prehistorie). Mogelijk metaalhoudend

Verdronken historisch landschap; Bewonings/nederzittingsresten: mogelijk herkenbaar aan reliëf in de waterbodem, maar ook (deels) afgedekt door jongere sedimentlagen. Kan bestaan uit grondlichamen zoals veenterpen, rijke vondst/afvallagen, (bak)steenstructuren (zoals funderingen en muren), houten palen, etc. (*Vergelijkbare prospectiekenmerken voor 'solitaire' vondstlocaties van heiligdom of kasteel*). Afvalpakketten bij oversteekplaatsen, langs kade, kust of in wetering / gracht / rivierloop. Mogelijk metaalhoudend.

Watergerelateerde resten: veelal uitstekend uit de waterbodem en daarmee herkenbaar aan het reliëf in de waterbodem, soms verborgen achter / opgenomen in jongere constructies of afgedekt door jongere sedimentlagen. Paalnesten of palenrijen (eventueel met beplanking), baksteenconstructies behorend bij haven, kade, brug of sluis. Grondlichamen, bijvoorbeeld behorend bij oude dijktracé 's. Onderdelen metaalhoudend.

Deposities: vondstconcentraties, solitaire vondsten. Veroorzaken nauwelijks tot geen reliëf, mogelijk afgedekt door sliedlagen. Afhankelijk van periode en vondstcontext mogelijk metaalhoudend (denk aan oorlogshandelingen, gereedschap rondom scheepswerven, etc.).

Wrakken: afhankelijk van de lokale geo(morfo)logische en bodemkundige omstandigheden, periodedatering van te verwachten wrakken en bijvoorbeeld stroomsnelheid ingewerkt tot op hard substraat in de bodem dan wel liggend op de toenmalige waterbodem, mogelijk afgedekt door jonger sediment. Deel van de wrakken derhalve herkenbaar aan reliëf in de waterbodem, ook na afdekking (afhankelijk van dikte van jongere pakketten) kan een wrak nog reliëf veroorzaken. Kan voorkomen met magnetische resten. Scheepswrakken WOI en WOII meestal zeer metaalhoudend.

Vliegtuigwrakken: Over het algemeen rustend op de waterbodem, daarmee herkenbaar aan reliëf. Onderdelen van vliegtuigwrakken kunnen echter over een grote oppervlakte verspreid zijn geraakt. Motoren en niet gesprongen explosieven zijn op te sporen met inzet van magnetometer, aluminium niet. NB samenloop NGE, grafurust, voorkomen van gevaarlijke stoffen, afhankelijkheden Defensie.

Hoofdstuk 4 KNA protocol 4103 – onderwaterfase verkennend

Deze fase wordt voorafgegaan door: Bureauonderzoek (KNA Waterbodems protocol 4002)
Inventariserend Veldonderzoek Opwaterfase
Programma van Eisen

4.1 Doel

Tijdens het inventariserend veldonderzoek verkennende fase opwater is o.a. door middel van geofysische technieken de gespecificeerde verwachting getoetst in het veld. Hierbij zijn contacten of zones aangewezen waarbinnen archeologische resten kunnen worden aangetroffen die (in ieder geval ten dele) zichtbaar zijn op de waterbodem. In de onderwaterfase worden deze locaties of zones vervolgens ter plaatse onderzocht op het daadwerkelijke voorkomen en de identificatie van archeologische resten. Dit gebeurt over het algemeen non-destructief (ook wel non-intrusief genoemd). Deze onderwaterfase volgt over het algemeen op het verkennend onderzoek opwater. Deze fase kan echter ook rechtstreeks op het bureauonderzoek volgen. Dit zal alleen het geval zijn wanneer tijdens het bureauonderzoek reeds mogelijke archeologische vindplaatsen geïdentificeerd konden worden. Het resultaat van deze onderzoeksfase is een rapport met daarin een beschrijving van de vindplaatsen die van mogelijke archeologische waarde zijn. Ook bevat dit rapport een advies over eventueel te nemen vervolgstappen, op basis waarvan het bevoegd gezag een besluit kan nemen.

