

Net op zee Ten noorden van de Waddeneilanden

Deelrapport III - Landschap, cultuurhistorie en archeologie

TenneT TSO B.V. en Ministerie van Economische Zaken en Klimaat

22 mei 2020

Project	Net op zee Ten noorden van de Waddeneilanden
Opdrachtgever	TenneT TSO B.V. en Ministerie van Economische Zaken en Klimaat.
Document	Deelrapport III - Landschap, cultuurhistorie en archeologie
Status	Definitief
Datum	22 mei 2020
Referentie	114227-3.33/20-007.969
Projectcode	114227-3.33
Projectleider	drs.ing. P.T.W. Mulder
Projectdirecteur	ing. M. Kraneveld
Auteur(s)	dr. A.M. Conijn
Gecontroleerd door	dr.ir. W. Soepboer, M.M.K. Vanderschuren MSc
Goedgekeurd door	drs.ing. P.T.W. Mulder
Paraaf	

Adres

Witteveen+Bos Raadgevende ingenieurs B.V.
Leeuwenbrug 8
Postbus 233
7400 AE Deventer
+31 (0)570 69 79 11
www.witteveenbos.com
KvK 38020751

Het kwaliteitsmanagementsysteem van Witteveen+Bos is gecertificeerd op basis van ISO 9001.

© Witteveen+Bos

Niets uit dit document mag worden verveelvoudigd en/of openbaar gemaakt in enige vorm zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van Witteveen+Bos noch mag het zonder dergelijke toestemming worden gebruikt voor enig ander werk dan waarvoor het is vervaardigd, behoudens schriftelijk anders overeengekomen. Witteveen+Bos aanvaardt geen aansprakelijkheid voor enigerlei schade die voortvloeit uit of verband houdt met het wijzigen van de inhoud van het door Witteveen+Bos geleverde document.

INHOUDSOPGAVE

LEESWIJZER 7

1 INLEIDING 9

1.1 Het voornemen 9
1.1.1 Aanleiding 9
1.1.2 Doelstelling 10
1.1.3 Projectonderdelen 10
1.2 Beschrijving plangebied 11
1.3 MER in twee fases 12
1.4 Alternatieven MER fase 1 13
1.4.1 Tracéalternatieven 13
1.4.2 Stationslocatiealternatieven 15
1.5 Aanpak effectbeoordeling MER fase 1 16

2 WETTELIJK KADER EN BELEIDSKADER 18

2.1 Wettelijk kader 18
2.2 Beleidskaders 20

3 REFERENTIESITUATIE 24

3.1 Plan- en studiegebied 24
3.2 Huidige situatie 25
3.2.1 Landschap: gebiedskarakteristiek, specifieke elementen en hun samenhang 25
3.2.2 Aardkundige waarden 32
3.2.3 Archeologie 37
3.3 Autonome ontwikkelingen 46

4 METHODIEK 47

4.1 Toelichting Handreiking landschappelijke inpassing 47
4.2 Relevante ingreep-effectrelaties 49
4.2.1 Noordzee 50
4.2.2 Waddengebied 50
4.2.3 Land 51

4.3 Beoordelingskader en -criteria 53

4.4 Onderzoeksaanpak 54

4.4.1 Gebiedsniveau 54
4.4.2 Objectniveau 55
4.4.3 Aardkunde 56
4.4.4 Archeologie 56

5 EFFECTBESCHRIJVING PER CRITERIUM (MER FASE 1) 58

5.1 Effectbeschrijving gebiedsniveau 58

5.1.1 Noordzee 58
5.1.2 Waddengebied 58
5.1.3 Land 59

5.2 Effectbeschrijving objectniveau 62

5.2.1 Noordzee en Waddengebied 63
5.2.2 Op land 63

5.3 Effectbeschrijving aardkundige waarden 67

5.3.1 Noordzee 67
5.3.2 Waddengebied 67
5.3.3 Land 68

5.4 Effectbeschrijving archeologie 69

5.4.1 Noordzee 69
5.4.2 Waddengebied 70
5.4.3 Land 71

6 EFFECTBEOORDELING LANDSCHAP, CULTUURHISTORIE EN ARCHEOLOGIE 78

6.1 Effectbeoordeling tracéalternatieven 78

6.1.1 Landschap - Gebiedsniveau 79
6.1.2 Landschap - Objectniveau 80
6.1.3 Aardkunde 80
6.1.4 Bekende archeologische waarden 80
6.1.5 Archeologische verwachtingswaarden 81

6.2 Stationslocatiealternatieven 81

6.2.1 Concluderende beoordelingstabel stationslocatiealternatieven 81
6.2.2 Gebiedsniveau 82
6.2.3 Objectniveau 82
6.2.4 Aardkunde 83
6.2.5 Bekende archeologische waarden 83
6.2.6 Archeologische verwachtingswaarden 83

7 OPTIMALISATIES TRACÉALTERNATIEVEN EN STATIONSLOCATIEALTERNATIEVEN 84

8 BRONNEN 85

Laatste pagina 85

Bijlage(n)

Aantal pagina's

I Bureauonderzoek archeologie offshore export kabeltracé 78

II Bureauonderzoek archeologie op land 149

LEESWIJZER

Voor u ligt het deelrapport Landschap, Cultuurhistorie en Archeologie. Dit rapport is onderdeel van de milieueffectrapportage voor het realiseren van een kabelverbinding tussen windenergiegebied Ten noorden van de Waddeneilanden en het Nederlandse hoogspanningsnet. Dit project wordt Net op zee Ten noorden van de Waddeneilanden (NOZ TNW) genoemd. Naast de aanleg van de kabelverbindingen zijn de aanleg van een platform op zee en een transformatorstation op land onderdeel van dit project.

Het MER voor Net op zee Ten noorden van de Waddeneilanden bestaat uit drie onderdelen:
- publieksvriendelijke samenvatting;
- hoofdrapport;
- deelrapport per milieuaspect.

Hierna volgt een korte toelichting op wat u in elk van deze onderdelen kunt lezen.

Wat leest u in het deelrapport?

Hoofdstuk 1 van dit deelrapport beschrijft het voornemen en geeft een toelichting op de 9 tracéalternatieven en 6 stationslocatiealternatieven die in MER fase 1 zijn onderzocht. Daarnaast geeft het een beknopte omschrijving van de gehanteerde onderzoeksaanpak van MER fase 1. Hoofdstuk 2 zet het wettelijk- en beleidskader uiteen. In deze kaders is de wetgeving en het beleid, relevant voor het milieuaspect Landschap, Cultuurhistorie en Archeologie, op verschillende schaalniveaus toegelicht. Hoofdstuk 3 beschrijft de referentiesituatie, die bestaat uit een beschrijving van de huidige situatie aangevuld met een overzicht van de autonome ontwikkelingen.

Hoofdstuk 4 licht de methodiek toe die de basis vormt voor de effectbeschrijving (hoofdstuk 5) en effectbeoordeling (hoofdstuk 6). Op basis hiervan behandelt hoofdstuk 7 de optimalisaties voor de alternatieven. Hieruit volgt een voorkeursalternatief. Dit alternatief wordt in MER fase 2 onderzocht.

Wat leest u in de samenvatting?

De samenvatting is een zelfstandig leesbaar document met daarin een publiekvriendelijke weergave van de informatie uit MER fase 1.

Wat leest u in het hoofdrapport?

Het hoofdrapport beschrijft op hoofdlijnen de aanleiding voor, aanpak van en uitkomsten van de milieuonderzoeken. Meer gedetailleerde informatie en onderbouwingen zijn onderdeel van de deelrapporten.

Relatie hoofd- en deelrapporten

De in het hoofdrapport gepresenteerde informatie beperkt zich tot de hoofdzaken die relevant zijn voor de keuze van een voorkeursalternatief. Dit betekent dat het hoofdrapport de milieueffecten presenteert die (1) als sterk negatief (--) zijn beoordeeld en daarmee een risico vormen voor de uitvoerbaarheid van een alternatief, en (2) negatieve effecten die onderscheidend zijn tussen de alternatieven.



De deelrapporten geven gezamenlijk een volledig overzicht van de milieueffecten van het project. Hier zijn ook de effecten beschreven die niet sterk negatief onderscheidend zijn. Het hoofdrapport en de deelrapporten vormen samen één geheel. Dit betekent dat het hoofdrapport niet moet worden gelezen als een samenvatting van de deelrapporten en dat de deelrapporten niet moeten worden beschouwd als 'bijlagen', zie onderstaande schematisering.

MER in twee fasen

Het onderzoeksproces voor dit MER wordt uitgevoerd in twee fases. In de eerste fase (hierna MER fase 1) zijn de onderscheidende en sterk negatieve effecten van de tracéalternatieven onderzocht (planMER). Deze informatie is input voor de integrale effecten analyse (IEA) op basis waarvan de minister van Economische Zaken en Klimaat (hierna: EZK) samen met het ministerie van Binnenlandse Zaken en Koninkrijksrelaties (hierna: BZK) een voorkeursalternatief kiest[1]. Naast milieu-informatie weegt de minister ook technische aspecten, kosten, omgeving en toekomstvastheid mee in het besluit.

In de tweede fase van dit MER (hierna: MER fase 2) wordt het voorkeursalternatief in meer detail onderzocht en worden mitigerende maatregelen uitgewerkt. De informatie uit MER fase 2 dient ter onderbouwing van het inpassingsplan[2] en de vergunningaanvragen.

Voor u liggen de onderzoeksresultaten van MER fase 1 voor landschap, cultuurhistorie en archeologie.

[1] Het voorkeursalternatief wordt gekozen in oktober 2020.

[2] Op 1 juli 2021 of 1 januari 2022 treedt de nieuwe Omgevingswet (Ow) in werking. Vanaf dat moment kan de minister van EZK geen gebruik meer maken van het inpassingsplan, wordt een projectbesluit opgesteld conform de Omgevingswet. Voor NOZ TNW worden de vergunningaanvragen ingediend voor 1 juli 2021, daarom is in dit MER de term 'inpassingsplan' gehanteerd. Vooruitlopend op de Ow, wordt in het project wel gewerkt in de geest van de nieuwe Omgevingswet.

1

INLEIDING

De aanleg van het Net op zee Ten noorden van de Waddeneilanden (hierna: NOZ TNW) kan effecten hebben op het aspect Landschap, Cultuurhistorie en Archeologie. Aanleg van het transformatorstation kan bijvoorbeeld het open karakter van het landschap beïnvloeden.

Dit inleidende hoofdstuk geeft een korte introductie op het voornemen (1.1), het plangebied (1.2), de methodiek (1.3) en de onderzochte alternatieven (1.4). Paragraaf 1.5 licht op hoofdlijnen de gehanteerde onderzoeksaanpak van MER fase 1 toe.

1.1 Het voornemen

1.1.1 Aanleiding

Nederland zet in op de opwek van grootschalige windenergie op zee. Om klimaatverandering tegen te gaan en minder afhankelijk te zijn van buitenlandse energie-import, moet Nederland haar aandeel van duurzame energie-opwek vergroten. Met het ondertekenen van het VN-Klimaatakkoord van Parijs (2016) heeft de Nederlandse regering zich gecommitteerd aan een vergaande vermindering van de uitstoot van broeikasgassen (49 % vermindering in 2030 ten opzichte van 1990). Om dit doel te halen, heeft de Nederlandse regering een omvangrijk samenhangend pakket met maatregelen gepresenteerd: het Klimaatakkoord (d.d. 29 juni 2019). In het Klimaatakkoord wordt de potentie van de Nederlandse Noordzee voor opwek van grootschalige windenergie op zee onderstreept. Het Klimaatakkoord stelt:

'Voor de realisatie van de klimaatdoelen van 2030 en 2050 zien we een groot potentieel voor windenergie op zee (WOZ). Daarom willen we voortvarend werken aan de verdere uitrol in de komende decennia. Zeker in combinatie met elektrificatie van de industrie, met name in de kustzone, is WOZ in potentie de grootste toekomstige groene krachtbron voor de Nederlandse economie en samenleving. Voor de periode tot en met 2030 wordt ten minste de staande routekaart WOZ 2030 gerealiseerd.

Op 28 maart 2018 zijn in een Kamerbrief de hoofdlijnen voor een nieuwe routekaart windenergie op zee (vanaf nu routekaart 2030)[3] uiteengezet. Het kabinet wil een volgende stap zetten in de verdere realisatie van windenergie op zee voor de periode 2024 tot en met 2030. De routekaart 2030 gaat uit van het realiseren van windparken in de onderstaande achtereenvolgende gebieden: 1.400 MW in het gebied Hollandse Kust (west), 700 MW in het gebied Ten noorden van de Waddeneilanden, circa 4 GW in het gebied IJmuiden Ver[4].

In navolging van de routekaart 2030 is eind 2018 de afwegingsnotitie 'Verkenning aanlanding netten op zee 2030' gepresenteerd. Hierin is onderzocht waar de bovengenoemde windenergiegebieden aangesloten kunnen worden. Op 5 april 2019 is een Kamerbrief verschenen over de voortgang van de routekaart 2030[5], waarin de keuzes voor te onderzoeken aansluitpunten op basis van deze verkenning en het bestuurlijk

[3] Ministerie Economische Zaken en Klimaat, routekaart windenergie op zee 2030, brief d.d. 27 maart 2018, Kamerstuk 33561, nummer 42.

[4] Over de resterende 0,9 GW zal het kabinet op een later tijdstip een besluit nemen.

[5] Kamerbrief voortgang uitvoering routekaart windenergie op zee, 5 april 2019, kamerstuk 33561, nummer 48.

overleg daarover zijn opgenomen[6]. Hierin is aangegeven dat voor de aansluiting van de 700 MW van Ten noorden van de Waddeneilanden op het Nederlandse hoogspanningsnet, de hoogspanningsstations Burgum, Vierverlaten of Eemshaven worden opgenomen in de procedures onder de Rijkscoördinatieregeling (RCR).

De op zee opgewekte elektriciteit moet worden getransporteerd naar het landelijk hoogspanningsnet. TenneT is onder de Elektriciteitswet aangewezen als netbeheerder op zee. Hiermee heeft TenneT de wettelijke taak het net op zee te beheren en de verbinding tussen onder andere het windenergiegebied Ten noorden van de Waddeneilanden en een van de drie bovengenoemde hoogspanningsstations te realiseren.

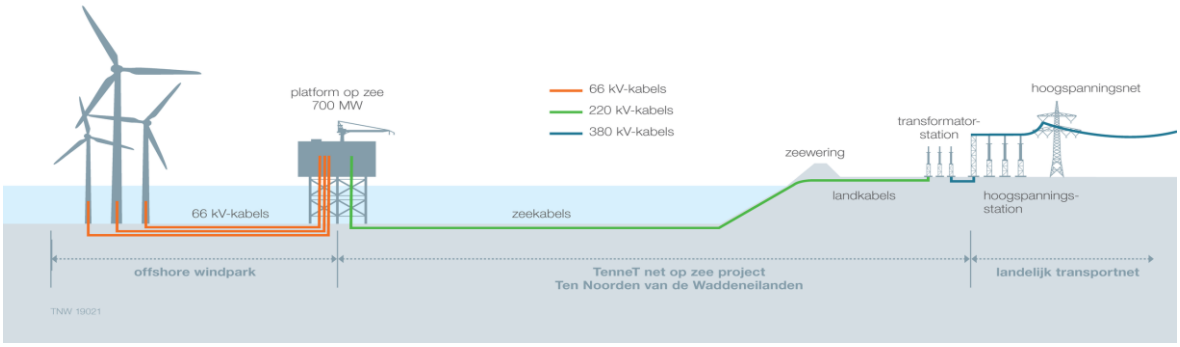
1.1.2 Doelstelling

Het NOZ TNW zorgt ervoor dat de opgewekte elektriciteit van de windturbines naar het hoogspanningsnet op land kan worden getransporteerd. Om aan de duurzame energiedoelstellingen[7] te voldoen en een tijdige realisatie van de windparken te kunnen faciliteren, dient het NOZ TNW uiterlijk 2026 in bedrijf te zijn.

1.1.3 Projectonderdelen

Op hoofdlijnen bestaat het NOZ TNW uit de volgende hoofdonderdelen (zie afbeelding 1.1):
- een offshore platform voor de aansluiting van de windturbines en het transformeren van 66 kV naar 220 kV[8];
- twee ondergrondse 220 kV-kabelcircuits op zee (offshore) voor het transport naar land (circa 80 km);
- twee ondergrondse 220 kV-kabelcircuits op land (onshore) voor het verdere transport naar een nieuw te bouwen 220/380 kV-transformatorstation (circa 25 km);
- een transformatorstation op land;
- een ondergrondse kabelverbinding tussen het transformatorstation en het bestaande 220 of 380 kV hoogspanningsstation om de opgewekte stroom aan te sluiten op het landelijke hoogspanningsnet.

Afbeelding 1.1 Overzicht onderdelen van het project



[6] Zie bijlage IV bij het hoofdrapport voor de samenvatting Verkenning aanlanding netten op zee 2030 voor Hollandse Kust (west Beta).

[7] Uit onder andere het Energieakkoord voor duurzame groei, routekaart windenergie op zee 2030, Klimaatakkoord en Ontwikkelkader windenergie op zee.

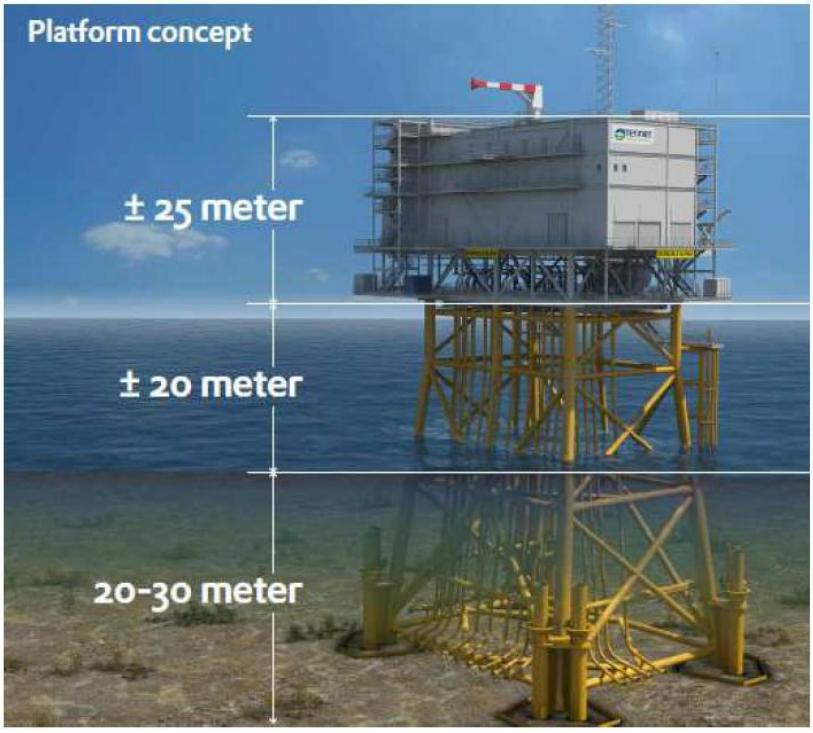
[8] Dit is onderdeel van het MER dat voor het windenergiegebied wordt opgesteld. De 66 kV kabelverbindingen zijn geen onderdeel van dit MER.

Platform op zee
Bij het windenergiegebied Ten noorden van de Waddeneilanden wordt een platform gerealiseerd. Op dit platform wordt de elektriciteit verzameld die door de windturbines is opgewekt.

De stalen draagconstructie heeft een lengte van circa 28 meter, een breedte van circa 20 meter en een hoogte van ongeveer 50 meter (afhankelijk van de waterdiepte). Het gewicht van de stalen draagconstructie bedraagt ongeveer 2.500-3.000 ton (afhankelijk van de waterdiepte). De topside die op de draagconstructie wordt geplaatst heeft een lengte van circa 45 meter, een breedte van circa 20 meter, een hoogte van circa 25 meter en een gewicht van circa 3.400 ton (zie afbeelding 1.2).

Voor het platform op zee is één locatie in beeld. Dit betekent dat voor dit onderdeel van het project geen onderscheidende effecten bestaan. Daarnaast worden geen sterk negatieve milieueffecten verwacht. Daarom wordt het platform op zee beoordeeld in MER fase 2.

Afbeelding 1.2 Visualisatie van een platform op zee



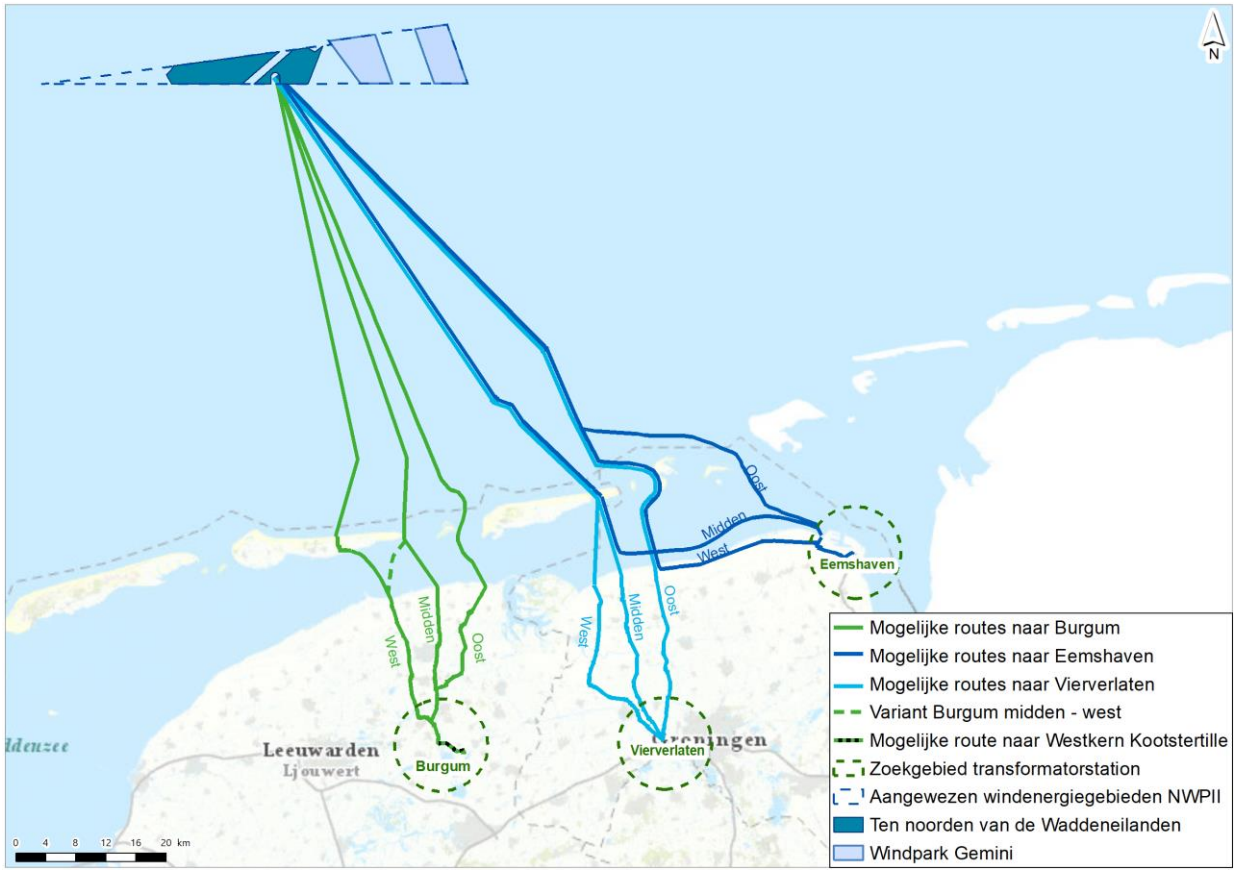
1.2 Beschrijving plangebied

Het plangebied van Net op zee Ten noorden van de Waddeneilanden (hierna: NOZ TNW) ligt tussen het windenergiegebied Ten noorden van de Waddeneilanden aan de noordkant en loopt tot de aansluitlocaties Burgum, Vierverlaten en Eemshaven Oudeschip (hierna: Eemshaven) aan de zuidkant (zie afbeelding 1.3). Naast een verdeling per aansluitlocatie, kent het plangebied een verdeling naar drie deelgebieden:
- Noordzee;
- Waddengebied[9];
- land.

[9] Het Waddengebied omvat het Natura 2000-gebied Noordzeekustzone, het Natura 2000-gebied en UNESCO Werelderfgoedgebied Waddenzee en de Waddeneilanden.

Voor de scheidingslijn tussen de Noordzee en het Waddengebied is de zeewaartse grens van het Natura 2000-gebied Noordzeekustzone aangehouden (zie afbeelding 1.3). De effectbeschrijving (hoofdstuk 5) is gebaseerd op de deelgebieden, omdat de effecten per deelgebied onderscheidend kunnen zijn. De effectbeoordeling geldt voor het tracéalternatief als geheel (dus de effecten op de Noordzee, in het Waddengebied en op land samen).

Afbeelding 1.3 Overzicht plangebied, deelgebieden en tracéalternatieven MER fase 1



1.3 MER in twee fases

Het onderzoeksproces dat is vastgelegd in dit MER is uitgevoerd in twee fases. In de eerste fase (hierna MER fase 1) zijn de onderscheidende en sterk negatieve effecten van de tracéalternatieven onderzocht, zie hoofdstuk 5 t/m 7 (planMER). Deze informatie is input voor de integrale effectenanalyse (IEA) op basis waarvan de minister van Economische Zaken en Klimaat (hierna: MinEZK) samen met de minister van Binnenlandse Zaken en Koninkrijksrelaties (hierna: MinBZK) een voorkeursalternatief heeft gekozen. Naast milieu-informatie hebben de ministers ook technische aspecten, kosten, omgeving en toekomstbestendigheid meegewogen in het besluit.

In de tweede fase van dit MER (hierna MER fase 2) wordt het voorkeursalternatief in meer detail onderzocht en worden mitigerende maatregelen uitgewerkt. De informatie uit MER fase 2 dient ter onderbouwing van het inpassingsplan en de vergunningaanvragen.

1.4 Alternatieven MER fase 1

MER fase 1 brengt effecten in beeld voor de volgende alternatieven:
- 9 tracéalternatieven, drie per aansluitlocatie;
- 6 stationslocatiealternatieven.

Onderstaande paragrafen lichten de alternatieven en hun uitgangspunten toe.

1.4.1 Tracéalternatieven

Per aansluitlocatie onderzoekt MER fase 1 drie tracéalternatieven, zie afbeelding 1.3. De tracéalternatieven zijn genoemd naar hun geografische ligging ten opzichte van elkaar, te weten de aansluitlocatie gevolgd door 'west', 'midden' of 'oost' (bijvoorbeeld Burgum west).

De tracéalternatieven zijn in een alternatievenontwikkelingsproces tot stand gekomen. Het Achtergronddocument Alternatievenontwikkeling (bijlage I bij het hoofdrapport) beschrijft dit proces. Deze 9 alternatieven brengen samen de volledige bandbreedte aan mogelijke milieueffecten in beeld. Andere denkbare alternatieven leiden naar verwachting niet tot wezenlijk andere milieugevolgen.

Uit onderzoek kan blijken dat effecten te voorkomen of beperken zijn door aanpassing van de oorspronkelijke tracés. De tracéalternatieven kunnen dus nog wijzigen als onderzoeksresultaten hier aanleiding toe geven of op basis van omgevingsbelangen. Onderscheidende omgevingsbelangen worden omschreven in hoofdstuk 4 van de IEA. Dit kan enerzijds betekenen dat een deel van het tracéalternatief wordt verplaatst. Anderzijds is het mogelijk een tracéalternatief te wijzigen door een tracé op land te verbinden met een ander tracé op zee. Hoofdstuk 7 van dit deelrapport beschrijft of milieueffecten voor het milieuaspect Landschap, cultuurhistorie en archeologie beperkt of voorkomen kunnen worden door het treffen van maatregelen of een wijziging van een tracé.

Variant Burgum midden-west
In het Waddengebied onderzoekt het MER aanvullend een variant, die het tracéalternatief Burgum midden op zee verbindt met het tracéalternatief Burgum west op land. Aanleiding hiervoor is de hoge stikstofdepositie van tracéalternatief Burgum west op zee, op het Natura 2000-gebied Duinen Ameland. Op basis van deze hoge stikstofdepositie is dit tracéalternatief op zee mogelijk niet vergunbaar. Een combinatie van tracéalternatief Burgum midden op zee, met tracéalternatief Burgum west op land kan wel kansrijk zijn. Daarom is de variant Burgum midden-west toegevoegd, met in het Waddengebied een koppeling tussen de twee tracéalternatieven. Variant Burgum midden-west volgt de geul richting de Friese kust.

Voor de effectbeschrijvingen geldt dat voor deze variant grotendeels de effecten van toepassing zijn zoals beschreven voor tracéalternatief Burgum midden op zee en voor tracéalternatief Burgum west op land. Deze variant wordt daarom niet steeds apart beschreven. Daar waar sprake is van aanvullende of andere effecten door het verbindende deel in deze variant, worden deze effecten beschreven.

Waarom geen andere varianten in MER?
Ten opzichte van de onderzochte tracéalternatieven, zijn verschillende varianten mogelijk. Zoals in de NRD is aangegeven[10], kan het ene tracé op land verbonden worden met een ander tracé op zee en ook zijn er nadere optimalisaties mogelijk in elk van de onderzochte tracéalternatieven. Voor de mogelijke varianten geldt dat deze niet tot wezenlijk andere effecten (voor- of nadelen) leiden dan de alternatieven die dit MER nu onderzoekt. Effecten vallen binnen de bandbreedte van wat dit MER onderzoekt en zijn ook in te schatten op basis van de onderzoeken in dit MER. De bovengenoemde variant Burgum midden-west vormt hierop een uitzondering. Deze variant leidt namelijk tot andere effecten ten opzichte van het tracéalternatief Burgum west. Voor andere varianten die verschillende zee- en landdelen combineren, geldt dat de effecten

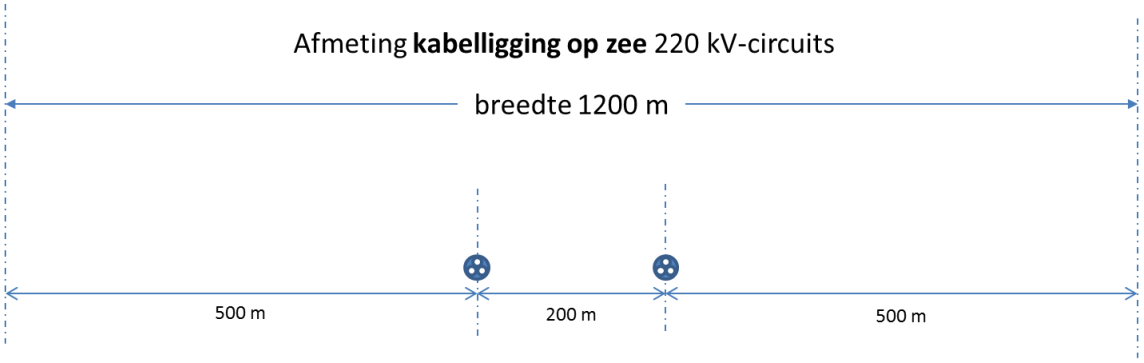
[10] Kader in paragraaf 1.1 van de NRD.

overeenkomen met de effecten zoals onderzocht binnen de tracéalternatieven voor de betreffende zee- en landdelen. Het is daarom niet nodig deze varianten apart te onderzoeken.

Uitgangspunten tracéalternatieven

Op zee worden twee wisselstroom 220 kV-zeekabels aangelegd. Voor de aanleg op zee is een tracébreedte nodig van circa 1.200 meter, zie afbeelding 1.4. Op zee is in MER fase 1 een tracébreedte van 2.400 meter onderzocht. Hierdoor bestaat binnen de tracéalternatieven schuifruimte om milieueffecten te beperken of voorkomen (zie paragraaf 1.5.2 voor een nadere toelichting). Op de Waddenzee wordt tussen de twee kabels een minimale afstand van 50 meter aangehouden.

Afbeelding 1.4 Tracébreedte kabelsysteem op de Noordzee

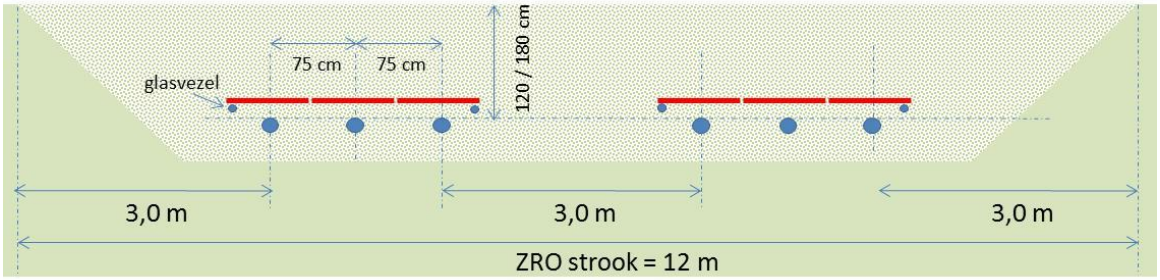


Om de land- en zeekabels op elkaar aan te sluiten is op land (meestal aan de landzijde van de waterkering) per kabelcircuit een overgangsmof nodig. Hiervoor is een oppervlakte nodig van circa 12 x 4,5 meter per mof. De overgangsmof wordt in een ondergrondse mofput gelegd. Na de aanleg is hiervan aan de oppervlakte niets meer zichtbaar. Dit geldt ook voor de overige moffen (verbindingsstukken op land). Uitzondering hierop zijn de 'cross-bonding boxes' die op een aantal plaatsen op land worden aangelegd: een soort (bovengrondse) kastjes om de transportcapaciteit van de kabels te bevorderen en verliezen te beperken.

Op land worden twee kabelcircuits aangelegd, waarbij elk kabelcircuit bestaat uit drie kabels (zie afbeelding 1.5). Voor de aanleg van de kabels op land is een strookbreedte van circa 50 meter nodig. Dit is inclusief de werkstrook. De kabelsleuf zelf heeft een breedte van circa 12 meter. Op land wordt een breedte van 150 meter onderzocht. Net als op zee zijn de tracéalternatieven op land breder om effecten te kunnen beperken of voorkomen.

De gehanteerde aanlegtechnieken zijn nader toegelicht in bijlage III bij het hoofdrapport. De kabels worden aangelegd volgens het principe 'bury-and-forget'. Dit betekent dat tijdens de gebruiksfase in principe geen onderhoudswerkzaamheden nodig zijn.

Afbeelding 1.5 Kabelverbindingen aangelegd in een open ontgraving[11]



1.4.2 Stationslocatiealternatieven

Voor aansluiting van het windpark op het landelijk hoogspanningsnet is een nieuw transformatorstation nodig. De hiervoor benodigde oppervlakte is circa 3,5 hectare (+ 2,0 hectare tijdelijk werkterrein). Voor het transformatorstation is binnen een straal van 6 kilometer rondom de drie aansluitlocaties (Burgum, Vierverlaten en Eemshaven) gezocht naar een geschikte locatie. Aan de hand van een aantal zoekcriteria en locatievoorkeuren is binnen dit zoekgebied van 6 kilometer getrechterd tot één of meerdere stationslocatiealternatieven per aansluitlocatie, zie het MER hoofdrapport en het Achtergronddocument Alternatievenontwikkeling (bijlage I bij het hoofdrapport) voor een nadere toelichting. Tabel 1.1 presenteert een overzicht van de stationslocatiealternatieven en de onderstaande afbeeldingen laten de stationslocatiealternatieven zien.

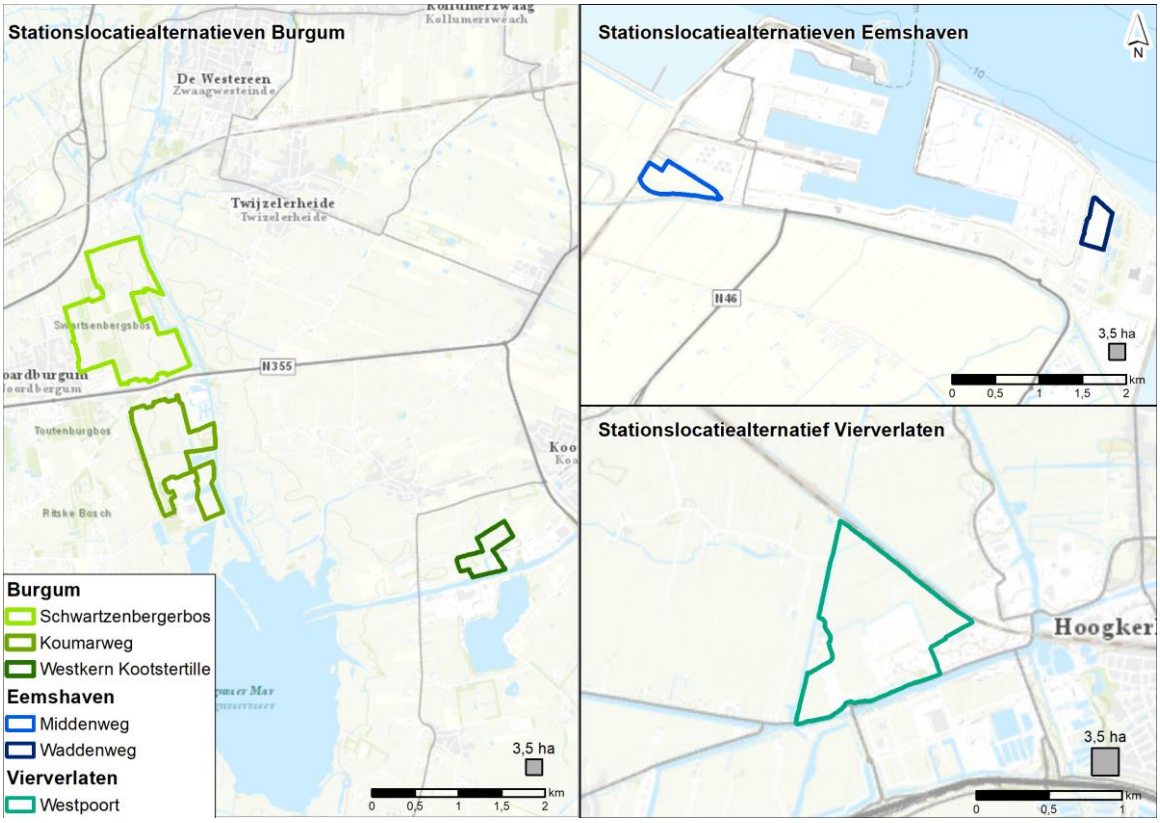
Tabel 1.1 Overzicht stationslocatiealternatieven

Aansluitlocatie	Naam stationslocatiealternatief	Oppervlakte stationslocatiealternatief[12]
Burgum	Schwartzenbergerbos	circa 130 ha
Burgum	Koumarweg	circa 75 ha
Burgum	Westkern Kootstertille	circa 19 ha
Vierverlaten	Westpoort	circa 81 ha
Eemshaven	Waddenweg	circa 13 ha
Eemshaven	Middenweg	circa 22 ha

[11] ZRO staat voor 'zakelijk recht overeenkomst'; een zakelijk recht om in, op of boven een onroerende zaak van een ander gebouwen, werken op beplantingen in eigendom te hebben of verkrijgen (art. 5:101 van het Burgerlijk Wetboek).

[12] De benodigde oppervlakte is 3,5 ha + 2 ha werkterrein tijdens de aanlegfase. De oppervlaktes die zijn weergegeven in de tabel betreffen het zoekgebied voor een nieuw transformatorstation.

Afbeelding 1.6 Stationslocatiealternatieven



1.5 Aanpak effectbeoordeling MER fase 1

De onderzoeken die in MER fase 1 zijn uitgevoerd, zijn gericht op het in beeld brengen van de onderscheidende en sterk negatieve (--) effecten. Dit zijn de effecten die van invloed kunnen zijn op de afweging van de tracé- en stationslocatiealternatieven in de integrale effectenanalyse (IEA). Daarbij vormen sterk negatieve effecten een risico voor de haalbaarheid of uitvoerbaarheid van een alternatief.

De onderzoeken in MER fase 1 zijn uitgevoerd in twee stappen:
1 een beschrijving en beoordeling van de worst-case milieueffecten (hoofdstuk 5 en 6);
2 een inventarisatie van mogelijke optimalisaties of maatregelen om sterk negatieve (--) effecten te voorkomen of beperken (hoofdstuk 7).

Ad 1: beschrijving en beoordeling worst-case milieueffecten
Voor elk milieuaspect zijn in MER fase 1 de (realistische) worst-case effecten in beeld gebracht voor zowel de tracéalternatieven als de stationslocatiealternatieven. Dit betekent dat in eerste instantie de milieueffecten zijn beschreven en beoordeeld voor de situatie waarin een effect niet kan worden vermeden of beperkt. Daarbij is dus nog geen rekening gehouden met de schuifruimte die de tracéalternatieven bieden of met andere mogelijke maatregelen om effecten te beperken. Deze methodiek, die gebruikelijk is bij een m.e.r.-procedure, voorkomt het schetsen van een onterecht positief beeld van de milieueffecten bij aanleg van het tracéalternatief. Deze methodiek is gehanteerd voor de tracéalternatieven en de stationslocatiealternatieven.

Waarom beoordeling van een realistische worst-case situatie?
Het in beeld brengen van de worst-case situatie binnen de tracéalternatieven is van belang omdat de optimale route binnen een tracéalternatief kan verschillen per milieuaspect. Vanuit Landschap, Cultuur en Archeologie kan het bijvoorbeeld wenselijk zijn een scheepswrak te vermijden. Dit kan echter betekenen dat het tracé dichter langs een zandwinlocatie komt te liggen, waardoor daar mogelijk meer effecten optreden. De route die voor het ene criterium leidt tot een kleiner effect heeft voor een ander criterium dan direct een

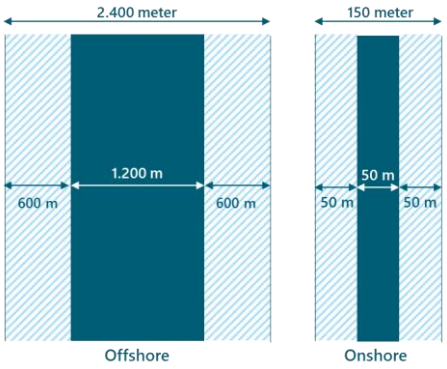
groter effect tot gevolg. Daarom is het onvoldoende om in MER fase 1 alleen de meest gunstige situatie binnen de tracéalternatieven in beeld te brengen. Door de twee stappen te doorlopen (worst-case en optimalisaties binnen tracéalternatieven) wordt de bandbreedte van effecten binnen de tracéalternatieven en stationslocatiealternatieven in beeld gebracht die nodig is voor de afweging van alternatieven.

Ad 2: optimalisaties

Na de worst-case effectbeoordeling zijn mogelijkheden geïnventariseerd om sterk negatieve (--) milieueffecten[13] te voorkomen. Dit kan bijvoorbeeld door het benutten van de schuifruimte binnen de tracéalternatieven en stationslocatiealternatieven, of door het treffen van maatregelen. Als een optimalisatie of maatregel een sterk negatief (--) effect voorkomt, wordt deze opgenomen als uitgangspunt bij de verdere uitwerking van het voorkeursalternatief in MER fase 2.

Wat is schuifruimte?

De tracéalternatieven en stationslocatiealternatieven bevatten schuifruimte om milieueffecten te beperken of te voorkomen. Dit betekent dat de ligging van de kabels geoptimaliseerd kan worden binnen het alternatief. Voor stationslocatiealternatieven verschilt de hoeveelheid schuifruimte per alternatief. Voor tracéalternatieven verschilt dit per deeltraject: op zee zijn de tracéalternatieven 2.400 meter breed, terwijl de daadwerkelijk benodigde breedte 1.200 meter bedraagt. Op land zijn de tracéalternatieven 150 meter breed, terwijl de daadwerkelijk benodigde breedte 50 meter bedraagt.



Benutten van schuifruimte om sterk negatieve effecten te voorkomen

Op basis van de concept onderzoeksresultaten van MER fase 1 is de schuifruimte van de tracéalternatieven op negen locaties benut om sterk negatieve effecten (--) te beperken of voorkomen. Dit betekent dat de tracéalternatieven in dit MER op een aantal plaatsen afwijken van de reguliere onderzoeksbreedte van 2.400 meter op zee en 150 meter op land. In hoofdstuk 5 van het Achtergronddocument Alternatievenontwikkeling (bijlage I) zijn de negen tracéoptimalisaties toegelicht. Met het benutten van schuifruimte kunnen ook een aantal negatieve effecten (-) van tracéalternatieven worden beperkt of voorkomen. Dit wordt uitgewerkt voor het VKA in MER fase 2.

Voor een aantal sterk negatieve effecten van de tracéalternatieven en stationslocatiealternatieven zijn tracéoptimalisaties nog niet doorgevoerd. Het gaat over het algemeen om sterk negatieve effecten met een relatief kleine omvang, hierdoor is met zekerheid te stellen dat de alternatieven voldoende schuifruimte bieden om voor deze criteria een sterk negatief effect te voorkomen. In hoofdstuk 7 is beschreven of het benutten van schuifruimte sterk negatieve effecten kan voorkomen. Als dit het geval is, wordt dit als uitgangspunt meegenomen bij de uitwerking van het VKA in MER fase 2.

[13] Het gaat hierbij om dusdanig grote/ernstige milieueffecten, dat deze een risico vormen voor de uitvoerbaarheid van een alternatief. Maatregelen om negatieve (-) effecten te beperken of voorkomen, worden uitgewerkt in MER fase 2.

2

WETTELIJK KADER EN BELEIDSKADER

Dit hoofdstuk geeft een overzicht van het vigerend beleid en de regelgeving, relevant voor het milieuaspect Landschap, Cultuurhistorie en Archeologie. Het overzicht behandelt verschillende schaalniveaus, voor zover deze van invloed zijn op het voornemen. Alle deelrapporten beschrijven het beleid en de regelgeving die relevant zijn voor de milieueffecten die aansluiten bij het desbetreffende aspect.

2.1 Wettelijk kader

Tabel 2.1 Wettelijk kader aspect Landschap, Cultuurhistorie en Archeologie

Wet- en regelgeving	Uitleg en relevantie
Europees	
Verdrag van Granada, Raad van Europa, 1994	De bescherming van het architectonische erfgoed is een essentieel doel van de ruimtelijke ordening: niet alleen bij de planologische uitwerking, maar ook bij het vormgeven aan ontwikkelingen. Het wetsvoorstel Modernisering Monumentenzorg dat per 1 januari 2012 in werking is getreden, werkt enkele van de verdragspunten uit. Binnen het plangebied zijn monumenten aanwezig en deze worden meegenomen in dit MER.
Verdrag van Malta/ Conventie van Valletta, Raad van Europa), 1992	Het Verdrag van Malta, ook wel de *Conventie van Malta* of het *Verdrag van Valletta* genoemd, beoogt het cultureel erfgoed dat zich in de bodem bevindt beter te beschermen. Belangrijk in dit verdrag is dat voorafgaand aan de uitvoering van plannen onderzoek moet worden gedaan naar de aanwezigheid van archeologische waarden en daar in de ontwikkeling van plannen zoveel mogelijk rekening mee te houden. Archeologie is daarom ook onderdeel van dit MER.
Europese Landschapsconventie, Raad van Europa, 2005	Nederland heeft de conventie in 2005 geratificeerd. Nederland heeft zich verplicht in wetgeving de betekenis van landschappen te erkennen, landschapsbeleid te formuleren en te implementeren, procedures in te stellen voor inspraak en landschap te integreren in beleid dat gevolgen heeft voor het landschap. De ELC werkt onder meer door in de Nederlandse Structuurvisie Infrastructuur en Ruimte. Landschap (en cultuurhistorie) is onderdeel van dit MER.
UNESCO Werelderfgoedverdrag: Waddenzee,1972	Sinds 2009 is de Waddenzee aangemerkt als natuurlijk werelderfgoed in het Werelderfgoedverdrag. Dit brengt de verplichting met zich mee om het gebied in goede staat te houden.
Nationaal	
Erfgoedwet, Rijk, 2016	De Erfgoedwet gaat over de bescherming van ons cultureel erfgoed. In de Erfgoedwet staat wat cultureel erfgoed is, hoe Nederland omgaat met roerend cultureel erfgoed (zoals schilderijen), wie welke verantwoordelijkheden heeft, hoe Nederland daar toezicht op houdt. Ook de bescherming van het maritiem archeologisch erfgoed onder water is binnen de Erfgoedwet beter beschermd. Bepaalde onderdelen van de wettelijke bescherming van het cultureel erfgoed verhuizen naar de nieuwe Omgevingswet. De vuistregel hierbij is: duiding van erfgoed in de Erfgoedwet, omgang met erfgoed in de fysieke leefomgeving in de Omgevingswet. Het beschermingsregime voor archeologische rijksmonumenten zal net als dat voor gebouwde rijksmonumenten straks wordt opgenomen in de Omgevingswet. Op dit moment geldt hiervoor nog de oude Monumentenwet via het overgangsrecht. Cultuurhistorische en archeologische waarden in het plangebied worden onderzocht.

Wet- en regelgeving	Uitleg en relevantie
Wet algemene bepalingen Omgevingsrecht, 2008	Deze wet (Wabo) regelt de omgevingsvergunning. De omgevingsvergunning is één geïntegreerde vergunning voor bouwen, wonen, monumenten, ruimte, natuur en milieu. Aan een omgevingsvergunning kunnen eisen wat betreft bouwkunde en archeologie worden opgenomen. Voor het aanvragen van een omgevingsvergunning binnen het studiegebied is naar verwachting archeologisch onderzoek noodzakelijk.
Besluit ruimtelijke ordening, 2012	Hierin is opgenomen dat gemeenten bij het maken van bestemmingsplannen rekening moeten houden met cultuurhistorische (inclusief archeologische) waarden. Ook voor dit plan is dit aan te raden en daarom worden de cultuurhistorische waarden geïnventariseerd. Binnen het gebied zijn enkele rijksmonumenten aanwezig.
Besluit algemene regels ruimtelijke ordening (Barro), 22 augustus 2011	Een aantal van de nationale belangen uit de Structuurvisie Infrastructuur en Ruimte (SVIR) wordt juridisch geborgd via het Besluit algemene regels ruimtelijke ordening (Barro). In het Barro is het gebied kustfundament afgebakend. In dit gebied worden geen activiteiten mogelijk gemaakt die een belemmering vormen voor het uitzicht op de vrije horizon vanaf de gemiddelde hoogwaterlijn met de blik op zee. Het plangebied loopt door het kustfundament. In het Barro is de bescherming van de Waddenzee en het Waddengebied geregeld. Als landschappelijke kwaliteiten van de Waddenzee worden aangemerkt de rust, weidsheid, open horizon en natuurlijkheid met inbegrip van de duisternis. Als cultuurhistorische kwaliteiten van de Waddenzee worden aangemerkt: de in de bodem aanwezige archeologische waarden, en de overige voor het gebied kenmerkende cultuurhistorische structuren en elementen, bestaande uit: 1°.historische scheepswrakken; 2°.verdronken en onderslibde nederzettingen en ontginningssporen, waaronder de dam Ameland-Holwerd; 3°. zeedijken en de daaraan verbonden historische sluizen, waaronder het ensemble Afsluitdijk; 4°. landaanwinningswerken; 5°. systeem van stuifdijken; 6°. systeem van historische vaar- en uitwateringsgeulen, en 7°. kapen.
Beleidsregels ontgrondingen in Rijkswateren, Rijk, 2010	Voor wettelijk beschermde monumenten van archeologische vondsten, locaties met melding van archeologische vondsten en wrakken wordt binnen een afstand van 100 meter geen ontgrondingsvergunning verleend.
Wet Ruimtelijke Ordening, 2008	Hierin hebben het rijk, de provincies en de gemeenten hun plannen voor ruimtelijke indeling vastgelegd, zowel voor de korte als de langere termijn. Daarnaast omschrijft deze wet de rechten en plichten van zowel overheid, burgers, bedrijven als instellingen op dit vlak.
Besluit Ruimtelijke Ordening, 2017	Dit is een nadere uitwerking van de bovengenoemde wet en bevat onder andere bepalingen over de bestemmingsplannen, de kosten voor archeologisch onderzoek en de relatie daarvan tot de grondexploitatie.
Wet Milieubeheer, 1979 - 2019	Heeft als doel om het milieu te beschermen door middel van kwaliteitseisen, vergunningen en regels, en de handhaving hiervan. Hierbij moet ook rekening worden gehouden met eventuele archeologische waarden in de betreffende gebieden. Onderdeel hiervan is de milieueffectrapportage (mer), waar archeologie een verplicht onderdeel is.
Provinciaal	
Verordening Romte Fryslân, 2014-2018	De ruimtelijke verordening is het juridisch bindend ruimtelijk beleid op provinciaal niveau. De plantoelichting van een ruimtelijk plan voor een uitbreidingslocatie of voor het landelijk gebied omvat een ruimtelijke kwaliteitsparagraaf waarin, voor zover noodzakelijk, wordt aangegeven op welke wijze: a. het plan rekening houdt met de draagkracht van het landschap voor de opvang en inpassing van nieuwe functies, op grond van een analyse van de samenhang van de ondergrond, netwerken en nederzettingspatronen; b. het plan invulling geeft aan de blijvende herkenbaarheid van de landschappelijke en cultuurhistorische kernkwaliteiten, zijnde de structuren van provinciaal belang zoals die, met inbegrip van een richtinggevend advies, per deelgebied of gebiedsoverschrijdend zijn omschreven in de structuurvisie Grutsk op 'e Romte. In de plantoelichting van een ruimtelijk plan wordt aangegeven op welke wijze het plan rekening houdt met de wijze van onderzoek naar en bescherming van archeologische waarden

Wet- en regelgeving	Uitleg en relevantie
	en verwachtingswaarden zoals aangegeven op de Famke (Friese Archeologische Monumentenkaart Extra). Weidevogelgebieden worden beschermd voor openheid.
Omgevingsverordening Provincie Groningen 2016	In deze provinciale omgevingsverordening zijn voor natuurlijke-, landschappelijke-, en cultuurhistorische waarden per gebied landschappelijke karakteristieken, abiotische kenmerken en waarden opgenomen.
Gemeentelijk	
Bestemmingsplannen	(Bûtengebiet Dongeradeel, 2016; Bûtengebiet Dantumadiel, 2016; Dokkum Bûten de Bolwurken; 2010; Buitengebied Gemeente Tytsjerksteradiel, 2013; Buitengebied Zuidhorn, 2019; Buitengebied gemeente Groningen, 2014; Gemeente Westerkwartier, 2015; Gemeente Eemsmond (nu Het Hogeland), 2015). De bestemmingsplannen stellen kaders voor landschap, cultuurhistorie en archeologie.