4.2 Inhoud

Tijdens het onderwater onderzoek worden de eerder vastgestelde contacten of zones geïnspecteerd om te bepalen of sprake is van archeologisch mogelijk waardevolle vindplaatsen. Over het algemeen zal de verkenning uitgevoerd worden door duikers. Hoewel dit een relatief arbeidsintensief proces is, geeft dit de mogelijkheid om de archeologische resten in hun context te onderzoeken. Uit het vooronderzoek kan echter blijken dat het in deze fase verstandiger is de vindplaats op afstand te inspecteren met behulp van een ROV (een op afstand bestuurbare onderwaterrobot, onder meer voorzien van een camera). Voor zover mogelijk wordt tijdens dit onderzoek (verder) ingegaan op de aan- of afwezigheid, de aard, de omvang, de datering, de gaafheid, de conservering en de inhoudelijke kwaliteit van de archeologische waarden.

Tijdens de inventariserende onderwaterfase worden (onder andere) de volgende onderzoeksvragen beantwoord:

- Zijn er archeologische resten waarneembaar op de waterbodem en wat is de omvang en verspreiding van deze resten?
- Wat is de aard van de archeologische resten: soort, type, ouderdom e.d.?
- Wordt (een deel van) de vindplaats afgedekt door sediment en zo ja welke dikte hebben de afdekkende lagen?
- Indien er resten van mogelijk archeologisch belang worden waargenomen: wat is de gaafheid en conservering, hierbij rekening houdend met de verschillende materiaalgroepen?
- Wat is de aard (morfologie en bodemsoort) van de omringende waterbodem?
- Heeft er (en in welke mate) verstoring van de bodem plaats gevonden? Is dit recent of uit het verleden en door natuurlijke of antropogene omstandigheden?
- Indien het geen archeologische resten betreft, wat is de aard van het aangetroffen fenomeen? Hoe kan het geofysisch contact verklaard worden?
- In hoeverre is het inventariserende vooronderzoek te verbeteren? Hierbij gaat het zowel om de gebruikte methodiek als om de procesgang.
- Indien een waarderend onderzoek noodzakelijk geacht wordt, hoe dient dit te worden ingericht?

4.3 Technieken

Verkenning onderwater met behulp van ROV's of AUV's (Remotely Operated Vehicles of Autonomous Unmanned Vehicles)⁷

De ROV's (verbonden met een kabel) of AUV's (vrij op afstand bestuurd) kunnen verschillende typen gereedschap of elektronica meedragen waarmee ze kunnen worden ingezet voor visuele (*realtime*) inspecties van (objecten of vindplaatsen) op de waterbodem. Bediening vindt plaats vanaf het wateroppervlak. Over het algemeen worden ROV's ingezet in dieper water, ze zijn echter door de directe verbinding met het schip gevoelig voor zware stroming of golfslag.

De inzet van ROV's en AUV's voor archeologisch onderzoek is nog geen gemeengoed, wel wordt de techniek steeds verder ontwikkeld ten behoeve van de inzet voor archeologisch onderzoek (meer informatie o.a. via <http://www.arrowsproject.eu/>).

Verkenning onderwater door duikers

Hieronder wordt ingegaan op de archeologische werkzaamheden onder water en niet op de technische of veiligheidsaspecten van het duiken. De in deze sector werkzame bedrijven worden geacht te beschikken over gekwalificeerde en voldoende getrainde medewerkers die de juiste keuzes maken om de werkzaamheden op veilige wijze te kunnen uitvoeren. Hierbij wordt gewerkt conform de ARBO wetgeving en (over het algemeen) vanaf een werkschip dat in staat is om veilig te positioneren bij de locaties.

De duiker inspecteert het object en geeft een beschrijving van de omringende waterbodem, waarbij het uitgangspunt is dat de bodem niet geroerd zal worden. Indien noodzakelijk kunnen lokaal recente sliblagen verwijderd worden, zolang de archeologische lagen niet aangetast raken. Wanneer dit noodzakelijk blijkt om de onderzoeksvragen te kunnen beantwoorden, kunnen daterende monsters of gidsvondsten verzameld worden.

Bij de inspecties worden de volgende stappen doorlopen:

- Controleren van de exacte locatie;
- Verkennen van de locatie; de duikers brengen door middel van een visuele inspectie de locatie in beeld. De uit het vooronderzoek beschikbare (multibeam)sonar opnamen kunnen als ondergrond worden gebruikt bij de documentatie van de onderzochte locatie.
- Rondom de locatie worden zoekslagen gemaakt tot minimaal 10 meter buiten de laatst aangetroffen en/of op multibeam waargenomen structuur/ vondst om de aanwezigheid en verspreiding van objecten of structuren onder of op de waterbodem vast te stellen. Met name bij het vermoeden van constructies, waarvan het vermoeden bestaat dat slechts delen van de constructie boven de waterbodem uitsteken (denk bijvoorbeeld aan delen van een brugfundering of beschoeiing), is van belang dat deze zoekslagen vlakdekkend worden uitgevoerd. In dergelijke gevallen kan ook gekozen worden voor het verwijderen van recent slib, zodat uitspraken gedaan kunnen worden over de intactheid van de constructie.
- Bij het aantreffen van structuren worden de vrijliggende delen ingetekend.
- Details van (vermoedelijke) archeologische objecten of structuren worden – wanneer mogelijk – vastgelegd met behulp van video en foto. Op basis van de schetsen gekoppeld aan een meetsysteem

⁷ ROV en AUV worden aangestuurd vanaf een schip. Ze worden echter beschreven in het gedeelte onderwater, omdat de technieken over het algemeen ingezet worden ter identificatie van een vindplaats. Ook kan een AUV multibeam en sonar meedragen, waardoor ze breed inzetbaar zijn.

zoals trilateratie of baseline metingen in combinatie met Site Recorder, of aan de multibeambeelden wordt een overzichtstekening gemaakt van de locatie. Het toevoegen van meetgegevens aan side scan sonar of sectorscans is ook mogelijk. Echter rekening dient te worden gehouden met het vertekenen van het beeld van de structuren op de bodem door de aard van de gebruikte technieken.

- Om inzicht te krijgen in de mate van afdekking van de vindplaats en de werkelijke omvang of verspreiding, kan het noodzakelijk zijn om de directe omgeving te sonderen door bijvoorbeeld een prikstok te gebruiken. Dit is bijvoorbeeld des te meer van belang als er een bufferzone rondom een vindplaats moet worden bepaald, of wanneer moet worden bepaald hoe groot de in situ beschermingsmaatregelen moeten worden op een vindplaats.

Het kan tot slot noodzakelijk zijn monsters te nemen. Deze kunnen dienen om beter inzicht te krijgen in het omringende landschap, om een datering te verkrijgen of bijvoorbeeld om een eventueel vervolgonderzoek voldoende te kunnen voorbereiden. Vaak wordt ook hout waargenomen, waarbij het al in dit verkennende stadium van belang kan zijn het hout te bemonsteren ten behoeve van identificatie van de vindplaats, datering, fasering van constructies, soortbepaling, gaafheid en conserveringsomstandigheden. Ook als (vermoedelijke) baksteenstructuren worden waargenomen, is het, vanwege slecht zicht onder water, soms wenselijk een baksteen- en speciemonster te verzamelen om zo een indruk te krijgen van de ouderdom van de structuur.

Tijdens de monsternamen kan gebruik gemaakt worden van:

Handmatige boorsystemen (zoals de *vibrocorer*)

Pollenbakken

Handmatig verzamelde monsters

4.4 Toepassing

Het verkennend onderzoek onderwater wordt zoals beschreven ingezet wanneer uit het verkennende opwateronderzoek of uit het bureauonderzoek is gebleken dat op een locatie archeologische resten kunnen worden aangetroffen die (ten dele) zichtbaar zijn aan het waterbodempoppervlak. De fysieke omstandigheden en de verwachting beïnvloeden uiteraard de mogelijke inzet van duikers, de onderzoeksvragen en daarmee de mate waarin bovenstaande technieken worden ingezet. Inmiddels zijn vele voorbeelden van duikinspecties beschikbaar. In veruit de meeste gevallen, zeker als het gaat om ontwikkelingen langs de kust of in de binnenwateren, worden duikers ingezet. De duikinspecties kunnen bovendien vaak in een relatief kort tijdsbestek worden uitgevoerd waarbij terughoudend omgegaan wordt met monsternamen of het verzamelen van vondstmateriaal. Hieronder wordt een voorbeeld aangehaald van een project waarin meerdere aspecten aan de orde komen.