2.2 Beleidskaders

Nationaal, provinciaal, gemeentelijk beleid en het beleid van de waterschappen stellen kaders aan het project. Onderstaande tabellen beschrijven deze kaders voor elk beleidsniveau.

Tabel 2.2 Beleidskader nationaal niveau aspect Landschap, Cultuurhistorie en Archeologie

Beleidsstuk	Uitleg en relevantie
Internationaal	
Waddensea Plan, Common Wadden Sea Secretariat, 2010	Het doel van het trilaterale Waddenzeesecretariaat is: door het onderhouden van biodiversiteit bijdragen aan duurzame ontwikkeling. Hierbij in acht nemend de economische, sociale, culturele en regionale behoeften. Hieruit volgen drie hoofdzaken die van belang zijn tijdens het ontwikkelen van menselijke activiteiten in het gebied: 1. De conservering en bescherming van ecosystemen processen, functies, habitats, soorten en de interactie hiertussen; 2. Duurzaam menselijk gebruik; 3. Culturele diversiteit.
Nationaal	
Structuurvisie Infrastructuur en Ruimte, 2012	Landschappelijke, natuurlijke en cultuurhistorische kwaliteiten op de Noordzee zijn van nationaal belang. Voor de Noordzee geldt het Nationaal Waterplan. Specifiek voor de landschappelijke kwaliteiten op de Noordzee handhaaft het Rijk het vrije uitzicht op de horizon vanaf de kust tot 12 zeemijl conform het Nationaal Waterplan en borgt dit in het Barro. Eén van de hoofddoelen van de structuurvisie is het waarborgen van een leefbare en veilige omgeving waarin unieke natuurlijke en cultuurhistorische waarden behouden blijven. Het Rijk is verantwoordelijk voor cultureel en UNESCO Werelderfgoed, kenmerkende stads- en dorpsgezichten, rijksmonumenten en het maritieme erfgoed.
'Kiezen voor karakter, Visie erfgoed en ruimte', 2011	De visie is complementair aan de Structuurvisie Infrastructuur en Ruimte. In de eerste plaats maakt het Rijk duidelijk welke belangen zij in de gebiedsgerichte erfgoedzorg zelf behartigt, welke prioriteiten ze stelt en hoe zij wil samenwerken met publieke en private partijen. Het Rijk is verantwoordelijk voor erfgoed, maar provincie stelt grenzen en kernkwaliteiten nader op. Binnen het plangebied is een natuurlijk werelderfgoed aanwezig. De visie gaat echter over cultureel erfgoed.
Nationaal Waterplan 2016-2021, 2015	Onderdeel van het plan is de Beleidsnota Noordzee 2016-2021, welke het huidig gebruik en de ontwikkelingen op de Noordzee en de samenhang met het mariene ecosysteem beschrijft. Ook bevat deze nota de visie, de opgaven en het beleid van het Rijk voor de Noordzee, onder meer ruimte voor een operationeel vermogen van 4.450 MW windenergie op zee in 2023. Bij de beoordeling van de toelaatbaarheid van een economische activiteit wordt een vaste procedure gevolgd. In het toetsingskader voor vergunningen zijn onder meer de belevingswaarde van de kust (oneindigheid en veranderlijkheid Noordzee) en de archeologische en cultuurhistorische waarden meegenomen. Zichtbare permanente werken binnen de 12-mijlszone worden niet toegestaan. Uitzonderingen daarop zijn permanente werken behorend bij activiteiten van nationaal belang. Deze kunnen worden toegestaan in de 12-mijlszone, wanneer er geen redelijke alternatieve locaties zijn en er geen sterk negatieve effecten optreden op de bescherming van de kust. Schade aan de vrije horizon, recreatie en visserij dient dan zo beperkt mogelijk te zijn. Bij bodemingrepen op het Nederlands Continentaal Plat moet rekening worden gehouden met de verplichting tot behoud van

Beleidsstuk	Uitleg en relevantie
	(informatie over) archeologische en cultuurhistorische waarden volgens het Verdrag van Malta. Deze aspecten zijn in dit MER meegenomen.

Tabel 2.3 Beleidskader provinciaal niveau aspect Landschap, cultuurhistorie en archeologie

Beleidsstuk	Uitleg en relevantie
Streekplan Fryslân, 2007	In het Streekplan Fryslân 2007 'Om de kwaliteit fan de Romte' worden de 'kernkwaliteiten' van het cultuurhistorische erfgoed en het landschap beschreven. Onder kernkwaliteiten wordt verstaan: die ruimtelijke eigenschappen die zo typisch zijn voor het Friese landschap, dat zij tezamen de ruimtelijke identiteit van Friesland vormen. Kernkwaliteiten kleigebied: - open en grootschalig met structurerende elementen als dijken, kwelderwallen, slenken, terpen, paden, eendenkooien, vaarten; - onregelmatige blokverkaveling met plaatselijk bijzondere verkavelingsvormen (mozaïek-, radiair- en strengenverkaveling); - beplanting puntvormig geconcentreerd rondom boerderijen en dorpen, langs hoofdontsluitingswegen, kwelderwallen en randen van de Middelzee; - aanwezigheid van grasland in lagere delen en akker- en tuinbouw op de kwelderwallen. Kernkwaliteiten laagveengebied: - grootschalige open ruimten begrensd door bebouwings- en beplantingslinten langs wegen, vaarten en plaatselijke beeklopen; - nadrukkelijke aanwezigheid van lineaire structuren van beeklopen, wegdorpen, vaarten en dijken; - opstrekkende strokenverkaveling haaks op ontginningsassen, vaak in een waaiervormig patroon; - incidentele groene verdichtingen door moerasgebieden, boselementen en verlande petgaten; - verspreide bebouwing langs wegen en vaarten; - aanwezigheid van overwegend open graslanden, grazige natuurgebieden en petgaten; - opvallende aanwezigheid van hoogteverschillen in maaiveld en waterniveaus.
Grutsk op 'e Romte, 2014	In Grutsk op 'e Romte worden landschappelijke en cultuurhistorische structuren van provinciaal belang in samenhang geanalyseerd en gewaardeerd. De structuurvisie geeft richting aan toekomstige ruimtelijke veranderingen. Verschillende structuren van provinciaal belang liggen binnen het studiegebied.
Friese Archeologische Monumenten Kaart Extra (FAMKE)	Dit is de archeologische beleidskaart van de provincie Friesland. De kaart houdt rekening met de geomorfologische bodemomstandigheden en de kans om daar archeologische vondsten aan te treffen. Daarnaast houdt de FAMKE rekening met de kans dat de mogelijk aanwezige archeologische resten verstoord zijn. Aan de andere kant houdt de FAMKE ook rekening met de omvang van de bodemingreep. Dit alles bij elkaar is vertaald in provincie dekkende kaarten die aangeven hoe er het beste met het bodemarchief kan worden omgegaan voor de periode steentijd - bronstijd en ijzertijd middeleeuwen.
Omgevingsvisie Groningen, 2016 – 2020	Erfgoed en archeologie is als kernkarakteristiek benoemd, waarbij wordt gesteld dat gemeenten in hun structuur-/omgevingsvisies moeten aangeven hoe zij de kernkarakteristieken beschermen, behouden en verder versterken. Gemeenten moeten hier in bestemmingsplannen, (regionale) welstandsnota's en dorpsvisies verder invulling aan geven.
Ontwerp-omgevingsvisie, provincie Fryslân, 2019	Het landschap en z'n cultuurhistorie, archeologie en de stedenbouw vertellen in samenhang het verhaal van Friesland. Het is een gezamenlijke opdracht om toekomstige ontwikkelingen zodanig een plek te geven, dat de kenmerken van landschap en cultuurhistorie herkenbaar blijven. Via de principes borgt de provincie dat de omgevingskwaliteiten van landschap en cultuurhistorie, zoals weergegeven in de provinciale nota Grutsk op 'e Romte, herkenbaar blijven en doorwerken en gebruikt worden in plannen en project. Rust, duisternis en stilte karakteriseren de provincie en bepalen hoe het landschap wordt beleefd. In Friesland liggen enkele gebieden waar het nog echt stil is en waar het 's nachts nog nagenoeg donker is zodat de sterrenhemel goed zichtbaar is, zoals langs de Waddenzee. De provincie wil deze waarde behouden en versterken.

Beleidsstuk	Uitleg en relevantie
Kwaliteitsgids Groningen - Wierdenland en Waddenkust	Voor het behoud en de verdere versterking van de ruimtelijke kwaliteit van het Wierdenland en de Waddenkust zijn regio specifieke kenmerken geformuleerd die bij nieuwe ontwikkeling aandacht vergen.
Dijken die niet mogen wijken, 2e herziening, 1998	Het provinciaal beleid voor de oude Groninger dijken streeft ernaar de meeste dijken volledig te handhaven

Tabel 2.4 Beleidskader gemeentelijk niveau aspect Landschap, cultuurhistorie en archeologie

Beleidsstuk	Uitleg en relevantie	Relevant voor aansluitlocatie(s)
Structuurvisie Buitengebied Dantumadiel en Kollumerland c.a. 2010-2020	De structuurvisie richt zich op de wijze waarop ontwikkelingen in het buitengebied mogelijk blijven of worden met behoud van de kwaliteiten van de verschillende landschappen.	Burgum
Friese Archeologische Monumentenkaart Extra (FAMKE), 2010	De Friese gemeenten Noardeast-Fryslân, Dantumadiel, Tytsjerksteradiel, Achtkarspelen, Ameland en Schiermonnikoog sluiten in hun beleid aan bij de FAMKE. De adviezen zijn vertaald in de bestemmingsplannen.	Burgum
Structuurvisie De Marne, 2014	De structuurvisie is geen plan maar geeft richting en bandbreedte aan van de verwachte en gewenste ruimte gerelateerde ontwikkelingen, duidt kansen en benoemd uit te werken aspecten landschap en dorpskarakteristieken.	Vierverlaten
Archeologische verwachtingskaart en beleidsadvieskaart van de regio Noord-Groningen, 2008	De gemeenten binnen de Regioraad Noord-Groningen (waaronder Het Hogeland) hebben in het kader van het Verdrag van Malta en de toenmalige Monumentenwet (2007) een goed onderbouwde, heldere en eenduidige archeologische verwachtings- en beleidsadvieskaart laten opstellen. Het doel was een vlakdekkend overzicht te geven van de aanwezigheid van bekende archeologische vindplaatsen en in de verwachte archeologische waarden. Op basis hiervan zijn adviezen opgesteld over waar en in welke vorm archeologisch onderzoek nodig is. De adviezen zijn vertaald in bestemmingsplanregels.	Vierverlaten en Eemshaven
Archeologie en cultuurhistorie in de Westerkwartiergemeenten, 2014	De Westerkwartiergemeenten hebben in het kader van de toenmalige Monumentenwet (2007) gezamenlijk archeologiebeleid gemaakt om bij ruimtelijke ontwikkelingen zorgvuldig wordt omgegaan met archeologische waarden, zodat deze waar mogelijk behouden blijven voor toekomstige generaties. Om dit praktisch mogelijk te maken is een archeologische beleidskaart ontwikkeld die het instrument vormt voor de uitvoering van het gemeentelijk archeologiebeleid in het kader van de besluitvorming bij ruimtelijke plannen. De beleidskaart kan vervolgens worden gebruikt om de vrijstellingsgrenzen voor archeologie in de bestemmingsplannen op te nemen/te wijzigen.	Vierverlaten
Erfgoedkaart Groningen, 2017	De 'Cultuurhistorische waardenkaart, Erfgoed' van gemeente Groningen biedt informatie over zowel bovengronds als ondergronds erfgoed. Er is informatie beschikbaar over rijks- en gemeentelijke monumenten, beeldbepalende panden, archeologische percelen en/of verwachtingszones. Ook zijn de resultaten van verschillende soorten (archeologische) onderzoeken in deze kaart opgenomen. Aan de kaart wordt steeds meer informatie toegevoegd.	Vierverlaten

Tabel 2.5 Beleidskader waterschappen aspect Landschap, cultuurhistorie en archeologie

Beleidsstuk	Uitleg en relevantie	Relevant voor aansluitlocatie(s)
Waterbeheerprogramma waterschap Noorderzijlvest 2016-2021	Waterschap Noorderzijlvest zet in op instandhouding en verwaarding van het cultuurhistorisch erfgoed en andere objecten van belang in het beheergebied.	Vierverlaten, Eemshaven
Stichting Waterschapserfgoed (Wetterskip Fryslân)	Doel: de instandhouding van onroerend waterschapserfgoed, voornamelijk - zonder daartoe beperkt te zijn - de monumenten die beschermd zijn op grond van de Monumentenwet 1988.	Burgum

3

REFERENTIESITUATIE

Dit hoofdstuk beschrijft de referentiesituatie in het plan- en studiegebied. Paragraaf 3.1 geeft een toelichting op het gebied. De referentiesituatie bestaat uit de huidige situatie (paragraaf 3.2), aangevuld met de autonome ontwikkelingen (paragraaf 3.3). Autonome ontwikkelingen zijn die plannen in het plangebied die met grote zekerheid plaatsvinden tot het referentiejaar 2030. Het gaat daarbij om ontwikkelingen waarover reeds besluitvorming heeft plaatsgevonden of waarover besluitvorming in voorbereiding is, die zonder de voorgenomen activiteit ook zou plaatsvinden.

De beschrijving van de referentiesituatie dient als basis voor de uitwerking van de voorgenomen activiteit en als referentiekader voor de beschrijving van de effecten van de voorgenomen activiteit.

Voor het aspect Landschap, Cultuurhistorie en Archeologie beschrijft dit hoofdstuk de referentiesituatie van de volgende aspecten:
- landschap;
- aardkundige waarden;
- archeologie.

3.1 Plan- en studiegebied

Het MER hanteert de termen plangebied en studiegebied. Deze paragraaf licht de betekenis van beide begrippen toe.

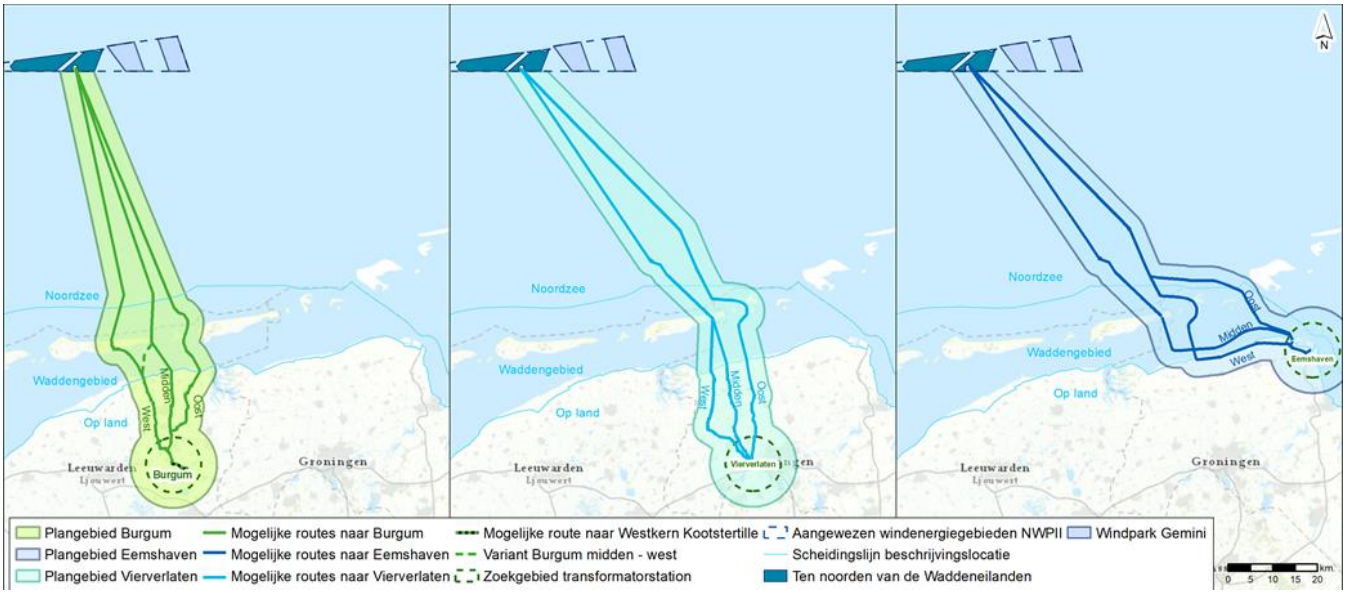
Plangebied

Het plangebied is het gebied waarbinnen gezocht wordt naar een geschikte invulling van de voorgenomen activiteit. Het is dus het gebied waarbinnen wordt gezocht naar:
- de locatie van het platform op zee;
- het tracé van de 220 kV-zeekabels naar land;
- het tracé van de 220 kV-landkabels naar het transformatorstation;
- een locatie voor het transformatorstation;
- het tracé van de landkabels[14] tussen het transformatorstation en een bestaand hoogspanningsstation bij Burgum, Vierverlaten of Eemshaven.

Het plangebied is te verdelen in drie delen: één plangebied per aansluitlocatie. De drie plangebieden zijn aangeduid met de term ‘plangebied’ gevolgd door de naam van één van de aansluitlocaties (bijvoorbeeld plangebied Burgum). Afbeelding 3.1 toont deze drie plangebieden.

[14] Afhankelijk van aansluiting op het hoogspanningsstation betreft dit 220 kV-kabels (Burgum) of 380 kV-kabels (Vierverlaten en Eemshaven).

Afbeelding 3.1 Indicatieve weergave plangebieden



Studiegebied

Naast de term 'plangebied', wordt in het MER ook de term 'studiegebied' gebruikt. Het studiegebied is het gebied waarbinnen de milieugevolgen dienen te worden onderzocht. De omvang van het studiegebied verschilt per milieuaspect en is afhankelijk van de verwachte reikwijdte van de effecten. Paragraaf 4.3 beschrijft per criterium het bijbehorende studiegebied.

3.2 Huidige situatie

Deze paragraaf beschrijft de huidige situatie in het plangebied. Deze paragraaf gaat in op de landschappelijke en cultuurhistorische gebiedskarakteristiek en de samenhang van specifieke elementen. Daarnaast beschrijft deze paragraaf de huidige situatie voor aardkundige en archeologische waarden.

3.2.1 Landschap: gebiedskarakteristiek, specifieke elementen en hun samenhang

Noordzee

Naast eeuwenoude activiteiten als visserij en scheepvaart, wordt de Noordzee sinds een aantal decennia in toenemende mate gebruikt voor de winning van grondstoffen. Deze activiteiten laten in veel gevallen sporen na op de zeebodem, bijvoorbeeld in de vorm van pijpleidingen en telecomkabels. Een deel van de activiteiten zijn visueel waarneembaar boven het water, waarmee ze effect hebben op de belevingswaarde van het zeelandschap. Voorbeelden hiervan zijn de olie- en gasplatforms die boven water reiken en sinds 2016 ook de platforms voor het verzamelen en transformeren van de elektriciteit van offshore windmolenparken.

Waddengebied

De Waddenzee en het Waddengebied zijn benoemd als UNESCO Werelderfgoed en zijn rijksbeschermd vanuit het Besluit algemene regels ruimtelijke ordening (Barro). Het landschap in het Waddengebied kenmerkt zich door een dynamische interactie tussen land en zee. Hierdoor ontstaat een dynamisch systeem van wadden en geulen. Wadden zijn zandplaten die bij eb droogvallen. Wanneer het water rustig stroomt, vindt sedimentatie van slib plaats. Dit slib wordt in laagjes afgezet op de zandplaten. Dit worden slikken genoemd. De geulen staan permanent of regelmatig onder water. In en rondom deze geulen vindt erosie en sedimentatie plaats, waarmee de geulen deel uitmaken van het dynamisch systeem van het Waddengebied.

Natuurlijk werelderfgoed Waddenzee (UNESCO)

Vanwege zijn wereldwijd unieke geologische en ecologische waarden staat de Waddenzee op de Werelderfgoedlijst van UNESCO. Nergens anders bestaat er zo'n dynamisch landschap met een veelheid aan leefgebieden die gevormd zijn door wind en getijden. De biodiversiteit op wereldschaal is afhankelijk van de Waddenzee[15]. De Waddenzee is in 2009 opgenomen op de werelderfgoedlijst vanwege drie 'uitzonderlijke universele waarden':

1 **geologische processen (criterium viii):** de Waddenzee is een gevarieerde en dynamische kustzone die voortdurend wordt gevormd en veranderd door de wind en getijden. Hierdoor ontstaan grotendeels ongestoorde natuurlijke processen waarbij eilanden, zandbanken, geulen, slikplaten, prielen, kwelders en duinen worden gevormd;
2 **ecologische en biologische processen (criterium ix):** de biomassaproductie is een van de hoogste in de wereld en biedt ruim voedsel aan vissen, schelpdieren en vogels. Hierdoor is de natuur in de Waddenzee in staat zich dynamisch aan te passen aan wereldwijde veranderingen;
3 **biodiversiteit (criterium x):** de Waddenzee is een belangrijke hotspot voor biodiversiteit. De Waddenzee biedt ruimte aan meer dan 10.000 soorten planten en dieren. Daarnaast is de Waddenzee een belangrijke tussenstop voor trekvogels op reis naar hun winter- of zomerverblijfsgebieden.

In het Waddengebied liggen ook zandplaten die permanent droogstaan waardoor het eilanden zijn. Deze eilanden bieden kansen voor ontwikkeling van vegetatie, wat vervolgens meer zand vasthoudt. Hierdoor groeit het eiland en kan duinnatuur zich op natuurlijke wijze ontwikkelen. Deze duinnatuur varieert in zandduinen en duinvalleien, evenals enkele zandplaten die nog niet of nauwelijks zijn ontwikkeld tot volwaardige zandduin. In de Waddenzee zijn enkel zandplaten, slikken en getijdengeulen als landschapselementen te onderscheiden die allen deel uitmaken van het dynamische waddensysteem, zie afbeelding 3.2. Op de Waddeneilanden Ameland en Schiermonnikoog liggen individuele duinen en kwelderkreken die gelden als belangrijke landschapselementen voor het Waddengebied.

[15] Bron: https://www.waddensea-worldheritage.org/nl.

Afbeelding 3.2 Zandplaten, slikken en getijdegeulen in de Waddenzee (boven: tracéalternatieven naar Burgum, onder: tracéalternatieven naar Vierverlaten en Eemshaven)



Het Barro schrijft meerdere landschappelijke en cultuurhistorische waarden aan het Waddengebied toe. Voor landschap zijn dit rust, weidsheid, open horizon en natuurlijkheid (inclusief duisternis). Voor cultuurhistorie zijn dit de archeologische waarden en zeven cultuurhistorische kenmerken[16]. Dit betreft historische scheepswrakken; verdronken en onderslibde nederzettingen en ontginningssporen, waaronder de dam Ameland-Holwerd; zeedijken en de daaraan verbonden historische sluizen, waaronder het ensemble:

- afsluitdijk;
- landaanwinningswerken;
- systeem van stuifdijken;
- systeem van historische vaar- en uitwateringsgeulen;
- kapen.

Land

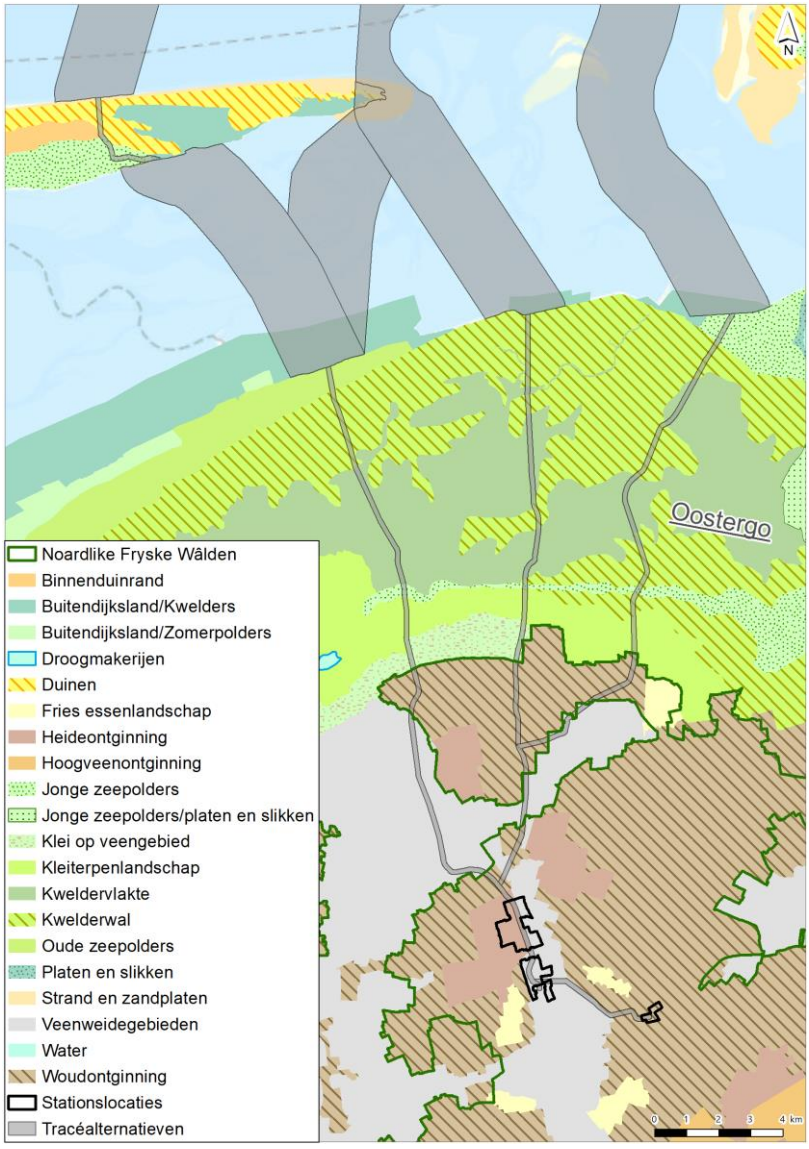
Deze subparagraaf geeft eerst een toelichting op de twee Nationale Landschappen die in het studiegebied aanwezig zijn. Naast deze Nationale Landschappen, wordt het studiegebied gekenmerkt door diverse landschapstypen, ook deze zijn toegelicht in onderstaande paragrafen.

[16] Bron: https://maxius.nl/besluit-algemene-regels-ruimtelijke-ordening/artikel2.5.2/lid2/onderdeelb/sub1

Nationaal Landschap Noardlike Fryske Wâlden (plangebied Burgum)

Binnen het plangebied Burgum ligt het Nationaal Landschap Noardlike Fryske Wâlden, zie afbeelding 3.3. Op de zandlandschappen van Friesland en Drenthe zijn woudontginningen en heideontginningen ontstaan. In de Noardlike Fryske Wâlden lagen kleine groepjes boerderijen in een bosrijke omgeving. De perceelsgrenzen worden gemarkeerd door houtwallen (dykswallen) en (elzen)singels. Deze geven een besloten beleving van het landschap en zorgen voor beperkte zichtlijnen. Dit kenmerkende landschap wordt het coulisselandschap genoemd. De afwisseling van akkers, bos en heide zorgt voor een gevarieerd landschap. Deze karakteristieke elementen zijn allen terug te zien in Nationaal Landschap Noardlike Fryske Wâlden. Een ander landschapselement dat verspreid door de Noardlike Fryske Wâlden ligt, zijn dobben en pingoruïnes. Dobben zijn drinkplassen voor het vee. Pingoruïnes zijn ontstaan door het smelten van ijslenzen die door permafrost tijdens de ijstijd in de bodem zaten. Het instorten van de bodem leidt vervolgens tot een ronde krater die in warmere tijden vult met water en eventueel veenvorming in de hand werkt.

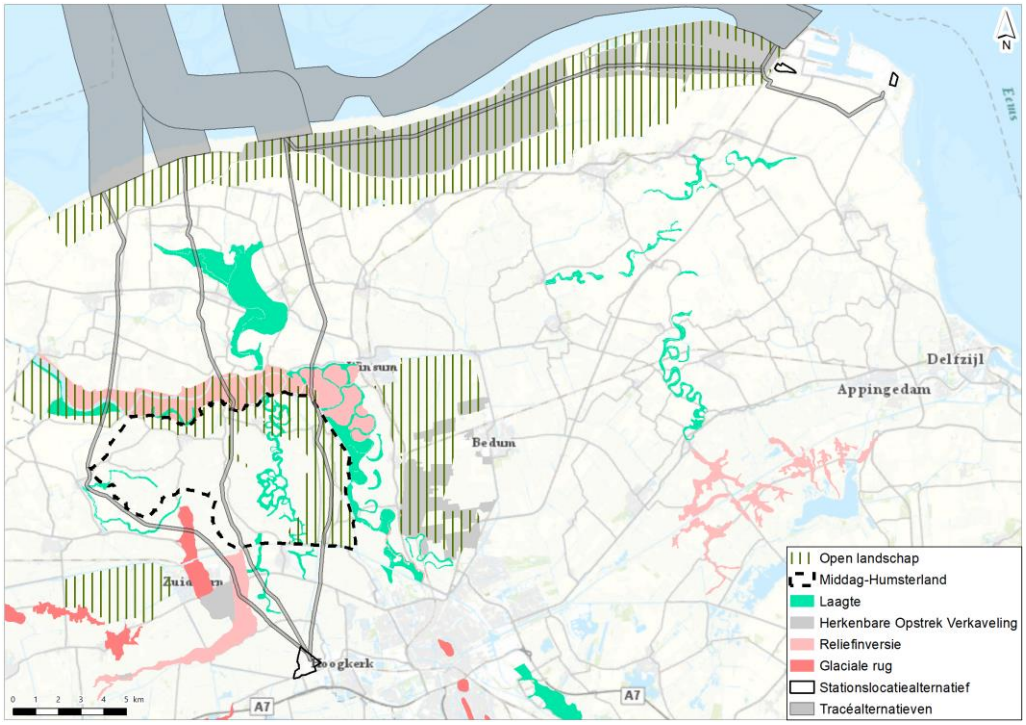
Afbeelding 3.3 Landschapstypen van Friesland



Nationaal Landschap Middag-Humsterland (plangebied Vierverlaten)
Binnen plangebied Vierverlaten ligt een Nationaal Landschap, namelijk Middag-Humsterland, zie afbeelding 3.4. Het Nationaal Landschap Middag-Humsterland heeft drie kernkwaliteiten:
1 reliëf gevormd door terpen, kwelderruggen en dijken;
2 onregelmatig blokverkavelingspatroon;
3 grote mate van openheid.

Het Nationaal Landschap Middag-Humsterland is om deze redenen karakteristiek voor het terpen- en wierdenlandschap.

Afbeelding 3.4 Cultuurhistorische waardenkaart van Groningen



Landschapstype: Klei-op-veengebied en veenweidegebied (plangebied Burgum)
Het klei-op-veengebied en het veenweidegebied liggen ten noorden van de Noardlike Fryske Wâlden in Oostergo (zie afbeelding 3.3). Deze gebieden kenmerken zich door een open landschap. Door de lage ligging is het gebied voornamelijk in gebruik als weide- of grasland. Sloten dienen hierbij als perceelsgrenzen en dienden vroeger tevens als transportwegen. Langs vaarten en kanalen is de langgerekte verkaveling nog zichtbaar. Daaromheen liggen enkele droogmakerijen (droog gepompte meren die nu als polder in gebruik zijn) met de bijbehorende molens en gemalen. Bewoning in dit gebied is beperkt tot enkele terpdorpen of langs (water)wegen.

Landschapstype: Zeekleilandschap - kweldervlaktes en terpen- en wierdenlandschap (alle plangebieden)
Het zeekleilandschap bestaat onder andere uit kweldervlaktes. Deze bevinden zich voornamelijk in Oostergo (zie afbeelding 3.3), maar zijn ook te vinden in de zuidelijke delen van Het Hogeland (noordelijk Groningen, zie afbeelding 3.4). Het wierdenlandschap is in dezelfde delen te vinden, maar heet in Oostergo het terpenlandschap.

In de kweldervlaktes woonde men op kunstmatig opgeworpen heuvels, ook wel terpen (Friesland) of wierden (Groningen) genoemd. Doordat er planten groeiden kon bodemvorming ontwikkelen en ontstond een vruchtbaar gebied. Terpen en wierden huisvesten vaak de dorpskerk, met daaromheen enkele huizen. Op sommige terpen is beplanting zichtbaar in het verder open landschap. Daarnaast komen in het gebied

boerderijterpen voor. Op enkele van de ophogingen in het landschap staan nog beschermde boerderijerven of versterkte boerderijen. In Friesland worden dit 'stinsen' genoemd en in Groningen 'borgen'. Buiten de verhoogde wierden is de kweldervlakte een open weidelandschap. Hier functioneren sloten als perceelsgrenzen. Deze sloten dienden vroeger tevens als aanvulling voor het transportnetwerk van kreken en getijdenrivieren.

In Groningen heeft de provincie de visuele invloedsfeer op deze wierden bepaald. Dit om de herkenbaarheid van wierden en wierdendorpen te behouden. De Groningse bestemmingsplannen houden rekening met zicht op- en de herkenbaarheid van wierden en wierdendorpen.

Landschapstype: Zeekleilandschap - kwelderwallen (alle plangebieden)
Kwelderwallen zijn zowel in het Friese Oostergo (zie afbeelding 3.3), als het Groningse Het Hogeland (zie afbeelding 3.4) terug te vinden. Door opslibbing van zeewater zijn door de jaren heen kwelders ontstaan. De kwelders groeiden steeds hoger, tot ze bij hoogwater niet meer onderwater stonden. Dit worden kwelderwallen genoemd. In eerste instantie werden ook op deze kwelderwallen terpen en wierden opgehoogd voor bewoning. Deze terpen liggen op een langgerekte lijn door het landschap langs de weg over de kwelderwal. Later zijn dijken aangelegd om bewoning en landbouw te beschermen tegen hoogwater. Bewoning ligt sindsdien langs de binnenzijde van de dijken.

Het landschapstype Zeekleilandschap - kwelderwallen is ook open, maar heeft minder hoge grondwaterstanden en leent zich beter voor akkerbouw dan de kweldervlaktes. Beplanting is gecentreerd rond de terpen en wierden. Op sommige plaatsen zijn hier stinsen/borgen of resten daarvan terug te vinden. Sommige voormalige stinsen of borgen zijn als archeologisch object beschermd. Op deze kwelderwallen liggen ook bolakkers of kruinige percelen. Deze akkers zijn door een bepaalde ploegmethode in het midden van het perceel het hoogst. Dit is bewust gedaan om afwatering van de akkers te verbeteren. Een ander karakteristiek landschapselement voor de kwelderwallen zijn de eendenkooien voor de eendenvangst.

Landschapstype: Getijden-/inversieruggen (plangebieden Burgum en Vierverlaten)
Dit landschap ligt rond het Lauwersmeer in Lauwersland (zie afbeelding 3.3 en 3.4). Het Reitdiep en de Dokkummer Ee zijn twee voorbeelden van voormalige getijdenrivieren. Omdat de stroomsnelheid dichtbij de kern van een rivier hoger is, wordt hier grover materiaal afgezet (grind en zand) dan verder van de kern (klei). Klei klinkt na verloop van tijd in, maar het zand niet. Hierdoor vindt inversie van het landschap plaats: wat eerst laag lag (de kern van de rivier), ligt nu hoog (de afgezette sedimenten). Hierdoor liggen verlaten of afgedamde stroombeddingen tegenwoordig als ruggen in het landschap. Het Reitdiep is in de 19^{e} eeuw afgedamd. Hierdoor is de invloed van de getijden verdwenen. Sinds de afdamming lenen deze gronden zich goed voor landbouw.

Bewoning is enkel te vinden langs enkele voormalige rivierarmen of dijktrajecten. De verkaveling in dit landschap is onregelmatig en grootschalig en volgt de kronkelige voormalige rivierarmen en de evenwijdig daaraan lopende wegen. Beplanting is in dit onregelmatige landschap nauwelijks te vinden. In de dijk zijn op meerdere plaatsen sluizen of duikers te vinden voor de afwatering van de omliggende landen. Langs de dijken zijn her en der nog restanten van doorbraken te zien in de vorm van wielen. Dit is een diepe ronde plas water direct langs de dijk.

Landschapstype: Jonge zeepolders (alle plangebieden)
De jonge zeepolders liggen voornamelijk in het Bildt (noordwestelijk Friesland, zie afbeelding 3.3), maar ook in de noordelijkste schillen van Het Hogeland (zie afbeelding 3.4). De buitenste omdijkte schil van Friesland en Groningen bestaat over het algemeen uit jonge zeepolders. Sinds enkele eeuwen (sinds de 18^{e} eeuw) wordt actief land gewonnen met rijsdammen op de kwelders. Wanneer de aanwas groot genoeg was, werd het gewonnen land omdijkt. Dit proces heeft geresulteerd in het huidige zeepolderlandschap waar bebouwing vaak langgerekt evenwijdig aan de binnenzijde van de dijk ligt.

Dit land is voor de akkerbouw ingepolderd en kent een zeer rechtlijnige- en grootschalige verkaveling. De incidentele landschapselementen in dit landschap zijn de dijken, met coupures in de slaperdijken (secundaire dijken), en sloten. Langs de dijken zijn gemalen te vinden die gebruikt zijn voor de inpoldering. Daarnaast

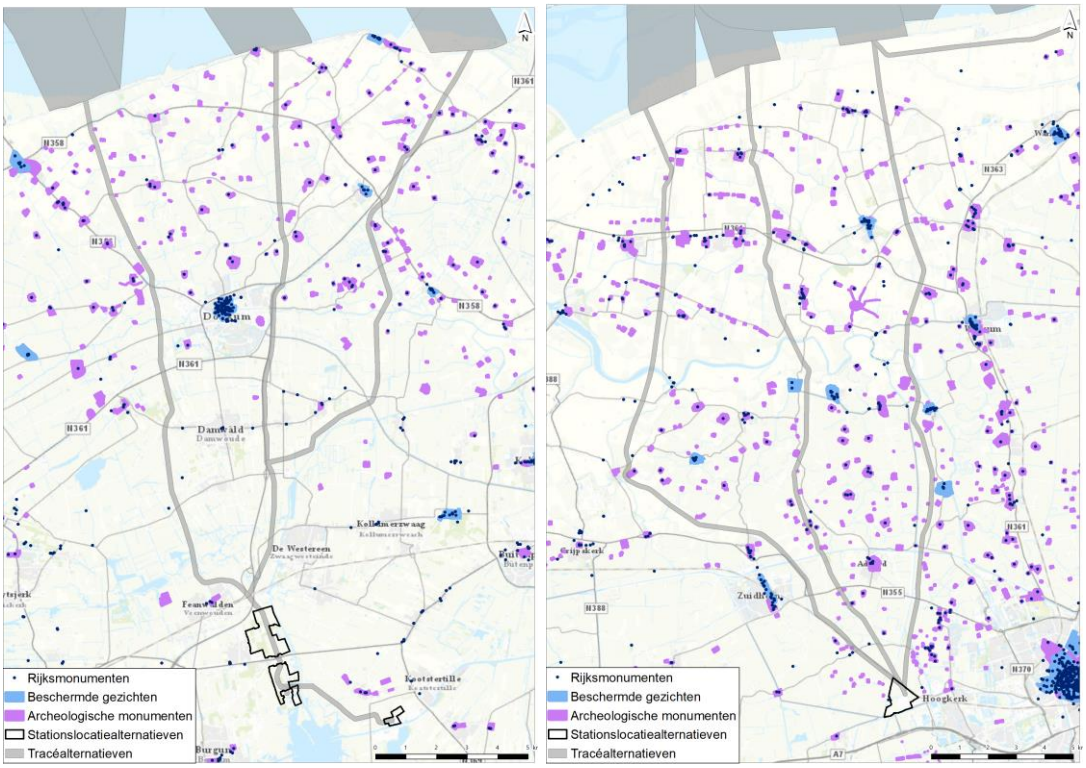
zijn er enkele molens of duikers langs deze dijken terug te vinden. Een voorbeeld hiervan is de Goliath molen bij Oudeschip.

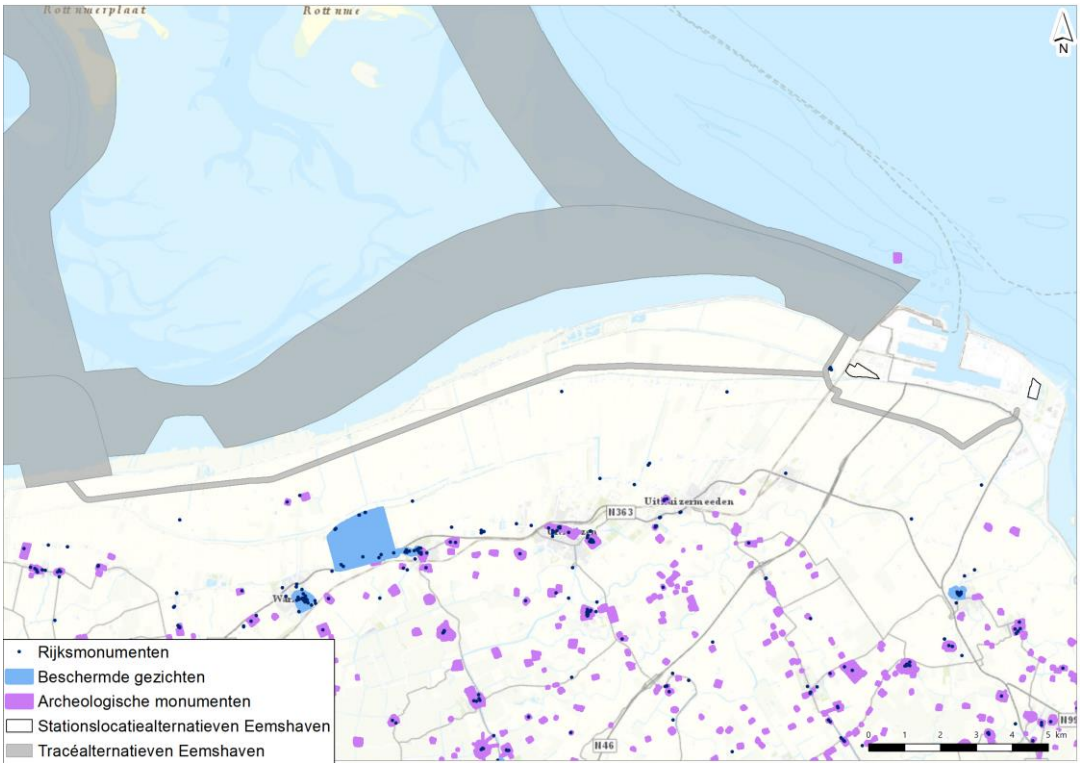
(Rijks)monumenten

Onderstaande afbeelding 3.5 laat de Rijksmonumenten, archeologische monumenten en beschermde stads- en dorpsgezicht in de plangebieden zien. Dit zijn er voor Noord-Nederland te veel om hier afzonderlijk te beschrijven. Daarom licht onderstaande alinea enkel een aantal kenmerkende monumenten toe.

In het landelijke gebied van Noord-Nederland komen verschillende versterkte boerderijen of landhuizen voor, zogeheten stinsen of borgen. Een voorbeeld hiervan is de boerderijborg Piloersemaborg bij het dorp Den Ham. Hierbij is het omgrachte stenen landhuis nog goed behouden, inclusief een oprijlaan met bomensingels aan weerszijden. Veel van de rijksmonumenten hebben een relatie met de historische waterbeheersing van het gebied. Zo zijn bijvoorbeeld de Zuidwendinger poldermolen bij Vierverlaten en de Goliath molen en uitwateringssluis bij Oudeschip goed behouden voorbeelden van de waterrijke geschiedenis van het gebied. Hiernaast zijn in de dorpen nog regelmatig historische kerken, huizen of boerderijen aangewezen als rijksmonument.

Afbeelding 3.5 (Rijks)monumenten en beschermde dorpsgezichten (linksboven: plangebied Burgum, rechtsboven: plangebied Vierverlaten, onder: plangebied Eemshaven)





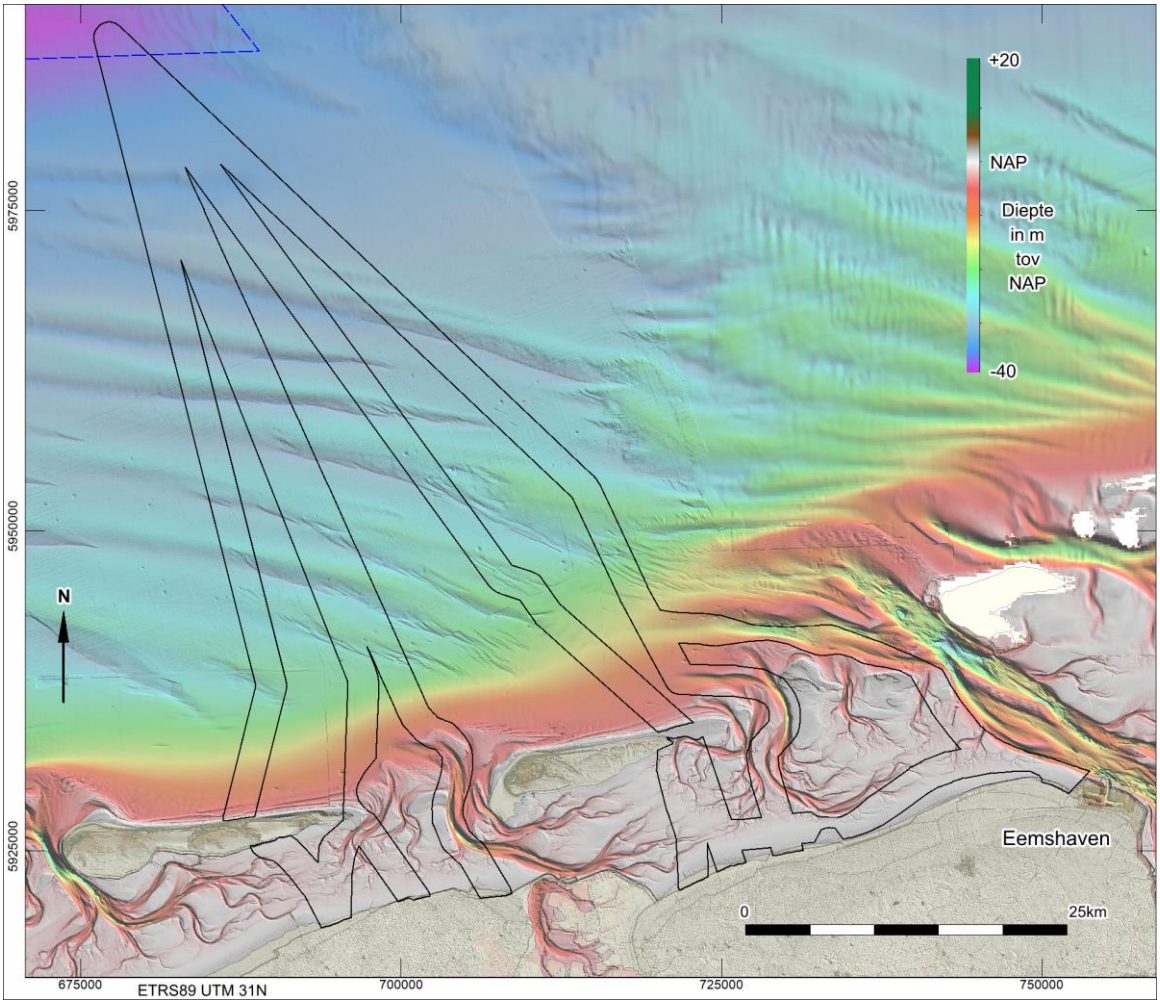
3.2.2 Aardkundige waarden

De beleefbaarheid van reliëf in het landschap wordt gezien als een belangrijk facet van de landschappelijke kwaliteit. De mate waarin vormen in het landschap samenhangen, kan iets vertellen over de vroegere klimatologische omstandigheden en de wijze waarop dit in het landschap tot uitdrukking kwam. Het maakt de natuurlijke ontwikkeling van het landschap afleesbaar. Aardkundige waarden zijn bijvoorbeeld stuwwallen, duinen, uiterwaarden, riviermeanders en dergelijke. Door de bodem te verstoren, kan ook de kwaliteit van de aardkundige waarden afnemen.

Noordzee

In de Noordzee, op het continentaal plat zijn aardkundige fenomenen te vinden. Dit zijn onderzeese oevers, ruggen en banken, diepe getijdengeulen en onderwater-ebdelta's, zandgolven en zandplaten. Daarnaast zijn op de zeebodem verschillende aardkundige waarden te vinden van processen in het verleden. Zo zijn er tunneldalen en pockmarks (kraters als gevolg van explosief ontsnappen van gas) te vinden (van Beusekom, 2007).

Afbeelding 3.6 Diepte langs de offshore tracé-alternatieven in meter ten opzichte van NAP



Uit de Noordzeeatlas (2004) blijkt dat ten noorden van het Waddengebied zandbanken liggen die west-oost georiënteerd zijn. Deze banken zijn tot 10 meter hoog en zijn te zien op afbeelding 3.6.

Borkumse Stenen

In het als zodanig aangewezen natuurgebied Borkumse Stenen is het sediment bepaald met sonarapparatuur, zie afbeelding 3.7. Hierbij is visueel een viertal verschillende typen sediment onderscheiden: (1) silt en klei (bedekking circa 68 % van het studiegebied; 57,644 ha); (2) zand (6 %; 4,788 ha); (3) grind (15 %; 12,301 ha) en (4) velden met stenen, zwerfkeien en korstachtige structuren (12 %; 9,912 ha). Aanvullend heeft de 'Side scan sonar' in het gebied nog 394 individuele keien van 30 cm tot 4 m gedetecteerd (IMARES, 2012). Naar de aardkundige ontstaanswijze van de Borkumse stenen is beperkt onderzoek gedaan. De stenen zijn naar verwachting aangevoerd gedurende een ijstijd.

Afbeelding 3.7 Borkumse Stenen: Grindvelden (lichte vlakken), individuele keien (vierkantjes) en steenvelden/zwerfkeien/korstachtige structuren (donker). De keien zijn alleen weergegeven op de gevaren transectlijnen, omdat het niet mogelijk is om posities van stenen te interpoleren. Basiskaart © Google



Waddengebied

De Waddenzee is het grootste getijdensysteem ter wereld waar natuurlijke processen ongestoord kunnen plaatsvinden. Nergens anders op aarde is er zo'n gevarieerde en dynamische kustzone van deze omvang die voortdurend wordt gevormd en veranderd door wind en getijden. Deze natuurlijke processen voltrekken zich sinds millennia grotendeels ongestoord in de hele Waddenzee, waarbij eilanden, zandbanken, geulen, slikplaten, prielen, kwelders en duinen gevormd worden. Deze processen zijn tot de dag van vandaag te ervaren[17].