4.5 Voorbeeld

Vooroeververdediging Zeeland

In de voorbereiding op de vooroeververdedigingen Oosterschelde en Westerschelde is voor meerdere deelgebieden een bureauonderzoek uitgevoerd. Hieruit bleek dat in grote delen van het plangebied een verwachting geldt op het aantreffen van verdronken (middeleeuwse) nederzettingen, watergerelateerde resten zoals (strek-)dammen en oude dijktracé's en op het aantreffen van (scheeps-)wrakken. Hierbij konden op basis van historisch kaartmateriaal zones worden aangewezen waarbinnen de historische resten verwacht konden worden. Ook zijn de locaties van enkele wrakken bekend, waaronder een metalen wrak. Tijdens het bureauonderzoek zijn reeds multibeamdata beschikbaar. Voor een deel van de ontwikkeling (die gefaseerd wordt uitgevoerd) is sprake van vergride data, die echter nog van voldoende resolutie zijn om delen van het plangebied vrij te kunnen geven voor de ontwikkeling. Dit is bijvoorbeeld het geval vanwege een aanwezige steilrand in een zeer dynamisch deelgebied zodat in het diepste deel geen archeologische resten bewaard zullen zijn gebleven. Voor andere delen zijn onvergride multibeamdata aanwezig die juist vanwege het hoge detailniveau een veelheid aan potentiële contacten opleveren. Om beide bovengenoemde redenen worden deze deelgebieden opnieuw

opgenomen, maar nu in combinatie met side scan sonar. Door de resultaten te combineren kan een groot deel van de contacten afvallen als mogelijk archeologisch object, andere potentieel waardevolle zones blijven behouden door de grens van de vooroeververdediging iets aan te passen. Daardoor hoeven uiteindelijk nog slechts op een viertal locaties duikinspecties uitgevoerd te worden. De hier aangetroffen contacten blijken deels veroorzaakt te worden door oesterbanken, een baksteenconcentratie wordt bemonsterd. Vermoedelijk gaat het om een afgeschoven 19^e - eeuwse concentratie, omdat de resten zich laag op een helling bevinden, er geen verband tussen de verschillende objecten wordt waargenomen en in de omgeving geen andere structuren of vondsten worden aangetroffen. De locatie wordt daarom vrijgegeven voor de ontwikkeling die zal bestaan uit het opbrengen van materiaal. In dit geval wordt dus geen archeologische begeleiding afgesproken in verband met eventuele volledig door sediment afgedekte resten.

Hoofdstuk 5 KNA protocol 4103 –waarderend (waterbodems)

Deze fase wordt voorafgegaan door: Bureauonderzoek (KNA Waterbodems protocol 4002)
Inventariserend Veldonderzoek Opwaterfase
Inventariserend Veldonderzoek Onderwaterfase verkennend
Programma van Eisen

5.1 Doel

Tijdens het voorgaande inventariserend veldonderzoek zijn archeologische vindplaatsen opgespoord, die bedreigd worden door de voorgenomen ontwikkeling. Het waarderend onderzoek heeft vervolgens tot doel om de waarde van de archeologische vindplaats(en) te bepalen. Hierbij worden de cultuurhistorische en wetenschappelijke waarde zo objectief mogelijk vastgesteld aan de hand van waarderingscriteria. Hierbij is van belang dat de waarde wordt vastgesteld in relatie tot eerder uitgevoerd onderzoek. Zie voor meer informatie de KNA 4.0 Bijlage IV Waarderen van vindplaatsen en protocol VS06wb van Waarderen IVO-WB

Het resultaat van deze onderzoeksfase is een rapport met daarin een waardering van de aangetroffen vindplaatsen. Ook bevat het rapport een advies over eventueel te nemen vervolgstappen op basis waarvan het bevoegd gezag een besluit kan nemen.

5.2 Inhoud

De waardering moet voldoende onderbouwing bevatten zodat het bevoegd gezag een weloverwogen beslissing kan nemen over de toekomst van de vindplaats. Dit is feitelijk een van de belangrijkste beslismomenten in het proces. De waarde en betekenis worden behalve op basis van objectieve kenmerken ook mede vastgesteld op basis van meer subjectieve kenmerken zoals herinneringswaarde. Het is daarom des te belangrijker dat het proces transparant is en dat duidelijk is op basis waarvan het bevoegd gezag de beslissing voor eventuele vervolgstappen heeft genomen. Wanneer de uitkomst is dat de vindplaats van lage waarde wordt geacht, zal het plangebied vrijgegeven worden voor de ontwikkeling. Indien de vindplaats van hoge waarde wordt geacht, zal ofwel (alsnog) gezocht worden naar mogelijkheden om de vindplaats in situ te behouden, of zal een opgraving noodzakelijk zijn.

Tijdens de waarderende onderwaterfase worden (onder andere) de volgende onderzoeksvragen beantwoord:

- Wat zijn de aard, omvang en verspreiding van de archeologische resten?
- Wat is de datering van de resten en is hierbinnen een fasering te herkennen?
- Wat is de exacte positie / ligging van de site?
- Wat is de algemene conservering van de resten?
- In welke geologische/bodemkundige lagen bevinden zich de resten? Hoe ziet de stratigrafie er uit?
- Wat is de relatie van de resten met de omgeving?
- Wat is de archeologische waarde van de vindplaats?
- Wat kan gezegd worden over de degradatieprocessen van deze vindplaats?
- In hoeverre is een beeld te reconstrueren van het sedimenttransport op en rondom de vindplaats op basis van Multibeam lodingen (site formatie processen)

- Wat zijn op basis van bovenstaande de bedreigingen en de eventuele kansen voor behoud in situ?
 - Impact natuurlijke processen
 - Impact menselijke processen
- Welke (fysieke) beschermingsmaatregelen kunnen getroffen worden om verdere erosie/afkalving van de site te voorkomen?

- Indien er gekozen wordt voor behoud ex situ, hoe kan het definitieve onderzoek er uit komen te zien?

Afhankelijk van de resultaten van het vooronderzoek zullen daarnaast vindplaats-specifieke onderzoeksvragen geformuleerd moeten worden. Hieronder zijn als voorbeeld enkele vraagstellingen bij het aantreffen van een scheepswrak opgenomen.

- Vragen m.b.t. de scheepsconstructie:

- Welke delen van het schip zijn (vermoedelijk) bewaard gebleven?
- Wat is de kwaliteit en conserveringstoestand van het scheepshout, beoordeeld voor verschillende scheepsdelen op verschillende stratigrafische posities?
- Zijn er constructiedetails zichtbaar en wat vertellen deze over de bouwwijze en bouwdatum van het schip?
- Welke houtsoorten zijn er gebruikt (en zegt dit iets over de eventuele herkomst van het schip)?
- Wat was het scheepstype en tot welke scheepsbouwtraditie behoort het schip?
- Liggen de scheepsdelen nog in een goed onderling verband en indien niet, zegt de positie van de scheepsdelen iets over het wrakproces en/of latere natuurlijke/menselijke processen?

- Vragen m.b.t. de inhoud:

- Zijn er resten van de uitrusting, scheepsinventaris, lading en persoonlijke eigendommen aanwezig? Zo ja, kan er een inschatting gemaakt worden van de archeologische waarde van deze vondstgroepen?
- Bevinden deze mobilia (zoals hierboven beschreven) zich nog in situ?
- Wat kan men opmaken uit de ruimtelijke relatie tussen de mobilia onderling en tussen de scheepsconstructie en mobilia?
- Bevinden zich menselijke resten (skeletresten) aan boord?
- Is sprake van ingespoeld materiaal (non-related artefacts)

5.3 Technieken

Over het algemeen zal een waarderend onderzoek worden uitgevoerd door een team van duikers. Hieronder wordt ingegaan op de archeologische werkzaamheden onder water en niet op de technische of veiligheidsaspecten van het duiken. De in deze sector werkzame bedrijven worden geacht te beschikken over gekwalificeerde en voldoende getrainde medewerkers die de juiste keuzes maken om de werkzaamheden op veilige wijze te kunnen uitvoeren. Hierbij wordt gewerkt conform de ARBO wetgeving en (over het algemeen) vanaf een werkschip dat in staat is om veilig te positioneren bij de locaties.

De duiker zal allereerst de belangrijkste kenmerken van een site documenteren en kan de archeologische resten onderzoeken op conserveringsgraad etc.

Om de onderzoeksvragen te kunnen beantwoorden, kunnen, afhankelijk van de omstandigheden ter plaatse, bodemverstorende technieken worden ingezet, zoals testputten, het zetten van boringen of het verwijderen van sliblagen. Hierbij worden de aangetroffen vondsten of losse constructiedelen ingemeten en verzameld en worden de aangetroffen lagen en laagdiktes gedocumenteerd.