Door stormen en verandering in de zeespiegel blijft de geomorfologie van de Waddenzee onderhevig aan een hoge dynamiek. Het bijzondere van de Waddenzee is ook dat bijna alle sedimenten worden aangevoerd vanuit de aangrenzende zee, en de aanvoer vanuit rivieren slechts een ondergeschikte of plaatselijke rol speelt. Het gebied strekt zich uit langs de kusten van Denemarken, Duitsland en Nederland.
Vanwege zijn wereldwijd unieke geologische en ecologische waarden staat de Waddenzee op de Werelderfgoedlijst van UNESCO. De werelderfgoedstatus is de hoogst mogelijke onderscheiding voor een natuurlijk gebied en erkenning van het buitengewone wereldwijde belang ervan. Inschrijving op de Werelderfgoedlijst betekent dat de Waddenzee van uitzonderlijke universele waarde is en bewaard moet blijven voor huidige en toekomstige generaties.

Het werelderfgoed is in Nederland beschermd via het Besluit algemene regels ruimtelijke ordening (Barro) en vanaf 2021 het Omgevingsbesluit (als Planologische Kernbeslissing Waddenzee). Afbeelding 3.8 laat de begrenzing van het Waddengebied en de Waddenzee zien.

[17] Bron: www.waddensea-worldheritage.org.

Afbeelding 3.8 Begrenzing Waddengebied en Waddenzee (bron: Besluit algemene regels ruimtelijke ordening)



In het Waddengebied zijn binnen het natuurlijk werelderfgoed Waddenzee aanvullend de Waddeneilanden als aardkundig waardevol aangemerkt door de provincies Friesland en Groningen. De Waddeneilanden bestaan uit zeer veel gave en karakteristieke duinvormen waarin sedimentatie en erosieprocessen nog steeds plaatsvinden, grote strandvlakten en kwelders met de kenmerkende kreken. Om deze reden zijn de Waddeneilanden aangemerkt als aardkundig waardevol gebied in Friesland en in Groningen.

Land

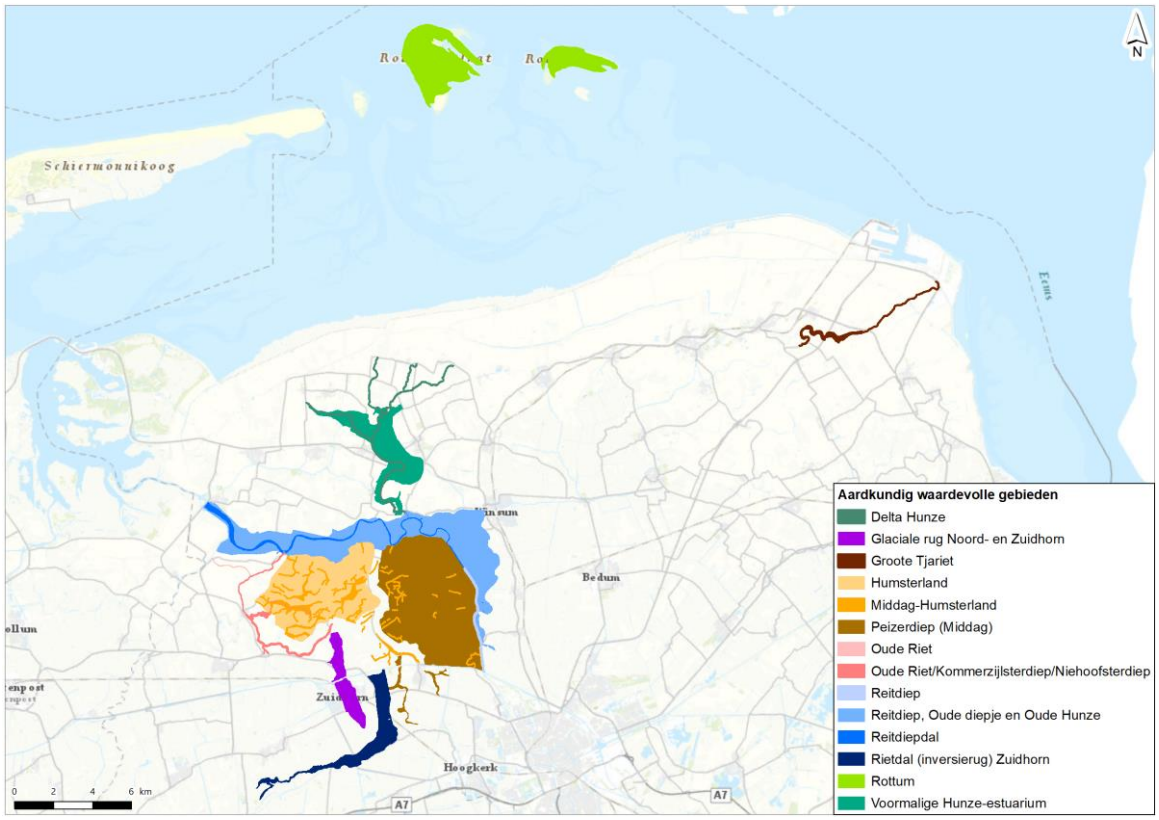
De onderstaande paragrafen beschrijven de aardkundige waarden op het vasteland in Friesland en Groningen. De aardkundige waarden zijn daarbij zoveel mogelijk beschreven van west naar oost.

Aardkundige waarden in provinciaal beleid

Aardkundige waarden liggen aan de basis van het cultuurhistorische landschap. Daarom worden aardkundige waarden vaak beschreven als onderdeel van het cultuurlandschap. Het is belangrijk om daarbij op te merken dat provincies in hun beleid (en dus ook in beleidskaarten) verschillend omgaan met aardkundige waarden. Zo zijn de aardkundige waarden in Friesland als integraal onderdeel van de Friese landschapstypen beschreven, terwijl in Groningen aardkundige waarden als op zichzelf staand element gekarteerd en beschreven zijn.

In dit MER is de effectbeschrijving voor aardkundige waarden gebaseerd op de provinciale beleidskaarten, dit zijn namelijk de aardkundige data die openbaar beschikbaar zijn. Een aandachtspunt bij deze aanpak is dat de aardkundige waarden in Friesland onderdeel zijn van de landschapskaart (Grutsk op 'e Romte!, 2014), waardoor aardkundige waarden zijn beschreven en beoordeeld onder het criterium landschap op gebiedsniveau. Terwijl dit voor de tracéalternatieven in Groningen bij aardkundige waarden beschreven en beoordeeld is. Gezamenlijk geven de effectanalyses in hoofdstuk 5 voor de criteria 'landschap op gebiedsniveau' en 'aardkundige waarden' een volledig beeld van de aardkundige waarden in het plangebied.

Afbeelding 3.9 Aardkundig waardevolle gebieden in Groningen



Dobben

Dobben zijn komvormige terreinlaagten die soms gevuld zijn met water. Deze terreinlaagten kunnen op verschillende wijze ontstaan zijn: sommige zijn restanten van vroege ijsheuvels (pingo's), andere vormen zijn ontstaan door uitblazing van dekzand. Vaak heeft zich veen in de terreinlaagten kunnen ontwikkelen en in enkele gevallen is dat later ook weer afgegraven. Hoewel dobben ook in Drenthe voorkomen, zijn deze reliëfvormen landelijk gezien uniek en zeer waardevol. De dobben in het studiegebied zijn alleen op het zuidoostelijke en noordoostelijke zandgebied van Friesland aan te treffen.

Getijdenvlakten
In Groningen liggen enkele getijdenriviervlakten. Dit zijn breed uitwaaierende estuaria, ontstaan rond het jaar 300 na Christus. Tussen de jaren 800 en 1200 zijn deze getijdenrivieren verzand en afgesloten door kwelderwal Pieterburen-Westernieland. In deze getijdenriviervlakte liggen de kreken Kromme Raken, Uilenester-/Molenrijgstermaar, Pieterbuurster, Broekster- en Westernielandstermaar. Deze getijdenriviervlakten zijn aardkundig waardevol vanwege de historische bodemopbouw.

Resten van de oude loop van de Hunze en het Reitdiep zijn voorbeelden van getijdeninversie. Deze ruggen zijn ontstaan als gevolg van natuurlijke processen en zijn aardkundig waardevol. Dit geldt ook voor het getijdenrivierdal, waar het Reitdiep ooit doorheen liep.

Getijdenrivieren en inversierug
De Lauwers en de Oude Ried zijn voormalige zeearmen. Ze hebben nog hun loop van voor de afdamming. Van de oeverwallen zijn nog maar enkele gave delen over. Bijvoorbeeld afgesneden meanderbochten van de Dokkumer Ee, kronkelwaarden en binnengedijkte wielen. De fossiele geul van de voormalige Lauwersboezem en nog enkele hoge kleiige oeverwallen zijn ook nog als reliëf zichtbaar in het landschap.

In Groningen zijn meerdere restanten van getijdenrivieren aangemerkt als aardkundige waarden. Naast het Reitdiep, zijn dit de Kommerzijlsterrijt, het Rietdal, het Peizerdiep en het Hunzeestuarium.

Bij Zuidhorn ligt een inversierug (zie paragraaf 3.2.1). De voormalige Riet is als gevolg van de inbraak van de Lauwerszee (800 en 1200 na Chr.) verbreed. Daarna is deze opgevuld met zeeklei. Door inklinking van het omliggende veen is deze bedding tegenwoordig als rug in het landschap te zien.

Middag-Humsterland
Het Nationaal Landschap Middag-Humsterland is een oud open wierdenlandschap waarin veel cultuurhistorische waarden behouden zijn gebleven (Provincie Groningen, 2016). De aanwezige dijken, kweldervlaktes, wierden en het slotenpatroon zijn aardkundig waardevol.

Tussen 1400 en 600 voor Christus ontwikkelden zandplaten onder de Waddeneilanden zich tot kwelders. De kwelders overstroomden bij storm. Daarom brachten de eerste bewoners kwelderzoden naar de hoger gelegen delen. Hieruit zijn de eerste woonheuvels ontstaan. Rond 800 jaar na Christus werden Middag en Humsterland schiereilanden door verschillende inbraken van de zee. Om zichzelf tegen het water te beschermen bleven de bewoners de woonheuvels verhogen. Rond 1200 na Christus werden dijken rondom Middag en Humsterland aangelegd en zo worden Middag en Humsterland één geheel. De twee geulen die de eilanden van elkaar scheiden en die Humsterland van het vaste land scheidde, zijn langzaam verdwenen (Gebiedsraad Middag-Humsterland, 2019). Deze kreekbeddingen zijn nog als laagte of als slotenpatroon herkenbaar in het landschap en daarom aardkundig beschermd.

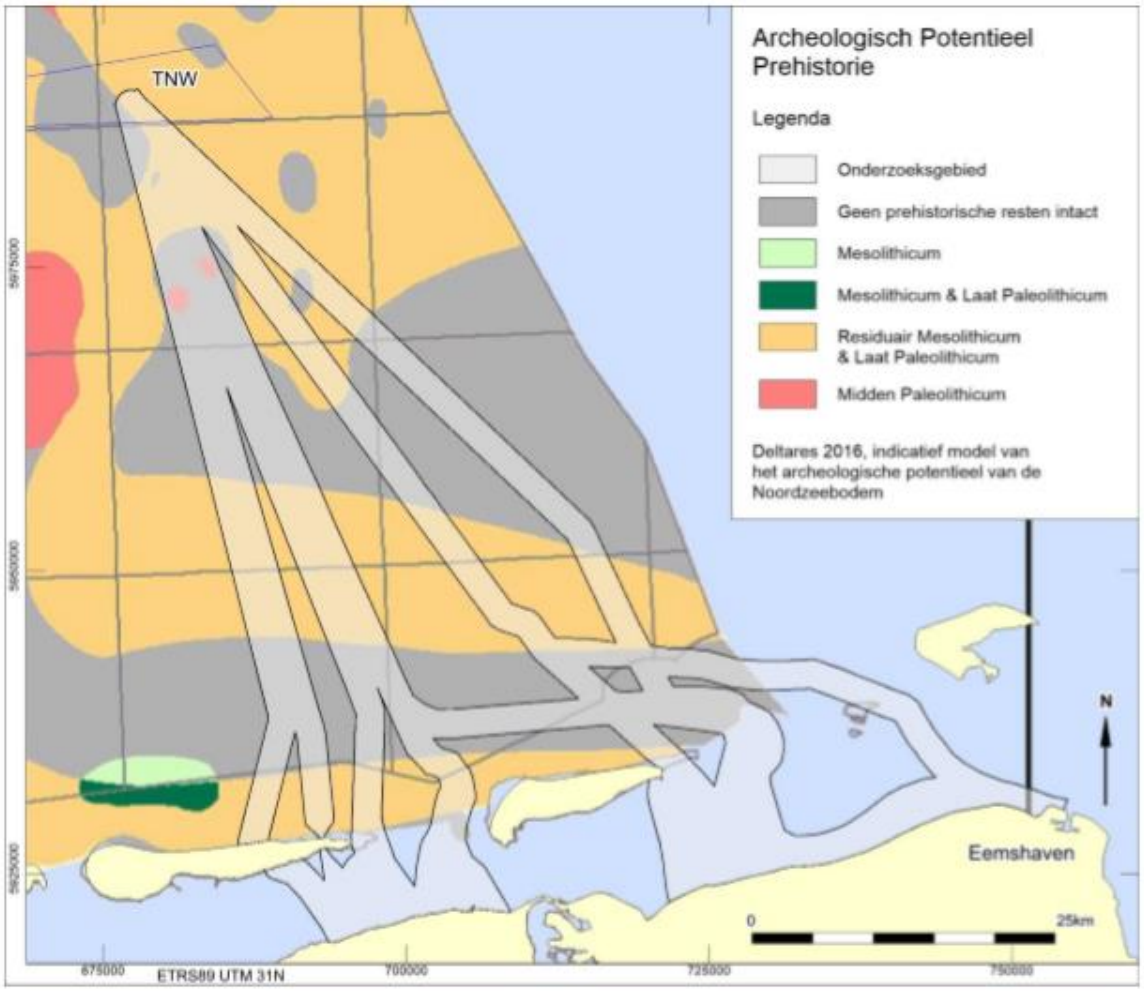
Stuwwalopduiking
De stuwwal(opduiking) bij Noordhorn is aardkundig waardevol. Het betreft een hoger gelegen keileemrug met een dik esdek als bovenlaag van de bodemopbouw. Deze is ontstaan tijdens de voorlaatste ijstijd, het Saalien.

3.2.3 Archeologie

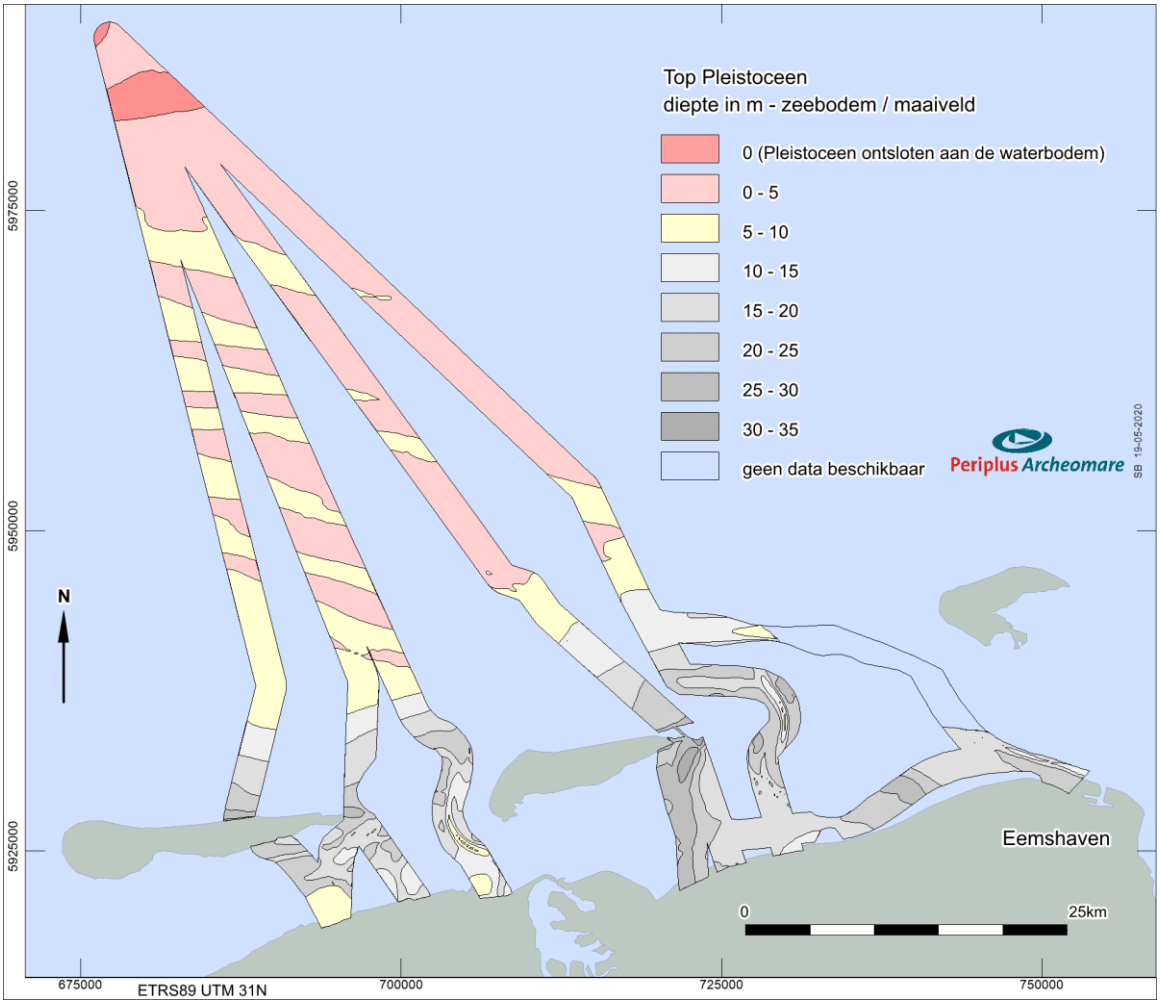
Noordzee en Waddengebied
In de Noordzee als de Waddenzee liggen verschillende bekende archeologische waarden, zoals scheepswrakken, wrakken van onderzeeboten en vliegtuigwrakken.

Afbeelding 3.10 laat de archeologische verwachtingswaarde in de Noordzee zien (Periplus, 2020). Volgens dit model zijn in het Noordzeedeel van alle tracéalternatieven archeologische resten te verwachten. Voor het Waddengebied is een verwachtingskaart zoals afbeelding 3.10 nog niet beschikbaar. Afbeelding 3.11 laat de diepte zien van de pleistocene bovenlaag in de Noordzee en de Waddenzee.

Afbeelding 3.10 Archeologische verwachtingswaarden uit de steentijd (Periplus, 2020)



Afbeelding 3.11 Diepte van de pleistocene toplaag in de Noordzee en de Waddenzee (Periplus, 2020)



Land

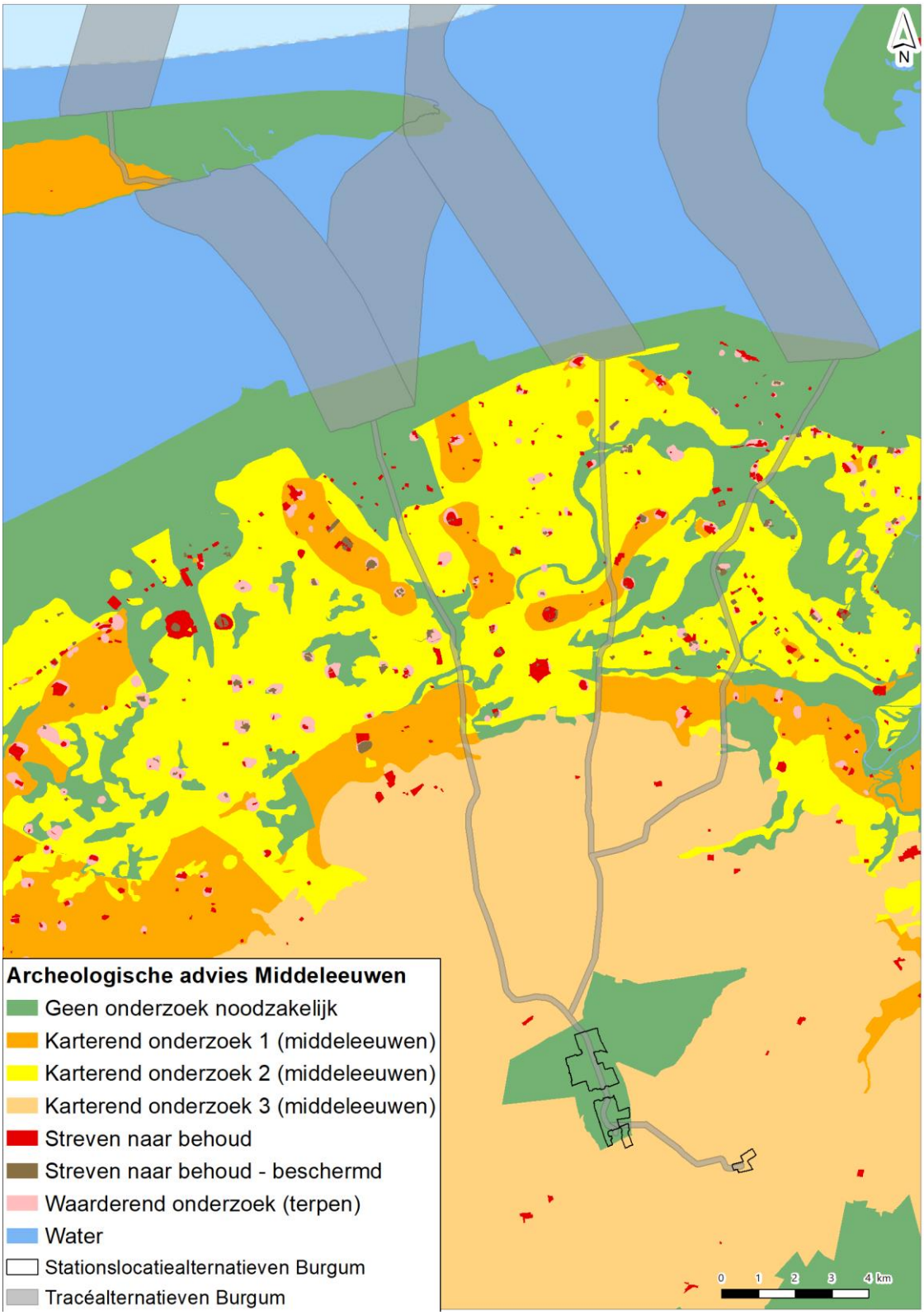
Voor archeologie op land gelden de Archeologische Monumenten Kaart (AMK) en de Friese FAMKE en in Groningen de Archeologische verwachtingskaart (Van Beek & Vos, 2008). De bestaande archeologische monumenten zijn beschermd erfgoed. De verwachtingswaarde geeft een indicatie voor te verwachten archeologische waarden in de grond. De kaart geeft een globaal beeld van de trefkans op archeologische resten in de bodem en onder water. Dit heeft te maken met reeds bekende vondsten, de conserveerbaarheid van de bodem en de diepte van verschillende bodemlagen. Deze diepte zegt iets over de tijdsperiode waar archeologische resten van verwacht kunnen worden, omdat deze bodemlagen destijds aan de oppervlakte lagen.

Plangebied aansluitlocatie Burgum

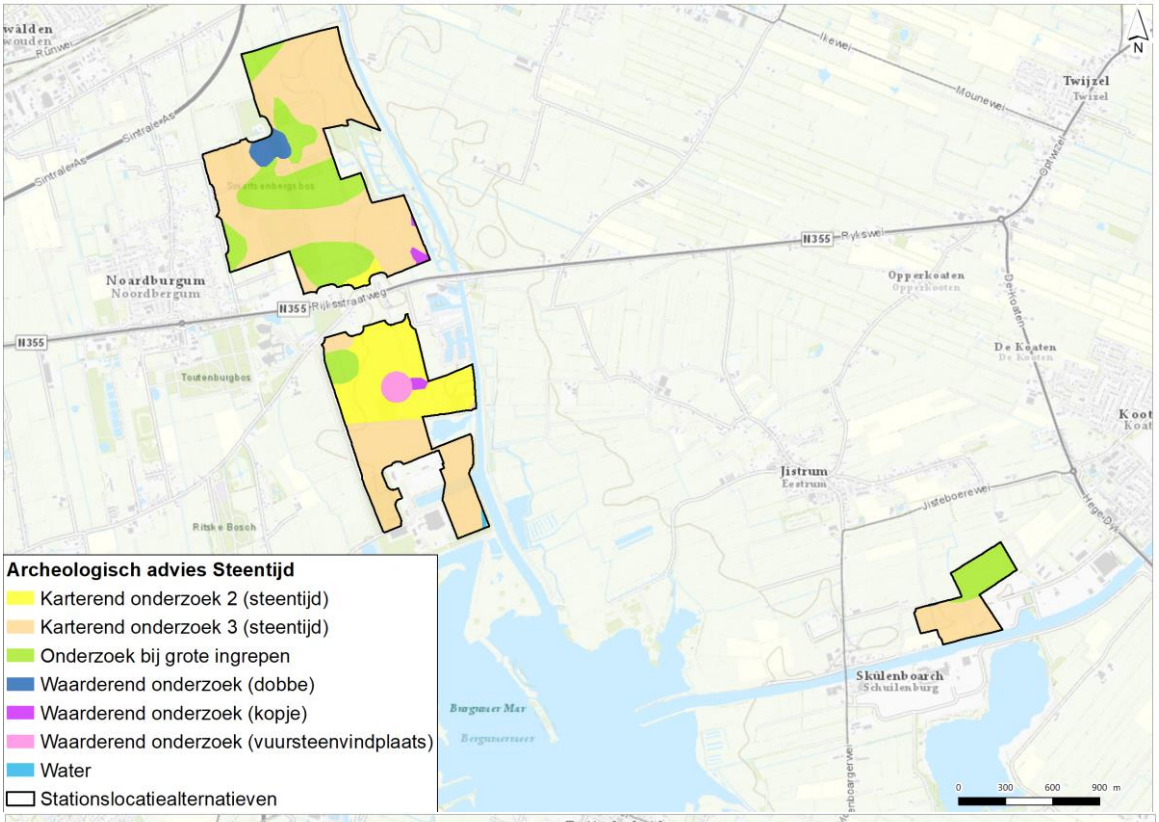
In Friesland zijn de AMK en de IKAW gebundeld en genuanceerd in de Friese Archeologische Monumenten Kaart Extra (FAMKE), deze zijn weergegeven in afbeeldingen 3.12 en 3.13. Deze kaarten geven inzicht in de noodzaak van archeologisch onderzoek bij bodemingrepen in Friesland. Het noordelijke gebied kent vooral een hogere trefkans op de kwelderwallen. In de kweldervlaktes zijn archeologische restanten mogelijk weg gevoerd door water. In het hoger gelegen zandgebied is de verwachtingswaarde ook beperkt vanwege slechte conservering in zandbodems.

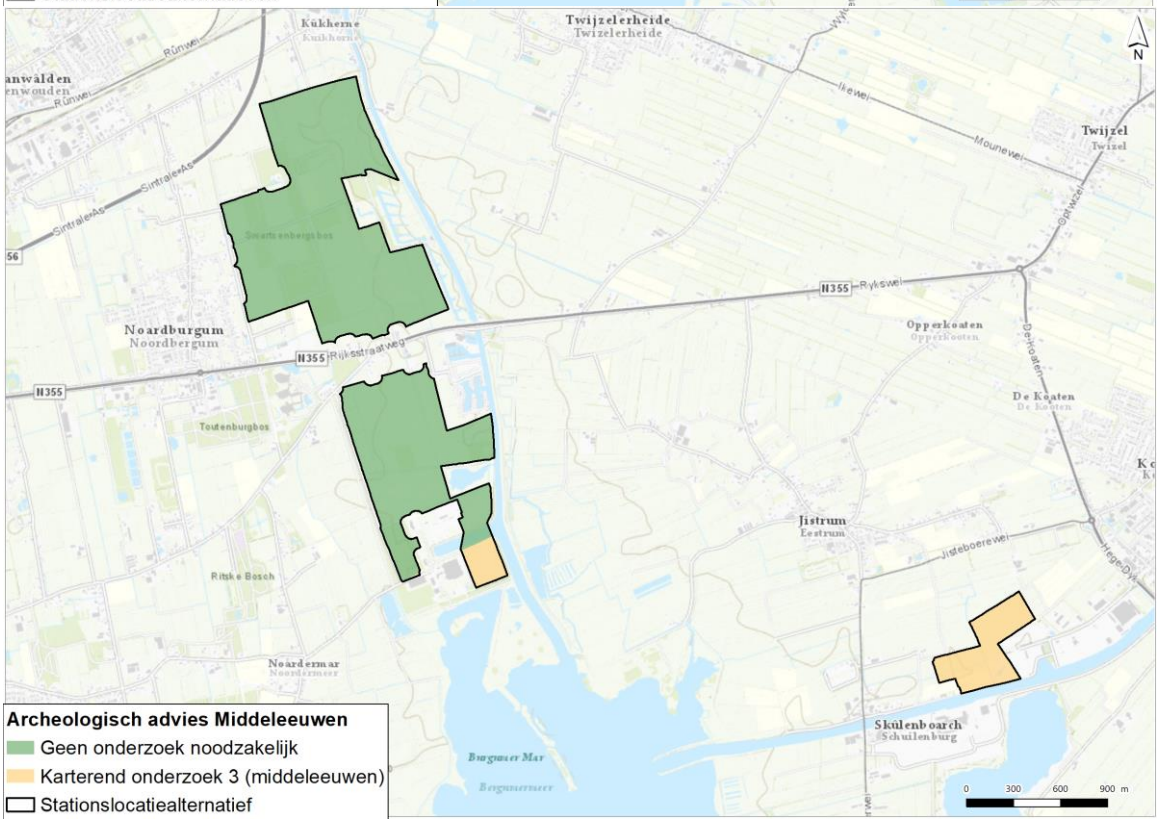
Opmerkelijk zijn de terpen, deze opgeworpen woonheuvels kennen vaak een lange geschiedenis en bevatten vaak veel archeologische resten. Deze kennen een hoge verwachtingswaarde.

Afbeelding 3.12 Beleidskaart Burgum- tracélocatie Burgum (KSP, 2020)



Afbeelding 3.13 Beleidskaart stationslocatie Burgum (KSP, 2020)





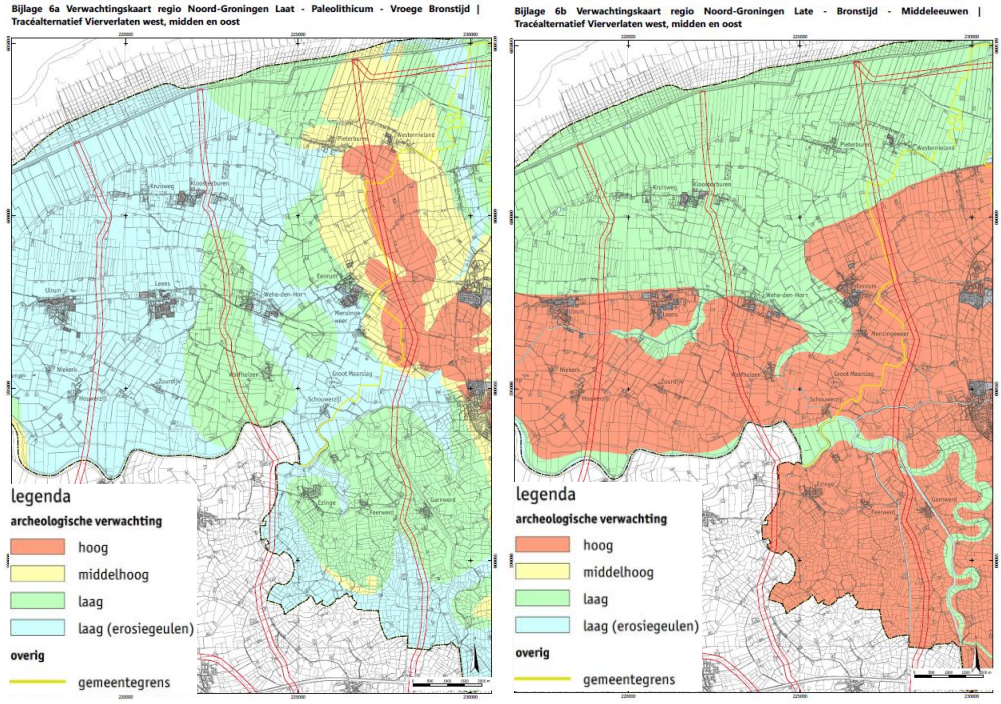
Plangebied aansluitlocatie Vierverlaten

Afbeelding 3.14 laat een beleidskaart zien van Noord-Groningen. Grote delen van de provincie kent een lage verwachtingswaarde vanwege erosie. Centraal in Het Hogeland ligt een gebied met hogere verwachtingswaarde voor sporen en resten uit het paleolithicum. Dit pleistocene landschap, het zogenoemde Hoog van Winsum, lag destijds 5 meter boven NAP, en was dus geschikt voor bewoning.

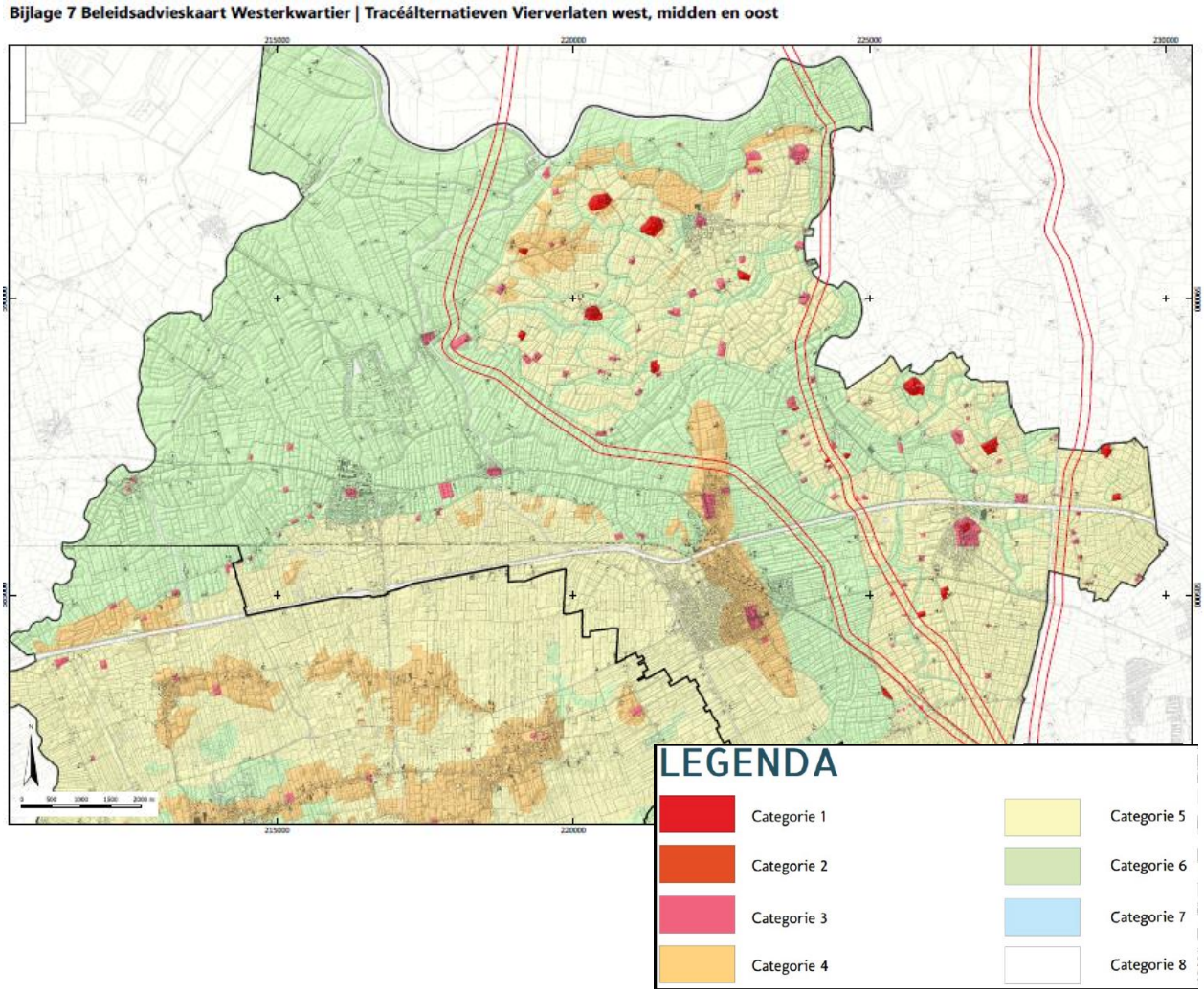
In het Westerkwartier geldt een hogere verwachtingswaarde, voor de voormalige eilanden Humsterland en Middag. Voornamelijk de vroeg bewoonde wierden in het gebied hebben een hoge verwachtingswaarde. De stuwwalopduiking tussen Noordhorn en Zuidhorn kent een hogere waarde omdat al langer bewoning mogelijk was. Door de hogere ligging zijn restanten niet door het water weg geërodeerd.

Afbeelding 3.15 laat de archeologische verwachting in Westerkwartier zien, waarbij de hoogste verwachting onder categorie 1 valt, doorwerkend naar de laagste verwachtingswaarde voor categorie 8. Afbeelding 3.16 laat zien dat het zoekgebied voor het transformatorstation ook overlapt met een archeologische zone.

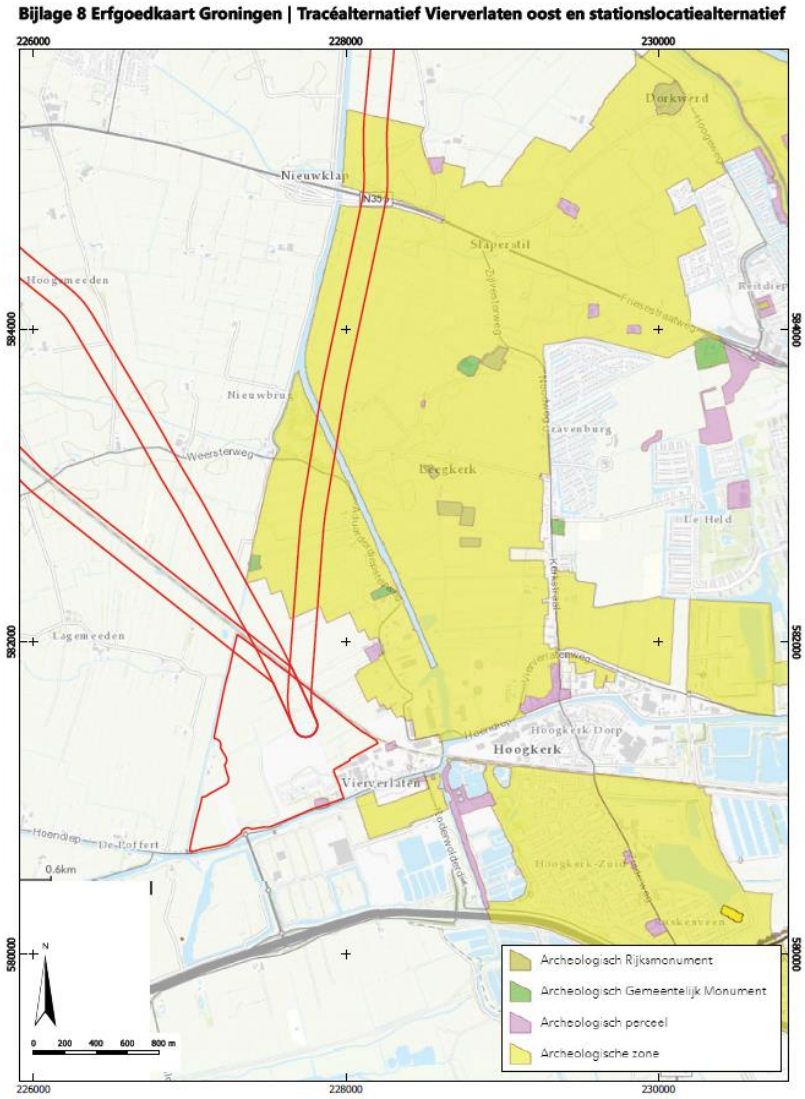
Afbeelding 3.14 Verwachtingskaarten Noord-Groningen Paleolithicum en Late Bronstijd - Tracéalternatieven Vierverlaten (KSP, 2020)



Afbeelding 3.15 Beleidskaart Westerkwartier - Tracéalternatieven Vierverlaten (KSP, 2020)



Afbeelding 3.16 Beleidskaart Groningen - tracéalternatieven Vierverlaten (KSP, 2020)

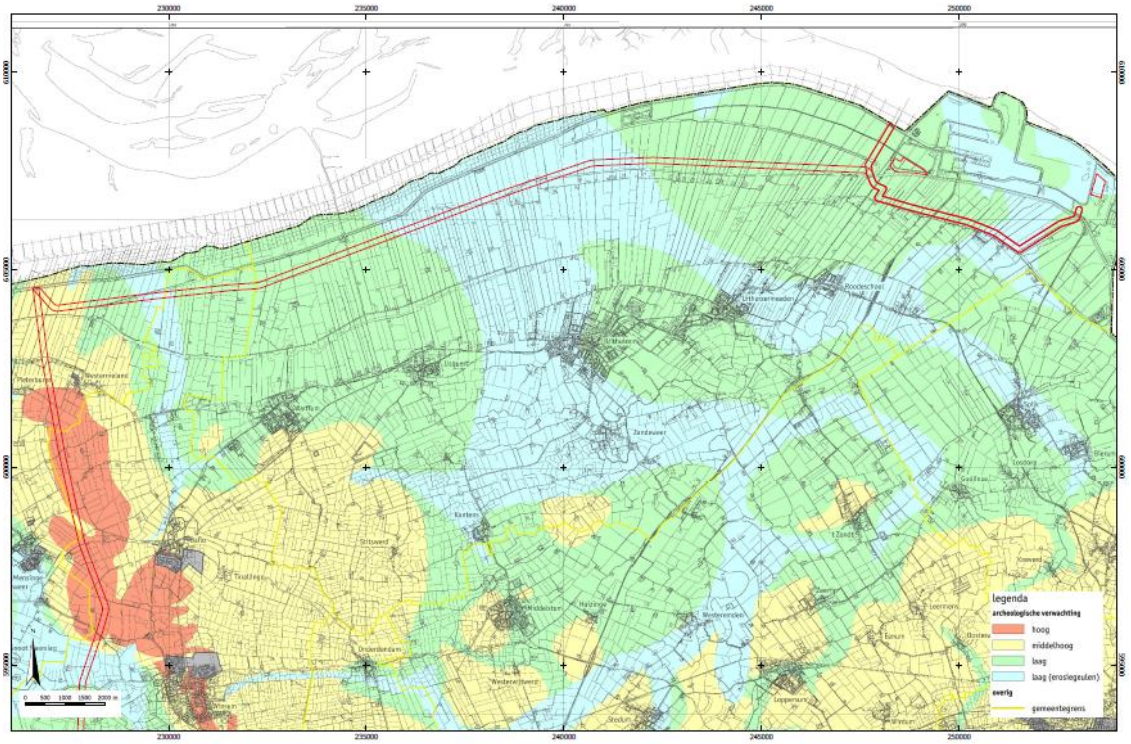


Plangebied aansluitlocatie Eemshaven

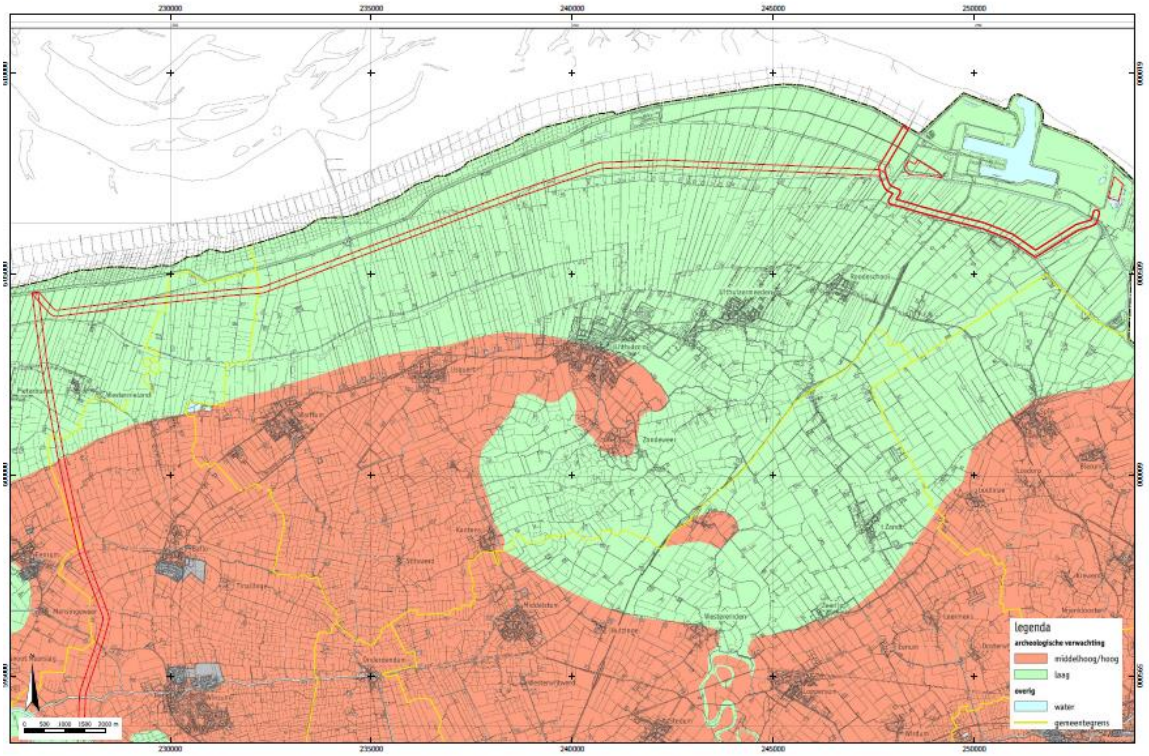
Afbeelding 3.17 laat zien dat Noord-Groningen rondom de Eemshaven lage archeologische verwachtingswaarde heeft. Dit nieuw ontgonnen land is tot relatief recent onderdeel van de Waddenzee geweest. Bewoning hier was door het vele water pas mogelijk na inpoldering sinds de 19e eeuw. Archeologische resten worden hier dus nauwelijks verwacht. Ook bekende archeologische vondsten zijn zeer beperkt.

Afbeelding 3.17 Beleidskaart Eemsmond - tracéalternatieven Eemshaven (KSP, 2020)

Bijlage 6c Verwachtingskaart Noord-Groningen aansluitlocatie Eemshaven Laat-Paleolithicum - Vroege Bronstijd



Bijlage 6d Verwachtingskaart Noord-Groningen aansluitlocatie Eemshaven Late Bronstijd - Middeleeuwen



3.3 Autonome ontwikkelingen

Autonome ontwikkelingen zijn die plannen in het plangebied die met grote zekerheid plaatsvinden tot het referentiejaar 2030. Het gaat daarbij om ontwikkelingen waarover reeds besluitvorming heeft plaatsgevonden of waarover besluitvorming in voorbereiding is, die zonder de voorgenomen activiteit ook zou plaatsvinden. Autonome ontwikkelingen vormen samen met de huidige situatie, de referentiesituatie. In en rondom het plangebied zijn diverse ontwikkelingen die relevant zijn voor het aspect Landschap, cultuurhistorie en archeologie en waar bij de aanleg van de tracéalternatieven en het transformatorstation rekening mee moet worden gehouden. Een volledig overzicht van de autonome ontwikkelingen in de plangebieden is opgenomen als bijlage II bij het hoofdrapport. Hieronder zijn de autonome ontwikkelingen benoemd die relevant zijn voor het aspect landschap, cultuurhistorie en archeologie.

Bij aansluitlocatie Burgum kan de uitbreiding van recreatiepark Zwartkruis effect hebben op de openheid van het landschap. Voor aansluitlocatie Vierverlaten kan de ontwikkeling van bedrijventerrein Westpoort en uitbreiding Oostergast effect hebben op het landschap door bebouwing in landschap dat zich kenmerkt door openheid. Voor aansluitlocatie Eemshaven kunnen de windparken Oostpolder, Oostpolderdijk, Eemshaven-Zuidoost effect hebben op de openheid van het landschap. Ook de bouw van hoogspanningsstation Eemshaven-Midden en filter en compensatiestation Eemshaven kan effect hebben op de openheid.

4

METHODIEK

Dit hoofdstuk licht toe hoe de effectbeoordeling in dit MER plaatsvindt voor het aspect Landschap, Cultuurhistorie en Archeologie. Paragraaf 4.1 geeft een toelichting op het gehanteerde beoordelingskader. Paragraaf 4.2 beschrijft de relevante ingrepen en de effecten die daaruit voortvloeien, dit zijn de ingreep-effectrelaties. Op basis van de belangrijkste effecten geeft paragraaf 4.3 de concrete beoordelingskaders weer. Ten slotte licht paragraaf 4.4 per criterium de onderzoeksaanpak voor MER fase 1 toe.

Het aspect Landschap, Cultuurhistorie en Archeologie heeft raakvlakken met het aspect Bodem en Water op land. Effecten op water, zoals verlaging van grondwaterstand als gevolg van tijdelijke bemalingen of verslechtering van de waterkwaliteit, kunnen van invloed zijn op het (cultuurhistorische) landschap en archeologie.

4.1 Toelichting Handreiking landschappelijke inpassing

Deze paragraaf gaat in op het beoordelingskader en de onderzoeksmethoden voor Landschap, Cultuurhistorie en Archeologie. Om de effecten in de referentiesituatie en van de voorgenomen activiteit eenduidig en vergelijkbaar in beeld te brengen, hanteert dit onderzoek een vast beoordelingskader. TenneT gebruikt in principe bij al haar MER-studies het beoordelingskader zoals beschreven in 'Het hoogspanningsnet als landschappelijke ontwerpopgave - Handreiking landschappelijke inpassing' (Van Veelen, 2018). Deze Handreiking is ontwikkeld voor bovengrondse hoogspanningsverbindingen, maar is ook (grotendeels) toepasbaar voor ondergrondse verbindingen. Deze handreiking wordt hieronder toegelicht.

Handreiking landschappelijke inpassing

De Handreiking landschappelijke inpassing gaat uit van een ruimtelijk-functionele benadering om het hoogspanningsnet in het landschap in te passen. Belangrijk daarbij is dat de ruimtelijke kwaliteit van het hoogspanningsnet goed aansluit bij de specifieke, karakteristieke eigenschappen van een landschap. Dit betekent het streven naar een goede balans tussen:

- de eigen specifieke functionele eigenschappen en de daarbij passende ruimtelijke verschijningsvorm van het hoogspanningsnet;
- de specifieke eigenschappen van de omgeving en het landschap in zijn volledige ruimtelijke, functionele, ecologische en cultuurhistorische context.

De ontwikkeling van NOZ TNW is een drieledige ontwerpopgave. Ten eerste gaat het om het ontwerp van de verschillende onderdelen van het net zelf: het platform op zee, de ondergrondse kabels en het transformatorstation. Daarnaast is het belangrijk om deze elementen op de juiste manier in het landschap te plaatsen. Tot slot ligt er een belangrijke ontwerpopgave in mogelijke aanpassingen van de omgeving, het landschap, door de komst van bijvoorbeeld een transformatorstation.

Een goede inpassing van NOZ TNW hangt samen met de keuze op welk schaalniveau het ontwerpvraagstuk wordt benaderd. De handreiking onderscheidt drie schaalniveaus: tracéniveau, gebiedsniveau en objectniveau. Onderstaande teksten geven een toelichting op deze schaalniveaus.

Tracéniveau

Het tracéniveau betreft beïnvloeding van het bestaande landschappelijk hoofdpatroon, zoals de kustlijn. Ontwikkeling van een platform op zee kan deze landschappelijke hoofdpatronen beïnvloeden. Dit hangt samen met het veranderen van de mate van herkenbaarheid van het landschappelijk hoofdpatroon. Effecten van het platform op zee op het landschappelijke hoofdpatroon worden onderzocht in MER fase 2, na keuze van een VKA.

Bij een ondergrondse verbinding is nauwelijks sprake van beïnvloeding van het landschappelijke hoofdpatroon. Het platform op zee is vanaf land niet zichtbaar en heeft daardoor geen invloed op het landschappelijke hoofdpatroon. Aangezien voor NOZ TNW alle tracéalternatieven ondergronds liggen, zijn er nauwelijks effecten te verwachten op tracéniveau. Het tracéniveau wordt daarom niet beoordeeld.