Opgemerkt wordt dat de inzet van duikers bij een waarderend onderzoek alleen mogelijk is indien de archeologische resten (in ieder geval ten dele) zichtbaar zijn op de waterbodem. In het geval van volledig afgedekte archeologische resten dient bij een waarderend onderzoek voor een andere methode of een combinatie van methoden gekozen te worden. Hierbij kan bijvoorbeeld gedacht worden aan het zetten van continu gestoken mechanische boringen (met een grote diameter en/of in een fijnmazig grid), monsternamen met behulp van een zogenaamde box corer, het graven van proefputten door middel van grabsampling of het opgraven van transecten (vergelijkbaar met het graven van proefsleuven). De genoemde voorbeelden worden allen uitgevoerd vanaf een schip (opwater). De keuze voor de juiste methode(n) is onder meer afhankelijk van de aard van de archeologische resten, de diepteligging van deze onder het wateroppervlak, de dikte van het afdekkende pakket en de omstandigheden ter plaatse. Per geval zal een afweging gemaakt moeten

worden welke methode of combinatie van methoden geschikt of ongeschikt is voor de uitvoer van het waarderend onderzoek. Het gaat hierbij dus om maatwerk.

5.4 Documenteren van de vindplaats

Om de onderzoeksvragen ten aanzien van omvang en aard van de vindplaats te kunnen beantwoorden, en daarmee de waarde van de vindplaats te kunnen bepalen, is zorgvuldige documentatie cruciaal. In KNA protocol 4104 (Opgraven waterbodems) wordt reeds ingegaan op randvoorwaarden en nauwkeurigheid ten aanzien van locatiebepaling en meetsysteem⁸. Traditioneel wordt in de onderwaterarcheologie nog vaak met meetlinten trilateratie of offset gedaan. Die metingen worden verwerkt in een mathematisch programma zoals Site Recorder. Er zijn echter ontwikkelingen gaande die de documentatie onderwater vergemakkelijken en zelfs nauwkeuriger maken. Hieronder worden er twee uitgelicht.