Gebiedsniveau

Het gebiedsniveau betreft de invloed van de ingreep op de landschapstypen. Deze landschapstypen zijn gedefinieerd aan de hand van de landschapselementen en de samenhang daartussen. Zo bestaat het terpen- en wierdenlandschap bijvoorbeeld uit de verhoogde dorpen. Daarnaast wordt dit landschap gekenmerkt door de samenhang tussen de beplanting op deze wierden en het ontbreken daarvan in het omliggende land, en de ongelijkmatige verkaveling en het slotenpatroon. De beoordeling vindt plaats op basis van:

- de beïnvloeding van bestaande samenhang die de gebiedskarakteristiek van gebieden bepaalt;
- de beïnvloeding van samenhang tussen specifieke elementen en hun context.

Omdat in dit project geen bovengrondse verbinding van toepassing is, wordt het aanvullend in de handreiking opgenomen criterium ‘het ontstaan van plaatselijke afwijkingen in vormgeving en uitvoering van een bovengrondse verbinding’ uit de handreiking in dit project niet beoordeeld en daarom hier niet verder toegelicht.

Beïnvloeding van bestaande samenhang die de gebiedskarakteristiek van gebieden bepaalt

De gebiedskarakteristiek wordt bepaald door de aard, verschijningsvorm en betekenis van een gebied. Een landschap rond een snelweg heeft een heel ander karakter dan een semi-natuurlijk veenweidelandschap met veel water. Bij een ondergrondse verbinding is veel minder sprake van beïnvloeding van de gebiedskarakteristieken dan dat het geval is bij een bovengrondse verbinding. Wel kan het doorkruisen van bomenrijen, bosjes en bosgebieden de open- en beslotenheid van het landschap beïnvloeden, omdat het tijdens aanleg van de verbinding noodzakelijk kan zijn om aanwezige begroeiing deels te verwijderen.

Beïnvloeding van samenhang tussen specifieke elementen en hun context

Voorbeelden van elementen op het gebiedsniveau zijn een bebouwingslint of landgoed met lanen en zichtassen, dijken, waterlopen, gebouwen, wierden en grootschalige verkavelingsstructuren (inclusief complexen van bolakkers). Een nieuwe ondergrondse kabelverbinding heeft een negatief effect als deze de samenhang van een (cultuurhistorisch) element op gebiedsniveau met de omgeving verandert, bijvoorbeeld door beïnvloeding van beplantingspatronen.

Objectniveau

Het objectniveau betreft de directe fysieke samenhang met het landschap. Dit gaat onder andere om aansluiting bij de lokale kavelpatronen, beplantingen en bosschages, nabijgelegen hoogspanningsverbindingen en specifieke landschapselementen zoals een monumentale molen of een houtwal. Het objectniveau is relevant voor zowel het transformatorstation als voor de ondergrondse verbinding. De inpassing van het transformatorstation vraagt om een specifiek, locatiegebonden ontwerpvraagstuk van de installatie in de directe omgeving.

Voor een beoordeling van het objectniveau gaat de handreiking in op de fysieke beïnvloeding van specifieke elementen. Dit is hieronder toegelicht.

Fysieke aantasting specifieke landschapselementen
Als een element in het landschap verloren gaat of wordt aangetast door de elementen van het hoogspanningsnet, zoals een transformatorstation, leidt dit mogelijk tot ernstige effecten.

De beïnvloeding van samenhang tussen specifieke elementen en hun context wordt volgens de handreiking meegenomen in de beoordeling op gebiedsniveau. Voor het objectniveau wordt samenhang tussen elementen dus niet beoordeeld, om dubbeltelling te voorkomen. Wel wordt bij objectniveau extra ingegaan op de beleefbaarheid van het landschap.

Aardkunde en archeologie
In de handreiking zijn de landschappelijke en bovengrondse cultuurhistorische effectbeoordeling gecombineerd. In dit rapport zijn de effecten op archeologische en aardkundige waarden toegevoegd.

4.2 Relevante ingreep-effectrelaties

Deze paragraaf beschrijft de belangrijkste ingreep-effectrelaties uitgesplitst naar de gebieden Noordzee, het Waddengebied en het land. Een ingreep-effectrelatie beschrijft welke effecten op hoofdlijnen te verwachten zijn door aanleg van het NOZ TNW.

NOZ TNW bestaat uit een aantal onderdelen: het platform op zee, de kabels op zee en de aanlanding, de kabelverbinding op land en het nieuw te bouwen transformatorstation. Door het realiseren van NOZ TNW is sprake van effecten op landschap, cultuurhistorie, aardkunde en archeologie. Deze paragraaf beschrijft de ingrepen die (mogelijk) het effect veroorzaken.

Effecten op hoofdlijnen
De belangrijkste effecten voor landschap en (bovengrondse) cultuurhistorie betreffen:
- op het gebiedsniveau de invloed van het tracé op land en het transformatorstation op de gebiedskarakteristiek en de invloed op specifieke elementen en hun samenhang door het eventuele verwijderen van beplanting of het aantasten van ensembles en lijnstructuren. Hieruit volgend kunnen effecten op de zichtbaarheid en de beleefbaarheid van het landschap optreden;
- op het objectniveau de invloed van het tracé op land en het transformatorstation op specifieke elementen. Hieruit volgend kunnen effecten op de zichtbaarheid en de beleefbaarheid van het landschap optreden.

De belangrijkste effecten voor archeologie en aardkunde betreffen de bodemroerende activiteiten vanwege:
- het eventuele heien voor de fundering van het platform;
- het ingraven/baggeren van tracéalternatief op zee;
- het ontgraven of boren van het tracéalternatief op land;
- bemaling tijdens de aanlegfase voor het tracéalternatief op land en het transformatorstation;
- de fundering/aanleg van het nieuw te bouwen transformatorstation.

De bodemroerende activiteiten (in de aanlegfase) leiden tot permanente effecten. De bovengrondse effecten treden op totdat het platform of het transformatorstation worden verwijderd (mogelijk na 30 jaar).

Beoordeling tijdelijke effecten in de aanlegfase
In tegenstelling tot de handreiking worden in dit MER, naast permanente effecten, ook een aantal tijdelijke effecten uit de aanlegfase beoordeeld. Het gaat om effecten die optreden tijdens de aanlegfase maar een grote en/of langdurige doorwerking hebben en/of die duidelijk onderscheidend zijn tussen de alternatieven. Werkzaamheden in landschappen die zich kenmerken door openheid, verstoren bijvoorbeeld de open horizon. Landschappen waarin stilte of duisternis een kernkwaliteit is, zoals het Waddengebied, ondervinden effecten gedurende de aanlegfase. Kleinere en/of niet sterk onderscheidende effecten van de aanlegfase zijn niet opgenomen in de effectbeschrijvingen en -beoordelingen.

4.2.1 Noordzee

Deze paragraaf beschrijft de ingreep-effectrelaties voor het deelgebied Noordzee.

Platform
De aanleg van de fundering verstoort mogelijk de bodem en kan daarbij ter plekke invloed hebben op archeologische en aardkundige waarden. De afmetingen van het platform zijn nader beschreven in hoofdstuk 1. Realisatie van het platform zorgt mogelijk voor nadelige gevolgen voor de herkenbaarheid van het (zee)landschap vanaf zee en vanaf de kust. Dit effect is echter niet onderscheidend tussen de verschillende alternatieven, omdat voor het platform op zee slechts één geschikte locatie in beeld is. Dit effect wordt daarom voor het voorkeursalternatief in MER fase 2 onderzocht.

Kabels op zee
Vanaf het platform lopen twee 220 kV-kabels naar de kust. De afmetingen hiervan zijn terug te lezen in paragraaf 1.4. Voor de kabels op zee wordt gebaggerd en wordt de route vrijgemaakt van kabels en leidingen die buiten gebruik zijn. Tevens worden op zee twee sleuven gegraven of geblazen, namelijk één per kabel. De omliggende onderhoudsstrook wordt niet verstoord. Voor onderhoud of bij de kruising van infrastructuur, zoals vaargeulen, kunnen de kabels dieper worden aangelegd. De beschreven verstoringen van de bodem hebben mogelijk effect op archeologische en aardkundige waarden. Van landschappelijke effecten is geen sprake omdat de visuele effecten enkel optreden gedurende de aanlegfase en dus tijdelijk en niet onderscheidend zijn. Tabel 4.1 toont een overzicht van de te verwachten ingreep-effectrelaties op de Noordzee.

Tabel 4.1 Overzicht van ingreep-effectrelaties op de Noordzee voor het aspect Landschap, cultuurhistorie en archeologie

	Projectfase				
Ingreep	**Aanleg**	**Gebruik**	**Gevolg**	**Effect**	**Criterium**
ingraven kabels	X		ander sedimentatiepatroon en verstoring reliëf	permanente verstoring van archeologische en aardkundige waarden	invloed op bekende en verwachte archeologische waarden, invloed op aardkundige waarden
aanwezigheid werkvaartuigen en machines	X		werkvoertuigen en installaties in het landschap	verstoring open horizon, stilte en duisternis	invloed op de gebiedskarakteristiek en invloed op specifieke elementen en hun samenhang

4.2.2 Waddengebied

In het Waddengebied worden twee 220 kV-kabels aangelegd. De maatvoering hiervan is terug te vinden in paragraaf 1.4. Het ingraven van de kabels in de bodem heeft mogelijk invloed op het dynamische wadden- en slikkensysteem. Dit is afhankelijk van de diepte waarop de kabels komen te liggen en impact van verandering van grondconsistentie op het dynamische erosie- en sedimentatiesysteem in het Waddengebied. De beschreven verstoringen van de bodem hebben mogelijk effect op archeologische en aardkundige waarden.

Op de Waddeneilanden gelden dezelfde criteria als op land en dus worden bodemverstoringen op land, het verwijderen van beplanting en gebruiksbeperking ook voor het Waddengebied beschreven en beoordeeld. Tabel 4.2 toont een overzicht van de te verwachten ingreep-effectrelaties in het Waddengebied.

Tabel 4.2 Overzicht van ingreep-effectrelaties in het Waddengebied voor het aspect Landschap, cultuurhistorie en archeologie

Ingreep	Aanleg	Gebruik	Gevolg	Effect	Criterium
ingraven kabels op zee	X		ander sedimentatiepatroon en verstoring reliëf	permanente verstoring van archeologische en aardkundige waarden	invloed op bekende en verwachte archeologische waarden, invloed op aardkundige waarden
ingraven kabels op de Waddeneilanden	X		bodemverstoring	permanente verstoring van archeologische en aardkundige waarden	invloed op van bekende en verwachte archeologische waarden, invloed op aardkundige waarden
bemaling ten behoeve van aanleg kabels	X		verandering grondwaterstand	aantasting van archeologische en aardkundige waarden	invloed op van bekende en verwachte archeologische waarden
verwijderen van beplanting en gebruiksbeperking op kwelders	X	X	verwijderen landschapselementen	verandering uitzicht, beleving	invloed op de gebiedskarakteristiek en invloed op specifieke elementen en hun samenhang
aanwezigheid werkvoertuigen en machines	X		werkvoertuigen en installaties in het landschap	verstoring open horizon, stilte en duisternis	invloed op de gebiedskarakteristiek en invloed op specifieke elementen en hun samenhang

4.2.3 Land

Deze paragraaf beschrijft de mogelijke effecten van de ingrepen op land. Tabel 4.3 laat een overzicht zien van de te verwachten ingreep-effectrelaties op land.

Kabels op land

Wanneer de zeekabels aan land komen, moeten die worden omgezet naar ondergrondse landkabels. Hiervoor is ongeveer 10 x 5 meter per kabelsysteemovergang nodig. Deze overgangsmof wordt in een ondergrondse mofput gelegd. Na aanleg is hiervan aan de oppervlakte niets meer zichtbaar. Uitzondering hierop zijn de 'cross-bonding boxes' die op een aantal plaatsen op land nodig zijn.

Waar mogelijk worden de kabels op land aangelegd met een open ontgraving. Dit is de aanlegmethode waarbij een sleuf wordt gegraven waar de kabels in worden gelegd en waar de moffen in gemaakt worden. Afmetingen hiervan zijn terug te vinden in paragraaf 1.4. Waar onvoldoende ruimte is of andere knelpunten aanwezig zijn, worden de kabels met een (HDD-)boring aangelegd. Deze boringen kennen een maximale lengte van 1.200 meter en een aanlegdiepte van 10 tot 40 meter onder maaiveld. De bodemverstoringen hebben mogelijk effect op archeologische en aardkundige waarden.

Uitgangspunt bij de beoordeling is dat geen gebouwen worden gesloopt voor de aanleg van de kabels of voor het transformatorstation. Bij aanleg van een nieuwe verbinding met een sleuf moeten eventueel aanwezige bomen worden gekapt. In de zone waar de kabels onder de grond liggen, verandert het gebruik, waardoor er bijvoorbeeld beperkingen zijn voor begroeiing. Deze beperking geldt in principe niet voor de gestuurde boringen, met uitzondering van het in- en uittredepunt (zie bijlage III bij het hoofdrapport voor een toelichting op de aanlegtechnieken). Het verwijderen van beplanting en de gebruiksbeperking heeft

gevolgen voor de herkenbaarheid van het landschap en mogelijke aanwezige cultuurhistorische elementen (gebieds- en objectniveau).

Transformatorstation

De locatie van het nieuw te bouwen transformatorstation binnen het huidige landschap is een aandachtspunt (bijvoorbeeld aansluiting bij de kavelrichting of kavelmaat). Het nieuw te bouwen transformatorstation heeft vanwege het toevoegen van elementen en het verwijderen van eventuele beplanting invloed op de herkenbaarheid van het landschap en mogelijk op cultuurhistorische elementen (lijn- en objectniveau). Daarnaast kunnen grondroerende activiteiten de archeologische en aardkundige waarden verstoren. Tabel 4.3 laat de ingreep-effectrelaties op land zien.

Tabel 4.3 Overzicht van ingreep-effectrelaties op land voor het aspect Landschap, cultuurhistorie en archeologie

	Projectfase				
Ingreep	**Aanleg**	**Gebruik**	**Gevolg**	**Effect**	**Criterium**
ingraven kabels op land	X		bodemverstoring	permanente verstoring van archeologische en aardkundige waarden	invloed op bekende en verwachte archeologische waarden, invloed op aardkundige waarden
bemaling ten behoeve van aanleg kabels	X		verandering grondwaterstand	aantasting van archeologische en aardkundige waarden	invloed op van bekende en verwachte archeologische waarden
verwijderen van beplanting en gebruiksbeperking	X	X	verwijderen landschapselementen	aantasting zichtbaarheid en beleefbaarheid	invloed op de gebiedskarakteristiek en invloed op specifieke elementen en hun samenhang
aanwezigheid transformatorstation		X	toevoegen object	aantasting zichtbaarheid en beleefbaarheid	invloed op de gebiedskarakteristiek en invloed op specifieke elementen en hun samenhang
aanwezigheid transformatorstation		X	bodemverstoring	verstoring van archeologische en aardkundige waarden	invloed op bekende en verwachte archeologische waarden, invloed op aardkundige waarden
aanwezigheid werkvoertuigen en machines	X		werkvoertuigen en installaties in het landschap	verstoring open horizon, stilte en duisternis	invloed op de gebiedskarakteristiek en invloed op specifieke elementen en hun samenhang

4.3 Beoordelingskader en -criteria

Tabel 4.4 toont het beoordelingskader voor het beoordelen van de tracéalternatieven op zee en het platform. Voor de effecten op de Waddeneilanden is ook tabel 4.5 relevant. Tabel 4.5 bevat het beoordelingskader voor de tracéalternatieven op land en voor het transformatorstation op land.

Tabel 4.4 Beoordelingskader tracéalternatieven en platform in de Noordzee en het Waddengebied

Aspect	Criterium	Methode
landschap - gebiedsniveau	effecten op de gebiedskarakteristiek en op landschapselementen en hun samenhang	kwalitatief bureauonderzoek met GIS-analyse
landschap - objectniveau	fysieke aantasting specifieke landschapselementen en beleefbaarheid	kwalitatief bureauonderzoek met GIS-analyse
aardkunde	invloed op aardkundige waarden	kwalitatieve GIS-analyse met beoordeling lengte van doorkruising aardkundige waarden en invloed op werelderfgoed Waddenzee
archeologie	aantasting van bekende archeologische waarden	kwalitatief bureauonderzoek op basis van historische data
	aantasting van verwachte archeologische waarden	kwalitatief bureauonderzoek op basis van historische data

UNESCO Werelderfgoed

Zoals beschreven in paragraaf 3.2.1, is de Waddenzee opgenomen op de Werelderfgoedlijst als natuurlijk erfgoed. In MER fase 1 is de impact op dit Werelderfgoed niet als apart criterium beoordeeld. De effecten op waarden waarvoor de Waddenzee is aangewezen, zijn echter wel onderdeel van een aantal criteria die zijn beschreven en beoordeeld in MER fase 1:

1 de impact op geologische processen in de Waddenzee zijn beoordeeld in (zie beschrijvingen over het deelgebied Waddengebied):
   - deelrapport Ia - Bodem en Water op zee onder het criterium 'invloed op bodemdynamiek';
   - deelrapport III - Landschap, Cultuurhistorie en Archeologie onder het criterium 'invloed op aardkundige waarden';
2 de impact op ecologische en biologische processen is beschreven en beoordeeld in het deelrapport II - Natuur;
3 de impact op biodiversiteit is beschreven en beoordeeld in het deelrapport II - Natuur.

In MER fase 2 wordt de impact op de UNESCO Werelderfgoedstatus als apart criterium beoordeeld voor het VKA. Dit gebeurt in het kader van het IUCN advies over het beoordelen van Werelderfgoed in een MER[18]. In bijlage VI bij het MER hoofdrapport is toegelicht hoe de 'World Heritage Impact Assessment Principles' zijn meegenomen in MER fase 1 en in de IEA en welke stappen nog worden uitgevoerd in MER fase 2.

[18] Bron: IUCN, 18 november 2013. World Heritage Advice Note: Environmental Assessment. https://www.iucn.org/sites/dev/files/import/downloads/iucn_advice_note_environmental_assessment_18_11_13_iucn_template.pdf

Tabel 4.5 Beoordelingskader tracéalternatieven op land (inclusief gedeelte tracéalternatieven op zee op de Waddeneilanden) en transformatorstation

Aspect	Criterium	Methode
landschap - gebiedsniveau	effecten op de gebiedskarakteristiek en op landschapselementen en hun samenhang	kwalitatief bureauonderzoek met GIS-analyse
landschap - objectniveau	fysieke aantasting specifieke landschapselementen en beleefbaarheid	kwalitatief bureauonderzoek met GIS-analyse
aardkunde	invloed op aardkundige waarden	kwalitatief bureauonderzoek met GIS-analyse
archeologie	aantasting van bekende archeologische waarden	kwalitatief bureauonderzoek op basis van historische data
	aantasting van verwachte archeologische waarden	kwalitatief bureauonderzoek op basis van historische data

De effectbeoordeling vindt plaats op een driepuntsschaal, omdat er geen sprake is van positieve effecten. Mocht er toch een positief effect optreden, kan deze alsnog toegevoegd worden.

4.4 Onderzoeksaanpak

Deze paragraaf beschrijft per criterium de aanpak van het onderzoek, het bijbehorende studiegebied en de beoordelingsmethodiek.

4.4.1 Landschap - gebiedsniveau

Landschappelijke elementen op het gebiedsniveau zijn onder andere een bebouwingslint, militaire stellingen, wierden en bolakkers. Het ondergrondse tracé en het transformatorstation kunnen invloed uitoefenen op deze elementen, doordat bomen worden verwijderd en niet meer terug worden geplant[19] of waardevolle gebouwen binnen een ensemble binnen de tracéalternatieven liggen.

Studiegebied
Voor landschap op gebiedsniveau is het studiegebied gelijk aan het plangebied, met uitzondering van de aspecten waar de zichtbaarheid een rol speelt. Het studiegebied is dan het gebied tot waar de nieuw gebouwde objecten zichtbaar zijn en effecten optreden.

Methode
Voor de beoordeling op het gebiedsniveau worden de cultuurhistorische waardenkaart van Friesland en Kwaliteitsgids Groningen gebruikt. Op de cultuurhistorische kaart van Friesland wordt de landschapstypenkaart gebruikt en de bijbehorende kenmerken vanuit de achterliggende data. In de kwaliteitsgids van Groningen worden voornamelijk de landschapstypen en terugkerende ensembles van overige lagen beoordeeld. Bijvoorbeeld het ensemble van kreekbeddingen en wierden in het wierdenlandschap van Middag-Humsterland. Op basis van expert-judgement wordt dit aspect kwalitatief beoordeeld.

Beoordelingsmethodiek
Tabel 4.6 geeft de beoordelingsmethodiek weer.

[19] Diep wortelende bomen mogen niet boven de kabels worden geplant.

Tabel 4.6 Beoordelingsmethodiek invloed op de gebiedskarakteristiek en invloed op specifieke elementen en hun samenhang

Score	Betekenis	Wanneer toegekend
--	sterk negatief effect ten opzichte van de referentiesituatie	de voorgenomen ontwikkeling heeft sterke permanente invloed op gebiedskarakteristiek en herkenbaarheid, samenhang en conservering van elementen als bebouwingslinten, militaire stellingen, wierden en bolakkers. Dit zijn effecten die naar verwachting niet vergunbaar zijn of die leiden tot discussie over de haalbaarheid of uitvoerbaarheid van het project
-	negatief effect ten opzichte van de referentiesituatie.	de voorgenomen ontwikkeling heeft geen invloed op gebiedskarakteristiek, maar met name invloed op de herkenbaarheid van landschappelijke elementen en hun samenhang
0	geen effect ten opzichte van de referentiesituatie.	de voorgenomen ontwikkeling heeft geen of beperkt invloed op landschappelijke elementen en hun samenhang

4.4.2 Landschap - objectniveau

Op het objectniveau is er een directe fysieke samenhang van het ondergrondse tracé en het nieuw te bouwen transformatorstation met specifieke elementen in het landschap. Bijvoorbeeld hoe deze aansluiten bij de lokale kavelpatronen en de aanwezige elementen zoals molens, kades en monumentale gebouwen. Voor de kabelverbinding zijn effecten op specifieke landschappelijke elementen van belang.

Studiegebied

Voor landschap op objectniveau is het studiegebied gelijk aan het plangebied, met uitzondering van de aspecten waar de zichtbaarheid een rol speelt. Het studiegebied is dan het gebied tot waar de nieuw gebouwde objecten zichtbaar zijn en effecten optreden.

Methode

Bij dit criterium wordt de eventuele fysieke aantasting van specifieke landschappelijke elementen door de verbinding meegenomen. De landschappelijke elementen volgen uit de verschillende kaartlagen van de cultuurhistorische waardenkaart van Friesland en de Kwaliteitsgids Groningen. Op basis van expert-judgement wordt dit aspect kwalitatief beoordeeld.

Beoordelingsmethodiek

Tabel 4.7 geeft de beoordelingsmethodiek weer.

Tabel 4.7 Beoordelingsmethodiek fysieke aantasting specifieke elementen

Score	Betekenis	Wanneer toegekend
--	sterk negatief effect ten opzichte van de referentiesituatie.	de voorgenomen ontwikkeling heeft permanente invloed op herkenbaarheid en conservering van (rijks)monumenten, andere landschappelijk waardevolle elementen of verkaveling. Het beïnvloedt de beleefbaarheid door effecten op de zichtbaarheid
-	negatief effect ten opzichte van de referentiesituatie.	de voorgenomen ontwikkeling heeft invloed op de herkenbaarheid van (rijks)monumenten en andere landschappelijk waardevolle elementen of verkaveling
0	neutraal, geen effect ten opzichte van de referentiesituatie.	de voorgenomen ontwikkeling heeft geen of beperkt invloed op (rijks)monumenten, andere landschappelijk waardevolle elementen

4.4.3 Aardkundige waarden

De beleefbaarheid van reliëf in het landschap wordt gezien als een belangrijk facet van de landschappelijke kwaliteit. De mate waarin vormen in het landschap samenhangen, kan iets vertellen over de vroegere klimatologische omstandigheden en de wijze waarop dit in het landschap tot uitdrukking kwam. Het maakt de natuurlijke ontwikkeling van het landschap afleesbaar. Aardkundige waarden zijn bijvoorbeeld, duinen, uiterwaarden, wadden, riviermeanders en dergelijke. Door de bodem te verstoren, kan ook de kwaliteit van de aardkundige waarden afnemen.

Studiegebied
Voor aardkundige waarden is het studiegebied gelijk aan het plangebied.

Methode
Voor beoordeling van de aardkundige waarden wordt gebruik gemaakt van beschrijvingen over het werelderfgoed Waddenzee (Barro, Natura 2000), kaartlagen Friesland - Aardkundig waardevolle gebieden en Groningen - Aardkundig waardevolle gebieden van de Rijksdienst voor Cultureel Erfgoed. Op basis van expert judgement wordt dit aspect vervolgens kwalitatief beoordeeld.

Beoordelingsmethodiek
Tabel 4.8 geeft de beoordelingsmethodiek weer.

Tabel 4.8 Beoordelingsmethodiek aardkunde

Score	Betekenis	Wanneer toegekend
--	sterk negatieve effecten ten opzichte van de referentiesituatie	aardkundige waarden worden permanent aangetast/vernietigd (herkenbaarheid, samenhang en conservering gaan verloren)
-	Negatieve effecten ten opzichte van de referentiesituatie	aardkundige waarden worden aangetast (herkenbaarheid, samenhang of conservering gaan gedeeltelijk verloren)
0	neutraal, geen effect ten opzichte van de referentiesituatie	aardkundige waarden blijven grotendeels behouden, geen effect ten opzichte van de referentiesituatie

4.4.4 Archeologie

Archeologie houdt zich bezig met de niet-zichtbare delen van onze cultuurgeschiedenis. Archeologische sporen en resten zijn verborgen in de bodem. Er zijn voor archeologie twee facetten te onderscheiden, namelijk de bekende en de verwachte waarden. Bekende waarden zijn bevestigd door waarnemingen, opgravingen en/of vondsten. De gedane vondsten en de bodemkundige eenheid ofwel geomorfologische vorm waarin ze gevonden zijn, geven een indicatie voor nog niet onderzochte gebieden. Deze informatie wordt gebruikt om te komen tot een verwachtingenkaart voor archeologische waarden.

Studiegebied
Voor archeologie is het studiegebied gelijk aan het plangebied.

Methode
Dit MER beoordeelt of effecten kunnen optreden bij bekende archeologische waarden en gebieden met een middelhoge of hoge verwachtingswaarde. Het onderzoek is gebaseerd op bureaustudie, GIS-kaarten, expert-judgement en wordt kwalitatief aangeduid.

Op zee worden de effecten van aanlegwerkzaamheden op bekende archeologische waarden, op archeologische verwachtingswaarden en prehistorische verdronken landschappen onderzocht. Op land worden de volgende effecten onderzocht op bekende en verwachte archeologische waarden:
- effect van graafwerkzaamheden;
- effect van tijdelijke grondwaterpeilverlaging;

- effect van grondbelasting.

De laatste twee vinden plaats in de aanlegfase en zijn in deze fase niet onderscheidend voor de verschillende tracés.

Beoordelingsmethodiek

Tabel 4.9 en 4.10 geeft de beoordelingsmethodiek weer.

Tabel 4.9 Beoordelingsmethodiek bekende archeologische waarden

Score	Betekenis	Wanneer toegekend
--	sterk negatieve effecten ten opzichte van de referentie-situatie.	aantasting of vernietiging van bekende archeologische waarden die niet te mitigeren is
-	negatieve effecten ten opzichte van de referentiesituatie	aantasting of vernietiging van bekende archeologische waarden die mitigeerbaar is
0	neutraal, geen effect ten opzichte van de referentiesitu-atie	geen verandering, geen effect op bekende archeologische waarden

Tabel 4.10 Beoordelingsmethodiek verwachte archeologische waarden

Score	Betekenis	Wanneer toegekend
--	sterk negatieve effecten ten opzichte van de referentie-situatie.	vrijwel volledig beslag op middelhoge tot hoge archeologische (verwachtings)waarde
-	negatieve effecten ten opzichte van de referentiesituatie	doorsnijding middelhoge tot hoge archeologische (verwachtings)waarde
0	neutraal, geen effect ten opzichte van de referentiesitu-atie	geen verandering, geen effect op archeologische (verwachtings)waarden

5

EFFECTBESCHRIJVING PER CRITERIUM (MER FASE 1)

Dit hoofdstuk beschrijft de effecten van de tracéalternatieven en stationslocatiealternatieven voor het de aspecten landschap, cultuurhistorie en archeologie. De milieueffecten zijn beschreven per criterium, waarbij de effecten zijn verdeeld per deelgebied (Noordzee, Waddengebied en land). De effectbeoordeling van de tracéalternatieven en stationslocatiealternatieven is opgenomen in hoofdstuk 6.

5.1 Effectbeschrijving landschap - gebiedsniveau

Het gaat op het gebiedsniveau bij verbindingen om de mate van variatie binnen een tracé en de relatie tot de gebiedskarakteristiek (Van Veelen, 2018). Onderstaande paragrafen beschrijven per deelgebied de effecten van de alternatieven op de gebiedskarakteristiek.

5.1.1 Noordzee

Tijdens de *aanlegfase* verstoren werkvaartuigen de open horizon van het zeelandschap. Omdat de Noordzee reeds intensief wordt gebruikt en geen beschermde landschapsstatus heeft, is de impact van dit tijdelijke effect beperkt. Daarnaast geldt het effect voor alle tracéalternatieven en is daarom niet onderscheidend.

Tijdens de *gebruiksfase* vinden voor het zeelandschap van de Noordzee geen effecten plaats op de gebiedskarakteristiek doordat de tracéalternatieven ondergronds aangelegd zijn. De aanleg van het platform op zee is niet onderscheidend voor de tracéalternatieven en wordt pas voor het voorkeursalternatief in MER fase 2 onderzocht.

5.1.2 Waddengebied

Tijdens de *aanlegfase* verstoren werkvaartuigen de open horizon van het Waddengebied. Deze schepen verstoren aanvullend op de open horizon ook de stilte en duisternis die als kwaliteiten van de Waddenzee benoemd zijn. De impact van deze tijdelijke effecten in het Waddengebied is groter dan op de Noordzee, gezien de beschermde (UNESCO) status van het Waddengebied. De effecten zijn groter naarmate het tracé door de Waddenzee langer is en/of bij een relatief lange aanlegduur in het Waddengebied. De verstoring van de open horizon, stilte en duisternis in de Waddenzee gedurende de aanlegfase is daarmee het grootst voor Eemshaven midden en het kleinst voor Eemshaven oost.

Tijdens de *gebruiksfase* hebben de ondergrondse tracés naar verwachting geen effecten op het dynamische systeem van zandplaten en geulen in de Waddenzee. Vanwege de ondergrondse aanleg leiden de kabels in de gebruiksfase niet tot effecten op de rust, de weidsheid, de open horizon en de natuurlijkheid van het gebied, en daarmee ook niet op de zichtbaarheid en de beleving. Eventuele visuele overblijfselen vanuit de aanleg worden door het dynamische systeem in het Waddengebied in korte tijd teniet gedaan waardoor er geen effecten optreden op gebiedsniveau in het Waddengebied.

Op de Waddeneilanden is uitgangspunt dat de tracés ondergronds aangelegd worden, waar nodig door een gestuurde boring. De in- en uittredepunten worden na aanleg weer in oorspronkelijke staat teruggebracht.

Hierdoor is geen sprake van langdurige visuele effecten op het natuurlijke duin- en strandwallengebied, met haar specifieke zandduinen, kreken en kwelders.

5.1.3 Land

In de *aanlegfase* treden door de werkzaamheden effecten op voor zichtbaarheid en beleefbaarheid van het landschap. Doordat de werkzaamheden zich langs het tracé verplaatsen zijn deze effecten over het algemeen van korte duur en niet of beperkt onderscheidend tussen de alternatieven. Ten behoeve van de aanleg kan er wel sprake zijn van aantasting of vernietiging van specifieke landschapselementen (zoals kenmerkende beplanting). Wanneer elementen worden teruggebracht en/of hersteld na de aanlegfase zijn effecten niet blijvend, echter de aantasting kan langdurig zijn. Dergelijke langdurige effecten die tijdens de aanlegfase optreden op landschappelijke elementen en hun samenhang zijn onderscheidend tussen alternatieven.

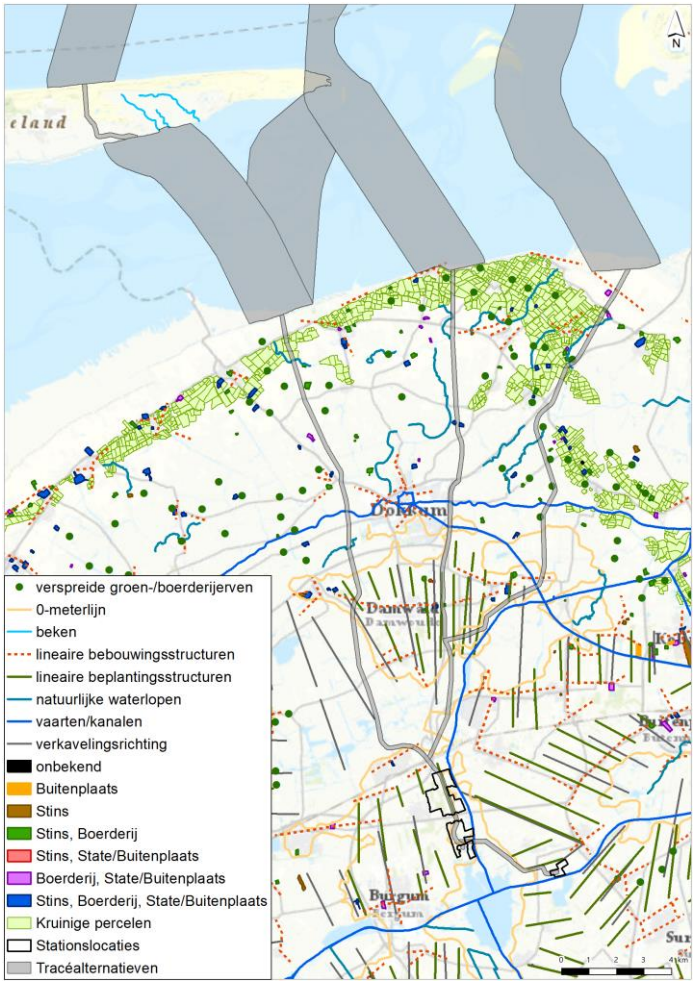
In de *gebruiksfase* (na herstel van effecten in de aanlegfase) hebben de tracéalternatieven over het algemeen geen effecten op de gebiedskarakteristiek en specifieke elementen en hun samenhang. Het uitgangspunt is namelijk dat dijken en grote waterlopen met een gestuurde boring worden gepasseerd en het tracé ondergronds wordt aangelegd. Eventuele greppels en sloten worden in oorspronkelijke staat hersteld, waardoor er geen invloed is op de verkavelingspatronen. Dit MER benoemt voor de gebruiksfase enkel de uitzonderingen hierop.

Tracéalternatieven Burgum

In de *aanlegfase* treden voor de tracéalternatieven naar Burgum langdurige effecten op door vernietiging of aantasting van opgaande beplanting. Dit vindt vooral plaats in het coulisselandschap, ofwel het heideontginningslandschap van Nationaal Landschap de Noardlike Fryske Wâlden. Het verwijderen van bomen voor de aanleg van de kabels in open ontgraving doorbreekt de kenmerkende elzensingels, waardoor deze geen aansluitend geheel meer vormen. De tracéalternatieven onderscheiden zich in nuance, zie afbeelding 5.1. Voor Burgum west geldt dat het tracé parallel langs twee elzensingels loopt, terwijl Burgum oost er zes dwars doorsnijdt. Burgum midden loopt langs de bestaande infrastructuur van de Centrale As en loopt daarnaast parallel aan één elzensingel. Omdat de opgaande singels goed zichtbaar zijn in het landschap, hebben alle tracéalternatieven naar Burgum bij aanleg in open ontgraving invloed op de beleefbaarheid van het coulisselandschap in Nationaal Landschap de Noardlike Fryske Wâlden. Er treden voor de tracéalternatieven naar Burgum effecten op de specifieke landschapselementen en hun samenhang op in de aanlegfase.

De tracéalternatieven Burgum west en Burgum midden doorsnijden daarnaast het gebied met bolakkers. Dit leidt niet tot langdurige effecten in de aanlegfase, omdat de werkzaamheden zich snel verplaatsen en de situatie direct na aanleg hersteld wordt. Burgum oost vermijdt de kruinige percelen en bolakkers, zie afbeelding 5.1. Bij geen van de tracéalternatieven treden in de aanlegfase effecten op de bolakkers op.

Afbeelding 5.1 Kruinige percelen en coulisselandschap (lineaire beplantingsstructuren) in Friesland

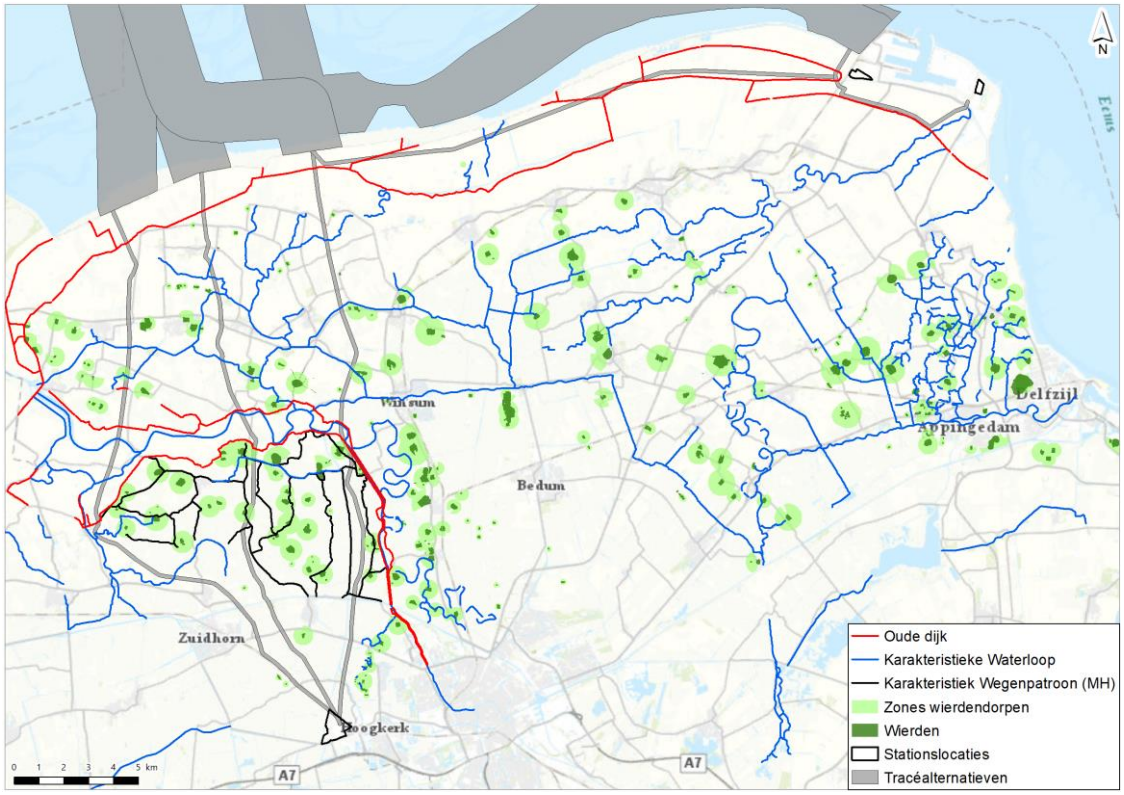


Naast de meerjarige hersteltijd van het coulisselandschap, hebben de tracéalternatieven naar Burgum in de *gebruiksfase* geen effecten op de gebiedskarakteristiek en de samenhang van landschapselementen.

Tracéalternatieven Vierverlaten

In de *aanlegfase* vermijdt tracéalternatief Vierverlaten west Nationaal Landschap Middag-Humsterland. Het tracéalternatief raakt wel de visuele invloedsfeer van de wierde met begraafplaats Olle Weem. Vierverlaten midden raakt in Middag-Humsterland de visuele invloedsfeer van de wierde Barnwerd en Vierverlaten oost raakt de visuele invloedsfeer van de wierden Maarhuizen, Antum en Oostum, zie afbeelding 5.2. Doordat de kabels ondergronds worden aangelegd, heeft de ingreep voor geen van de tracéalternatieven een effect op de visuele invloedsfeer van wierden.

Afbeelding 5.2 Visuele invloedssfeer van wierden in Groningen



Vierverlaten midden doorsnijdt Nationaal Landschap Middag-Humsterland door een voormalige afgedamde getijdengeul en Vierverlaten oost doorsnijdt Nationaal Landschap Middag-Humsterland vlak langs het Aduarderdiep. De effecten op de gebiedskarakteristiek van het Nationaal Landschap treden op in de aanlegfase en zijn slechts tijdelijk van aard. Omdat de wierden en de daarmee samenhangende verkavelings- en slotenpatronen vermeden worden, treden geen langdurige effecten op. Door de ondergrondse aanleg van de kabels wordt ook de openheid van Middag-Humsterland niet aangetast. Eventuele aantasting van het voor het Nationaal Landschap karakteristieke reliëf en de bodemopbouw wordt als aardkundige waarde beschreven en beoordeeld om dubbeltelling te voorkomen (zie paragrafen 5.3 en 6.1.4).

Voor de (historische) dijken in Middag-Humsterland wordt een gestuurde boring gebruikt, zie afbeelding 5.2. Hierbij treden geen effecten op. De kwelderruggen en natuurlijke laagtes worden door de tracés niet geraakt. De karakteristieke sloten en zwetsloten die door tracéalternatieven Vierverlaten midden en Vierverlaten oost aangetast worden, worden na de aanlegfase teruggebracht tot de situatie van voor de aanleg.

Concluderend treden op gebiedsniveau daarom voor de tracéalternatieven naar Vierverlaten in de aanlegfase geen langdurige effecten op de gebiedskarakteristiek en de samenhang tussen landschapselementen op.

In de *gebruiksfase* is er voor de tracéalternatieven naar Vierverlaten geen sprake van effecten op het de gebiedskarakteristiek en de samenhang van landschapselementen.

Tracéalternatieven Eemshaven

In de *aanlegfase* doorkruisen de tracéalternatieven naar Eemshaven open landschappen in de jonge zeepolders. Dit geldt vooral voor tracéalternatief Eemshaven west door de Eemspolder en de tracéalternatieven naar stationslocatiealternatief Eemshaven Waddenweg door de Oostpolder. Vanwege de tijdelijke aard van de ingreep en omdat het na de aanlegfase hersteld wordt, treden er geen effecten op voor de gebiedskarakteristiek en de samenhang tussen landschapselementen.

In de *gebruiksfase* treden geen effecten op de gebiedskarakteristiek en de samenhang tussen landschapselementen bij de tracéalternatieven naar Eemshaven, omdat de kabels ondergronds aangelegd worden en (historische) dijken door een boring gekruist worden.

Stationslocatiealternatieven Burgum
In de *aanlegfase* geldt voor de stationslocatiealternatieven dat er geen onderscheidende effecten optreden. Dit criterium wordt voor de stationslocatiealternatieven daarom pas in MER fase 2 beoordeeld.

In de *gebruiksfase* zijn er permanente effecten door de aanwezigheid van het transformatorstation. De stationslocatiealternatieven Burgum Schwartzenbergerbos en Burgum Koumarweg liggen (deels) in het coulisselandschap, ofwel het heideontginningslandschap. De besloten ruimtes in dit landschapstype die ontstaan door de aanwezige bomensingels, worden mogelijk aangetast als voor aanleg van het transformatorstation bomen gekapt moeten worden. Bij Burgum Koumarweg kan het transformatorstation eventueel aansluiten op bestaande energieinfrastructuur, waardoor dit effect minder groot is. Stationslocatiealternatief Burgum Koumarweg ligt in een vroeg 20^{e}-eeuwse droogmakerij. De kenmerkende rationele verkaveling en openheid zal lokaal verdwijnen door aanleg van het transformatorstation.

De stationslocatiealternatieven Burgum Schwartzenbergerbos en Burgum Westkern Kootstertille liggen (deels) in het veenweidelandschap. Aanleg van een transformatorstation in deze open landschappen heeft invloed op het verkavelingspatroon en het open karakter van dit landschapstype. Door aansluiting op bestaand industrie- en bedrijventerrein kunnen de effecten bij Burgum Westkern Kootstertille beperkt worden.

Voor alle stationslocatiealternatieven bij Burgum treden door vernietiging van opgaande beplanting en/of verlies van openheid permanente effecten op de specifieke landschapselementen en hun samenhang op.

Stationslocatiealternatief Vierverlaten
In de *aanlegfase* geldt voor de stationslocatiealternatieven dat er geen onderscheidende effecten optreden. Dit criterium wordt voor de stationslocatiealternatieven daarom pas in MER fase 2 beoordeeld.

In de *gebruiksfase* ligt het stationslocatiealternatief Vierverlaten Westpoort op een bestemd bedrijventerrein. Hierdoor treden ten opzichte van de referentiesituatie geen nieuwe of aanvullende effecten op voor de gebiedskarakteristiek van het open veenweidelandschap.

Stationslocatiealternatieven Eemshaven
In de *aanlegfase* geldt voor de stationslocatiealternatieven dat er geen onderscheidende effecten optreden. Dit criterium wordt voor de stationslocatiealternatieven daarom pas in MER fase 2 beoordeeld.

In de *gebruiksfase* liggen de stationslocatiealternatieven Eemshaven Middenweg als Eemshaven Waddenweg op een bestemd haven- en industrieterrein. Hierdoor treden ten opzichte van de referentiesituatie geen nieuwe of aanvullende effecten op voor de gebiedskarakteristiek van het jonge zeepolderlandschap.

5.2 Effectbeschrijving landschap - objectniveau

Bij de effectbeschrijving voor landschap op objectniveau, gaat het om de invloed van het project op specifieke landschappelijke elementen. Onderstaande paragrafen beschrijven per deelgebied de effecten van de alternatieven op specifieke landschappelijke elementen.

5.2.1 Noordzee en Waddengebied

In de *aanlegfase* worden eventuele specifieke landschapselementen in de Noordzee en het Waddengebied vermeden. Hierdoor treden er voor de Noordzee en het Waddengebied geen effecten op voor specifieke landschapselementen.

Ook in de *gebruiksfase* treden er voor de Noordzee en het Waddengebied geen effecten op voor specifieke landschapselementen.

5.2.2 Land

Op het objectniveau bestaat een directe fysieke samenhang van de tracéalternatieven en het nieuw te bouwen transformatorstation met specifieke landschapselementen. Van belang bij dit project is hoe het nieuw te bouwen transformatorstation aansluit bij de aanwezige landschapselementen zoals molens, kades en monumentale gebouwen. Ook het contrast van het nieuw te bouwen transformatorstation met omringende woongebieden en de effecten op daaruit volgen op zichtbaarheid en beleefbaarheid van de landschapselementen zijn hierbij relevant.

Tracéalternatieven Burgum
De tracéalternatieven naar Burgum raken in de *aanlegfase* geen rijksmonumenten, bebouwing of overige specifieke landschapselementen. Er treden voor de tracéalternatieven naar Burgum geen effecten op voor specifieke landschapselementen.

In de *gebruiksfase* is voor de tracéalternatieven naar Burgum geen sprake van effecten op de specifieke landschapselementen.

Tracéalternatieven Vierverlaten
In de *aanlegfase* raken de tracéalternatieven naar Vierverlaten, met uitzondering van tracéalternatief Vierverlaten midden, geen rijksmonumenten, bebouwing of overige specifieke landschapselementen. Tracéalternatief Vierverlaten midden raakt de oprijlaan van de Piloersemaborg bij Den Ham (een borg), zie afbeelding 5.3. Als bij aanleg in open ontgraving de beplanting van de oprijlaan wordt verwijderd, tast dit de compleetheid van de Piloersemaborg aan. Hierdoor heeft tracéalternatief Vierverlaten midden langdurig effect op de beleefbaarheid van dit landschapselement.

In de *gebruiksfase* is er voor de tracéalternatieven naar Vierverlaten geen sprake van aanvullende effecten op de specifieke landschapselementen.

Afbeelding 5.3 Piloersemaborg (boven) en oprijlaan Piloersemaborg (beneden) (bron: Wikipedia[20])



Tracéalternatieven Eemshaven

In de *aanlegfase* raken de tracéalternatieven naar Eemshaven geen bebouwing of overige specifieke landschapselementen. De tracéalternatieven lopen wel vlak langs de rijksmonumentale molen en uitwateringssluis 'de Goliath' (zie afbeelding 5.5), dit is een aandachtspunt voor MER fase 2. Langdurige effecten op specifieke landschapselementen zijn uit te sluiten omdat het tracé de Goliath niet raakt.

In de *gebruiksfase* is er voor de tracéalternatieven naar Eemshaven geen sprake van aanvullende effecten op de specifieke landschapselementen.

Stationslocatiealternatieven Burgum

De ontwikkeling van een transformatorstation bij Burgum heeft in de *aanlegfase* geen langdurige effecten voor specifieke landschapselementen.
In de *gebruiksfase* tast stationslocatiealternatief Burgum Schwartzenbergerbos de beleefbaarheid van het landschap aan. Hoewel de locatie deels in open gebied ligt, groeit langs veel wegen dichte beplanting. Deze beplanting ontneemt een groot deel van het jaar verre zichten. Een relatief groot bos in het midden van het

[20] Bron: https://nl.wikipedia.org/wiki/Piloersemaborg

stationslocatiealternatief verdwijnt mogelijk wanneer op deze plek een transformatorstation wordt aangelegd. Ondanks de beplanting is het transformatorstation op veel plaatsen zichtbaar en tast daarmee de beleefbaarheid van het landschap aan. Stationslocatiealternatief Burgum Schwartzenbergerbos heeft negatieve effecten op de specifieke landschapselementen op objectniveau.

In de *gebruiksfase* raakt stationslocatiealternatief Burgum Koumarweg geen rijksmonumenten of bebouwing. Wel ligt aan de westzijde van het stationslocatiealternatief een bosje dat verdwijnt als het transformatorstation op deze locatie wordt gerealiseerd. Voor Burgum Koumarweg treden dus langdurige effecten op voor specifieke landschapselementen op objectniveau.

In de *gebruiksfase* raakt stationslocatiealternatief Burgum Westkern Kootstertille raakt geen specifieke landschapselementen. Wel treden permanente effecten op de beleefbaarheid van het landschap bij Kootstertille op door aanwezigheid van het transformatorstation. Het stationslocatiealternatief Burgum Westkern Kootstertille heeft effect op de beleefbaarheid van het landschap.

Stationslocatiealternatief Vierverlaten Westopport

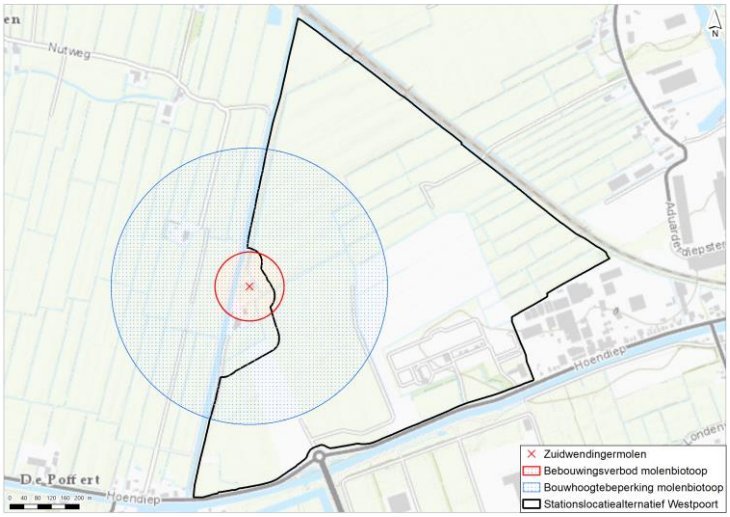
De ontwikkeling van een transformatorstation bij Vierverlaten heeft in de *aanlegfase* geen langdurige effecten voor specifieke landschapselementen.

In de *gebruiksfase* ligt stationslocatiealternatief Vierverlaten Westpoort op een bestemd bedrijven- en industrieterrein en raakt geen specifieke landschapselementen. Verstoring van de samenhang tussen het open veenweidegebied en rijksmonument de Zuidwendinger molen (afbeelding 5.4) is al opgenomen in het bestemmingsplan bedrijvenpark Westpoort (gemeente Groningen, 2007). Omdat dit terrein bestemd is als industrie- en bedrijventerrein, leidt een transformatorstation op deze locatie niet tot aanvullende effecten ten opzichte van de referentiesituatie.

Om de Zuidwendinger molen ligt een molenbiotoop. Dit wil zeggen dat de windinvang van de molen niet aangetast mag worden door opgaande bebouwing. Daarom gelden beperkingen voor de maximale bouwhoogte van objecten in de nabije omgeving van de molen. Binnen een straal van 100 meter rondom de molen mag geen gebouw worden geplaatst. Binnen een straal van 400 meter gelden beperkingen met betrekking tot de maximale bouwhoogte. Op de afstand van 400 meter vanaf de molen is de maximale bouwhoogte circa 13,50 meter. Het transformatorstation heeft een hoogte van circa 8 tot 10 meter en leidt hiermee niet tot windafvang[21]. Als het transformatorstation wordt ontwikkeld op minder dan 400 meter van de Zuidwendinger molen, moet bij het ontwerp van het transformatorstation rekening worden gehouden met hoogtebeperkingen door windafvang.

[21] De bliksempieken van het transformatorstation zijn hoger (circa 20 tot 30 meter), dit element van het transformatorstation veroorzaakt echter geen windafvang.

Afbeelding 5.4 Zuidwendinger molen (bron: www.molendatabase.nl)





Stationslocatiealternatieven Eemshaven

De ontwikkeling van een transformatorstation bij Eemshaven heeft in de *aanlegfase* geen langdurige effecten voor specifieke landschapselementen.

Stationslocatiealternatieven Eemshaven Middenweg en Eemshaven Waddenweg liggen op haven- en industrieterrein Eemshaven. In de *gebruiksfase* is het contrast tussen transformatorstation en haven- en industrieterrein beperkt vanwege de industriële uitstraling en kleiner dan bijvoorbeeld het contrast met open zeepolderlandschappen. Een transformatorstation in de Eemshaven sluit goed aan bij bestaande bebouwing van het industrieterrein.

Stationslocatiealternatief Eemshaven Middenweg ligt dichtbij de rijksbeschermde poldermolen en uitwateringssluis Goliath, maar raakt deze niet. Ten opzichte van de referentiesituatie treden door de ontwikkeling van het transformatorstation geen effecten op voor de zichtbaarheid en beleefbaarheid van de molen. Dit omdat het de locatie al voor industrie is bestemd en industrie daarom al deel uitmaakt van de referentiesituatie. De molen ligt op meer dan 400 meter afstand van het stationslocatiealternatief, waardoor er voor het transformatorstation geen hoogtebeperkingen is vanwege het beschermde molenbiotoop, zie afbeelding 5.5.

De ligging van beide stationslocatiealternatieven doet niet af aan de samenhang van individuele landschapselementen. Hierdoor zijn er geen effecten van het stationslocatiealternatief Eemshaven Middenweg en Eemshaven Waddenweg op specifieke landschapselementen voor het objectniveau.

Afbeelding 5.5 Poldermolen en uitwateringssluis Goliath (bron: www.molendatabase.nl)



5.3 Effectbeschrijving aardkundige waarden

5.3.1 Noordzee

Over aardkundige waarden in de Noordzee is weinig bekend[22]. Op basis van de beschikbare informatie, zijn de effecten van de tracéalternatieven beperkt en kortdurend. Dit komt doordat aardkundige processen nog gaande zijn. De meeste aardkundige waarden in Noordzee zijn dynamisch, waardoor ze regelmatig verplaatsen en hierdoor eventuele ingrepen afdekken. De aardkundige waarden in de Noordzee zijn beperkt onderscheidend (alleen de lengte van de doorsnijding speelt daarbij een rol) en de effecten zijn tijdelijk van aard. Daarom zijn de effecten op aardkundige waarden in de Noordzee niet maatgevend voor de keuze van het voorkeursalternatief.

5.3.2 Waddengebied

Het dynamische systeem van kreken, geulen, zandplaten en slikken zijn onderdeel van het werelderfgoed Waddenzee. Graafwerkzaamheden in het Waddengebied hebben beperkte effecten op de fysieke kwaliteit van het gebied, omdat dankzij de grote dynamiek de aantasting zelfstandig herstelt. Dit geldt zowel voor aanleg in de geulen als op de wadplaten. Op de wadplaten kunnen bij rustig weer nog enkele weken na aanleg sporen zichtbaar zijn.

In het Waddengebied zijn de eilanden als aardkundig waardevol bestempeld. Aanleg van tracés over de Waddeneilanden leidt tot langdurige effecten op de bodemopbouw en het dynamische reliëf van deze aardkundige waarden. De tracéalternatieven Burgum west, Vierverlaten west, Vierverlaten midden en Eemshaven west hebben aanvullend op de Waddenzee ook effect op de aardkundige waarde van de Waddeneilanden.

Alle tracéalternatieven doorsnijden het Waddengebied en hebben daarmee effecten op de aardkundige waarden in dit gebied. Dit effect is beperkt onderscheidend. Een langer tracé door dit gebied veroorzaakt een grotere aantasting van aardkundige waarden. Tracéalternatief Eemshaven midden heeft de langste doorkruising in het Waddengebied.

[22] Dit is als 'leemte in kennis' opgenomen in het hoofdrapport (paragraaf 6.4).

5.3.3 Land

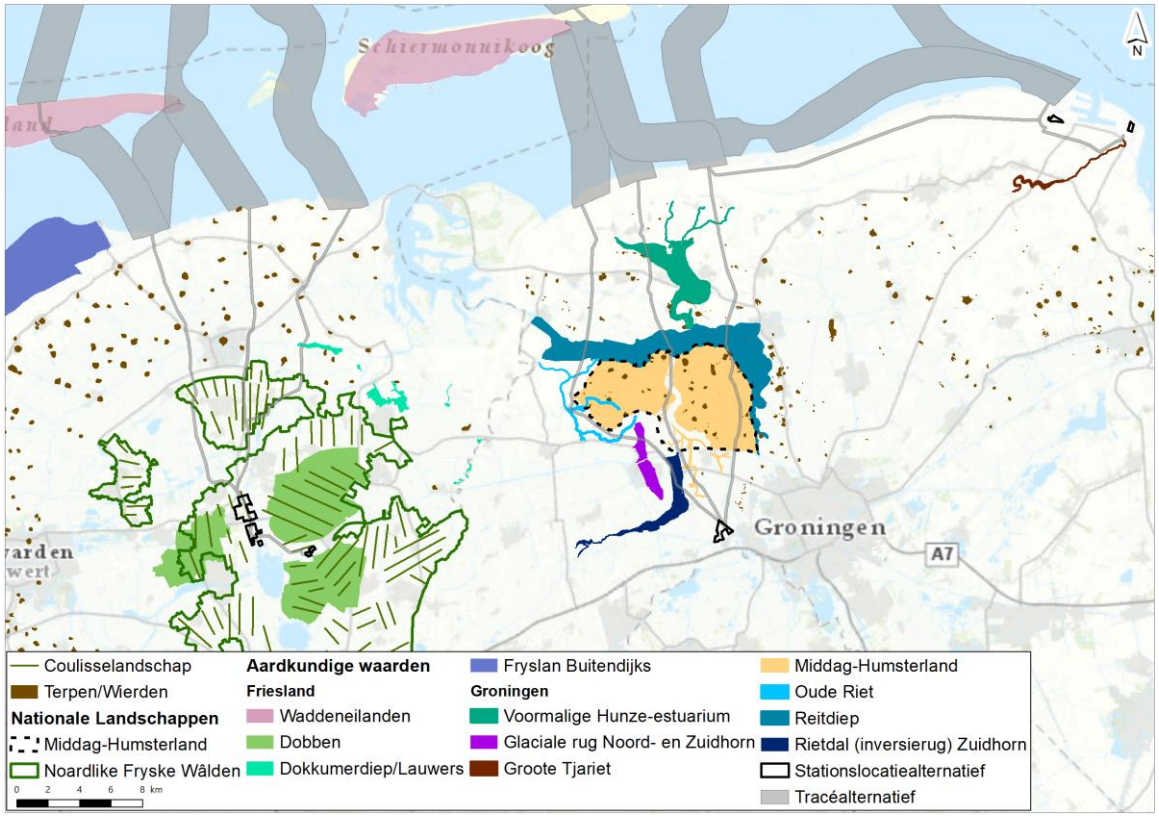
Tracéalternatieven Burgum

Het tracéalternatief Burgum oost doorkruist de aardkundige waarde Dokkumerdiep, zie afbeelding 5.6. Graafwerkzaamheden voor aanleg van kabels tast het reliëf en de bodemopbouw en daarmee de fysieke kwaliteit in dit gebied aan. Tracéalternatief Burgum oost zijn heeft hierdoor effecten op aardkundige waarden op land. Tracéalternatieven Burgum west en Burgum midden doorkruisen op het vaste land geen aardkundig waardevolle gebieden.

Tracéalternatieven Vierverlaten

De tracéalternatieven richting Vierverlaten doorkruisen op het land meerdere aardkundige waarden, zie afbeelding 5.6.

Afbeelding 5.6 Nationale landschappen en aardkundige waarden in Friesland en Groningen



Vierverlaten west doorkruist het getijdeninversiegebied van het Reitdiep en het Rietdal. Ingraven van de kabels verstoort in de getijdeninversiegebieden voornamelijk de bodemgelaagdheid en dus de fysieke kwaliteit. Bij de getijdenrivieren Reitdiep en Kommerzijlsterrijt wordt mogelijk het reliëf aangetast. De minieme hoogteverschillen zijn lastig te herstellen. De kabels doorkruisen de glaciale rug tussen Noordhorn en Zuidhorn. Hierbij wordt de bodemopbouw aangetast.

Vierverlaten midden doorkruist naast de getijdenrivier Reitdiep, ook het Peizerdiep en het voormalig Hunze estuarium. Bij alle drie wordt zowel de bodemopbouw als het reliëf aangetast door ingraven van de kabel. In het getijdeninversielandschap van het Reitdiep wordt vooral de bodemopbouw aangetast. Hierbij gaat het dus voornamelijk om de fysieke waarde. Hoewel het tracé deels door de opgevulde getijdengeul tussen Middag en Humsterland gaat, raakt het een deel van Humsterland (zie afbeelding 5.6). De aardkundige waarde van deze kweldervlakte volgt voornamelijk uit het karakteristieke slotenpatroon, het reliëf en de bodemopbouw, deze worden aangetast door aanleg van de kabel. Naast fysieke kwaliteit, wordt ook de inhoudelijk kwaliteit aangetast, doordat informatie over de ontstaanswijze van het gebied verloren gaat.

Vierverlaten oost doorkruist de benedenlopen van de voormalige Hunze. Dit zijn nog altijd waterlopen en ingraven van de kabels heeft dus effect op het reliëf. De minieme hoogteverschillen zijn lastig terug te brengen naar de situatie voor aanleg van de kabel. Ook doorsnijdt dit tracé voormalige getijdenrivier Reitdiep waarin het de bodemopbouw en het reliëf schaadt. Het getijdeninversiegebied van het Reitdiep wordt doorkruist door de kabels, dit heeft effect op de bodemopbouw. Tracé Vierverlaten oost doorsnijdt daarnaast over langere afstand de aardkundig waardevolle kweldervlakte Middag. Dit tast vooral het moeilijk herstelbare reliëf en de bodemopbouw aan, en dus de fysieke en inhoudelijke kwaliteiten van het gebied.

Voor alle tracéalternatieven naar Vierverlaten geldt dat effecten optreden op de aardkundige waarde in het gebied.

Tracéalternatieven Eemshaven

De tracéalternatieven naar Eemshaven raken op het vasteland geen aardkundig waardevolle gebieden, er treden dus geen effecten op voor aardkundige waarden op land.

Stationslocatiealternatieven

De stationslocatie Burgum Kootstertille ligt nabij het aardkundige waardevol aangemerkte dobbengebied, zie afbeelding 5.6. De stationslocatie tast dit gebied echter niet aan. Ook het tracéalternatief van Burgum Kootstertille naar hoogspanningsstation Burgum vermijdt dit dobbengebied. De overige stationslocaties hebben ook geen effecten op aardkundige waarden.

5.4 Effectbeschrijving archeologie

5.4.1 Noordzee

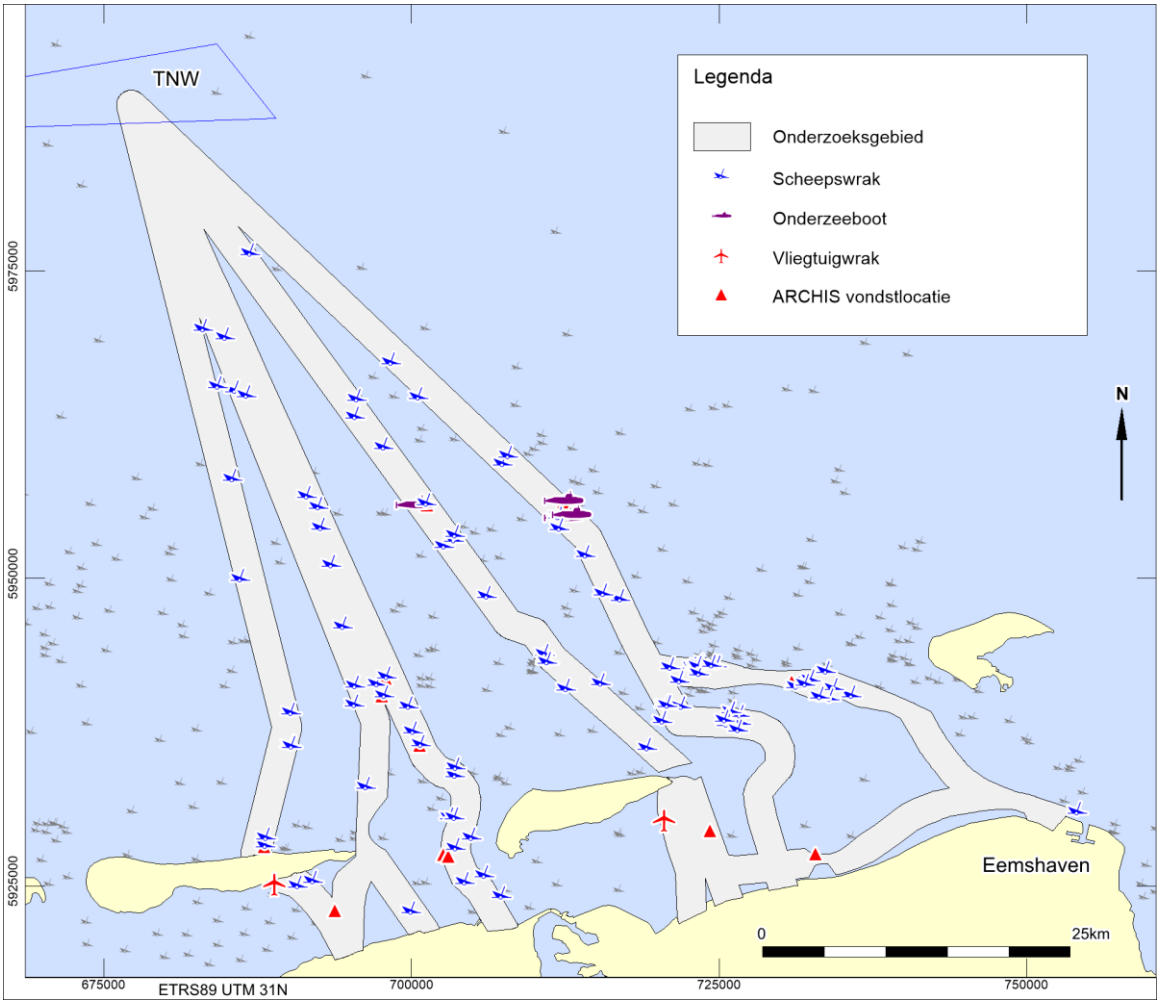
Op de Noordzee is veel onbekend met betrekking tot archeologie. Voor alle tracés geldt dat er mogelijk effecten verwacht kunnen worden, maar dat genuanceerder onderzoek noodzakelijk is. De verwachtingswaarde voor de pleistocene toplaag is vergelijkbaar voor alle tracéalternatieven, zie afbeelding 3.11. Er zijn dus effecten op de archeologische verwachtingswaarde, maar deze zijn voor alle tracéalternatieven op de Noordzee vergelijkbaar.

Bekende archeologische waarden zoals scheepswrakken liggen verspreid door de gehele Noordzee, zie tabel 5.1 en afbeelding 5.7. Alle tracéalternatieven raken bekende archeologische waarden die nader onderzocht of vermeden dienen te worden. Eemshaven west, Eemshaven midden en Eemshaven oost raken de meeste scheepswrakken. Voor scheepswrakken met archeologische waarde, zowel bekende als onbekende, geldt dat er minimaal 100 meter afstand gehouden dient te worden bij bodemingrepen zoals de ingraving van de tracéalternatieven. Alle tracéalternatieven hebben op de Noordzee dus mogelijk effecten op bekende archeologische waarden.

Tabel 5.1 Aantal scheepswrakken Noordzee en Waddenzee per tracé (Periplus, 2020)

	Burgum west	Burgum midden en variant Burgum midden-west	Burgum oost	Vier-verlaten west	Vier-verlaten midden	Vier-verlaten oost	Eems-haven west	Eems-haven midden	Eemshaven oost
aantal scheeps-wrakken	11	9	9	18	17	2	45	20	28

Afbeelding 5.7 Scheepswrakken op de Noordzee en de Waddenzee (Periplus, 2020)

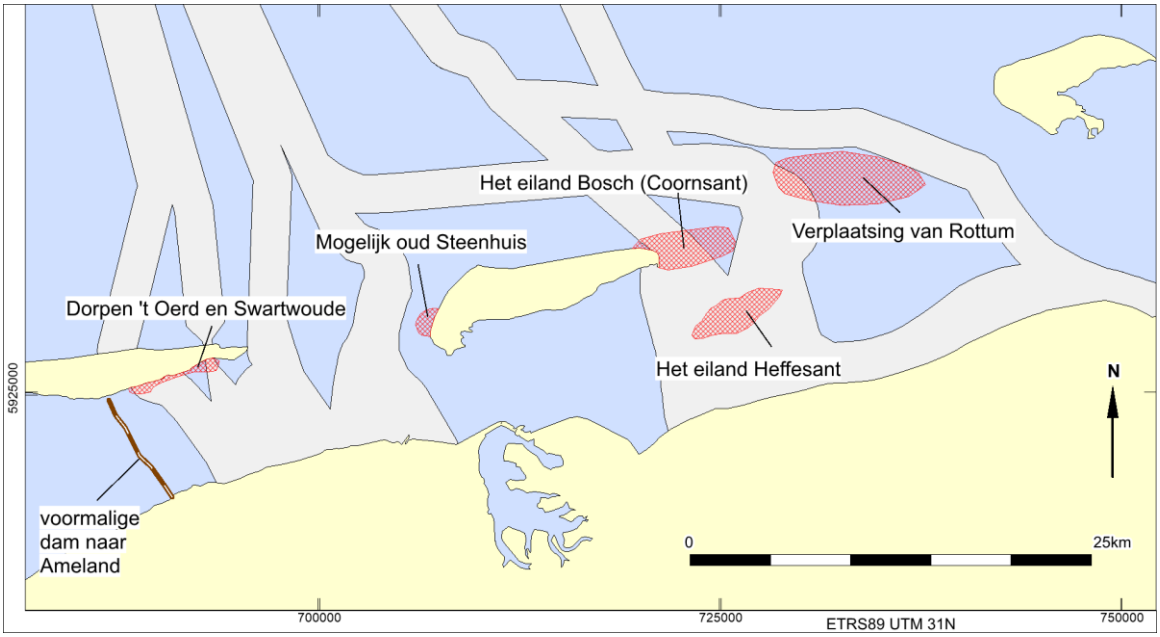


5.4.2 Waddengebied

Voor het Waddengebied is geen archeologische verwachtingenkaart beschikbaar. Wel blijkt uit afbeelding 3.11 dat de pleistocene toplaag in de Waddenzee dusdanig diep ligt, meer dan 15 meter, dat effecten op prehistorische landschappen in deze laag niet te verwachten zijn. Op de locaties van verdronken dorpen en eilanden kunnen nog bewoningsresten uit de middeleeuwen in de ondergrond aanwezig zijn, zie afbeelding 5.8.

Effecten op archeologische waarden zijn in het Waddengebied niet op voorhand uit te sluiten. Daarbij geldt voor de zandplaten en slikken een hogere verwachting dan in de geulen waar eventuele vondsten weg geërodeerd worden. De grote dynamiek in het Waddengebied kan er ook toe leiden dat archeologische vondsten zoals scheepswrakken tijdelijk bloot komen te liggen en vervolgens door zand weer afgedekt worden.

Afbeelding 5.8 Verdronken dorpen en eilanden Waddengebied (Periplus, 2020)



Net als op de Noordzee liggen in de Waddenzee scheepswrakken, zie tabel 5.1 en afbeelding 5.7. Het effect op deze bekende archeologische waarden is niet onderscheidend tussen de tracéalternatieven.

Op de Waddeneilanden kunnen effecten optreden op archeologische waarden door het ingraven van kabels of bemaling. Het ontbreken van een verwachtingswaardekaart en bekende archeologische waarden is een leemte in kennis. Vanwege de beperkte lengte van het tracé over de Waddeneilanden en de hoge dynamiek in het Waddengebied, waardoor de verwachtingswaarde lager wordt, kan nader onderzoek indien nodig worden uitgesteld tot MER fase 2.

5.4.3 Land

Graafwerkzaamheden, bemaling en zettingen kunnen effecten hebben op bekende archeologische vindplaatsen en op plaatsen waar middelhoge en hoge verwachtingszones liggen. Dit laatste betreft echter een verwachtingszone dus of daadwerkelijk archeologische resten verloren gaan, is in deze fase van het project niet bekend. Omdat een effect op archeologische waarden niet is uit te sluiten, is in een latere fase inventariserend veldonderzoek nodig om archeologische vindplaatsen op te sporen en indien nodig veilig te stellen.

Tabel 5.2 toont voor de tracéalternatieven het aantal bekende archeologische waarden en de maximale oppervlakte van de doorsnijding van gebieden met een (middel)hoge archeologische verwachtingswaarde. Tabel 5.3 toont dezelfde informatie voor de stationslocatiealternatieven.

Voor gebieden met een lage archeologische verwachtingswaarde geldt dat de kans dat archeologische waarden worden aangetast, klein is. Ook in de zones waar in het kader van eerdere projecten archeologisch onderzoek heeft plaatsgevonden, is de kans klein dat archeologische waarden worden aangetast.

Een tijdelijke grondwaterpeilverlaging in de aanlegfase heeft geen effect op de bekende archeologische waarden, omdat deze binnen de huidige grondwaterdynamiek valt. Voor de middelhoge en hoge verwachtingswaarden treden ook geen effecten op voor een korte periode. Grondwaterpeilverlaging voor een langere periode van maanden of jaren kan archeologische waarden permanent aantasten.

Tabel 5.2 Oppervlaktes aan bekende archeologische waarden en lage-, middelhoge-, hoge en onbekende verwachtingswaarde per tracé

	Burgum west	Burgum midden	Burgum oost	Vier-verlaten west	Vier-verlaten midden	Vier-verlaten oost	Eems-haven west	Eems-haven midden	Eemshaven oost
aantal bekende archeo-logische waarden	3	3	5	4	5	4	nvt	nvt	nvt
doorsnijding bekende archeo-logische waarden	0,7 ha	0,37 ha	1,3 ha	0,9 ha	0,15 ha	1,3 ha	nvt	nvt	nvt
doorsnijding (middel)hoge verwachting	191 ha	190 ha	212 ha	136 ha	204 ha	243 ha	nvt	nvt	nvt

Tabel 5.3 Oppervlaktes aan bekende archeologische waarden en lage-, middelhoge-, hoge en onbekende verwachtingswaarde per stationslocatie

	Burgum Schwartzen bergerbos	Burgum Koumarweg	Burgum Kootstertille	Vierverlaten Westpoort	Eemshaven Middenweg	Eemshaven Waddenweg
aantal bekende archeologische waarden	nvt	nvt	nvt	2	nvt	nvt
doorsnijding bekende archeologische waarden	nvt	nvt	nvt	0,6 ha	nvt	nvt
doorsnijding (middel)hoge verwachting	47 ha	34 ha	12 ha + 36 ha (tracé)	78 ha	nvt	nvt

Tracéalternatieven Burgum

Effect op bekende archeologische waarden

Binnen alle tracéalternatieven naar Burgum zijn bekende archeologische vindplaatsen aanwezig. Deze vindplaatsen zijn met nummers aangegeven in afbeelding 5.9.

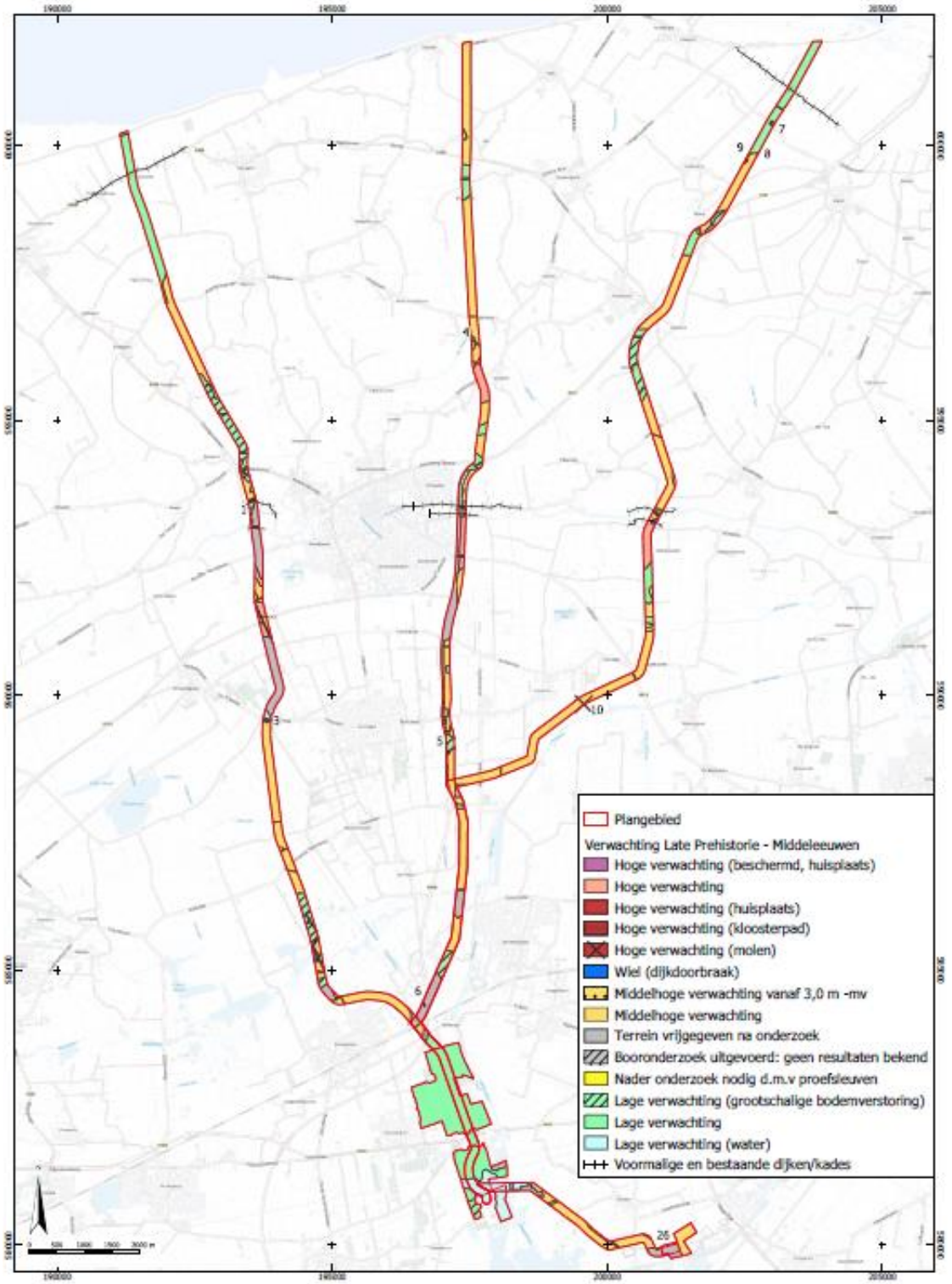
Binnen tracéalternatief Burgum west liggen drie bekende archeologische waarden. Alle drie de bekende waarden zijn huisplaatsen waarvoor een verwachting geldt op archeologische resten uit de Late Middeleeuwen – Nieuwe tijd. Eén locatie ligt ten noorden van de Dokkumer Ee en de andere twee locaties liggen aan weerszijden van de Hearewei. De twee bekende waarden aan de Hearewei vallen geheel binnen het tracéalternatief. Deze archeologisch waardvolle locaties zijn hierdoor binnen dit tracéalternatief niet te vermijden.

Binnen tracéalternatief Burgum midden liggen drie bekende archeologische vindplaatsen. Het betreft twee huisplaatsen en een kloosterpad. Deze huisplaatsen liggen aan De Pezaens, de Joannes Durksloane en het kloosterpad ligt ten noorden van de spoorlijn. Het oostelijke deel van het kloosterpad over een lengte van

circa 90 m is in het kader van een eerder ontwikkelingsplan voldoende archeologisch onderzocht. Hier worden geen archeologische waarden verwacht.

Binnen tracéalternatief Burgum oost liggen vijf bekende archeologische vindplaatsen. Dit betreft het eerder genoemde kloosterpad, drie huisplaatsen waarvan één is aangemerkt als Rijksmonument en één molen uit de Nieuwe tijd. Het tracé tussen hoogspanningsstation Burgum en stationslocatiealternatief Westkern Kootstertille kent geen bekende archeologische waarden.

Afbeelding 5.9 Archeologische verwachtingswaarden en bekende waarden tracéalternatieven naar Burgum



Effect op archeologische verwachtingswaarden

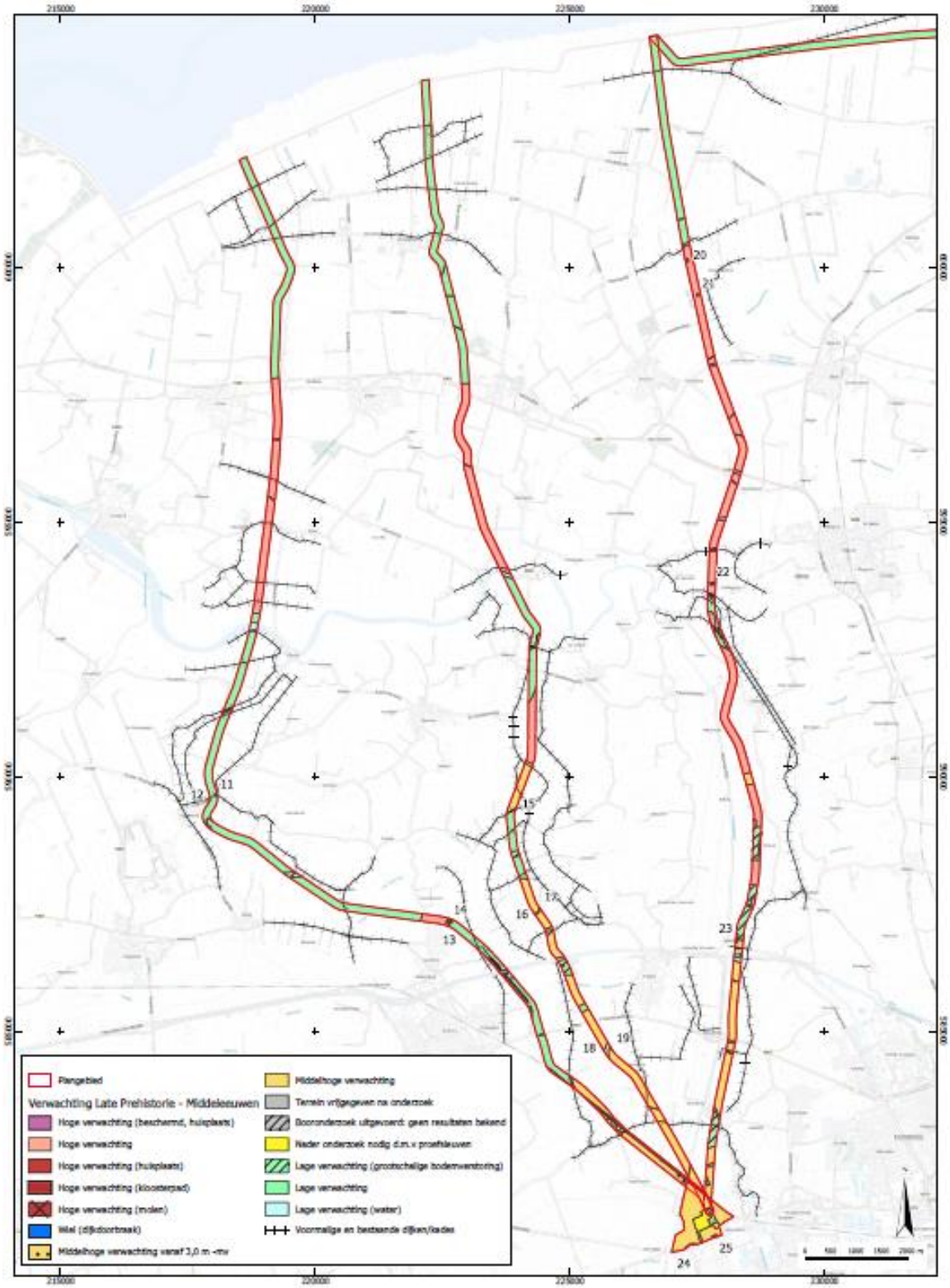
Binnen de tracéalternatieven naar Burgum komen zowel lage, middelhoge als hoge verwachtingszones voor, zie afbeelding 5.9. Daarnaast zijn in het noorden van de tracéalternatieven naar Burgum zones waar de verwachting nog onbekend is, omdat er te weinig gegevens beschikbaar zijn over de bodemopbouw. Het potentiële archeologische niveau in deze zones liggen dieper dan 2,0 m. De graafwerkzaamheden voor de aanleg van de kabels zullen tot maximaal 2,1 m beneden maaiveld reiken. Het archeologische bodemarchief wordt op de meeste locaties niet bereikt door de graafwerkzaamheden. Er wordt daarom geen onderscheidend effect verwacht op verwachte archeologische waarden.

Tracéalternatieven Vierverlaten

Effect op bekende archeologische waarden

Binnen de tracéalternatieven naar Vierverlaten zijn bekende archeologische vindplaatsen aanwezig. Deze zijn met nummers weergegeven in afbeelding 5.10. Binnen tracéalternatief Vierverlaten west liggen vier huisplaatsen waarvoor een verwachting geldt op archeologische resten uit de Late Middeleeuwen – Nieuwe tijd. Twee huisplaatsen liggen langs de Pamaweg. De andere twee huisplaatsen liggen in elkaars verlengde in de buurt van de Borgweg in Nordhorn. Binnen tracéalternatief Vierverlaten midden liggen vijf bekende archeologische vindplaatsen. Alle vijf zijn huisplaatsen. Eén huisplaats ligt aan de Jensemaweg, twee huisplaatsen in de buurt van de Lageweg en de twee laatste huisplaatsen liggen ten zuiden van de N366. Binnen dit tracéalternatief liggen vier bekende archeologische vindplaatsen. Alle vier de bekende waarden zijn huisplaatsen.

Afbeelding 5.10 Archeologische verwachtingswaarden en bekende waarden tracéalternatieven naar Vierverlaten



Effect op archeologische verwachtingswaarden

Binnen de tracéalternatieven naar Vierverlaten komen zowel lage, middelhoge als hoge verwachtingszones voor. Ter plaatse van middelhoge en hoge archeologische verwachtingszones kunnen negatieve effecten optreden wanneer graafwerkzaamheden plaatsvinden. Het betreft echter een verwachtingszone dus of daadwerkelijk archeologische resten verloren zullen gaan, is in dit stadium nog niet bekend. Daarom is het effect van graafwerkzaamheden op archeologische verwachtingswaarden als negatief beoordeeld.

Tracéalternatieven Eemshaven

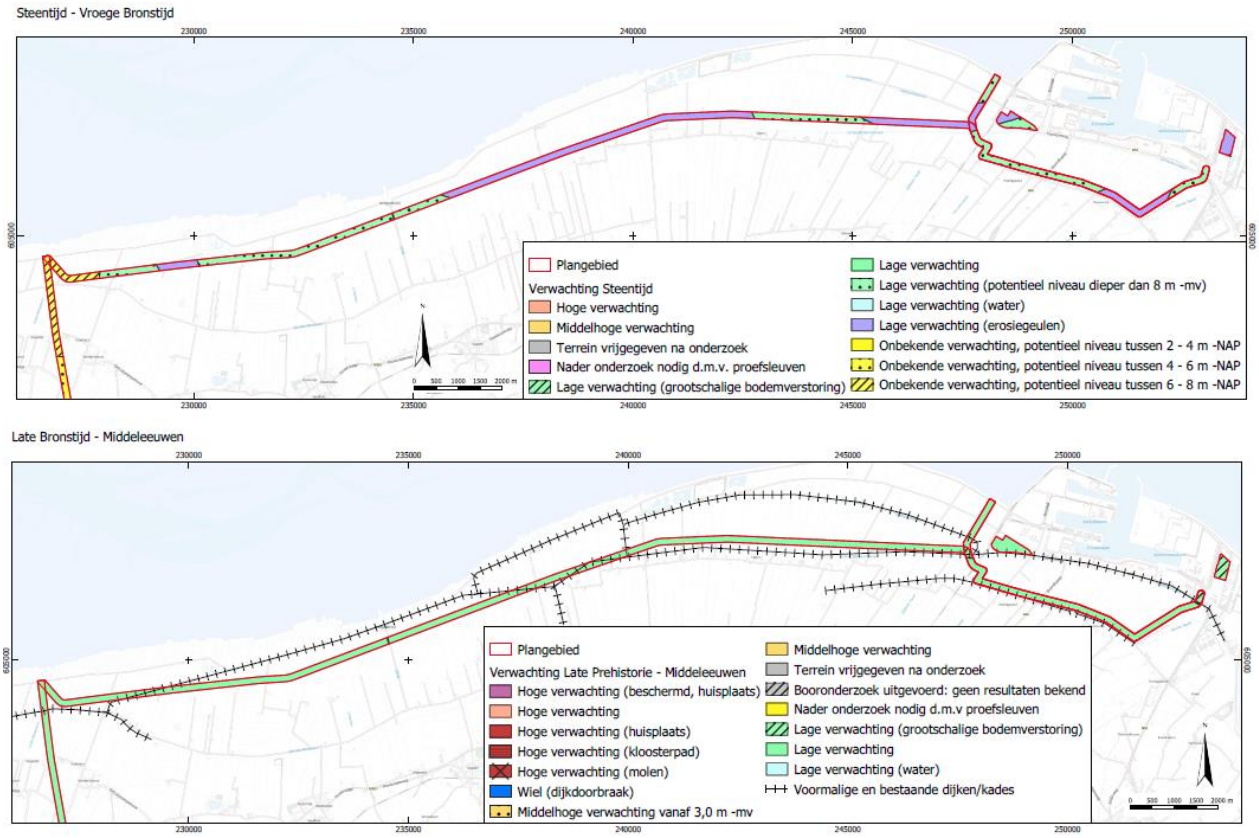
Effect op bekende archeologische waarden

Binnen de tracéalternatieven naar Eemshaven zijn geen bekende archeologische vindplaatsen aanwezig. De graafwerkzaamheden hebben geen effect op bekende archeologische waarden.

Effect op archeologische verwachtingswaarden

Binnen de tracéalternatieven naar Eemshaven geldt met uitzondering van de westelijke punt een lage verwachting, zie afbeelding 5.11. Voor de westelijke punt van de tracéalternatieven Eemshaven geldt voor de Steentijd - Vroege Bronstijd een onbekende verwachting, omdat er te weinig gegevens beschikbaar zijn over de bodemopbouw. Het potentiële archeologische niveau in deze zone ligt dieper dan 4,0 m. Het archeologische bodemarchief wordt hier dus niet bereikt door de graafwerkzaamheden. De graafwerkzaamheden voor de tracés naar Eemshaven hebben dus geen effecten op verwachte archeologische waarden.

Afbeelding 5.11 Archeologische verwachtingswaarden tracéalternatieven Eemshaven



Stationslocatiealternatieven

Effect op bekende archeologische waarden
Binnen de stationslocatiealternatieven Eemshaven Middenweg en Waddenweg en Burgum Schwartzenbergerbos, Koumarweg en Westkern Kootstertille zijn geen bekende archeologische vindplaatsen aanwezig. Er zijn geen effecten van graafwerkzaamheden op bekende archeologische waarden.

Binnen stationslocatiealternatief Vierverlaten Westpoort zijn twee bekende archeologische vindplaatsen aanwezig in de vorm huisplaatsen. Wanneer op deze locaties een hoogspanningsstations wordt gebouwd, heeft dit effect op bekende archeologische waarden.

Effect op archeologische verwachtingswaarden
Binnen de stationslocatiealternatieven Eemshaven Middenweg en Waddenweg geldt een lage verwachting. Er zijn geen effecten op verwachte archeologische waarden voor deze stationslocaties.

Binnen de stationslocatiealternatieven Burgum Schwartzenbergerbos, Koumarweg en Vierverlaten Westpoort komen zowel lage, middelhoge als hoge verwachtingszones voor. Voor de oostelijke helft van stationslocatiealternatief Burgum Westkern Kootstertille geldt een middelhoge verwachting. Er zijn dus effecten van graafwerkzaamheden op archeologische verwachtingswaarden. Daarom zal in een later stadium inventariserend veldonderzoek nodig zijn om archeologische vindplaatsen op te sporen. Op die manier kan rekening worden gehouden met de vindplaatsen en indien nodig worden veiliggesteld.

Daarnaast geldt voor stationslocatiealternatief Vierverlaten Westpoort een onbekende verwachting, omdat er te weinig gegevens beschikbaar zijn over de bodemopbouw. Het potentiële archeologische niveau in deze zone ligt dieper dan 2,0 m. De graafwerkzaamheden voor de aanleg van de kabels zullen tot maximaal 2,1 m beneden maaiveld reiken. Het archeologische bodemarchief wordt daarom op de meeste locaties niet bereikt door de graafwerkzaamheden. Er zijn dus geen effecten van de graafwerkzaamheden op verwachte archeologische waarden bij stationslocatiealternatief Vierverlaten Westpoort.

6

EFFECTBEOORDELING LANDSCHAP, CULTUURHISTORIE EN ARCHEOLOGIE

Dit hoofdstuk presenteert de effectbeoordeling voor de criteria van het aspect Landschap, Cultuurhistorie en Archeologie. Deze effectbeoordeling brengt de (realistische) worst-case milieueffecten in beeld. Voor het aspect Landschap, Cultuurhistorie en Archeologie is geen sprake van sterk negatieve (--) effecten. Wel verschillen de effecten op dit aspect tussen de alternatieven. De effecten die onderscheidend zijn beoordeeld, zijn ook opgenomen in het MER hoofdrapport.

De volgende onderscheidende milieueffecten van de tracéalternatieven zijn in het hoofdrapport opgenomen:
- effecten op de gebiedskarakteristiek en op landschapselementen en hun samenhang;
- fysieke aantasting specifieke landschapselementen en beleefbaarheid.

Voor de stationslocatiealternatieven zijn de volgende onderscheidende effectbeoordelingen opgenomen in het hoofdrapport:
- effecten op de gebiedskarakteristiek en op landschapselementen en hun samenhang;
- fysieke aantasting specifieke landschapselementen en beleefbaarheid;
- aantasting van bekende archeologische waarden;
- aantasting van verwachte archeologische waarden.

6.1 Effectbeoordeling tracéalternatieven

Onderstaande tabel bevat de effectbeoordeling voor alle tracéalternatieven. Hieruit blijkt dat de tracéalternatieven naar Burgum invloed hebben op het landschap op gebiedsniveau. Tracéalternatief Vierverlaten midden heeft invloed op het landschap op objectniveau.

Alle tracéalternatieven raken aardkundig waardevolle gebieden. Op de Noordzee zijn de aardkundige waarden onbekend. De tracéalternatieven Burgum west, Burgum midden, variant Burgum midden-west, Vierverlaten west, Vierverlaten midden en Eemshaven midden raken de aardkundig waardevolle Waddeneilanden en alle tracéalternatieven doorkruisen aardkundige waarden in de Waddenzee. Burgum oost en de tracéalternatieven naar Vierverlaten hebben daarnaast ook effecten op aardkundige waardevolle gebieden op het land.

Alle tracéalternatieven hebben op de Noordzee en in het Waddengebied effect op bekende archeologische waarden en op archeologische verwachtingswaarden. Op het vasteland hebben de tracéalternatieven naar Burgum en Vierverlaten ook effect op bekende archeologische waarden en op archeologische verwachtingswaarden.

Het tracé tussen Burgum Westkern Kootstertille en hoogspanningsstation Burgum heeft ten opzichte van de tracéalternatieven naar Burgum, geen aanvullende effecten op landschap, cultuurhistorie en archeologie.

In de onderstaande paragrafen zijn de effectbeoordelingen nader toegelicht.

Tabel 6.1 Effectbeoordelingstabel tracéalternatieven voor optimalisaties

	BGM west	BGM midden en variant BGM midden-west	BGM oost	VVL west	VVL midden	VVL oost	EEM west	EEM midden	EEM oost
effecten op de gebiedskarakteristiek en op landschapselementen en hun samenhang	-	-	-	0	0	0	0	0	0
fysieke aantasting specifieke landschapselementen en beleefbaarheid	0	0	0	0	-	0	0	0	0
invloed op aardkundige waarden	-	-	-	-	-	-	-	-	-
aantasting van bekende archeologische waarden	-	-	-	-	-	-	-	-	-
aantasting van verwachte archeologische waarden	-	-	-	-	-	-	-	-	-

6.1.1 Landschap - gebiedsniveau

Tijdens de aanlegfase hebben alle tracéalternatieven invloed op de gebiedskarakteristiek van de Noordzee en het Waddengebied. De effecten op onder andere zeepolders en kwelderwallen en -vlaktes en verstoring van de open horizon, stilte en duisternis zijn van korte en lokaal van aard. De effecten van de tracéalternatieven zijn in de deelgebieden Noordzee en Waddengebied beperkt onderscheidend.

Op het vasteland doorkruisen alle tracéalternatieven naar Burgum enkele (elzen)singels binnen Nationaal Landschap de Noardlike Fryske Wâlden. De elzensingels zijn karakteristiek voor het coulisselandschap. Bij aanleg in open ontgraving ontstaan langdurige effecten op het coulisselandschap. Daarmee hebben de tracéalternatieven naar Burgum een langdurig effect op de gebiedskarakteristiek en op de samenhang tussen landschapselementen. De tracéalternatieven naar Burgum zijn daarom negatief (-) beoordeeld. Effecten zijn te voorkomen door de elzensingels te kruisen met HDD-boringen.

Het tracéalternatief Vierverlaten west ontwijkt op het vasteland het Nationaal landschap Middag-Humsterland en heeft verder ook geen langdurig effect op de gebiedskarakteristiek. Het tracéalternatief Vierverlaten midden doorkruist het Nationaal Landschap Middag-Humsterland en loopt daarbij door de ingedijkte voormalige geul. Hierdoor vermijdt dit tracéalternatief de wierden in het gebied. Hetzelfde geldt voor tracéalternatief Vierverlaten oost dat het Nationaal Landschap Middag-Humsterland dicht langs het Aduarderdiep doorkruist. De tracéalternatieven naar Vierverlaten hebben geen langdurig effect op de gebiedskarakteristiek of op de landschappelijke kenmerken en hun samenhang. De alternatieven zijn daarom als neutraal (0) beoordeeld.

Op land doorkruisen de tracéalternatieven naar Eemshaven het jonge zeepolderlandschap. Door ondergrondse aanleg van de kabels treden hier geen langdurige effecten op de gebiedskarakteristiek op. De tracéalternatieven naar Eemshaven hebben geen langdurig effect op de gebiedskarakteristiek of op de landschappelijke kenmerken en hun samenhang en zijn daarom als neutraal (0) beoordeeld.

6.1.2 Landschap - objectniveau

Met uitzondering van tracéalternatief Vierverlaten midden hebben de tracéalternatieven geen effect op rijksmonumenten, bebouwing of overige specifieke landschapselementen. Daarom zijn deze tracéalternatieven als neutraal (0) beoordeeld. Tracéalternatief Vierverlaten midden kruist de oprijlaan van de Piloersemaborg bij Den Ham. Bij aanleg in open ontgraving is het nodig om bomen te kappen langs deze oprijlaan. Hierdoor heeft het tracéalternatief Vierverlaten midden een langdurig effect op dit specifieke landschapselement. Vierverlaten midden is voor dit criterium daarom negatief (-) beoordeeld.

6.1.3 Aardkundige waarden

De Noordzee en Waddenzee zijn dynamische gebieden, waardoor aardkundige waarden in beweging en in ontwikkeling blijven. Alle tracéalternatieven hebben kortdurende effecten op de aardkundige waarden op zee. Effecten zijn echter beperkt onderscheidend, enige verschillen kunnen optreden door verschillen in tracélengten op zee. Eemshaven midden heeft bijvoorbeeld een relatief lang tracé door de Waddenzee en daardoor ook een relatief lange doorsnijding van aardkundig waardevol gebied.

Ook de Waddeneilanden Ameland en Schiermonnikoog zijn als aardkundig waardevol bestempeld. Aanleg van tracés over de Waddeneilanden leidt tot langdurige effecten op de bodemopbouw en het dynamische reliëf van deze aardkundige waarden. De tracéalternatieven Burgum west, Vierverlaten west, Vierverlaten midden en Eemshaven west hebben aanvullend op de Waddenzee ook effect op de aardkundige waarde van de Waddeneilanden.

Op het vasteland doorkruisen de tracéalternatieven Burgum oost, en de tracéalternatieven naar Vierverlaten doorkruisen ook op land aardkundig waardevolle gebieden. Tracéalternatief Burgum oost doorkruist de voormalige getijdenrivier Dokkumer Ee. De kruising is korter dan 1.200 meter en daardoor zijn effecten volledig te voorkomen door het toepassen van een HDD-boring. Ook de tracéalternatieven naar Vierverlaten doorkruisen aardkundig waardevolle gebieden, zoals getijderivieren en getijdenvlakten. Tracéalternatief Vierverlaten west doorkruist daarnaast een glaciale rug en tracéalternatief Vierverlaten midden en Vierverlaten oost doorkruisen het aardkundig waardevolle Middag-Humsterland. Deze tracéalternatieven hebben daarmee op land effecten op de bodemopbouw en het reliëf.

Alle tracéalternatieven zijn voor aardkundige waarde negatief (-) beoordeeld vanwege doorsnijding van het aardkundig waardevolle Waddengebied. De tracés naar Vierverlaten midden en Vierverlaten oost zijn aanvullend als aandachtspunt benoemd, omdat deze ook het aardkundig waardevolle Middag-Humsterland doorsnijden.

6.1.4 Bekende archeologische waarden

Op de Noordzee en in het Waddengebied hebben alle tracéalternatieven invloed op bekende archeologische waarden, zoals scheepswrakken. In deze deelgebieden zijn de effecten op bekende archeologische waarden daardoor niet onderscheidend tussen de tracéalternatieven.

Op het vasteland liggen binnen alle tracéalternatieven naar Burgum en Vierverlaten drie tot vijf bekende archeologische vindplaatsen. Daarbij heeft één van de bekende vindplaatsen binnen tracéalternatief Burgum oost de status van een rijksmonument, het betreft een huisplaats. Binnen de tracéalternatieven naar Eemshaven liggen op land geen bekende archeologische waarden.

De aanlegwerkzaamheden kunnen effecten hebben op bekende archeologische waarden. De effecten zijn echter goed te voorkomen, bijvoorbeeld door binnen de tracéalternatieven te schuiven met de exacte ligging van de kabels. Daarom zijn alle tracéalternatieven als negatief (-) beoordeeld voor het effect op bekende archeologische waarden.

6.1.5 Archeologische verwachtingswaarden

Op de Noordzee en in het Waddengebied hebben de tracéalternatieven geen onderscheidende effecten op archeologische verwachtingswaarden. Alle tracéalternatieven liggen gedeeltelijk binnen een gebied met een (middel)hoge archeologische verwachtingswaarde. Op land lopen alle tracéalternatieven naar Burgum en naar Vierverlaten gedeeltelijk door een gebied met een (middel)hoge verwachtingswaarde. Voor de tracéalternatieven naar Eemshaven geldt op land een lage archeologische verwachtingswaarde. Alle tracéalternatieven zijn negatief (-) beoordeeld op archeologische verwachtingswaarden.

6.2 Stationslocatiealternatieven

6.2.1 Concluderende beoordelingstabel stationslocatiealternatieven

Onderstaande tabel bevat de effectbeoordeling voor de stationslocatiealternatieven. Bij de stationslocatiealternatieven Burgum Schwartzenbergerbos en Burgum Koumarweg verdwijnen goed zichtbare landschapselementen zoals elzensingels. De aanwezigheid van een transformatorstation heeft hier, net als in het open landschap bij Burgum Westkern Kootstertille effect op de beleefbaarheid van het landschap. Vierverlaten Westpoort, Eemshaven Middenweg en Eemshaven Waddenweg liggen op bestemd bedrijven- en industrieterrein. Hierdoor treden geen effecten op objectniveau van het landschap op.