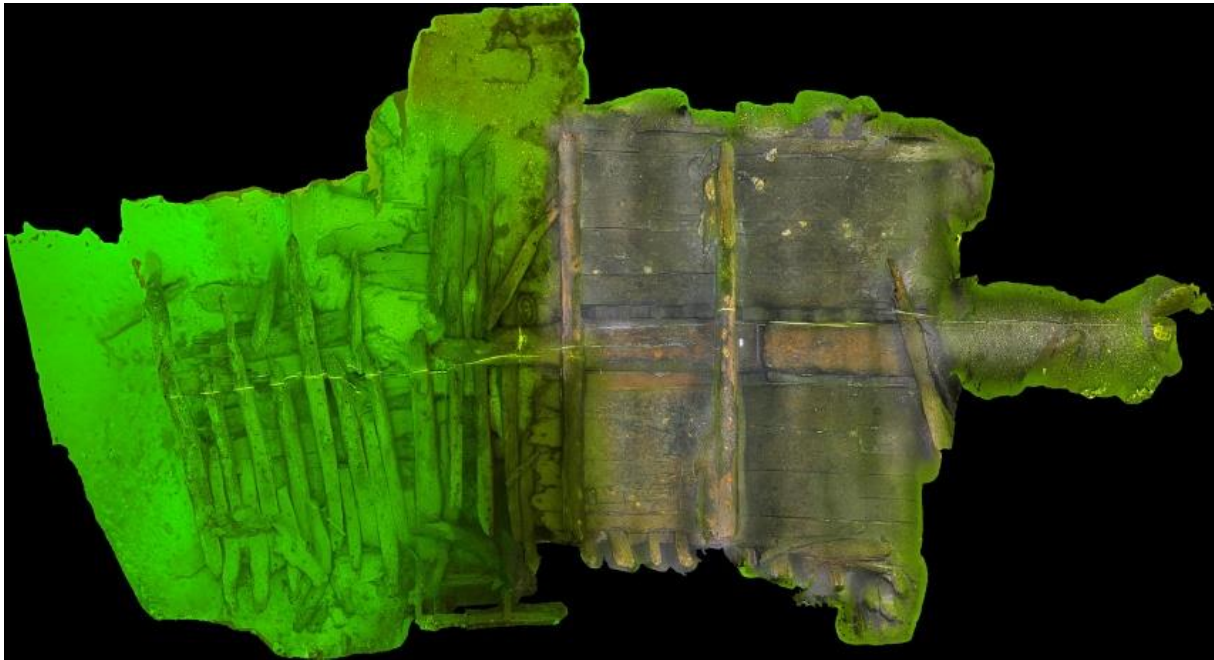
Multibeam

In het gedeelte opwater van deze leidraad is reeds ingegaan op de inzet van *multibeamsonar* om het reliëf van de waterbodem in kaart te brengen en eventuele resten op te sporen. Hierbij wordt veelal gebruik gemaakt van apparatuur met een opnamefrequentie rond de 400 Khz. In de waarderende fase kan vervolgens apparatuur ingezet worden met een frequentie van 700 Khz. Hiermee worden hoge resolutie detailopnames gemaakt van de vindplaats. Wanneer deze direct voorafgaand aan de duikwerkzaamheden opgenomen worden, kunnen de duikers de opnames gebruiken om zich te oriënteren op de vindplaats. Vervolgens kunnen de waarnemingen van de duikers en de tekeningen die onderwater worden gemaakt, geplot worden op de opnames en kan zo de veldwerkstrategie en documentatiestrategie uitgewerkt en opgebouwd worden. Wanneer het noodzakelijk is om sediment te verwijderen en zo eventuele constructies en faseringen daarbinnen duidelijk te krijgen, kunnen opnieuw hoog resolutie opnames gemaakt worden ter ondersteuning van de verdere documentatiewerkzaamheden.

Computer gegenereerde fotogrammetrie

Om de documentatiewerkzaamheden onderwater nog verder te vergemakkelijken en de duiktijd te bekorten, kan fotogrammetrie ingezet worden. Hierbij worden de structuren onderwater opgenomen met een kleine handbediende hoog resolutie camera. Vervolgens worden de beelden verwerkt tot series van overlappende foto's die in een 3D software worden verwerkt tot een gedetailleerd 3D-model. Het 3D-model kan vervolgens gebruikt worden voor verdere metingen en onderzoek, waardoor de benodigde onderwatertijd aanzienlijk verkort wordt. De methodiek is minder geschikt wanneer sprake is van verspreide resten, of wanneer het zicht onderwater zelfs voor Nederlandse begrippen slecht is. En uiteraard geldt hier dat hoe meer beelden beschikbaar zijn van een vindplaats, hoe beter het model zal zijn.

⁸ OS02wb Aanleg meetsysteem



3D model van een Nederlandse straatvaarder (Oostvoornse meer 8).⁹

5.5 Stratigrafie, landschap en datering

Om de onderzoeksvragen ten aanzien van datering, stratigrafie en landschap te kunnen beantwoorden, kunnen de meeste voor land bekende methoden ook onderwater ingezet worden. Voor meer informatie over de doeleinden van de verschillende monstertypen, bemonsteringsstrategieën en randvoorwaarden wordt daarom verwezen naar de Leidraad Archeobotanie. Veelvuldig onderwater toegepast worden: monsternamen voor dendrochronologisch onderzoek, houtsoortbepaling, macroresten, pollenbakken of monsternamen door middel van handmatige boringen. OSL kan ingezet worden om vast te stellen wanneer een vindplaats begraven is geraakt, of wanneer een vindplaats door erosie weer is vrijgespoeld.¹⁰ De bemonsteringsstrategie varieert per type vindplaats en is mede afhankelijk van de vindplaats specifieke onderzoeksvragen. Een uitgewerkte strategie zal daarom in het Programma van Eisen vastgelegd dienen te worden.

Hieronder wordt kort ingegaan op booronderzoek in de directe omgeving van een vindplaats. Boringen in de omgeving kunnen handmatig, elektrisch of hydraulisch aangedreven gezet worden.¹¹ De boorstrategie en dichtheid zijn uiteraard afhankelijk van het karakter van de vindplaats en de bijbehorende vraagstellingen. De boringen kunnen dienen:

- Om de omringende stratigrafie en eventuele afwijkende fenomenen in de omgeving in kaart te brengen of te kunnen interpreteren;
- Om sedimenttype en opeenvolging daarbinnen vast te stellen;
- Om biochemische processen in het sediment te onderzoeken;
- Voor monsternamen ten behoeve van botanisch of palynologisch onderzoek
- Ter controle van de resultaten van subbottomdata;

⁹ <http://www.int-arch-photogramm-remote-sens-spatial-inf-sci.net/XL-5-W5/231/2015/isprsarchives-XL-5-W5-231-2015.pdf>

¹⁰ Voor informatie voor inzet van OSL onderwater wordt verwezen naar onderzoek op BZN10 in de Waddenzee, Manders et al., 2009 and Manders et al, 2010.