Geen van de stationslocatiealternatieven raakt aardkundige monumenten of aardkundig waardevolle gebieden.

De stationslocatiealternatieven bij Burgum hebben allen effecten op archeologische verwachtingswaarden. Bij Vierverlaten Westpoort zijn ook twee bekende archeologische vondsten en de grote oppervlakte aan gebieden met middelhoge- en hoge verwachtingswaarde maken het noodzakelijk mitigerende maatregelen te nemen om archeologische vrijgave te verkrijgen.

Tabel 6.2 Effectbeoordeling stationslocatiealternatieven voor optimalisaties

	BGM Schwartzen-bergerbos	BGM Koumarweg	BGM Westkern Kootstertille	VVL Westpoort	EEM Waddenweg	EEM Middenweg
effecten op de gebiedskarakteristiek en op landschapselementen en hun samenhang	-	-	-	0	0	0
fysieke aantasting specifieke landschapselementen en beleefbaarheid	-	-	-	0	0	0

	BGM Schwartzen-bergerbos	BGM Koumarweg	BGM Westkern Kootstertille	VVL Westpoort	EEM Waddenweg	EEM Middenweg
effecten op de gebiedskarakteristiek en op landschapselementen en hun samenhang	-	-	-	**0**	**0**	**0**
invloed op aardkundige waarden	0	0	0	0	0	0
aantasting van bekende archeologische waarden	0	0	0	-	0	0
aantasting van verwachte archeologische waarden	-	-	-	-	0	0

6.2.2 Landschap - gebiedsniveau

Stationslocatiealternatieven Burgum

Bij aansluitlocatie Burgum wordt een transformatorstation gerealiseerd in landelijk gebied. Hierdoor heeft het transformatorstation binnen alle drie de stationslocatiealternatieven invloed op de gebiedskarakteristiek en de samenhang tussen landschapselementen. De stationslocatiealternatieven Burgum Schwartzenbergerbos en Burgum Koumarweg hebben voornamelijk invloed op het coulisselandschap. Burgum Schwartzenbergerbos en Burgum Westkern Kootstertille hebben daarnaast effect op het open veenweidelandschap. De stationslocatiealternatieven bij Burgum zijn daarom negatief (-) beoordeeld.

Stationslocatiealternatieven Vierverlaten

Het stationslocatiealternatief Vierverlaten Westpoort ligt op een bestemd bedrijven- of industrieterrein en heeft daardoor ten opzichte van de referentiesituatie geen aanvullende effecten op de gebiedskarakteristiek en de samenhang tussen landschapselementen. Dit stationslocatiealternatief is daarom neutraal (0) beoordeeld.

Stationslocatiealternatieven Eemshaven

De stationslocatiealternatieven Eemshaven Middenweg en Eemshaven Waddenweg liggen op een bestemd bedrijven- of industrieterrein. De stationslocatiealternatieven bij Eemshaven hebben daardoor ten opzichte van de referentiesituatie geen aanvullende effecten op de gebiedskarakteristiek en de samenhang tussen landschapselementen en zijn daarom neutraal (0) beoordeeld.

6.2.3 Landschap - objectniveau

Stationslocatiealternatieven Burgum

Bij aansluitlocatie Burgum wordt een transformatorstation gerealiseerd in landelijk gebied. Hierdoor heeft het transformatorstation binnen alle drie de stationslocatiealternatieven invloed op de zichtbaarheid en de beleefbaarheid van het landschap. Binnen de stationslocatiealternatieven Burgum Schwartzenbergerbos en Burgum Koumarweg heeft de realisatie van een transformatorstation invloed op de aanwezige bosschages en overige opgaande beplanting. Stationslocatiealternatief Burgum Westkern Kootstertille ligt in een open landschap, waardoor een transformatorstation op deze locatie goed zichtbaar is. Alle

stationslocatiealternatieven bij Burgum hebben effect op specifieke landschapselementen of de beleefbaarheid van het landschap en zijn daarom negatief (-) beoordeeld.

Stationslocatiealternatief Vierverlaten
Het stationslocatiealternatief Vierverlaten Westpoort ligt op een bestemd bedrijven- en industrieterrein en heeft ten opzichte van de referentiesituatie geen effecten op landschapselementen of de beleefbaarheid van het landschap. Daarom is dit stationslocatiealternatief neutraal (0) beoordeeld.

Stationslocatiealternatieven Eemshaven
De stationslocatiealternatieven Eemshaven Middenweg en Eemshaven Waddenweg liggen op een bestemd industrie- en haventerrein. Op deze locaties heeft een transformatorstation geen effecten op landschapselementen of de beleefbaarheid van het landschap ten opzichte van de referentiesituatie. De stationslocatiealternatieven Eemshaven Middenweg en Eemshaven Waddenweg zijn daarom neutraal (0) beoordeeld.

6.2.4 Aardkunde

Geen van de stationslocatiealternatieven raakt aardkundige monumenten of waardevolle gebieden. Alle stationslocatiealternatieven zijn daarom als neutraal (0) beoordeeld.

6.2.5 Bekende archeologische waarden

Alleen binnen stationslocatiealternatief Vierverlaten Westpoort liggen bekende archeologische waarden. Graafwerkzaamheden of bemaling tijdens de aanlegfase kunnen effecten hebben op deze waarden. Stationslocatiealternatief Vierverlaten Westpoort is daarom als negatief (-) beoordeeld. De andere stationslocatiealternatieven raken geen bekende archeologische waarden en zijn daarom neutraal (0) beoordeeld.

6.2.6 Archeologische verwachtingswaarden

Stationslocatiealternatieven Burgum Schwartzenbergerbos, Burgum Koumarweg, Burgum Westkern Kootstertille en Vierverlaten Westpoort liggen gedeeltelijk binnen een gebied met een (middel)hoge archeologische verwachtingswaarde. Werkzaamheden tijdens de aanlegfase, zoals graven, bemaling of het optreden van zettingen kunnen archeologische waarden permanent beschadigen. Daarom zijn deze stationslocatiealternatieven als negatief (-) beoordeeld.

Stationslocatiealternatieven Eemshaven Waddenweg en Eemshaven Middenweg liggen volledig binnen een gebied met een lage archeologische verwachtingswaarde en zijn daarom als neutraal (0) beoordeeld.

7

OPTIMALISATIES TRACÉALTERNATIEVEN EN STATIONSLOCATIEALTERNATIEVEN

Dit hoofdstuk presenteert de mogelijkheden om sterk negatieve effecten (--) te voorkomen. Deze sterk negatieve effecten vormen een risico voor de uitvoerbaarheid van het tracé- of stationslocatiealternatief. De noodzakelijke optimalisaties en maatregelen die in dit hoofdstuk zijn beschreven, worden als uitgangspunt meegenomen bij de uitwerking van het VKA. Maatregelen om negatieve effecten te beperken of voorkomen, worden uitgewerkt voor het voorkeursalternatief in MER fase 2.

Op het aspect Landschap, Cultuurhistorie en Archeologie treden negatieve (-) effecten op. Deze negatieve effecten zijn naar verwachting te voorkomen of beperken door toepassing van maatregelen. Deze maatregelen worden uitgewerkt voor het VKA in MER fase 2.

8

BRONNEN

- Gebiedsraad Middag-Humsterland (2019) Ontstaan. [ONLINE] http://middaghumsterland.info/cultuurlandschap/ontstaan/.
- Provincie Groningen (1 juni 2016), Omgevingsvisie Provincie Groningen 2016 - 2020. [ONLINE] https://www.provinciegroningen.nl/fileadmin/user_upload/Documenten/Downloads/Omgevingsvisie/Omgevingsvisie_GS_PS_160714.pdf.
- IMARES 2012, Verkenning natuurwaarden Borkumse Stenen project Aanvullende Beschermde Gebieden
- Noordzeeatlas, 2004, deel 1.
- Van Veelen, 2018, Het hoogspanningsnet als landschappelijke ontwerpopgave - Handreiking landschappelijke inpassing.
- Van Beusekom, 2007, Bewogen aarde - aardkundig erfgoed in Nederland (E. van Beusekom).
- KSP, 2020, Bureauonderzoek Archeologie op land Net op zee Ten noorden van de Waddenzee.
- Periplus, 2020, Bureauonderzoek Net op Zee Ten noorden van de Waddeneilanden Offshore export kabeltracé.

Bijlage(n)

BIJLAGE: BUREAUONDERZOEK ARCHEOLOGIE OFFSHORE EXPORT TRACÉALTERNATIEF

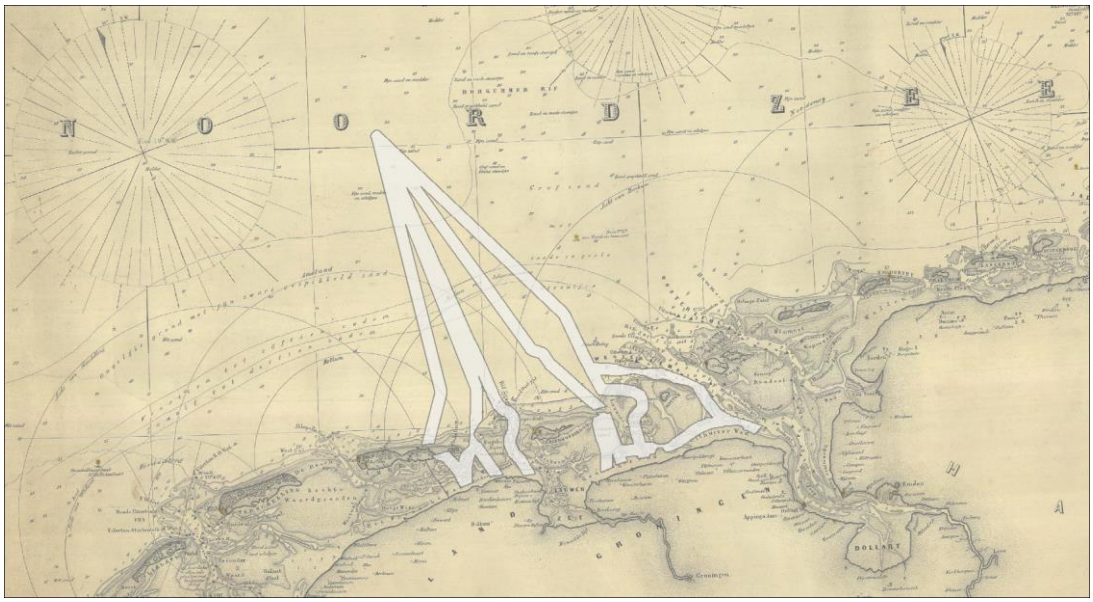
Periplus Archeomare

Bureauonderzoek

Net op Zee

Ten noorden van de Waddeneilanden

Offshore export kabeltracés



Periplus Archeomare rapport 19A002-02

Auteurs:
S. van den Brenk, R. van Lil en R.W. Cassée

In opdracht van:

Witteveen + Bos

Document Controle	
Revisie	3.0 (definitief)
Datum	20-05-2020
Periplus Archeomare referentie	19A002-02
Klant (project) referentie	Net op Zee (Ten noorden van de Waddeneilanden)

Colofon

Periplus Archeomare Rapport 19A002-02

Bureauonderzoek
Net op Zee (Ten noorden van de Waddeneilanden)
Offshore export kabeltracés

Auteurs: S. van den Brenk, R. van Lil en R.W. Cassée

In opdracht van: Witteveen + Bos
Contactpersoon: Mw. M. Vanderschuren

© Periplus Archeomare, februari - mei 2020
Afbeeldingen en tekeningen: Periplus Archeomare, tenzij anders vermeld

Niets uit deze uitgave mag worden vermenigvuldigd en/of openbaar gemaakt
worden door middel van druk, fotokopie of op welke wijze dan ook
zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van de uitgevers.
Periplus Archeomare aanvaardt geen aansprakelijkheid voor eventuele schade voortvloeiend
uit de toepassing van de adviezen of het gebruik van de resultaten van dit onderzoek.

ISSN 2352-9547

Revisie details

Revisie	Omschrijving	Auteurs	Controle	Autorisatie	Datum
3.0	Definitief (wijziging tracé BGM west)	SvdB/RvL/RC	BvM	BvM	20-05-2020
2.0	Definitief	SvdB/RvL/RC	BvM	BvM	08-05-2020
1.1	Concept, routes aangepast	SvdB/RvL/RC	BvM	BvM	11-02-2020
1.0	Concept	SvdB/RvL/RC	BvM	BvM	08-12-2019



Autorisatie:
B.E.J.M. van Mierlo

Periplus Archeomare BV
Kraanspoor 14
1033 SE – Amsterdam
Tel: 020-6367891
Email: info@periplus.nl
Website: www.periplus.nl

Inhoudsopgave

Samenvatting **3**

1. Inleiding **5**

1.1. Algemeen 5

1.2. Aanleiding 5

1.3. Doelstelling 6

1.4. Onderzoeksvragen 7

1.5. Kwaliteitsborging 7

1.6. Bronnen 8

2. Resultaten **9**

2.1. Afbakening plangebied en vaststellen van de consequenties van het mogelijk toekomstige gebruik (LS01wb) 9

2.2. Beschrijving van de huidige situatie (LS02wb) 11

2.3. Historische situatie en mogelijke verstoringen (LS03wb) 20

2.4. Landschappelijke ontwikkeling (LS04wb) 26

2.5. Geologische gegevens (LS04wb) 30

2.6. Archeologische waarden (LS04wb) 39

2.7. Gespecificeerde verwachting (LS05wb) 53

3. Beantwoording onderzoeksvragen **56**

4. Effectbeoordeling per routevariant **59**

5. Conclusies en advies **62**

Lijst met afbeeldingen **64**

Lijst met tabellen **65**

Verklarende woordenlijst en toelichting afkortingen **66**

Referenties **68**

Bijlage 1. Bekende wrakken binnen het onderzoeksgebied **70**

Bijlage 2. Archeologische en geologische tijdschaal **75**

Bijlage 3. Protocol KNA 4.1 Waterbodems **76**

Periode	Tijd in jaren				
Nieuwe tijd Laat	1850	na Chr.	-	heden	
Nieuwe tijd Midden	1650	na Chr.	-	1850	na Chr.
Nieuwe tijd Vroeg	1500	na Chr.	-	1650	na Chr.
Late-Middeleeuwen	1050	na Chr.	-	1500	na Chr.
Vroege-Middeleeuwen	450	na Chr.	-	1050	na Chr.
Romeinse tijd	12	voor Chr.	-	450	na Chr.
IJzertijd	800	voor Chr.	-	12	voor Chr.
Bronstijd	2000	voor Chr.	-	800	voor Chr.
Neolithicum (Nieuwe Steentijd)	5300	voor Chr.	-	2000	voor Chr.
Mesolithicum (Midden Steentijd)	8800	voor Chr.	-	4900	voor Chr.
Paleolithicum (Oude Steentijd)	300.000	voor Chr.	-	8800	voor Chr.

Tabel 1. Archeologische perioden

Provincie:	Friesland, Groningen	
Gemeenten:	Ameland, Noardeast Fryslân, Schiermonnikoog, het Hogeland	
Plaats:	Noordzee en Waddenzee	
Toponiem:	Net op zee Ten noorden van de Waddeneilanden	
Kadastrale gegevens:	N.v.t.	
Kaartblad:	Hydrografie 1812-1	
Versie tracé alternatieven	WB_MER_1_2_1_trace_E31N (incl. wijziging tracé BGM west)	
Coördinaten (ETRS89 UTM31N)	Centrum:	E 688241 N 5944462
	Zuidwest	E 676029 N 5918984
	Noordoost	E 753718 N 5989682
Oppervlakte onderzoeksgebied	Waterbodem offshore: 955 km^2	
Huidig watergebruik	Open vaarwater, visserij, recreatie	
Waterstaatkundige gegevens	Open zee, zout water, getijdenstroming	
Beheerder gebied:	Rijkswaterstaat Noord Nederland/Zee en Delta	
Bevoegd gezag:	Rijkswaterstaat	
Contactpersoon namens bevoegd gezag:	Mw. J.W. Bos	
Adviesorgaan namens bevoegd gezag:	Rijksdienst voor het Cultureel Erfgoed	
Deskundige namens het adviesorgaan:	Mw. M. Snoek, dhr. B.J. Smit en dhr. J. Opdebeeck	
ARCHIS-zaaknummer	4735563100	
Periplus-projectcode:	19A002-02	
Periode van uitvoering:	oktober 2019 t/m mei 2020	
Beheer en plaats documentatie:	Periplus Archeomare BV, Amsterdam	

Tabel 2. Administratieve gegevens van het onderzoeksgebied

Samenvatting

Periplus Archeomare BV heeft in opdracht van Witteveen + Bos een archeologisch bureauonderzoek uitgevoerd in verband met de aanleg van exportkabels van het toekomstige windpark Ten noorden van de Waddeneilanden naar de kust.

Binnen het onderzochte gebied zijn resten van 93 scheepswrakken bekend. Het gaat om wrakken met een archeologische verwachting (35), wrakken die niet van archeologische waarde zijn (17) en onbekende wrakken (41). Binnen het onderzoeksgebied kunnen naast de 93 bekende wrakken nog onontdekte wrakken voorkomen.

Op basis van de uitkomst van het onderzoek wordt geadviseerd om een inventariserend veldonderzoek (opwaterfase) uit te voeren om de archeologische verwachting te toetsen. Voorafgaand aan het leggen van kabels op zee wordt standaard een geofysische en geotechnische *pre-lay route survey* uitgevoerd. De data van deze *survey* kunnen worden gebruikt voor de toets (zie onderstaande tabel).

Archeologische Verwachting	**Methode**	**Doel**	**Opmerking**
Scheeps- en vliegtuigwrakken	Side Scan Sonar	opsporen, karteren en begrenzen van wrakken	wrakken die op de bodem liggen of uit de bodem steken
	Multibeam	morfologische karakterisering van wraklocaties; opsporen van (deels) begraven wrakken waarvan de aanwezigheid wordt gemarkeerd door een slijpgeul	in aanvulling op side scan sonar
	Subbottom Profiler	opsporen begraven objecten waaronder mogelijke scheeps- en vliegtuigwrakken	aard van het begraven object kan niet direct worden vastgesteld
	Magnetometer		
Middeleeuwse nederzettingen en prehistorische landschappen	Subbottom Profiler	karteren van prehistorische landschappen en afgedekte middeleeuwse woonplaatsen; specificeren van verwachting	ondersteund door, en gevalideerd met boorgegevens
	Geologische Boringen	vaststellen lithostratigrafie, aard laaggrenzen (erosief of geleidelijk) en kenmerken van bodemvorming en rijping; specificeren van verwachting	boorbeschrijvingen moeten beantwoorden aan de doelstelling
	Sonderingen	vaststellen lithostratigrafie	korreleren met boorgegevens

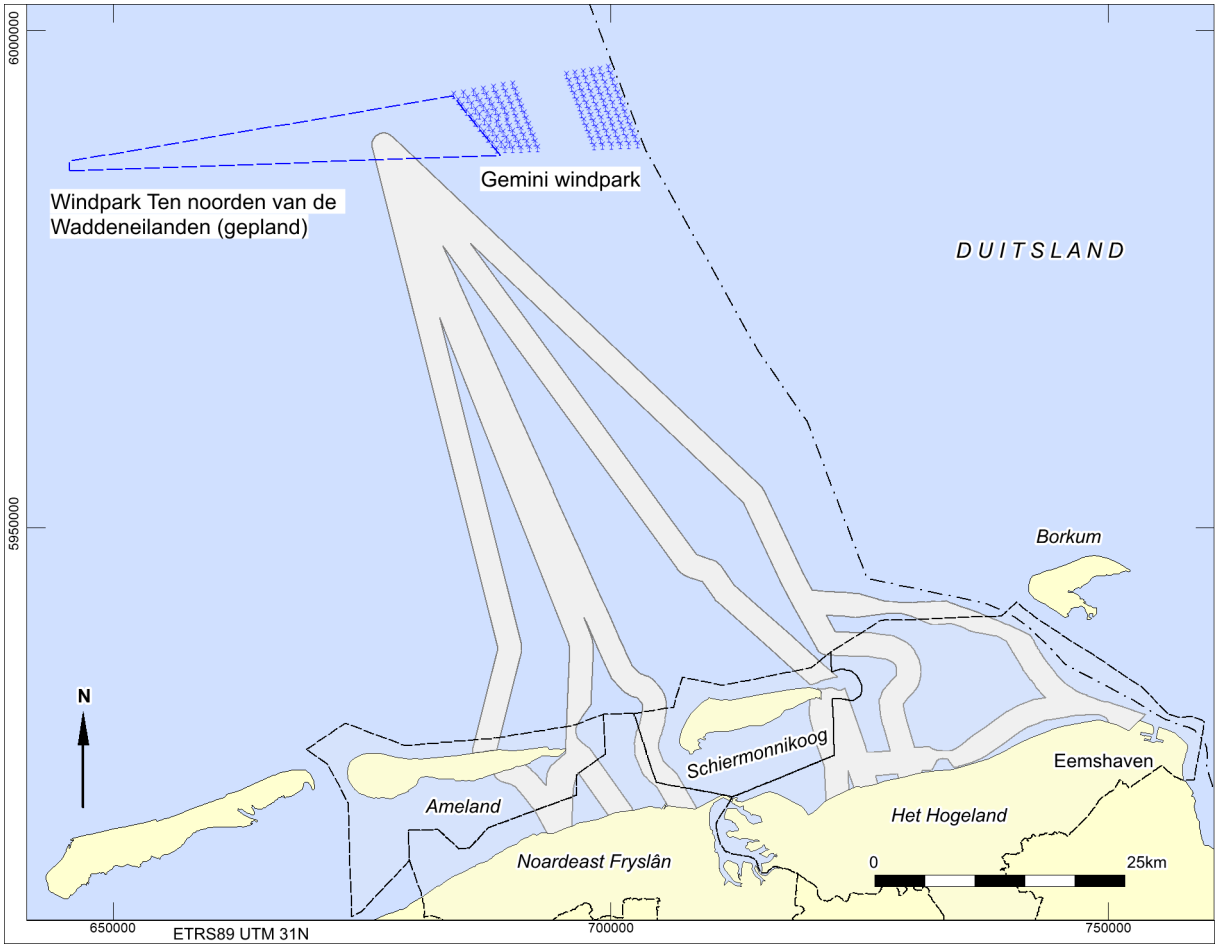
Wanneer de onderzoeksmethoden, als in de tabel beschreven, worden toegepast tijdens de *route survey* en wanneer de ingewonnen data van voldoende kwaliteit is, dan kan de benodigde archeologische beoordeling van de kabelroute worden uitgevoerd. Het verdient aanbeveling de *technische Scope of Work* af te stemmen met het archeologisch team alvorens met de survey werkzaamheden te beginnen. De eisen aan de geofysische opnamen dienen vastgelegd te worden in een Programma van Eisen.

Het is voor de eventuele analyse van boorkernen voor archeologische doeleinden van belang dat deze kernen intact zijn. Monsters die zijn gebruikt voor sterkteproeven en korrelgroottebepalingen zijn in de regel niet meer geschikt voor archeologisch onderzoek, omdat ze niet meer intact zijn. Afstemming van het gebruik van de monsters is daarom van belang. Een mogelijkheid zou kunnen zijn, dat de kernen voorafgaand aan het gebruik voor de bepaling van fysische parameters (sterkte/korrelgrootte) door een door een gecertificeerd KNA (Kwaliteitsnorm Nederlandse Archeologie) prospector waterbodems worden onderzocht, waarbij tevens monsters kunnen worden genomen voor specialistisch onderzoek (macroresten, pollen, mollusken, ^{14}C-dateringen, et cetera).

1. Inleiding

1.1. Algemeen

Periplus Archeomare heeft in opdracht van Witteveen + Bos een archeologisch bureauonderzoek uitgevoerd voor Net op zee (Ten noorden van de Waddeneilanden). Het onderhavige onderzoek betreft een zoekgebied voor verschillende tracéalternatieven voor het *offshore* deel van de exportkabels naar de kust.



Afbeelding 1. Ligging van het onderzoeksgebied

1.2. Aanleiding

TenneT is voornemens een ondergrondse hoogspanningsverbinding te realiseren voor een nieuw windpark (Ten noorden van de Waddeneilanden, hierna TNW) op de Noordzee naar een transformatorstation in Burgum, Vierverlaten of Eemshaven.

Op hoofdlijnen bestaat het Net Op Zee TNW uit de volgende hoofdonderdelen:

- een offshore platform voor de aansluiting van de windturbines en het transformeren van 66 kV naar 220 kV;
- twee ondergrondse 220 kV-kabelcircuits op zee (offshore) voor het transport naar land (circa 80 km);
- twee ondergrondse 220 kV-kabelcircuits op land (onshore) voor het verdere transport naar een 220/380 kV-transformatorstation (circa 25 km);
- een transformatorstation op land;

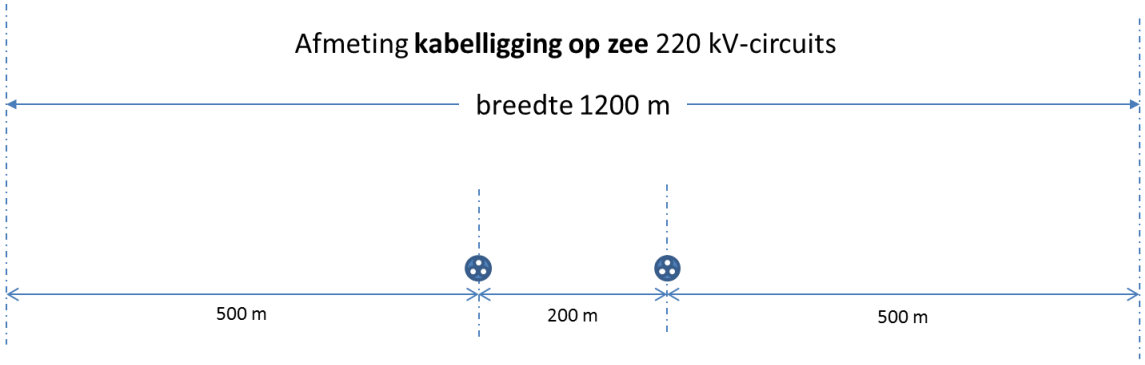
- een ondergrondse kabelverbinding tussen het transformatorstation en het bestaande hoogspanningsstation om de opgewekte stroom aan te sluiten op het landelijke hoogspanningsnet.

Het doel van een platform op zee is allereerst het verzamelen van de elektriciteit die door de windturbines wordt opgewekt. Het tweede doel van het platform is om het spanningsniveau van de verzamelde energie (66 kV) om te zetten (te transformeren) naar het spanningsniveau van de transportkabels naar land van 220 kV.

Vanaf het platform bij het windenergiegebied Ten noorden van de Waddeneilanden worden twee kabels gelegd naar de kust. Deze zeekabels transporteren wisselstroom met een spanningsniveau van 220 kV. Iedere zeekabel bevat drie fasen per kabel, een zogenaamde 3-fasenkabel.[1]

De benodigde breedte voor het tracé van de 220 kV-kabels is opgebouwd uit:

- Een onderlinge afstand tussen de twee kabels van 200 meter;
- Een onderhoudszone aan weerszijden van de kabelsystemen van 500 meter.



Afbeelding 2. Tracébreedte kabelsysteem op zee

Hiermee wordt het plangebied gedefinieerd door een strook met een breedte van 1200 meter (corridor 200 meter plus onderhoudszone aan weerszijden van 500 meter). Voor het onderhavig bureauonderzoek is nog 600 meter extra aan weerszijden toegevoegd waarmee het onderzoeksgebied gedefinieerd wordt door een strook met een breedte van 2400 meter.[2]

In de Erfgoedwet (2016) is de bescherming van het archeologische erfgoed geregeld. Door geplande werkzaamheden (het plaatsen van een platform en de aanleg van de kabels in de zeebodem) kunnen eventuele archeologische waarden worden aangetast. Als het bodemarchief door geplande bodemingrepen wordt bedreigd geldt de wettelijke verplichting om archeologisch onderzoek te verrichten. Dit gegeven vormde de directe aanleiding voor het verrichten van het onderhavige onderzoek.

1.3. Doelstelling

Het doel van het bureauonderzoek is het specificeren van de archeologische verwachting voor het plangebied.

[1] Vanderschuren, 2019
[2] Definitie zoekgebieden voor de tracéalternatieven op zee, concept Notitie Reikwijdte en Detailniveau Net op Zee Ten noorden van de Waddeneilanden, September 2019

Het onderzoek is uitgevoerd conform de Kwaliteitsnorm Nederlandse Archeologie Waterbodems (*KNA* 4.1). Een stroomdiagram met de opeenvolgende fasen binnen het archeologische proces is als bijlage 2 bij dit rapport opgenomen.

1.4. Onderzoeksvragen

Voor het archeologisch bureauonderzoek waterbodems zijn de volgende onderzoeksvragen opgesteld:

- *Zijn er archeologische waarden in het plangebied bekend? Zo ja: Wat is de aard, omvang, (diepte)ligging en datering van deze vindplaatsen?*

- *Kunnen in het plangebied, naast eventuele bekende waarden, archeologische resten verwacht worden? Zo ja: Wat is de aard, omvang, (diepte)ligging en datering van de verwachte archeologische resten?*

- *Vormt de aanleg van exportkabels een bedreiging voor bekende of verwachte archeologische waarden? Zo ja: Kan een aantasting van archeologische waarden door planaanpassing worden voorkomen of beperkt?*

Indien de 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?*

Het bureauonderzoek is uitgevoerd door S. van den Brenk (senior KNA archeoloog specialisme waterbodems), R. van Lil en (senior KNA prospector specialisme waterbodems) en R.W. Cassée (KNA archeoloog waterbodem i/o.)

1.5. Kwaliteitsborging

Het bureauonderzoek is uitgevoerd conform de Kwaliteitsnorm Nederlandse Archeologie (*KNA* waterbodems 4.1; Protocol 4002). Het betreft in het bijzonder de specificaties LS01wb, LS02wb, LS03wb, LS04wb en LS05wb. Dit gedeelte van het onderzoek wordt gerapporteerd conform LS06wb.

Voor het bureauonderzoek zijn de volgende werkzaamheden verricht:

- Afbakening plangebied en vaststellen van de consequenties van het mogelijk toekomstige gebruik;
- Beschrijving van de huidige situatie;
- Beschrijving van de historische situatie en mogelijke verstoringen binnen een onderzoekscorridor van 2400 meter;
- Beschrijving van bekende archeologische waarden en aardwetenschappelijke gegevens;
- Beschrijven mogelijke aanwezigheid bouwhistorische waarden (onder water).

Op grond van deze onderdelen wordt een gespecificeerde verwachting van het gebied opgesteld (specificatie LS05wb). Hierin wordt verwoord of, en zo ja, welke archeologische waarden verwacht kunnen worden. De eigenschappen van deze waarden zullen zo gedetailleerd mogelijk worden aangegeven.

Op basis van de gespecificeerde verwachting worden de onderzoeksvragen beantwoord in hoofdstuk 3. In hoofdstuk 4 wordt een effectbe0ordeling per route variant beschreven. Het onderzoek wordt afgesloten met een advies in hoofdstuk 5.

1.6. Bronnen

De volgende bronnen zijn geraadpleegd voor het onderzoek:

- Nationaal Contact Nummer (NCN);
- Dienst der Hydrografie;
- Deltares model geologie Noordzee;
- GeoTOP model geologie land;
- Rijkswaterstaat Noordzee;
- *TNO-NITG* ; geologische boringen en kaarten;
- Archis III, beheerd door de Rijksdienst voor het Cultureel Erfgoed;
- Databases Periplus Archeomare;
- Nederlandse Federatie voor Luchtvaart Archeologie (NFLA);
- Stichting Aircraft Recovery Group 40-45;
- Diverse bronnen op Internet.

Voor een volledig overzicht van de geraadpleegde bronnen en literatuur zie referenties op pagina 68.

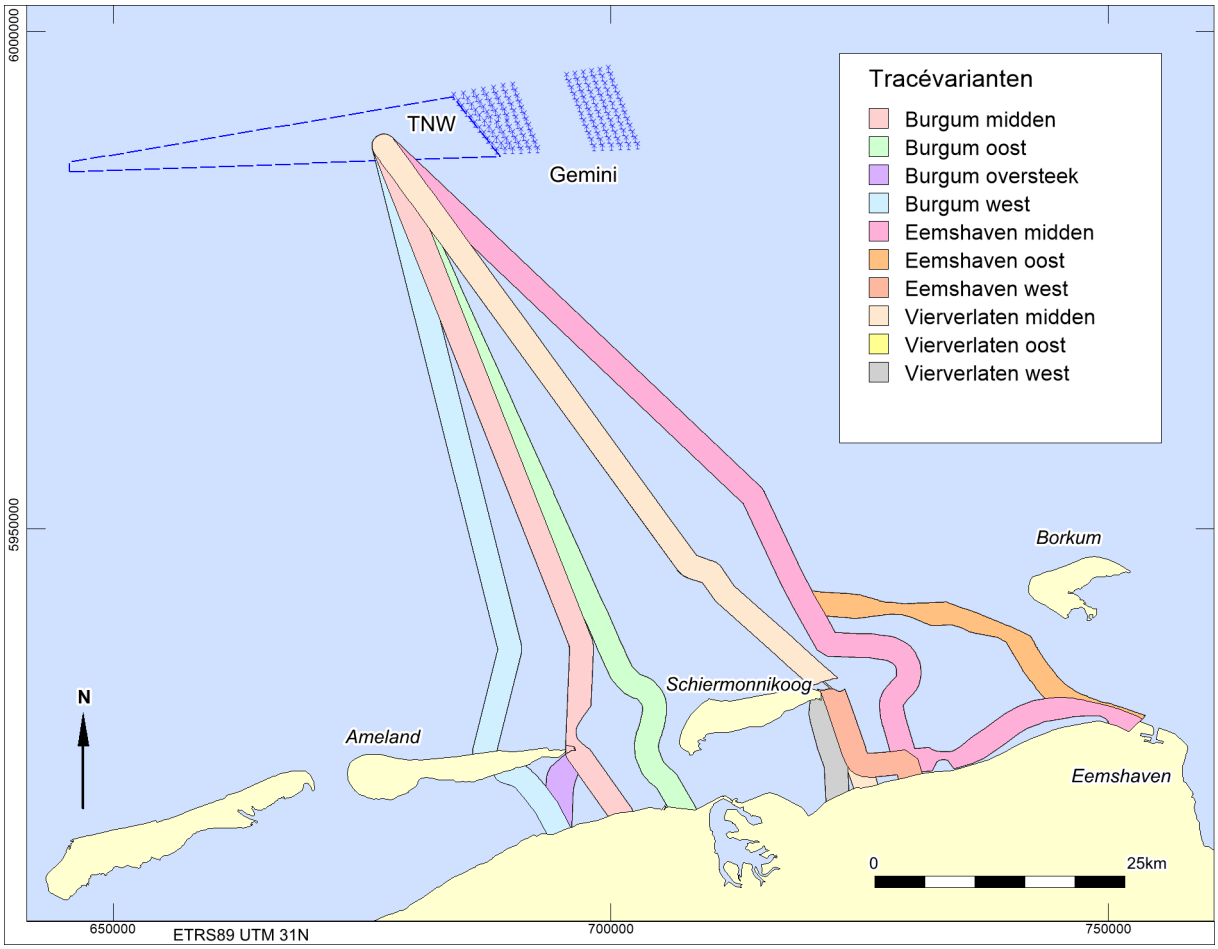
Schuingedrukte woorden worden toegelicht in de verklarende woordenlijst op pagina 66.

2. Resultaten

2.1. Afbakening plangebied en vaststellen van de consequenties van het mogelijk toekomstige gebruik (LS01wb)

TenneT heeft een aantal tracéalternatieven bepaald om te onderzoeken wat de beste manier is om het platform op zee van het geplande windpark Ten noorden van de Waddeneilanden aan te sluiten op het landelijk hoogspanningsnet. Hiervoor zijn verschillende varianten voor *offshore* en *nearshore* tracés opgesteld. Offshore zullen in het uiteindelijke tracé (nog te bepalen voorkeursvariant) zullen twee kabels gelegd worden met een onderlinge afstand van 200 meter. De totale strookbreedte wordt dan maximaal 1 x 200 + 2 x 500m onderhoudszone = 1200 meter.

Om eventueel nog te kunnen schuiven met de uiteindelijke route is voor het onderhavig bureauonderzoek is uitgegaan van een breedte van 2400 meter voor elk van de 9 route varianten.[3] Daarnaast zijn nog enkele extra verbindingsvarianten meegenomen. Dit onderzoek richt zich alleen op de tracés op de waterbodem.



Afbeelding 3. Overzicht van de verschillende tracévarianten

[3] Definitie zoekgebieden voor de tracéalternatieven op zee, concept Notitie Reikwijdte en Detailniveau Net op Zee Ten noorden van de Waddeneilanden, September 2019

De kabels zullen op een variërende diepte onder de zeebodem worden gelegd. De benodigde diepte is afhankelijk van het gebied, de situatie ter plekke en de eisen die aan de kabeldiepte worden gesteld.

De beschikbare aanlegmethodes voor kabels op zee zijn allereerst onder te verdelen in baggeren en begraven. Begraven is te verdelen in "*simultaneous lay and burial*" begraven en "*post lay burial*" begraven.[4]

Bij baggeren wordt voorafgaande aan het leggen en/of begraven van de kabels een geul gebaggerd in het zeebed. De kabel wordt dan in die geul gelegd of in de bodem van die geul begraven. De geul wordt na het leggen en/of begraven van de kabels opgevuld met bodemmateriaal, wanneer dat nodig is om aan de vereiste begraafdiepte na installatie te kunnen voldoen. Wanneer de kabels na het baggeren in het zeebed worden begraven tot de vereiste diepte bij installatie, dan hoeft de gebaggerde geul niet opgevuld te worden met bodemmateriaal na de installatie om aan de begraafdiepte vereisten na installatie te kunnen voldoen. Baggeren voorafgaande aan het installeren van kabels wordt ook toegepast om de invloed van zeebodemmobiliteit op de begraafdiepte van de kabel te verminderen, bijvoorbeeld door het baggeren van mobiele zandgolven. In dat geval wordt het baggeren voorafgaande aan het kabel installeren "*pre sweeping*" genoemd.

Begraven van de kabel kan tegelijkertijd met het leggen van de kabel gebeuren. In dat geval is er sprake van "*simultaneous lay and burial*". Een kabel kan ook eerst op het zeebed gelegd worden en daarna in een separate werkgang in de bodem begraven worden. Dat wordt "*post lay burial*" genoemd.

Voor het begraven van een kabel in het zeebed bestaan verschillende technieken. Met name de vereiste begraafdiepte, de samenstelling van de grond en de sterkte van de grond bepalen welke techniek toegepast kan worden. In zand en minder sterke grond kan een kabel met spuitlansen in de grond begraven worden. Met waterjets wordt de grond dan losgemaakt en kan de kabel op diepte worden gebracht. Voor het begraven van kabels in cohesieve grond, zoals zwaardere klei en veen, moet de grond op mechanische wijze los worden gemaakt voordat de kabel in de grond begraven kan worden. Daarvoor kan een kettingfrees gebruikt worden of een door de grond getrokken kabelploeg.
Kabels worden in het zeebed begraven om ze te beschermen tegen externe bedreigingen, zoals gesleepte visnetten, gesleepte ankers, verloren lading, zinkende schepen etc. Bij het begraven van kabels op zee streeft TenneT ernaar om het onderhoud van die begraafdiepte over de levensduur van de kabels tot een minimum te beperken.

Voor de aanlegdiepte wordt allereerst uitgegaan van de begraafdiepte eisen die volgen uit de vergunning. Die begraafdieptes worden als minimale installatiediepte aangehouden. Tot drie kilometer uit de kust geldt een minimum begraafdiepte van drie meter en verder op zee een minimum begraafdiepte van één meter onder het zeebed.

Het zeebed is op veel plekken in beweging. Mobiele zandgolven verplaatsen zich over het zeebed onder invloed van de getijdestromen. Tijdens stormperioden verdwijnt zand van het strand en van de zandbanken en de zone vlak voor het strand naar dieper water. Bij het installeren van de kabels houdt TenneT ook rekening met de mobiliteit van het zeebed over de levensduur van de kabels.

[4] Schriftelijke mededeling W. Snip namens TenneT.

De lokale externe bedreigingen langs de tracéalternatieven voor de kabels worden door TenneT voorafgaande aan de installatie van de kabels gekwantificeerd. Die bedreigingen worden vergeleken met een acceptabel geachte kans op het bezwijken van kabels op zee ten gevolgen van externe bedreigingen. De begraafdieptes die nodig zijn om de kabels te beschermen tegen de lokale bedreigingen hangen samen met de bescherming die de lokale grondsoorten kunnen bieden. Op basis van een gekwantificeerde beschouwing van de lokale externe bedreigingen en van de bescherming die de lokale grondsoort kan bieden, wordt per sectie van de kabelroute een zogeheten "*Risk Based Burial Depth*" vastgesteld.

Voor het installeren van de kabels schrijft TenneT installatiedieptes voor aan de aannemers waarbij rekening gehouden wordt met de eisen uit de vergunning, de zeebed mobiliteit en de *Risk Based Burial Depth*. Als gevolg hiervan verschilt de begraafdiepte bij installatie per sectie van de kabelroute.

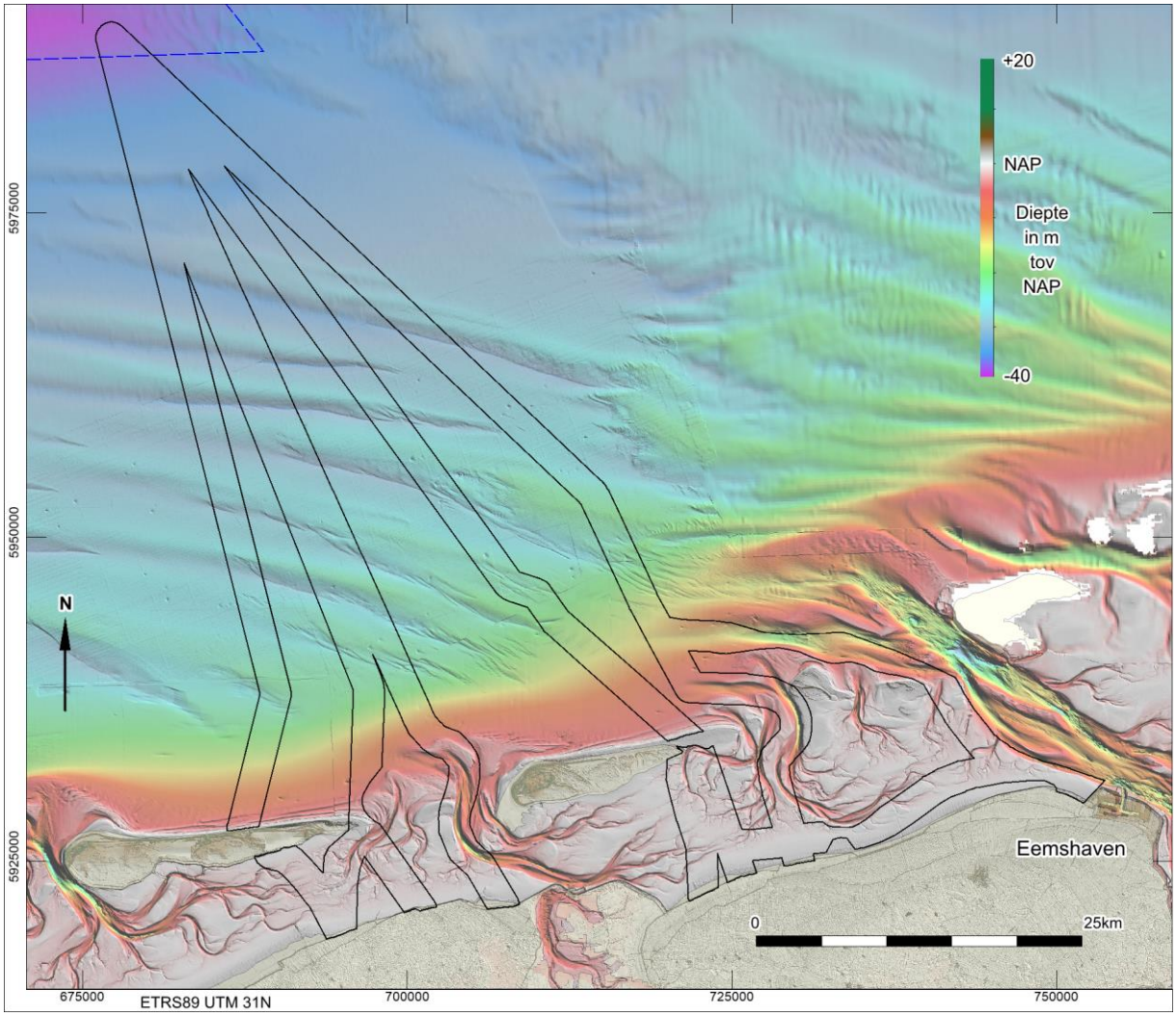
Door de ingreep kunnen minimaal tot de verstoringsdiepte archeologische resten worden aangetast. Het gaat hierbij om een directe verstoring. Indirecte verstoringen zoals slijpgeulvorming worden beperkt geacht.

2.2. Beschrijving van de huidige situatie (LS02wb)

De onderstaande afbeelding toont het onderzoeksgebied op een samengestelde generieke dieptekaart. De dieptegegevens zijn afkomstig van:

- Emodnet (100x100m)
- Dienst der Hydrografie (25x25m grid, 2009)
- geïnterpoleerde singlebeam opnamen van de Waddenzee (RWS 2017).

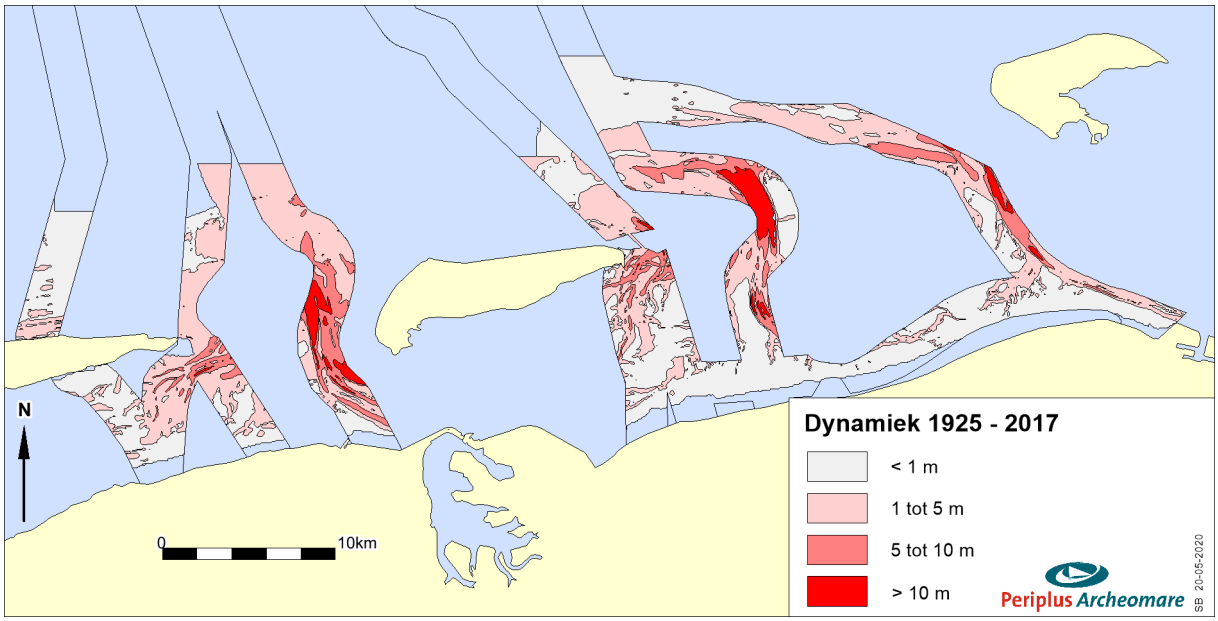
De diepte langs de verschillende tracéalternatieven varieert van 0 tot 33 meter ten opzichte van NAP. De gemiddeld diepte bedraagt 21.1 meter.



Afbeelding 4. Diepte langs de offshore tracé-alternatieven in meter ten opzichte van NAP.

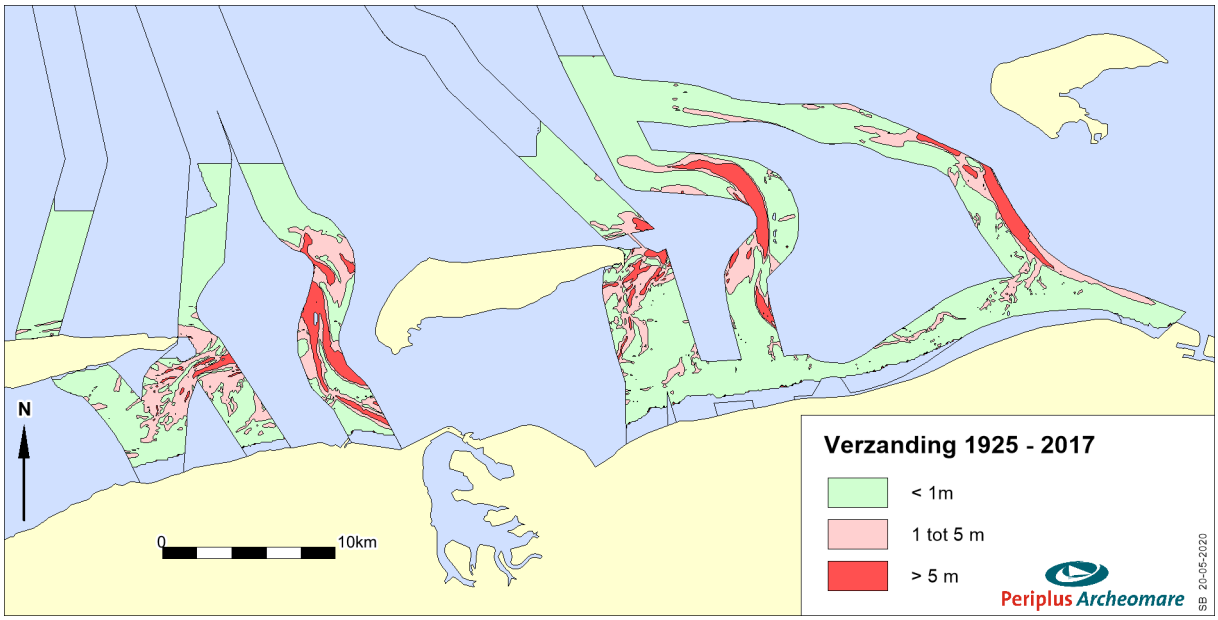
Voor het Waddenzeegebied is een model gemaakt dat de veranderingen in de tijd weergeeft.[5] In dit model zijn alle beschikbare historische en recente dieptemetingen verwerkt waardoor een beeld ontstaat van de dynamiek van het gebied.

[5] Manders et al., 2014



Afbeelding 5. Veranderingen in diepte in de periode 1925-2017

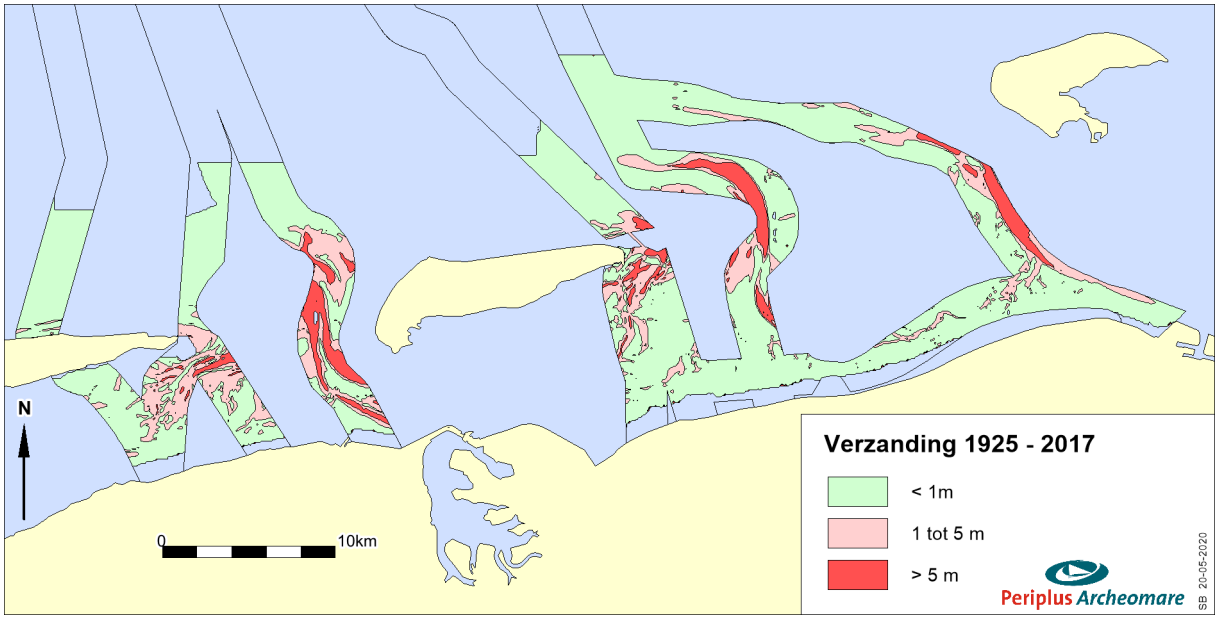
Bovenstaande afbeeldingen toont de veranderingen in de diepteligging van de waterbodem sinds 1925. De rode gebieden zijn het meest dynamisch waarbij verdieping of verzanding van meer dan 10 meter heeft plaatsgevonden. Op basis van het zelfde model kan ook een beeld worden gemaakt dat aangeeft welke gebieden voornamelijk verdiept zijn sinds 1925.



Afbeelding 6. Overzicht van de gebieden die verdiepen sinds 1925

De blauwe gebieden in bovenstaande afbeelding tonen de gebieden met maximale verdieping sinds 1925. In deze gebieden is de sedimentbedekking minimaal is ten opzichte van het referentievlak 1925. Dat betekent, dat in dit gebied eventueel aanwezige oudere wrakresten (van voor 1925) aan het bodemoppervlak kunnen liggen.

Omgekeerd is ook een model gemaakt dat aangeeft welke gebieden juist verzand zijn sinds 1925.



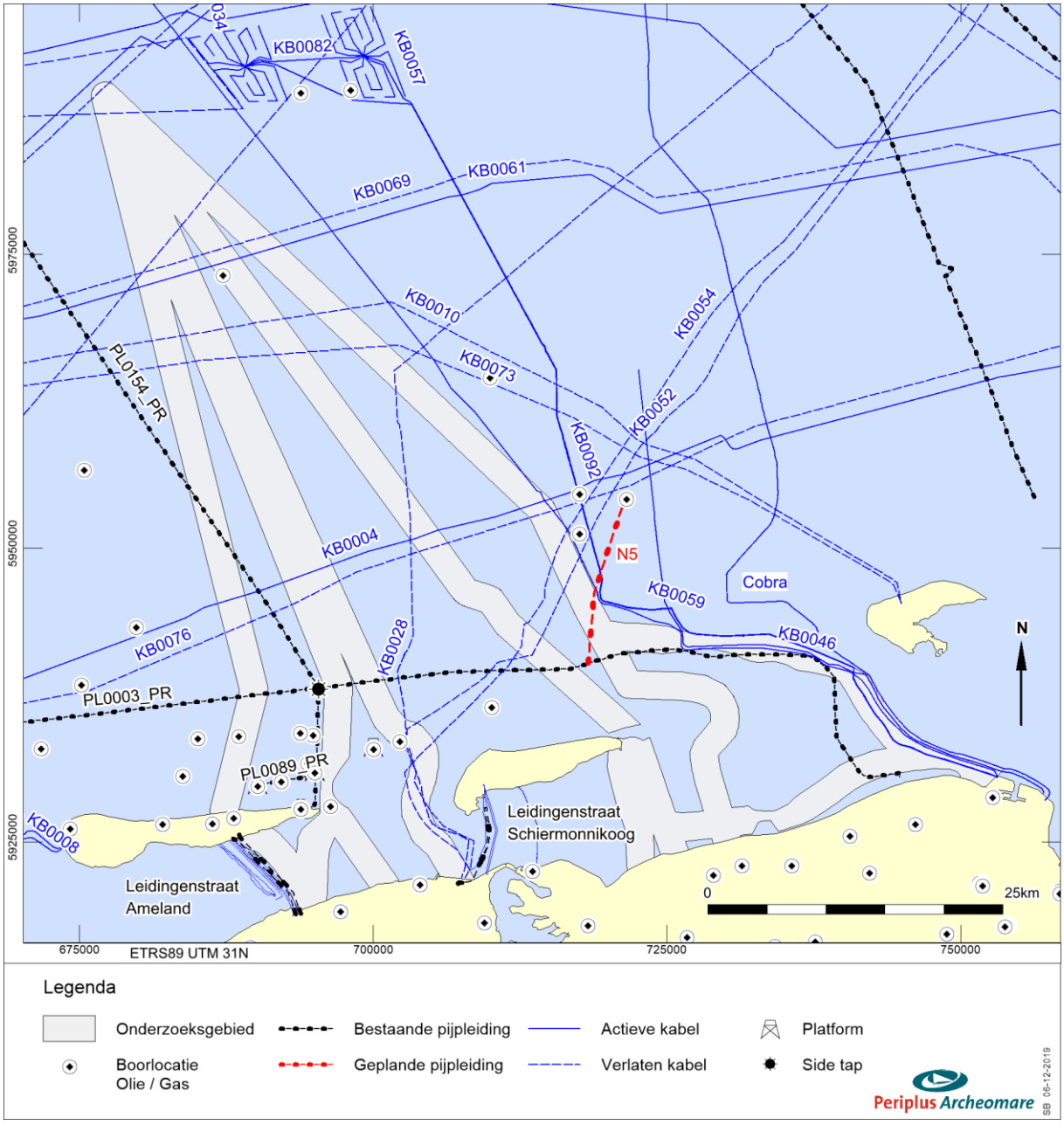
Afbeelding 7. Overzicht van de gebieden die verzand zijn sinds 1925

Voor de gebieden die verzand zijn (rood in bovenstaande afbeelding) geldt dat eventueel aanwezige archeologische waarden (van voor 1925) bedekt zijn door een (mobiele) zandlaag.

Kabels en leidingen

De tracéalternatieven worden gekruist door verschillende bestaande kabels en pijpleidingen. Een overzicht van de kruisende kabels en leidingen is weergegeven in onderstaande afbeelding en tabellen. De ligging van de kabels en leidingen zijn gebaseerd op de gegevens van Rijkswaterstaat (augustus 2019). *As Built* data van de operators van betreffende kabels en leidingen zijn niet opgevraagd.

Het komt vaak voor dat op zee buiten gebruik gestelde kabels (niet pijpleidingen) worden aangetroffen die niet in de Rijkswaterstaat database voorkomen.[6] Deze kabels worden tijdens de route survey met een of meer magnetometers opgespoord en in kaart gebracht.



Afbeelding 8. Bestaande kabels en leidingen

[6] Bron: TenneT.

Nr	Naam	Type	Methode	van	naar	Status
Cobra	Cobra kabel	Koper	Geploegd	Eemshaven (NL)	Endrup (DK)	Ingebruik
KB0004	TAT14 Segment J	Glasvezel	Geploegd	Katwijk (NL)	Norden (D)	Ingebruik
KB0010	Winterton - Borkum 1	Onbekend	-	Winterton (GB)	Borkum (D)	Verlaten
KB0028	Nederland - Denemarken 4	Coaxiaal	Geploegd	Anjum (NL)	Romo (DK)	Verlaten
KB0034	ODIN 1	Glasvezel	Geploegd	Egmond (NL)	Fano/Maade (DK)	Verlaten
KB0046	NORNED	Koper	-	Eemshaven (NL)	KP47	Ingebruik
KB0047	Tycom kabel	Glasvezel	-	Eemshaven	Engeland	Ingebruik
KB0052	Nederland - Denemarken 1	Coaxiaal	-	Oostmahorn (NL)	Romo (DK)	Verlaten
KB0054	Nederland - Denemarken 2	Coaxiaal	-	Oostmahorn (NL)	Romo (DK)	Verlaten
KB0056	Nederland - Denemarken 3	Coaxiaal	Geploegd	Maade (Terschelling)	Fano (DK)	Verlaten
KB0059	ZeeEnergie (vh GWS)	Koper	-	windpark ZeeEnergie	Eemshaven	Ingebruik
KB0061	Telecomkabel SEA-ME-WE 3 Segment 10.4	Glasvezel	Geploegd	Oostende (B)	Norden (D)	Ingebruik
KB0069	UK - Germany 5	Glasvezel	Geploegd	Winterton (GB)	Juist (D)	Verlaten
KB0073	UK - Germany 3	Coaxiaal	Surface Laid	Winterton (GB)	Borkum (D)	Verlaten
KB0076	Onbekend	Onbekend	-	Terschelling	Norden (D)	Verlaten
KB0092	Buitengaats (vh BARD)	Koper	-	windpark Buitengaats	Eemshaven	Ingebruik

Tabel 3. Overzicht van kruisende Electra- en telecomkabels

Nr	Operator	Stof	Diameter	Van	Naar	Status
N5	ONE-Dyas	Gas	onbekend	N5	NGT leiding	Gepland
PL0003_PR	Noordgastransport B.V.	Gas	36-inch	L10-AR	Uithuizen	Actief
PL0154_PR	Noordgastransport B.V.	Gas	18-inch	G17d-A	NGT leiding	Actief

Tabel 4. Overzicht van kruisende pijpleidingen

In de Waddenzee lopen leidingstraten naar Ameland en Schiermonnikoog. Alleen de gasleiding naar Schiermonnikoog valt (deels) binnen het onderzoeksgebied.

Op de locaties waar kabels en leidingen het onderzoeksgebied kruisen kan de bodem verstoord zijn door het ploegen van de kabel of de pijpleiding. In het algemeen is het zo, dat voorafgaand aan het installeren van een kabel of leiding de route corridor onderzocht is door middel van geofysische *surveys*, en de kabels en leidingen minimaal 100 meter van obstructies op de zeebodem (zoals wrakken) worden gelegd.

In het verleden zijn exploratieboringen naar olie en gas uitgevoerd in het onderzoeksgebied. Tijdens deze boringen wordt een boorplatform op locatie gepositioneerd (gespud) en een conductor tot 100 meter in de bodem geheid op de locatie van de boring. De boorlocaties binnen het onderzoeksgebied zijn opgenomen in tabel 5.

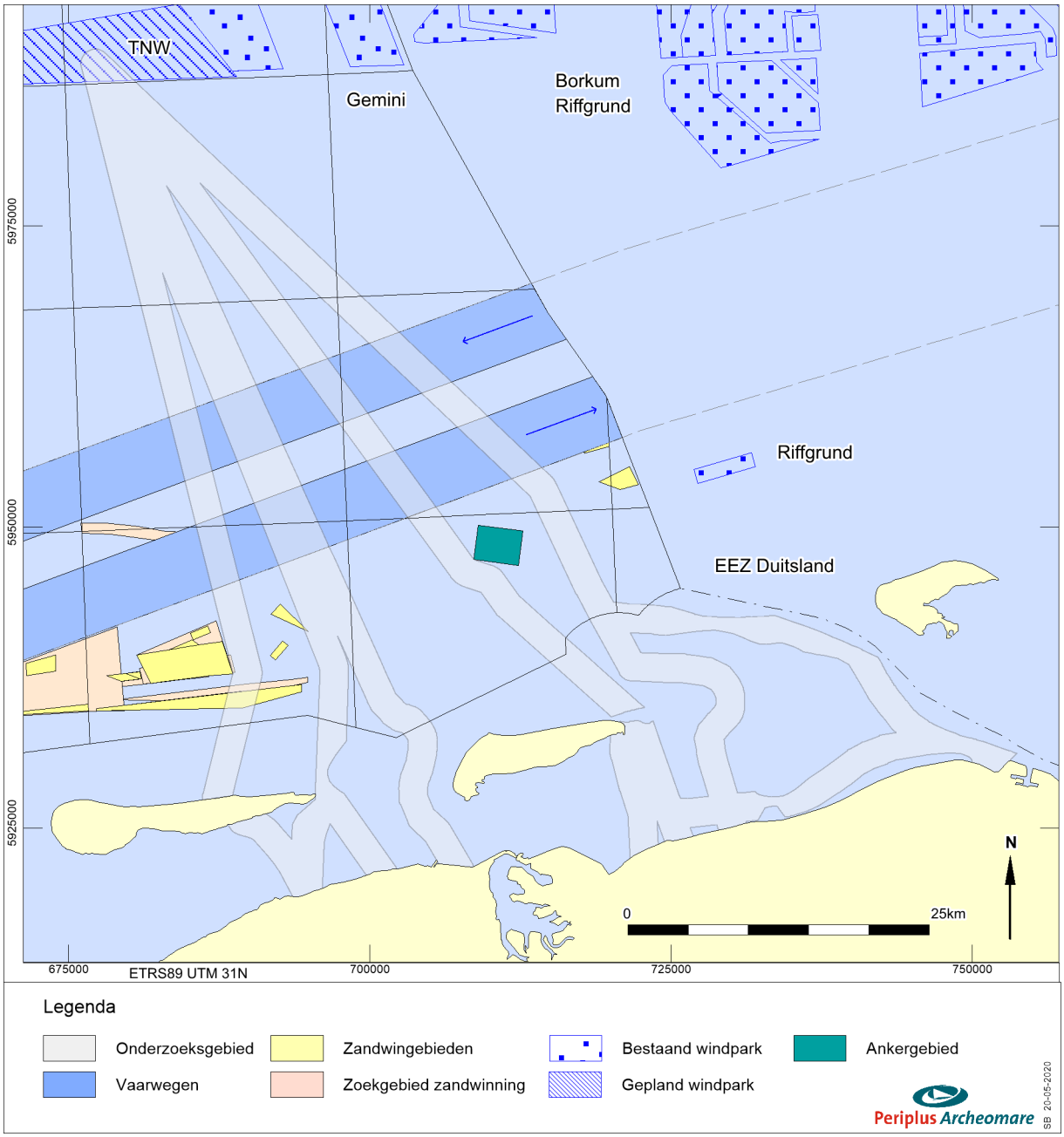
Boorgatcode	E	N	Startdatum	Einddatum	Status
AME-01	696401	5928196	25-04-64	12-07-64	Verlaten
M03-01	687274	5973395	05-10-91	24-12-91	Verlaten

Boorgatcode	E	N	Startdatum	Einddatum	Status
M09-03	688604	5934118	30-12-96	16-03-97	Verlaten
N07-01	702283	5933714	01-07-79	05-08-79	Verlaten

Tabel 5. Exploratieboringen in onderzoeksgebied

Overige infrastructuur

Naast de kabels en leidingen wordt het onderzoeksgebied gekruist door andere infrastructuur. Een overzicht is weergegeven in onderstaande afbeelding.

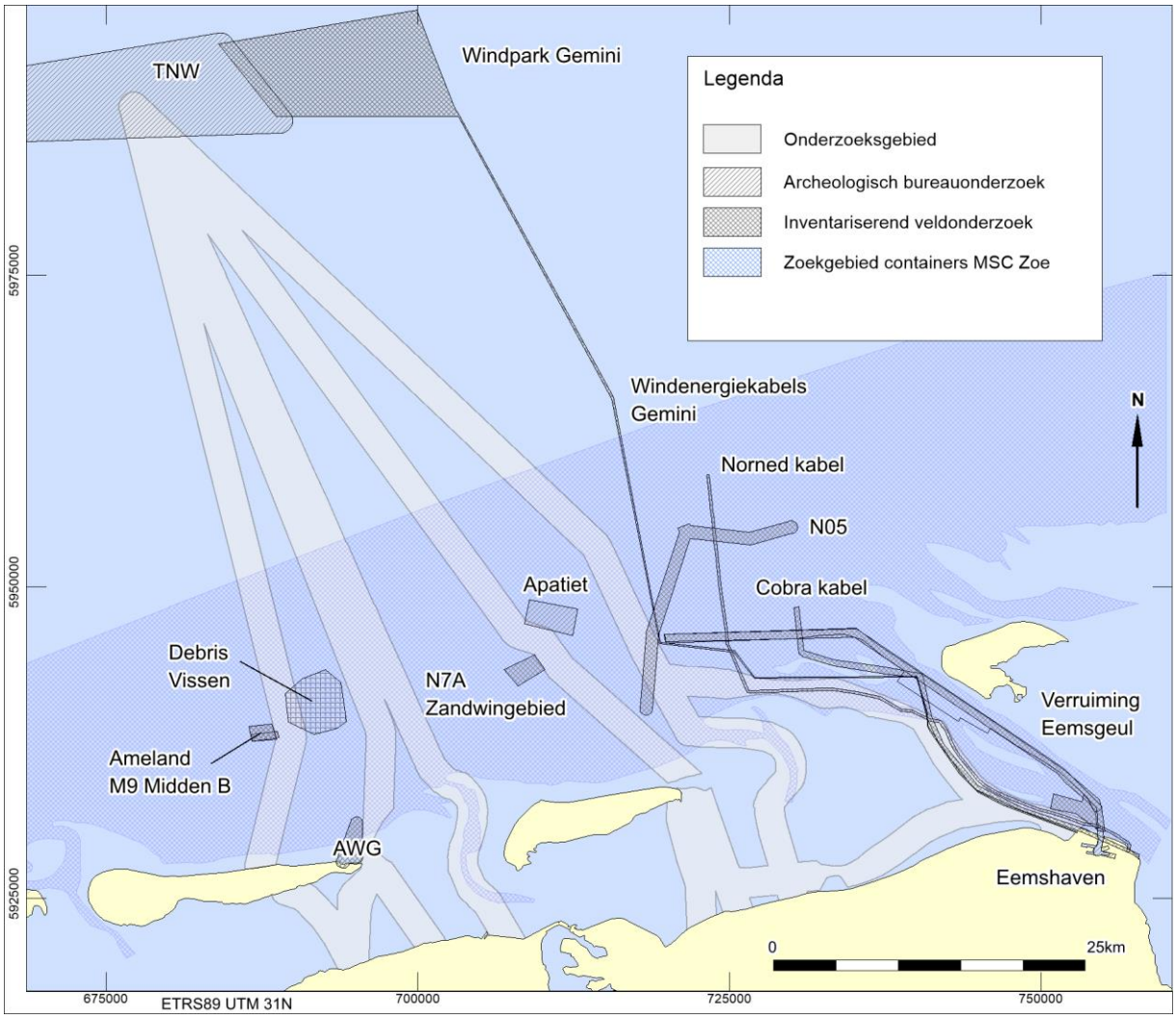


Afbeelding 9. Overige infrastructuur

De meest westelijke route variant (Burgum west) kruist het verlaten zandwingebied M9D. Door zandwinning in het verleden is de bodem hier verstoord.

Eerder uitgevoerde onderzoeken in het gebied

Een overzicht van de eerder uitgevoerde (archeologische) onderzoeken in het gebied is weergegeven in afbeelding 10. Deze bestaan uit bureauonderzoeken (BO) en Inventariserende Veldonderzoeken (IVO).



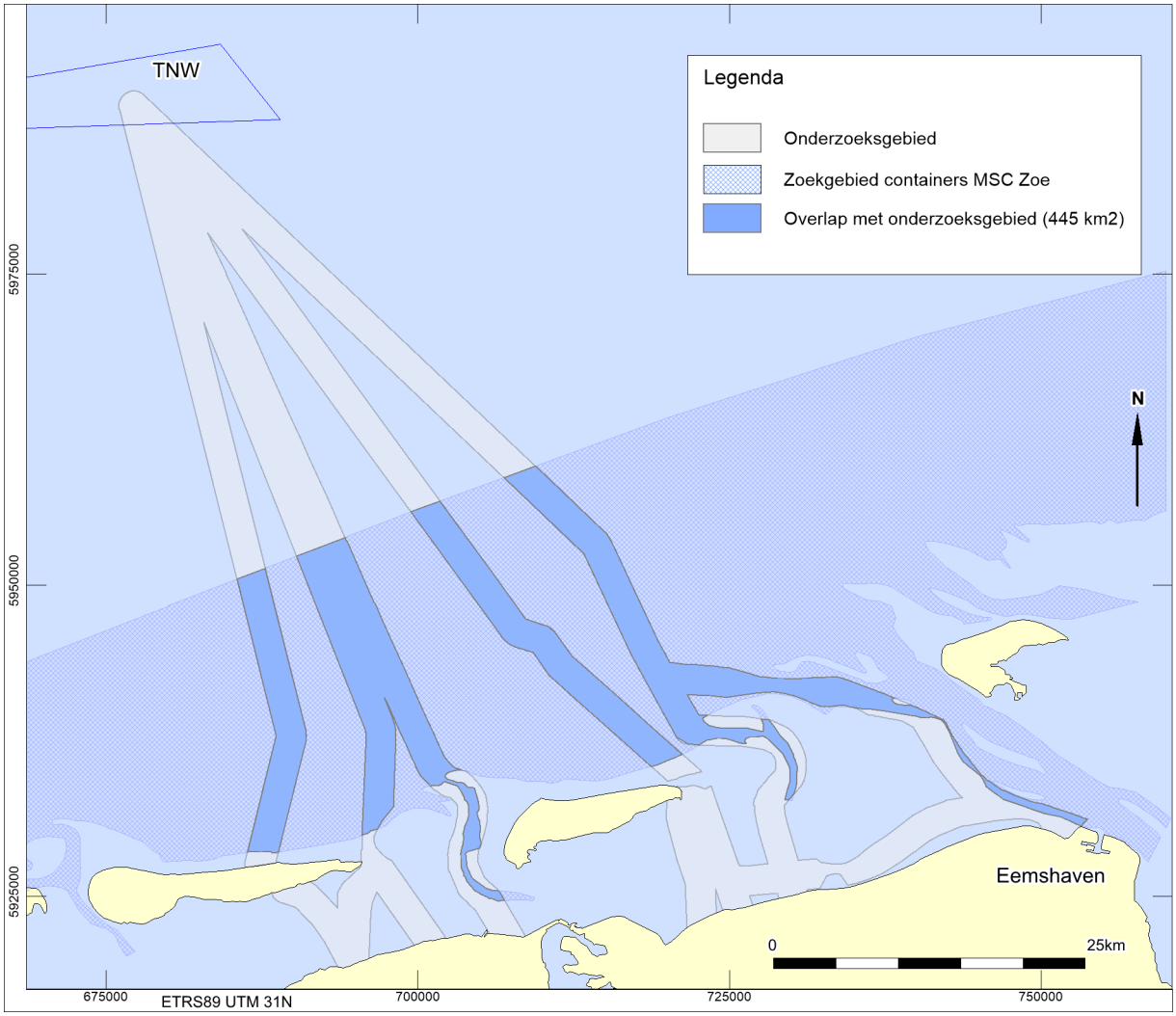
Afbeelding 10. Eerder uitgevoerde onderzoeken

Naam onderzoek	Type onderzoek	Jaar	Rapport
TNW	BO	2019	PPA
Windpark Gemini	BO / IVO	2015	Adede 2015
Windenergiekabels Gemini	BO / IVO	2015	Adede 2015
NorNed kabel	BO / IVO	2006	PPA 06A001
N05 route NGT	BO / IVO	2019	PPA 18A030-08
Cobra kabel	BO / IVO	2015	PPA 15A008-01
Verruiming Eemsgeul	BO / IVO	2015	PPA 15A037-01
Apatiet	BO	2018	PPA 18A039-02
AWG platform NAM	BO / IVO	2018	PPA-18A007-02
Ameland M9 Midden B	BO / IVO	2014	PPA 14A014-07
N7A Zandwingebied	BO / IVO	2019	V-4121
Debris vissen	Begeleiding	2019	PPA 19A008-02
Zoekgebied containers MSC Zoe	IVO	2020	-

Tabel 6. Overzicht van de eerder uitgevoerde archeologische onderzoeken in het gebied

De relevante resultaten van de verschillende onderzoeken worden besproken in paragraaf 2.5. Een verwijzing naar de rapporten van de onderzoeken is opgenomen in de referentielijst op pagina 68.

Project zoektocht verloren containers MSC Zoe.
In de nacht van 1 op 2 januari 2019 vielen er 342 containers overboord van het containerschip '*MSC Zoe*'. In de maanden daarop is een groot gebied (bijna 3300 km^2) vlakdekkend onderzocht met *side scan sonar* en/of *multibeam echosounder* om de verloren containers op te sporen.
Een deel (446 km^2) van dit zoekgebied overlapt met het onderhavige onderzoeksgebied, wat neerkomt op 38% van het totale onderzoeksgebied.



Afbeelding 11. Overlap onderzoeksgebied met zoekgebied MCS Zoe containers.

Behalve de resten van verloren containers zijn ook andere objecten op de zeebodem in kaart gebracht, waaronder bekende en onbekende scheepswrakken. Rijkswaterstaat heeft echter laten weten dat deze gegevens (nog) niet openbaar beschikbaar zijn.[7] Derhalve zijn deze gegevens ook niet meegenomen in dit bureauonderzoek.

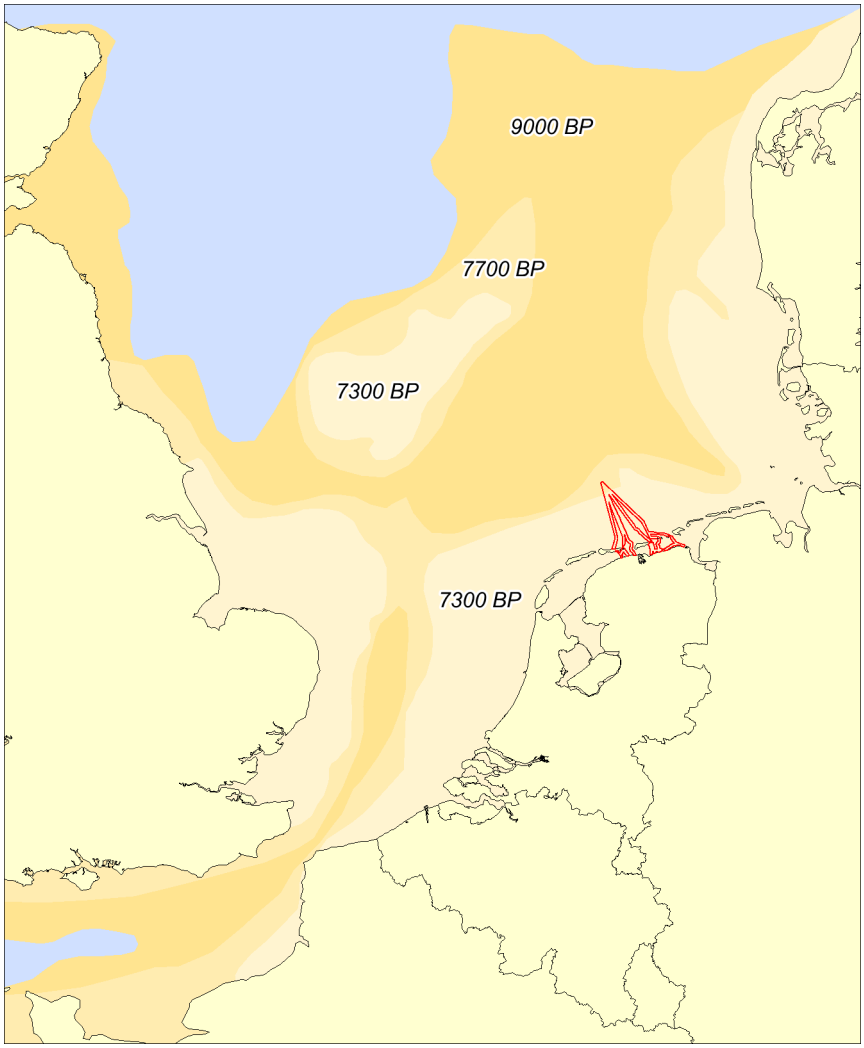
[7] Mededeling, Zeebodembeheerder Rijkswaterstaat Zee en Delta, 05-12-2019

2.3. Historische situatie en mogelijke verstoringen (LS03wb)

Prehistorische bewoning in het Noordzeebekken

Het Noordzeebekken vormde ca 12.000 jaar geleden een uitgestrekt dekzandlandschap met een toendraklimaat. Aan het eind van de laatste IJstijd (ca 11.500 jaar geleden) steeg de temperatuur en als gevolg daarvan smolten de noordelijke gletsjers. Door het vrijkomende water steeg de zeespiegel en raakte het Noordzeebekken geleidelijk opgevuld. De bewoners van het gebied moesten naar hoger gelegen gebieden vertrekken.[8]

Een voorbeeld van een hoger gelegen gebied is de Doggersbank in het noorden van het Nederlands Continentaal Plat. Restanten van het toendra-landschap en zijn bewoners worden regelmatig aangetroffen in de netten van vissers. Het bekendst zijn de vele fossielen die bij de Doggersbank zijn opgevist.



Afbeelding 12. Reconstructie van de historische kustlijnen in het Noordzeebekken.

De zeespiegelstijging ging samen met het verdrinken van oude landschappen. Deze landschappen zijn door middel van geofysische en geotechnische technieken in beeld gebracht. Recent is bijvoorbeeld op

[8] Gaffney e.a. 2005.

basis van seismische gegevens uit de olie industrie een prehistorisch landschap in beeld gebracht nabij de Engelse oostkust.[9]

De Waddenzee is ontstaan tussen 4000 en 3000 v. Chr.. Gedurende deze periode ontstonden ten noorden van de huidige Waddeneilanden enkele strandwallen. Door de stijgende zeespiegel verplaatsten de strandwallen zich naar het zuiden, richting het vaste land. Tussen het vaste land en de strandwallen ontstonden wadplaten die tijdens eb grotendeels droogvielen en onderstroomden bij vloed.

Sporen in het waddengebied uit de (proto-)historie

De bewoners van het waddengebied kregen rond het begin van de jaartelling te maken met de Romeinen. De Romeinse generaal Drusus voerde in 12 v. Chr. campagne in 'Germanica' (het huidige Duitsland) en onderwierp tijdens deze veldtocht ook de Friesen (Frisii), die zich zonder verdere tegenstand onderwierpen. De Romeinse bezetting van de Friese gebieden duurde tot het jaar 28 n. Chr., maar ook na de bezetting viel het gebied onder de Romeinse invloedssfeer. Mogelijk was de Romeinse vloot actief op de Waddenzee. Met de vloot voeren schepen mee die waren aangepast aan de omstandigheden van het waddengebied. Het betrof platbodems die waren uitgerust met zeilen, roeiriemen en stuurriemen aan de voor- en achterzijde. Deze platbodems zijn waarschijnlijk gebruikt om de rivieren en getijdengeulen op te varen, terwijl de grotere schepen in de monding van de Eems voor anker gingen.[10] Over de Waddeneilanden zijn uit de Romeinse tijd geen vermeldingen bekend.



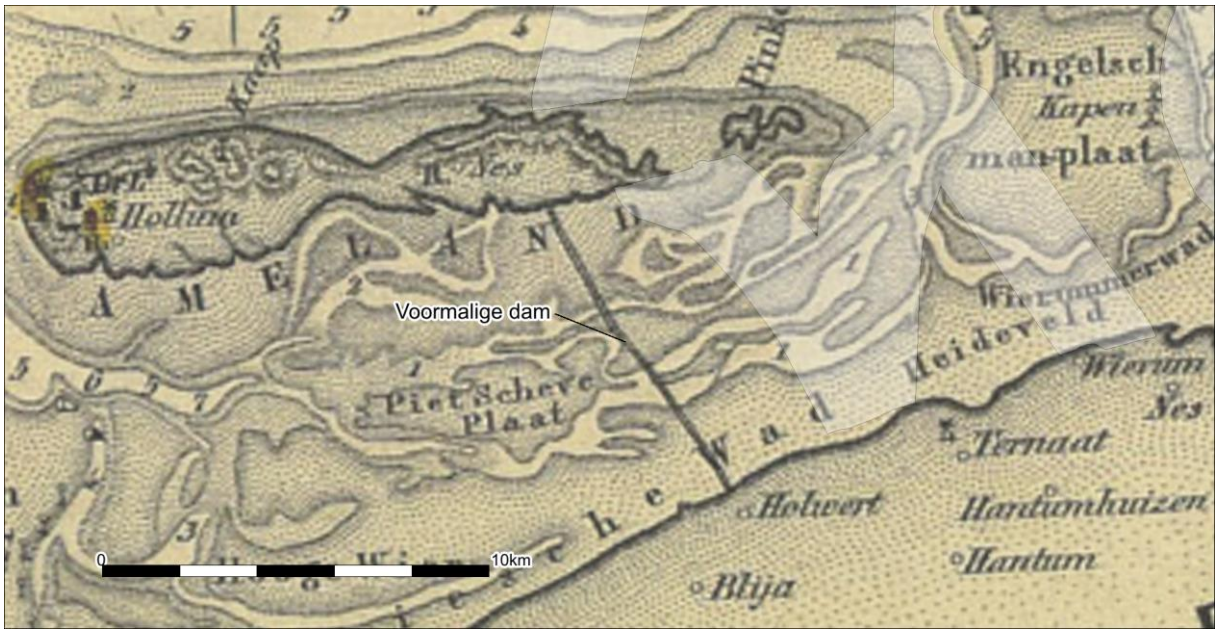
Afbeelding 13. De Waddeneilanden omstreeks 1568 met Heffesant en Bosch (A. Ortelius 1568)

[9] Zie het project 'North sea paleolandscapes' van de Universiteit van Birmingham.
[10] Rijksdienst voor het Cultureel Erfgoed, 2014

Ameland

Het eiland Ameland is voor het eerst vermeld in een kloostergeschrift van het klooster van Fulda (Duitsland), uit de 8ste eeuw n. Chr. Verdere historische berichten ontbreken tot het jaar 1396, toen de graaf van Holland poogde Friesland onze zijn gezag te brengen.[11] Hoewel 400 jaar aan historische bronnen ontbreekt was Ameland niet onbewoond in die periode. Het eiland bestond lang uit drie duincomplexen die onderling waren verboden door lagere strand vlaktes, welk onderliepen tijdens vloed. Vanaf de middeleeuwen ontstonden op de hoge zandgronden achter de beschermende duinencomplexen, kleine nederzettingen. Een aantal van deze nederzettingen, zoals Hollum, bestaan nog steeds.[12] Echter, dorpen als Sier of Oerd verdwenen in de 17de en 18de eeuw door zandverstuivingen en later door overstromingen. Volgens een gedenkpenning gevonden in 1825 bestond het dorp Oerd nog in 1584.[10]

Op de historische kaart van 1883 staat de voormalige dam van Holwerd naar Nes aangegeven, ten westen van het onderzoeksgebied. Deze dam is aangelegd tussen 1875 en 1878, maar opgegeven na schade door stormvloeden in 1882.



Afbeelding 14. De voormalige dam naar Ameland op de kaart van 1883 (Jacob Swart)

Schiermonnikoog

De eerste bewoners op het eiland waren cisterciënzers van het klooster Klaarkamp, welk een kloosterboerderij onderhielden. Zij waren vanaf de 12de eeuw tot 1580 aanwezig op het eiland.[11] In de 16de eeuw stond op het eiland een steenhuis, maar dit huis is in de golven verdwenen. Op historische kaarten vanaf de 16de eeuw is te zien dat het eiland veel kleiner is van omvang dan nu het geval is. Het eiland is sinds de 19de eeuw richting het oosten uitgebreid; het eiland 'loopt', het kalft af aan de westkant en breidt uit aan de oostkant. Op het oostelijke gedeelte van Schiermonnikoog is door middel van grondradaronderzoek mogelijke resten van het vergaande eiland Bosch aangetroffen op een diepte van 3 tot 5 meter.[13]

[11] Doedens & Houter, 2015
[12] Van Oosten, 1986
[13] Stichting verdronken Geschiedenis, 2006

Rottumeroog en Rottumerplaat

Rottumeroog behoorde in de 14de eeuw toe aan een tweetal kloosters. Het eiland was voor tweederde in het bezit van het benedictijnerklooster te Rottum de rest was voor het premonstratenzerklooster in De Marne. Beide kloosters gebruikte het eiland als grondgebied voor hun uithoven. In 1532 zou er op Rottumeroog een stenen huis hebben gestaan, tien jaar later waren dit er twee. Door de oostwaartse verplaatsing van het eiland zijn deze huizen in zee verdwenen.[14]

In de eerste helft van de 19de eeuw werden op de Kapersplaat, het huidige Rottumerplaat, meermaals door het water aangetaste kloostermoppen en kapotte dakpannen, evenals beenderen van mensen en dieren aangetroffen. Vermoedelijk gaat het hier om restanten van het 16de-eeuwse Rottumeroog.[14] Daarnaast is tijdens een survey op Rottumerplaat in 2014 is een randscherf van plantaardig gemagerd aardewerk van het type Taayke Gw5c gevonden daterend van 250 v. Chr. tot 70 n. Chr.[15]

Zandplaten: Engelsmanplaat, Het Rif, Simonszand en Zuiderduintjes

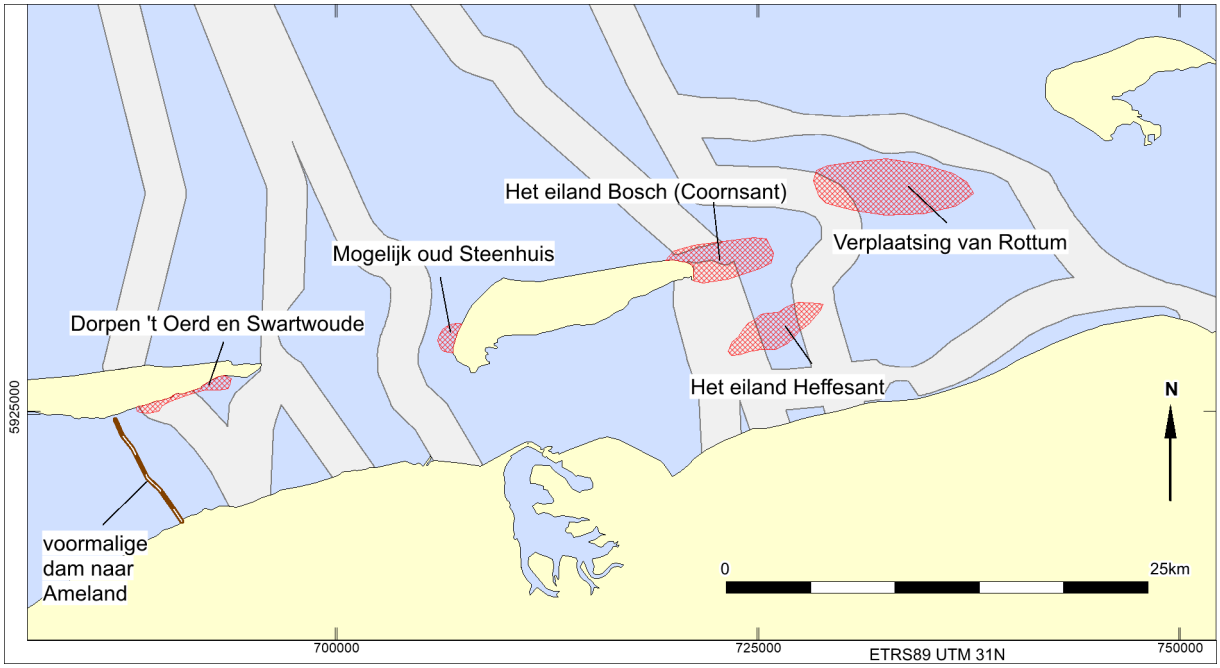
De Engelsmanplaat is een zandplaat van nog geen vierkante kilometer groot. De Engelsmanplaat is weliswaar nooit bewoond geweest, maar werd wel bezocht voor het verzamelen van schelpen, om er te jutten en om eieren te zoeken. De plaat heeft zijn naam mogelijk de danken aan Feye Willems Engelsman, die in 1708 op de plaat strandde. De resten van het wrak zijn nog steeds zichtbaar. Ten noorden van Engelsmanplaat ligt Het Rif. Nabij deze Zandplaat is na de Tweede Wereldoorlog Duitse munitie afkomstig uit bunkers op Schiermonnikoog in zee gestort. Beide platen liggen tussen Ameland en Schiermonnikoog in. Op Simonszand en op Zuiderduintjes, tussen Schiermonnikoog en Rottumerplaat zijn geen archeologische of historische waardes bekend.[14]

Verdronken eilanden: Bosch of Coornsant en Heffesant

Het eiland Bosch lag tussen Schiermonnikoog en Rottumeroog. De Cisterciënzerabdij van Aduard had vanaf de 13de eeuw invloed op Bosch. Zij gebruikte het eiland als locatie voor hun uithoven tot in het 1530.[16] In 1535 is in een huurcontract vermeld dat op Bosch een strandvoogd aanwezig is. De strandvoogden waren de enige bewoners van het eiland tot de Kerstvloed van 1717. Deze zorgde dat bewoning op het eiland onmogelijk werd. Vervolgens verdween het eiland langzaam van de kaart. Recent zijn mogelijke resten van het eiland aangetroffen onder Schiermonnikoog.[17]

In het begin van de 16de eeuw lag ten zuiden van Bosch ook nog het eilandje Heffesant. Dit eilandje werd gebruikt om schapen te weiden. Heffesant, wat eigendom was van dezelfde abdij als Bosch, verdween waarschijnlijk na de Allerheiligenvloed van 1570.[18]

[14] Rijksdienst voor het Cultureel Erfgoed, 2014
[15] Essink *et al.*, 2014
[16] Doedens & Houter, 2015
[17] Stichting verdronken Geschiedenis, 2006
[18] Vries, 2016



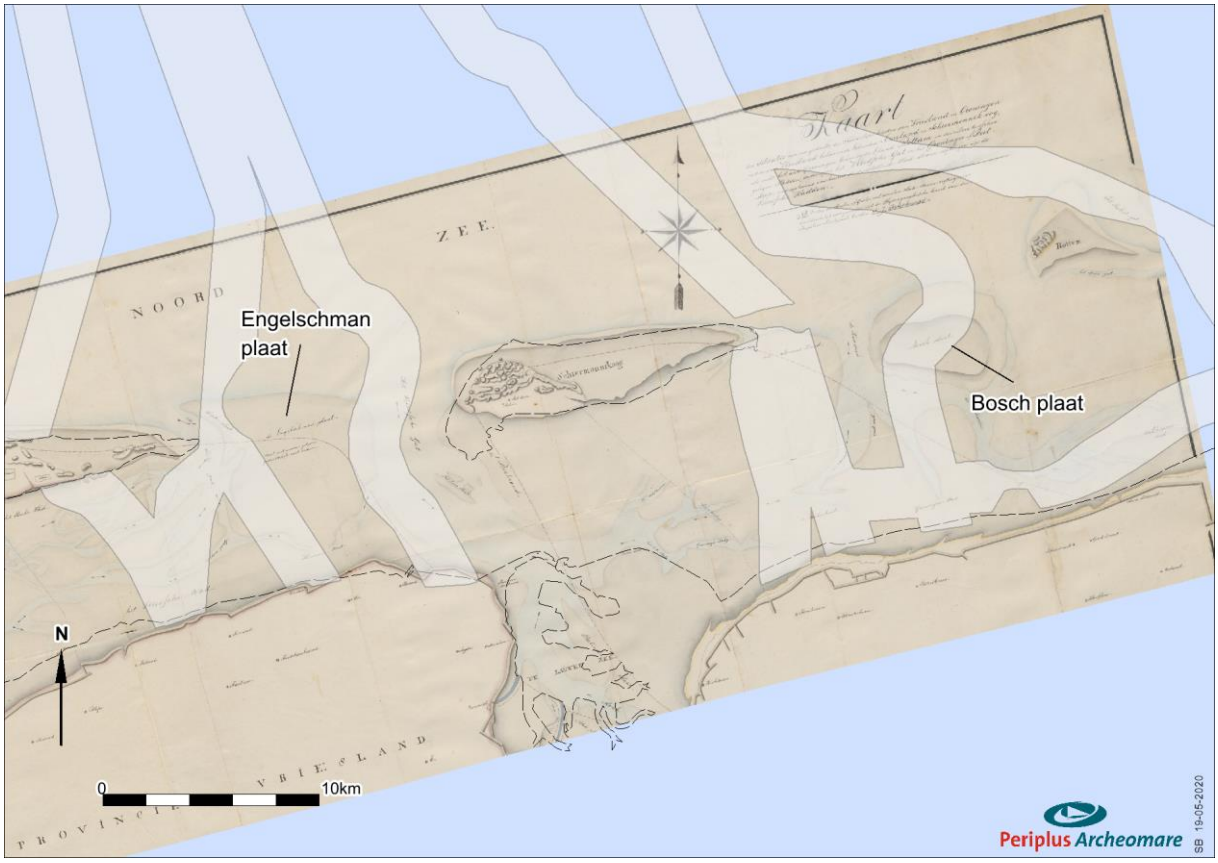
Afbeelding 15. Gebieden met mogelijke resten van Middeleeuwse bewoningsresten

Scheepvaart

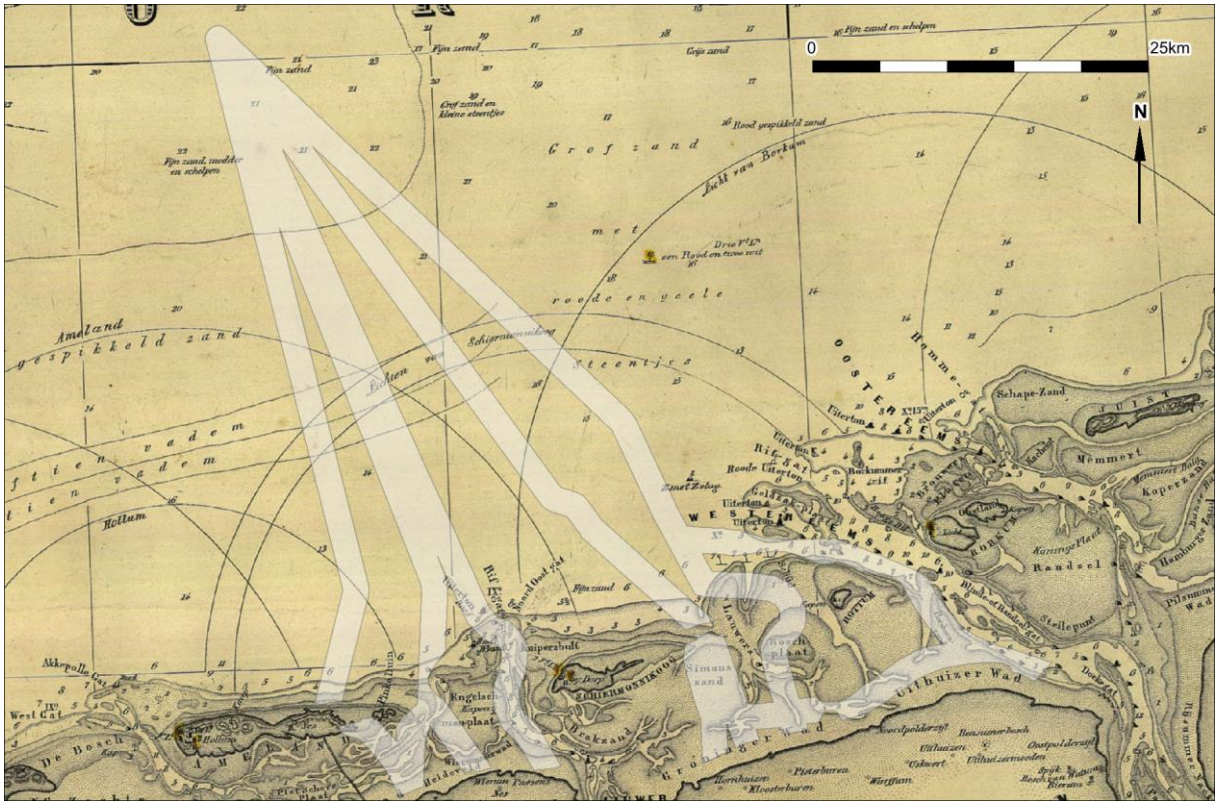
De vroegste en meest concrete aanwijzingen voor scheepvaart op de Noordzee dateren vanaf de Bronstijd.[19] Het gaat dan wel om indirecte gegevens. Het zijn in Nederland gevonden bronzen voorwerpen die als grafgiften zijn meegegeven aan de doden. Van enkele van deze voorwerpen kan op basis van stijl gesteld worden dat ze Brits zijn en per schip overgebracht naar het continent. Vanaf de eerste contacten in de Bronstijd is sprake van een intensivering van de scheepvaart op de Noordzee met enkele historisch goed gedocumenteerde pieken. Gedurende de Romeinse tijd geldt de Noordzee en in het bijzonder het Kanaal als verbindingsbrug voor het imperium. Vanaf de vroege Middeleeuwen ontstaan machtscentra langs de kust van de Noordzee.[20] Deze waren georiënteerd op de Noordzee en scheepvaart, handel en overzeese contacten speelden daarbij een centrale rol. Verder moeten in dit verband ook de raids (plundertochten) van de Vikingen genoemd worden.

Vanaf de Late Middeleeuwen en de Nieuwe tijd waren de internationale handel en de scheepsbouw dermate ontwikkeld dat de Noordzee een opstap vormde voor wereldwijde vaarroutes. Gezien een aantal rijke terpen en wierden in Groningen en een relatief arm achterland mag worden verwacht dat handel in deze periode veelal per schip plaatsvond. De scheepvaartgeschiedenis is in hoofdlijnen met vele bekende en tot op heden onbekende schipbreuken samengegaan. Scheepswrakken vormen de sporen van het maritieme verleden en deze kunnen onder gunstige conserveringsomstandigheden in de waterbodem bewaard zijn gebleven.

[19] Maarleveld en Van Ginkel 1990, 42-44.
[20] Kramer e.a. 2003; Cunliffe 2001, 484-488.



Afbeelding 16. Het onderzoeksgebied op een historische kaart oostelijke Waddenzee (1848)



Afbeelding 17. Ligging van het onderzoeksgebied op historische kaart 1883 (Jacob Swart).

Vliegtuigwrakken

In totaal stortten tijdens de oorlogsjaren meer dan 5000 vliegtuigen neer in Nederland.[21] Verschillende bronnen zijn niet eenduidig over het aantal vliegtuigen dat nog in het Noordzeegebied vermist wordt. Bekend is wel dat het gaat om honderden vliegtuigen.[22]

Gezien de oorlogshandelingen die hebben plaatsgevonden kunnen ook in het plangebied vliegtuigwrakken voorkomen. Tijdens de impact kunnen zware onderdelen van het vliegtuig (zoals de motor) diep in de bodem doordringen. Op land en in het Waddengebied zijn dergelijke onderdelen meters onder het maaiveld teruggevonden. Door de grote waterdiepte (meer dan 10 meter) in het grootste deel van het onderzoeksgebied mag worden aangenomen dat een gevechtsvliegtuig tijdens zijn crash sterk door het water wordt afgeremd, waardoor het op, en niet in de waterbodem beland. Migrerende zandgolven kunnen een wrak later afdekken. Door de geringe dikte van de zandige toplaag in het plangebied wordt verwacht dat eventuele grotere onderdelen op de bodem liggen of uit de bodem steken.

Bekende verstoringen in het plangebied

Het onderzoeksgebied wordt doorkruist door verschillende kabels en pijpleidingen (zie paragraaf 2.3). De kabels en pijpleidingen zijn geploegd aangelegd waarbij de bodem verstoord is. Visserij met sleepnetten kan hebben geleid tot verstoring van de toplaag van de bodem. Dit is vooral van belang voor eventuele archeologische resten, zoals uit de bodem stekende wrakdelen, die aan deze netten kunnen blijven haken.

2.4. Landschappelijke ontwikkeling (LS04wb)

Pleistoceen

Elsterien[23]

Tijdens de Elsterien ijstijd, 475.000 tot 410.000 jaar geleden, wordt het noorden van Nederland voor het eerst met ijs bedekt. Het ijs reikt tijdens tot de lijn Den Helder – Lemmer – Stadskanaal. In tegenstelling tot de latere Saalien ijstijd wordt vrijwel geen keileem afgezet. Met uitzondering van enkele plaatsen in de huidige Noordzee worden ook geen stuwwallen gevormd. Tijdens de afvoer van smeltwater onder de ijskap ontstaan diepe noord-zuid gerichte geulen. Deze zogenoemde tunneldalen zijn in de ondergrond van de Noordzee, Noord-Nederland en Noord-Duitsland teruggevonden. De lengte van deze geulen van twintig tot honderd kilometer; de breedte van drie tot vijf kilometer. De diepte van de geulen ligt meestal tussen honderd en driehonderd meter. De tunneldalen zijn opgevuld met slecht gesorteerd zand. Wanneer de af te voeren hoeveelheid smeltwater afneemt wordt fijnkorrelig sediment in de vorm van fijn zand, leem en klei afgezet. De kleilagen aan top zijn tot tientallen meters dik en zijn bekend potklei. De tunneldalopvullingen van zand en klei worden tot de Formatie van Peelo gerekend.

Na het afsmelten van de *Elsterien* ijskap voert de Rijn smeltwater via een noordelijke route door het westelijke deel van het onderzoeksgebied naar de Noordzee. In delen van het onderzoeksgebied wordt bont zand en klei afgezet. De rivierafzettingen behoren tot het Laagpakket van Tynje binnen de Urk Formatie.