¹¹ Voor meer informatie betreffende boorsystemen zie ook www.sasmap.eu

- om vast te stellen of onder het sediment nog vondstlagen of constructieresten aanwezig zijn. In dit laatste geval kan eventueel ook gebruik gemaakt worden van een prikstok, al levert boren meer informatie op.

5.6 Kansen en bedreigingen voor behoud in situ

Om antwoord te kunnen geven op de vraag in hoeverre een vindplaats in situ behouden kan blijven op de langere termijn, is het van belang de bedreigingen duidelijk te krijgen. Het kan hierbij gaan om biologische, chemische en antropogene bedreigingen, of om fysieke (mechanische) bedreiging. Met deze laatste degradatieprocessen worden bijvoorbeeld de sedimentatie- en erosieprocessen van de waterbodem bedoeld, door stroming, golven of getijden. Een ander voorbeeld is de aantasting door sedimenttransport in het water, waarbij resten als het ware geërodeerd worden. Dergelijke aantasting wordt gemeld op de Romeinse brugresten in de Maas bij Maastricht. Onder de biologische degradatie worden aantasting door paalworm, schimmels of bacteriën gevat. IJzercorrosie is een van de bekendste voorbeelden van chemische degradatie. Bij antropogene verstoring kan, behalve aan de infrastructurele werken, gedacht worden aan visserij of bedreigingen door bergers of schatduikers.

Om zicht te krijgen op bovengenoemde bedreigingen zijn diverse technieken voorhanden. Een *datalogger* kan bijvoorbeeld worden uitgerust met sensoren om saliniteit, zuurstof, temperatuur, diepte en stroomsnelheden te meten. Op basis hiervan kan bepaald worden hoe de omstandigheden voor bijvoorbeeld paalworm (*Teredo navalis*) zijn. Een voorbeeld van dergelijk onderzoek betreft onderzoek in het Oostvoornse meer uitgevoerd in 2014.¹² Ook is het mogelijk de omstandigheden in het sediment te meten om inzicht te krijgen in de microbiologische bedreigingen onder het sediment. Zo kan handmatig een sonde in de bodem worden ingebracht, met sensoren binnen de sonde die de gewenste parameters meten.



*Handbediende datalogger met sonde*¹³

Om tot slot de stabiliteit van de omgeving vast te stellen, kunnen gegevens uit het vooronderzoek (*echosounder*) benut worden. Hiermee wordt aan de hand van ribbels, geulen of ruggen de

¹² Opdebeeck, J. et al. In voorbereiding, Archeologische onderzoeken Oostvoornse Meer; Houkes, M.C. en T. Coenen, 2014: Het Oostvoornse Meer onderzocht.

¹³ Voor meer informatie over het inzetten van dataloggers zie: www.sasmap.eu en de twee [guidelines die zijn geproduceerd](https://maritiem-erfgoed.nl/publicaties/guidelines-to-the-process-of-underwater-archaeological-research-guideline-manual-1): <https://maritiem-erfgoed.nl/publicaties/guidelines-to-the-process-of-underwater-archaeological-research-guideline-manual-1> <https://maritiem-erfgoed.nl/publicaties/best-practices-for-locating-surveying-assessing-monitoring-and-preserving-underwater>.

waterbodemactiviteit bepaald. Deze gegevens kunnen in deze fase van het onderzoek aangevuld worden door de omringende sedimenten te bemonsteren en de fractie te bepalen.

Conservering van hout

Het kan van belang zijn om reeds tijdens het waarderend onderzoek de conserveringstoestand van eventueel constructiehout te bepalen. Dit kan enerzijds nodig zijn om te bepalen of de vindplaats in situ behouden kan blijven, anderzijds juist wanneer resten mogelijk ex situ behouden zullen blijven. Hiermee kan namelijk een strategie voor lichting worden bepaald, maar ook de methode voor conservering en expositie. Op dit moment is het meest praktisch om hiervoor houtmonsters boven water te brengen en te onderzoeken. Binnen Europees project SASMAP is een instrument ontwikkeld om metingen aan de dichtheid van hout onder water te kunnen verrichten (WP4UW). Deze zijn mogelijk binnenkort commercieel beschikbaar.