[21] Bron: NOS Journaal, 01-05-2016.
[22] Nederlandse Federatie voor Luchtvaart Archeologie, NFLA.
[23] paragraaf samengevat uit Meijles 2015.

Saalien

Tijdens de voorlaatste ijstijd, het *Saalien* (240.000 tot 130.000 jaar geleden), breidt het landijs zich vanuit Scandinavië uit over het noorden van Nederland uit. Rond 150.000 v. Chr. bereikt het landijs zijn maximale uitbreiding. Het ijsfront stagneert op de lijn IJmuiden - Amsterdam - Utrecht - Nijmegen. De eerder gevormde stuwwallen van Texel, Wieringen en Gaasterland zijn tijdens de uitbreiding van het ijs 'overreden'. De glaciale afzettingen vormen de *Formatie van Drenthe*.

Eemien

Na het *Saalien* volgt het *Eemien* (*interglaciaal* 130.000 tot 115.000 jaar geleden). Door de sterke opwarming van het klimaat en de daarmee samenhangende stijging van de zeespiegel ontstaat een binnenzee die het grootste deel van Noord-Holland, het huidige IJsselmeer en de Noordoost-polders beslaat. Op de overgang van het *Eemien* naar het *Weichselien* ontstonden tijdens regressie van de Eem zee lagunes en meren in de glaciale bekkens. In de meren werden brak- en zoetwaterkleien afgezet die apart geclassificeerd als het *Brown Bank Laagpakket* binnen de *Eem Formatie*.

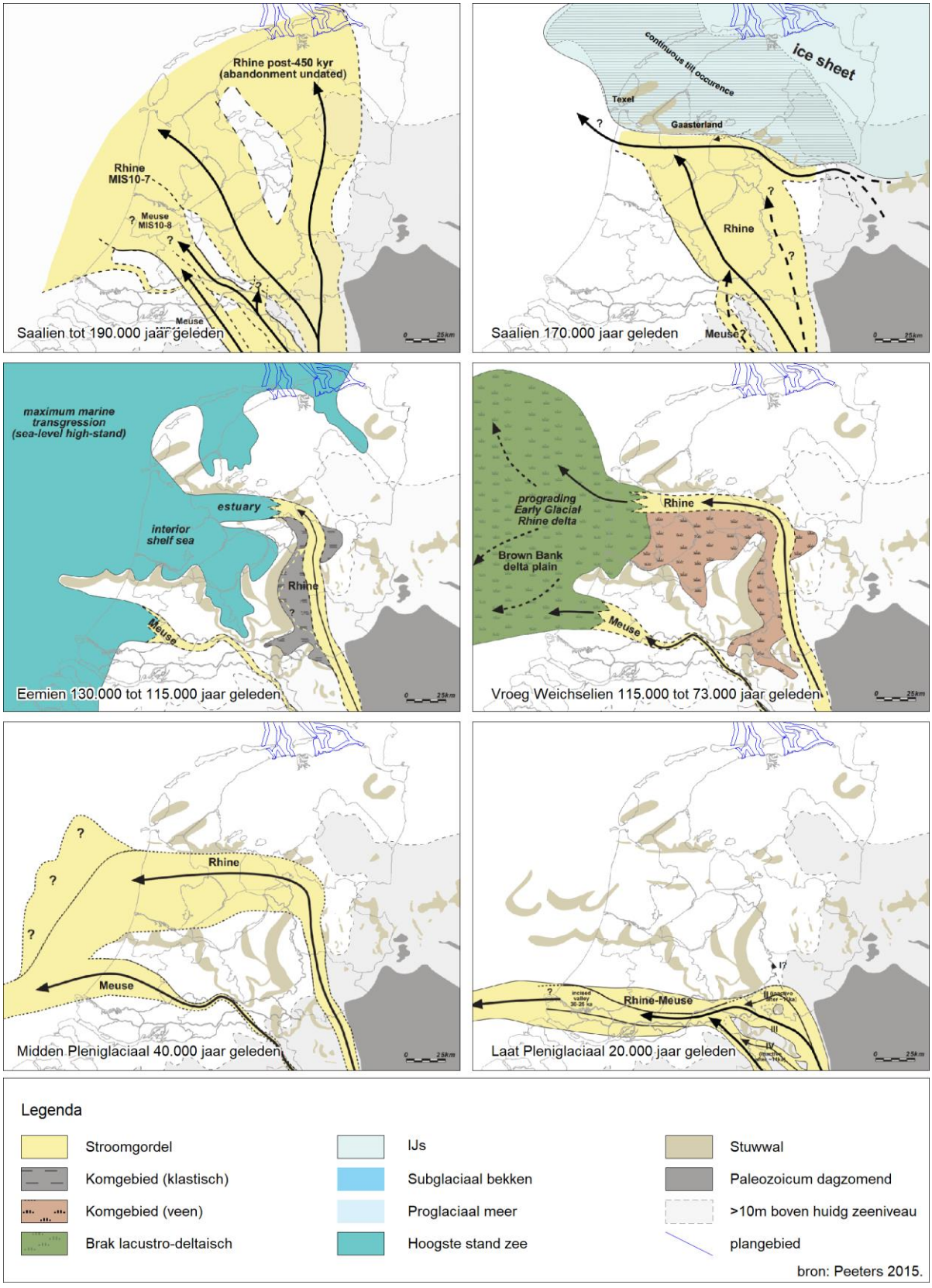
Weichselien

Tijdens de laatste koude periode van het *Pleistoceen*, het *Weichselien* (115.000 tot 12.000 jaar geleden), de rand van het landijs ten noorden van Nederland, ter hoogte van Denemarken, Noord-Duitsland en Polen. Tijdens het Eemien en Vroeg-Weichselien stroom de Rijn via het dal van de IJssel en Overijsselse Vecht naar de delta.

Tijdens het Midden *Weichselien* (*Pleniglaciaal* 73.000 tot 15.000 jaar geleden) is de ondergrond permanent bevroren. De poolijskappen breiden zich uit, waardoor de zeespiegel daalt en een groot deel van de Noordzee droog valt. De loop van de Rijn verlegt zich naar het zuiden van het land. Door de extreme koude en weinig neerslag ontstaat een poolwoestijn met geringe vegetatie. De wind heeft vrij spel, waardoor het zand van de zeebodem verstuift en als een laag zand over het land afgezet. De laag zand (*dekzand*) vormt een geaccidenteerd landschap met duinen, ruggen en dalen. Het dekzand behoort tot het Laagpakket van Wierden binnen de Formatie van Boxtel.

Aan het eind van het Weichselien warmde het klimaat kortstondig op. Tijdens het relatief warme *Allerød interstadiaal* ontwikkelde zich een landschap met berken- en dennenbossen.[24] In de top van het dekzand trad bodemvorming op. De *Allerød*-bodems worden gekenmerkt door de aanwezigheid van houtskool en bioturbatie in de vorm van graafgangen van kevers. Lateraal kunnen de bodems overgaan in dunne veenlagen. De *Allerød* bodems zijn vaak afgedekt door goed gesorteerd fijnkorrelig dekzand. De top van de Formatie van Boxtel ligt in het onderzoeksgebied op diepten variërend van 5 mLAT langs de noordrand van het vasteland van Friesland (zuidwesthoek onderzoeksgebied) tot meer dan 20m LAT ter plaatse van het geplande windpark Ten Noorden van de Wadden.

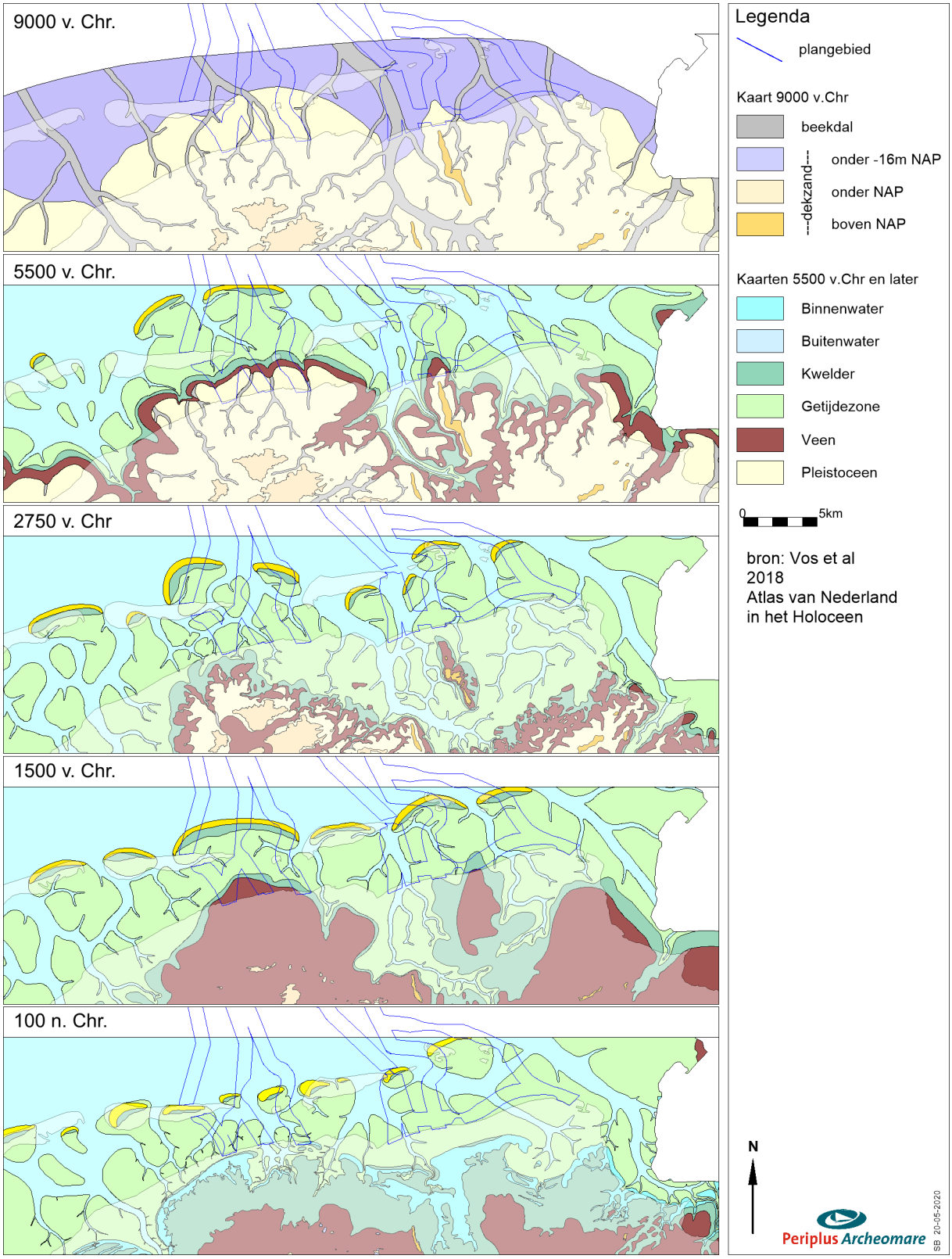
[24] Allerød: interstadiaal, circa 14.000 tot 13.000 jaar geleden.



Afbeelding 18. Landschappelijke ontwikkeling tijdens het Pleistoceen (naar: Peeters 2015)

Holoceen

De landschappelijke ontwikkeling tijdens het *Holoceen* wordt geschetst aan de hand van paleogeografische kaarten uit de atlas van Nederland in het Holoceen (zie onderstaande afbeelding).



Afbeelding 19. Landschappelijke ontwikkeling tot de Romeinse tijd (naar: Vos et al, 2018)

Rond 9000 v. Chr. staat de zeespiegel op -50 mNAP. Het maaiveld loopt van zuid naar noord af; van 0m NAP ten zuidoosten van het plangebied naar niveaus onder -16 mNAP ter hoogte van het huidige Ameland. Beken wateren hierdoor naar het noorden af. Door de opwarming en vernatting van het klimaat in het *Holoceen* stijgt de zeespiegel. Op land ontwikkelt zich en een vegetatiedek en in de top van het mineraalarme dekzand treedt bodemvorming op. In de hogere delen van het landschap (buiten de beekdalen) gaat het vaak om goed ontwikkelde podzolbodems. De kustlijn van de Noordzee migreert landinwaarts en langs de randen van het verkleinende dekzandareaal ontwikkelt zich kustveen. De relatief hoge gebiedsdelen in de Kop van Noord-Holland, het westelijke Waddengebied en het westelijke deel van Friesland blijven lange tijd gespaard van een directe *mariene* invloed.

Rond 5500 v. Chr. zijn de condities in het plangebied zo nat geworden dat ook hier veen wordt afgezet (zie afbeelding 19). Het veen wordt geclassificeerd als de Basisveen Laag binnen de Formatie van Nieuwkoop. Op basis van boorgegevens uit de DINO-database en geologische modellen van GeoTOP mag geconcludeerd worden dat de Basisveen Laag plaatselijk is gebleven (zie volgende paragraaf Geologische gegevens).

De Basisveen Laag is afgedekt door getijdenafzettingen, die bestaan uit kalkrijke sterk siltige en zandige klei met dunne zandlaagjes en zand met kleilaagjes. Dunne laagjes schelpengruis en detritus kunnen voorkomen. Deze getijdenafzettingen maken deel uit van het Laagpakket van Wormer binnen de Formatie van Naaldwijk.

Rond 2750 v. Chr. heeft het getijdengebied zich verder zuidwaarts uitgebreid. Door de doorgaande stijging van de zeespiegel heeft het veenlandschap plaats gemaakt voor kwelders en later wadden.

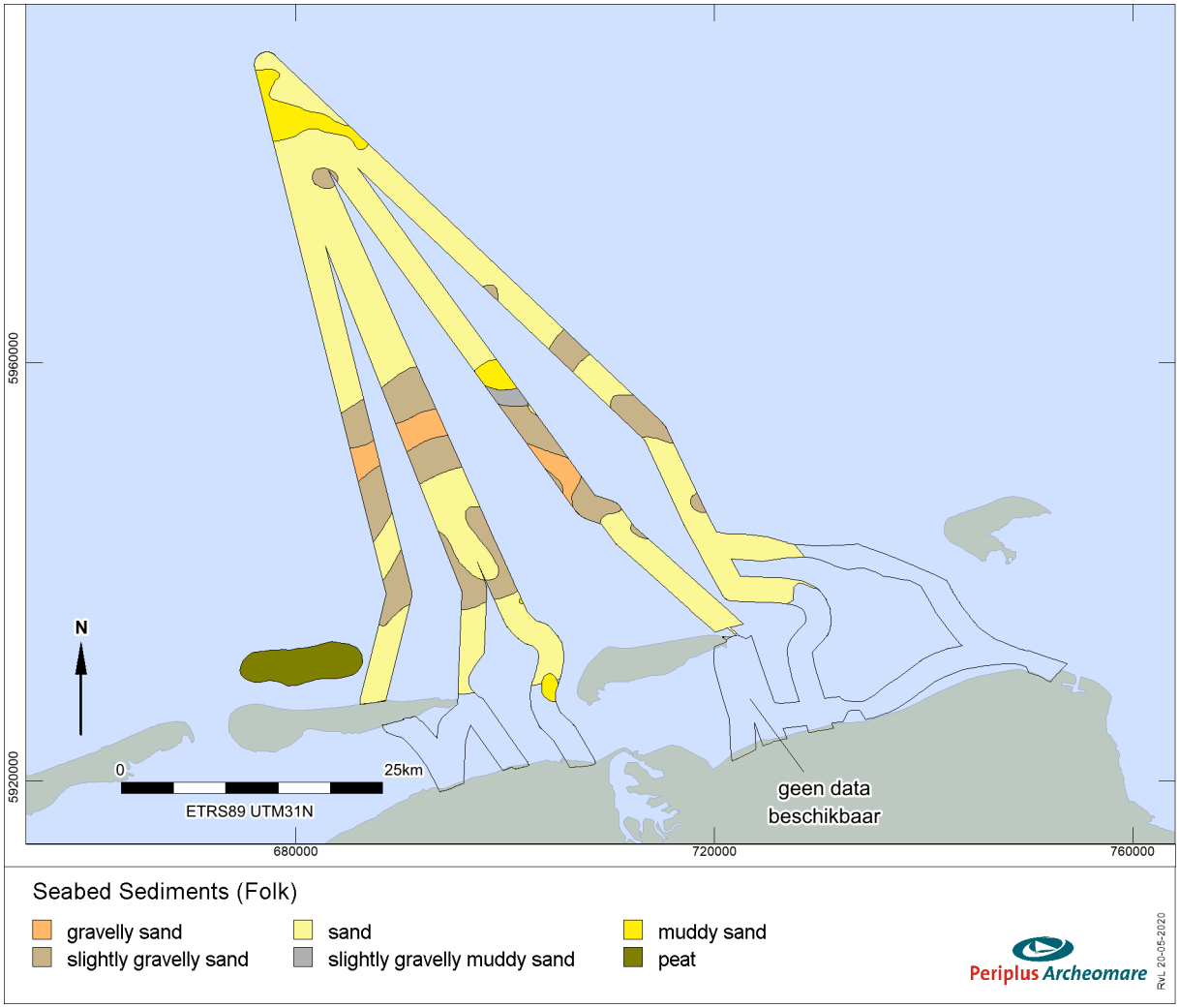
Doordat de zeespiegelstijging afneemt en de zeegaten tussen de strandwallen kleiner worden vindt rond 1500 v. Chr. opnieuw afzetting van veen plaats. Dit is ook het geval in het zuidwestelijke deel van het onderzoeksgebied. Het waddengebied blijft tot op de dag van vandaag in stand. Wel is het zo dat getijdengeulen migreren en de ligging van de Waddeneilanden en de wadplaten verandert. De aanleg van de Afsluitdijk in 1932 draagt bij aan de verlegging van de geulen.

In gebieden waar de Basisveen Laag aanwezig is wordt de kans op het aantreffen van een intact dekzandlandschap het grootst geacht. Ook in gebieden waar de Basisveen Laag ontbreekt, kan het dekzandlandschap met eventuele archeologische resten bewaard zijn gebleven.

2.5. Geologische gegevens (LS04wb)

De archeologische verwachting voor prehistorische resten is sterk gerelateerd aan de *geogenese* van het plangebied. De *geogenese* kan worden herleid uit de aanwezige *lithostratigrafische* eenheden, de aard van laaggrenzen (erosief versus non-erosief) en fenomenen die wijzen op bodemvorming in de sedimenten. Daarom vormen geofysische en geologische data een belangrijke bron om vragen met betrekking tot de aard, diepteligging, voorkomen, gaafheid en conservering van te verwachten archeologische resten in het plangebied te beantwoorden.

De zeebodem binnen de tracéalternatieven bestaat uit zand met plaatselijk een bijmenging van grind, silt of klei (zie onderstaande afbeelding). De Geologische Overzichtkaart van Nederland is gerelateerd aan de sedimenten die op land en op zee ontsloten zijn.



Afbeelding 20. Oppervlaktesedimenten (naar: Laban 2004)

De dagzomende sedimenten zijn op de Geologische Overzichtskaart ingedeeld in lithostratigrafische eenheden.[25] Afbeelding 21 geeft een overzicht van de eenheden die in het onderzoeksgebied zijn gekarteerd.

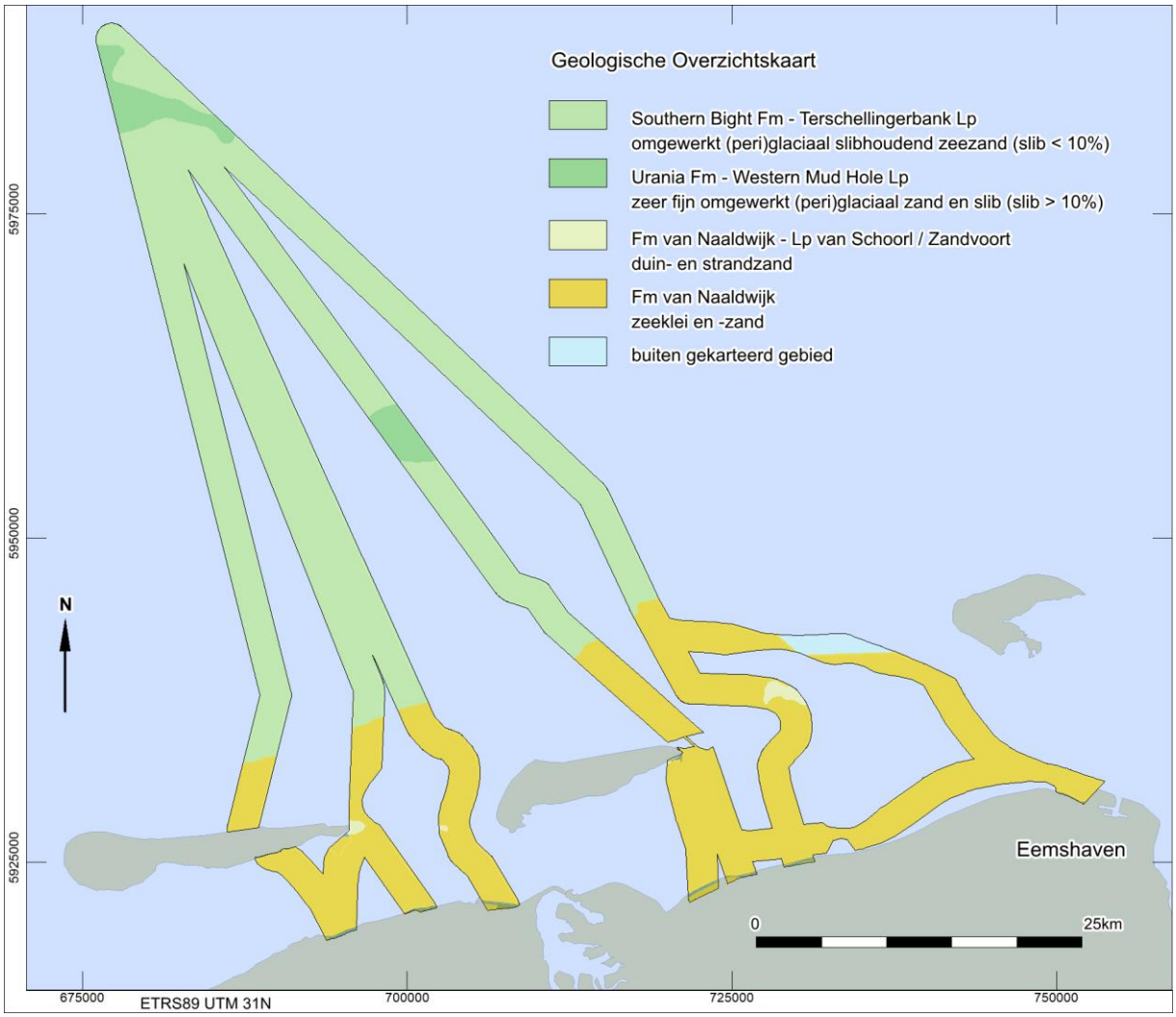
De voorkomens van 'muddy sand' en 'slightly gravelly muddy sand' bestaan uit zeer fijn omgewerkt (peri-) glaciaal zand en meer dan 10% slib. Het slib bestaat uit bestanddelen kleiner dan 64µm, ofwel silt en klei. Deze fijn-klastische afzettingen worden tot het Western Mud Hole Laagpakket binnen de Urania Formatie gerekend.

De voorkomens van 'gravelly sand', 'slightly gravelly sand' en 'sand' bestaan eveneens uit omgewerkt (peri-) glaciaal zand. Het zand is grover dan dat van het Western Mud Hole Laagpakket en de bijmenging van silt en klei is minder dan 10%. Deze zandige afzettingen worden tot het Terschellingerbank Laagpakket binnen de Southern Bight Formatie gerekend.

De afzettingen van zand en klei in het Waddengebied en de afzettingen van zand direct ten noorden van de Waddeneilanden wordt tot de Formatie van Naaldwijk gerekend. Dit geldt ook voor het duin- en strandzand van de Waddeneilanden, die als aparte eenheden binnen de Formatie van Naaldwijk worden onderscheiden: het Laagpakket van Schoorl (duinzand) en het Laagpakket van Zandvoort (strandzand).

[25] De Mulder 2004.

Het is niet uitgesloten dat de Formatie van Naaldwijk offshore onder het Terschellingerbank Laagpakket en Western Mud Hole Laagpakket voorkomt. De vroeg-*holocene* klastische getijdenafzettingen van de *Formatie van Naaldwijk* bestaan uit (zeer) fijn marien zand en gelamineerde klei van het *Laagpakket van Wormer*.



Afbeelding 21. Geologische Overzichtskaart van Nederland (naar: De Mulder 2003)

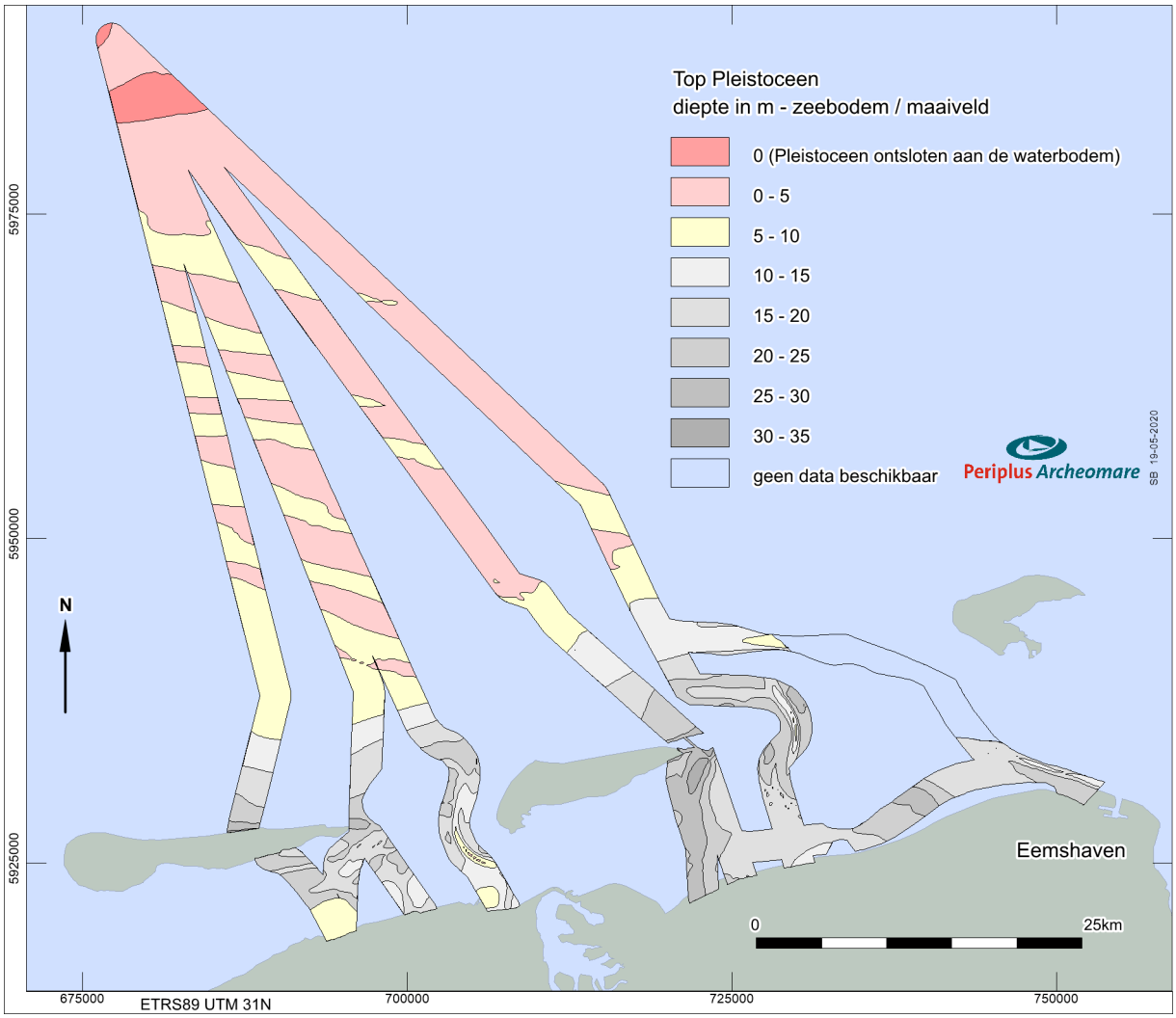
De gezamenlijke dikte van de hierboven beschreven *holocene* eenheden is vastgesteld door combinatie van grid modellen van de hoogteligging van de zeebodem en de hoogteligging van de top van de *pleistocene* opeenvolging. [26] De dikte van de *holocene* laag is het grootst in het oostelijke deel van het Waddengebied.

TNW exportkabel-routes	**diepte in m onder zeebodem**		
	minimum	**maximum**	**gemiddeld**
Basis Holoceen	0.0	32.6	10.3

Tabel 7. Basis Holoceen (=dikte Bligh Bank Laagpakket + Formatie van Naaldwijk)

[26] Van Heteren (TNO) 2019.

In onderstaande afbeelding zijn 5 meter dieptecontouren van het *pleistocene* vlak onder de zeebodem / maaiveld weergegeven. Op basis van de dikte van de *holocene* laag en de *trench*-diepte van de kabels (naar verwachting maximaal 5 meter) is het aannemelijk dat de kabels plaatselijk zullen worden aangebracht in de top van de formaties die zich onder de *holocene* laag bevinden. Dit is vooral buiten de 3 mijl zone het geval.

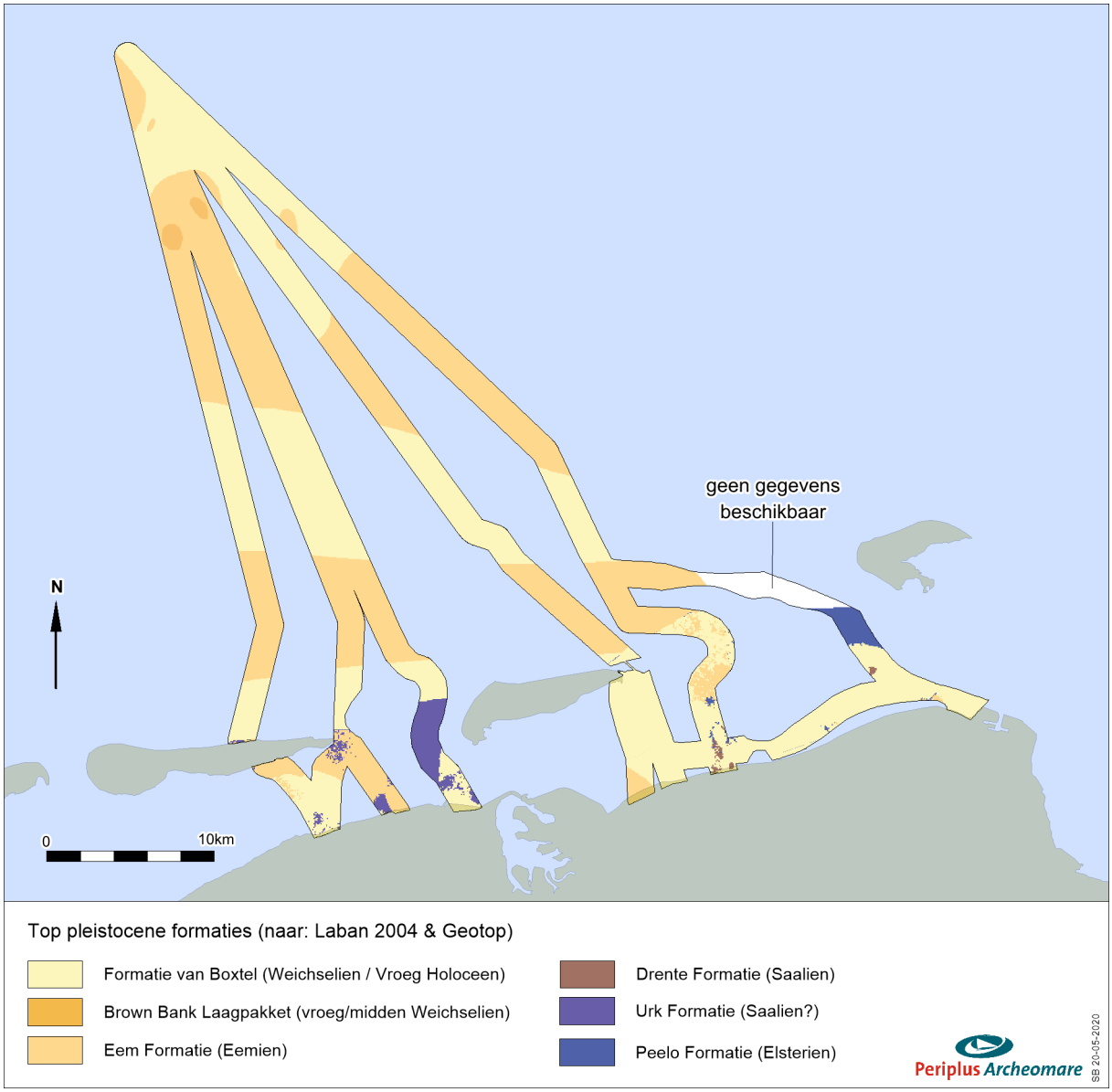


Afbeelding 22. Diepteligging van de top van de pleistocene eenheden onder de zeebodem / maaiveld

Onder de *holocene* komen *pleistocene* afzettingen voor. Uit de *subcropkaart* van de top van het *Pleistoceen* (afbeelding 23) blijkt dat de sedimenten die onder de *holocene* formaties (Naaldwijk, Southern Bight en Urania) schuil gaan bestaan de Formaties van *Boxtel*, *Eem, Drente, Urk* en *Peelo*.[27]

De *Eem Formatie* bestaat uit marien zand met schelpen en plaatselijke kleilagen, dat tijdens het Eemien interglaciaal, in de Eem zee is afgezet. Het *Brown Bank Laagpakket*, waarvan twee *subcrops* in het noordwestelijke deel van het onderzoeksgebied zijn gekarteerd, maakt deel uit van de *Eem Formatie*.

[27] Laban 2004 & GeoTOP model.



Afbeelding 23. Top Pleistoceen (bron: Laban 2004 & GeoTOP)

Naast de *Eem Formatie* wordt de top van de *pleistocene* afzettingen in een groot deel van het onderzoeksgebied gevormd door de *Formatie van Boxtel*. De *Formatie van Boxtel* is waarschijnlijk opgebouwd uit goed gesorteerd fijn eolisch zand van het *Laagpakket van Wierden* en/of beekafzettingen in de vorm van zand, leem, klei en veen van het *Laagpakket van Singraven*. De *Formatie van Boxtel* is afgezet op oudere *pleistocene* afzettingen, zoals de *Eem Formatie* en de *Formatie van Peelo*.

De *Formatie van Boxtel* is in het Waddengebied plaatselijk afgedekt door veen. Het gaat om de Basisveen Laag binnen de Formatie van Nieuwkoop. Aan het begin van het Holoceen warme het klimaat op, smolten de poolkappen en steeg de zeespiegel. De hoeveelheid neerslag nam toe en de grondwaterspiegel steeg. Onder invloed van de stijgende zee- en grondwaterspiegel werd langs de randen van het in omvang krimpende dekzandlandschap kustveen afgezet: de Basisveen Laag. De aanwezigheid van de Basisveen Laag betekent dat het *pleistocene* landschap onder het veen na de afzettingen van het veen niet meer is geërodeerd. Hieruit kan worden geconcludeerd dat, indien voor de afzetting van het veen geen erosie is opgetreden, het onderliggende *pleistocene* landschap en eventuele archeologische resten hierin besloten, intact bewaard kunnen zijn gebleven.

In het Waddengebied komen plaatselijk onder de Formatie van Naaldwijk eenheden voor die stratigrafisch onder de Formatie van Boxtel en Eem Formatie liggen. Hieronder wordt een beschrijving gegeven van deze eenheden.

Peelo Formatie

De Peelo Formatie bestaat fluvioglaciale tunneldalopvullingen. De eenheid bestaat voornamelijk uit zand en klei. De afzettingen dateren uit het *Elsterien*.[28] Het zand varieert in korrelgrootte van uiterst fijn tot uiterst grof (63-2000 µm). Het zand is kalkarm, geelgrijs, licht- tot donkergrijs en bruingrijs. De klei (potklei) is zwak tot matig siltig of zandig, (zeer) stevig, soms hard, veelal kalkrijk. De kleur varieert van licht- tot donkergrijs, bruinzwart tot zwart. Deze formatie komt naar verwachting in de ondergrond van het gehele onderzoeksgebied voor.

Formatie van Urk

De afzettingen van de Formatie van Urk die boven de Formatie van Peelo voorkomen worden gerekend tot het *Laagpakket van Tynje*. Het *Laagpakket van Tynje* bestaat uit rivierafzettingen van de Rijn. Het rivierzand is matig grof tot zeer grof, grindig, kalkloos met een spoor glimmers. Lokaal komen dikke lagen humeuze klei voor. De afzettingen zijn post-*Elsterien*.

Drente Formation

De Formatie van Drente bestaat uit glaciale afzettingen uit het Saalien.[29] Binnen de *Formatie van Drente* het *Laagpakket van Gieten*, het *Laagpakket van Schaarsbergen* en het *Laagpakket van Uitdam* onderscheiden.

Het *Laagpakket van Gieten* bestaat uit grondmorene in de vorm van sterk zandige tot uiterst siltige grindhoudende, grijsblauwe tot bruingrijze klei en leem ('keileem') met stenen, keien en blokken. Binnen het *Laagpakket van Gieten* wordt de *Laag van Gasselte* ('keizand') onderscheiden. Deze laag bestaat uit grof zand met een overeenkomstige grofklastische bijmenging als keileem, die is gevormd door uitspoeling van de fijne fractie.

Het *Laagpakket van Schaarsbergen* bestaat uit glaciofluviale afzettingen die voor en naast het ijs zijn afgezet in de vorm van sandrs en kameterrassen en deels ook onder en in het ijs in de vorm van kameheuvels, eskers en tunneldalopvullingen. De afzettingen bestaan uit grof, grindhoudend kalkloos tot kalkhoudend zand met een kenmerkende horizontale gelaagdheid. Bovenin komen soms ondiepe geulinsnijdingen voor.

Het *Laagpakket van Uitdam* omvat lacustroglaciale bekken-opvullingen in de vorm van uiterst fijn tot uiterst grof, soms grindhoudend, grijs tot bruin zand en zwak tot matig siltige, kalkrijke, (donker)grijze tot (donker)bruine, vrij stevige, veelal sterk gelaagde klei (cm-mm), soms met kalkrijke zandlaagjes en lokaal glauconiet en schelpresten. De *Laag van Oosterdok* is een *warvenafzetting* van klei waarin lokaal 'dropstones' voor kunnen komen. De afzettingen van deze drie laagpakketten komen naast en boven elkaar voor.

[28] Elsterien: glaciaal van 465000 tot 418000 jaar geleden.
[29] Saalian: glacial period which ended 130.000 years ago.

Eem Formatie

De *Eem Formatie* bestaat hoofdzakelijk uit schelpenhoudende mariene zanden die tijdens het Eemien interglaciaal zijn afgezet.[30] Op de overgang van het Eemien naar het Weichselien zijn brak- en zoetwaterkleien afgezet in de lagunes en meren die achterbleven in de glaciale bekkens tijdens de regressie van de Eem zee. Deze meer- en lagunaire afzettingen zijn apart geclassificeerd als het *Brown Bank Laagpakket* binnen de *Eem Formatie*.

Formatie van Boxtel

De *Formatie van Boxtel* is vermoedelijk opgebouwd uit eolische afzettingen van het *Laagpakket van Wierden* (dekzand) en beekafzettingen in de vorm van klei, leem en fijn zand van het *Laagpakket van Singraven*. De afzettingen dateren uit het *Weichselien* (115.000 tot 12.000 jaar geleden) en het Vroeg *Holoceen* (12.000 tot heden). De top van de *Formatie van Boxtel* kan tijdens afzetting van onder meer het *Terschellingerbank* en *Western Mud Hole Laagpakket* en de *Formatie van Naaldwijk* door erosie zijn aangetast. De *Basisveen Laag* daarentegen, kan de top van de *Formatie van Boxtel* juist hebben beschermd tegen erosie.

Nieuwkoop Formatie

De *Basisveen Laag* komt in grote delen van het Waddengebied voor. In de onderstaande afbeelding zijn de bekende veenvoorkomens weergegeven. Ook elders in het gebied kunnen al dan niet afgedekte veenlagen van de *Basisveen Laag* voorkomen. Een monster van een veenvoorkomen binnen het onderzoeksgebied is gedateerd op 7047 – 6828 *calBC* (gekalibreerde jaren voor Christus, 95,4% waarschijnlijkheid).[31]

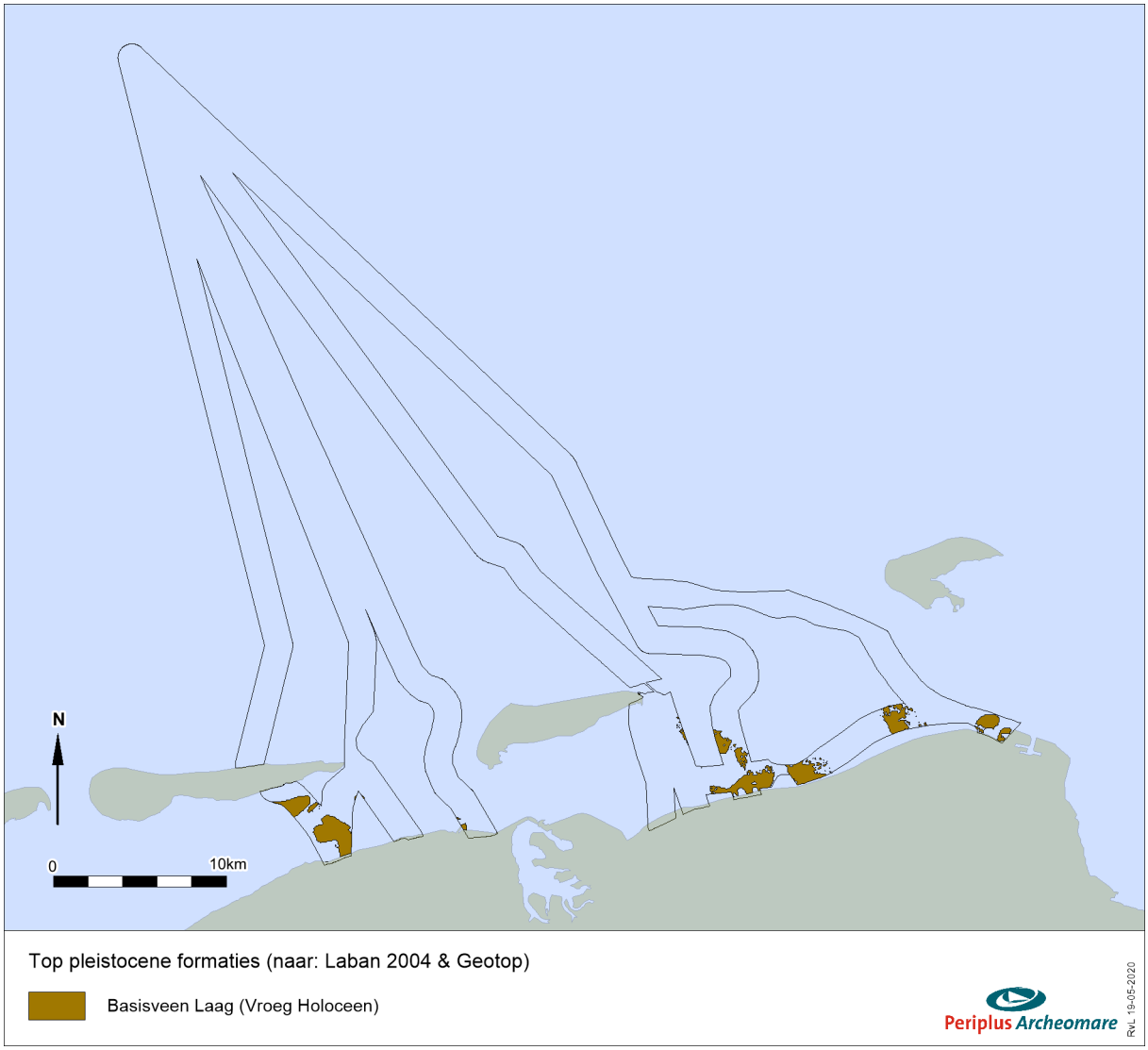
Naaldwijk Formation

Langs de Nederlandse kust zijn de *pleistocene* eenheden plaatselijk bedekt door *holocene* getijdenafzettingen in de vorm van zand en klei. Deze getijdenafzettingen maken deel uit van het *Laagpakket van Wormer* (*Formatie van Naaldwijk*). De vroegste klastische afzettingen zijn die van de eerder genoemde *Laag van Velsen*. De *Laag van Velsen* bestaat uit stevige humeuze klei, soms met aanzienlijke hoeveelheden Hydrobia schelpen. Evenals de *Basisveen Laag* kunnen de stratigrafische eenheden onder de Laag van Velsen goed bewaard zijn gebleven. In de kustzone komen strandzanden en duinzanden voor die worden geclassificeerd als de *Laag van Zandvoort* en *Laag van Schoorl* (beide onderdeel van de *Formatie van Naaldwijk*, *Laagpakket van Walcheren*). Het *Laagpakket van Zandvoort* wigt naar het westen uit en gaat, zo wordt verondersteld, over in het *Terschellingerbank Laagpakket.*

Western Mud Hole en Terschellinger bank Laagpakket

Het *Western Mud Hole* en *Terschellingerbank Laagpakket* bestaan uit mariene zand. Het mariene zand van het *Western Mud Hole Laagpakket* is fijnkorrelig en bevat meer dan 10% silt en klei. Het mariene zand van het *Terschellingerbank Laagpakket* is plaatselijk grindig en bevat minder dan 10% silt en klei. Beide eenheden bestaan uit materiaal dat is omgewerkt uit onderliggende lithostratigrafische eenheden.

[30] Eemien: interglacial period between 130.000 and 115.000 years ago.
[31] Van Lil 2017.



Afbeelding 24. Voorkomen van de Basisveen Laag in het onderzoeksgebied

Formatie	Laagpakket Laag	Lithologie	Ouderdom	Genese	Opmerking
Southern Bight	Terschellinger bank	(grindig) zand	Holoceen	open marien	mobiele laag
Urania	Western Mud Hole	(kleiig / siltig) zand	Holoceen	open marien	mobiele laag
Naaldwijk	Zandvoort	zand	Holoceen	marien	strand
	Wormer	klei en zand	Holoceen	marien	getijdenafzettingen
Nieuwkoop	Basisveen	veen	Vroeg Holoceen	organoleptisch	kustveen
Boxtel	Wierden	fijn zand	Weichselien tot Vroeg Holoceen	eolisch	dekzand; poolwoestijn
	Singraven	zand, leem, klei en veen		fluviatiel	beekafzettingen
Eem	Brown Bank	gelamineerde klei, silt en fijn zand	Eemien tot Vroeg Weichselien	lagunair en lacustrien	soms humeus aan top en/of afgedekt door veen
	-	zand en klei	Eemien	marien	schelpenhoudend
Drente	Uitdam	zand, silt en klei	Saalien	glaciolacustrien	gelamineerde afzettingen, soms warvengelaagdheid
	Schaarsbergen	zand		fluvioglaciaal	sandrs, kameheuvels, eskers en tunneldalopvullingen
	Gieten	grindig klei, leem en zand met stenen		glaciaal	keileem en keizand
Urk	Tynje	zand en grind met kleilagen	Midden-Saalien	fluviatiel	rivierafzettingen
Peelo	-	zand en klei	Elsterien	fluvioglaciaal	insnijdingen opvulling van tunneldalen klei is kalkrijk en (zeer) stevig tot hard

Tabel 8. Lithostratigrafie en lithogenese van het onderzoeksgebied

2.6. Archeologische waarden (LS04wb)

Archeologie Continentaal Plat algemeen

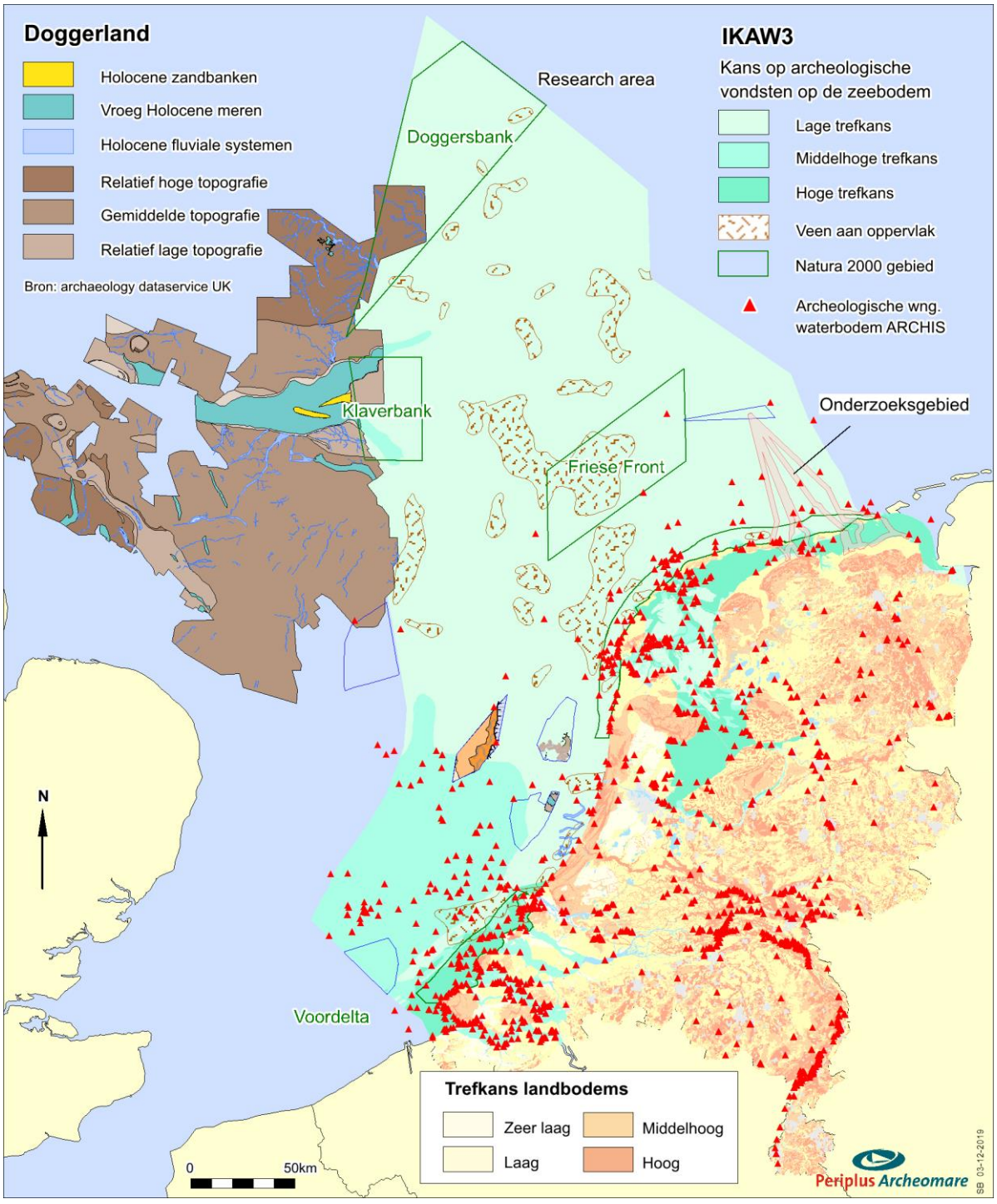
Door de voormalige Rijksdienst voor Oudheidkundig Bodemonderzoek (ROB, nu Rijksdienst voor het Cultureel Erfgoed) is in samenwerking met Rijkswaterstaat dienst Zee en Delta en *TNO-NITG* op basis van geologische en archeologische waarnemingen een globale archeologische kaart voor het Continentaal Plat opgesteld (zie afbeelding 25).[32]

De Globale Archeologische Kaart van het Continentale Plat geeft de trefkans van goed geconserveerde scheepswrakken (en daarmee veelal een scheepsvondst van hoge archeologische waarde) voor het Nederlandse deel van het Continentale Plat weer. Deze kaart is echter zeer beperkt bruikbaar, mede door de kleinschaligheid van 1: 500.000. Daarnaast hangt de mate van conservering sterk samen met geologie en morfologie. De achterliggende redenering hierbij is dat in geulafzettingen of gebieden met een “slap” sediment, een wrak snel wegzakt in de bodem en daardoor in goede staat bewaard blijft. In andere gebieden is de trefkans op scheepsresten niet per definitie lager, maar wel de trefkans op een goed geconserveerd schip waarbij de lading en de uitrusting van het schip nog aanwezig is.

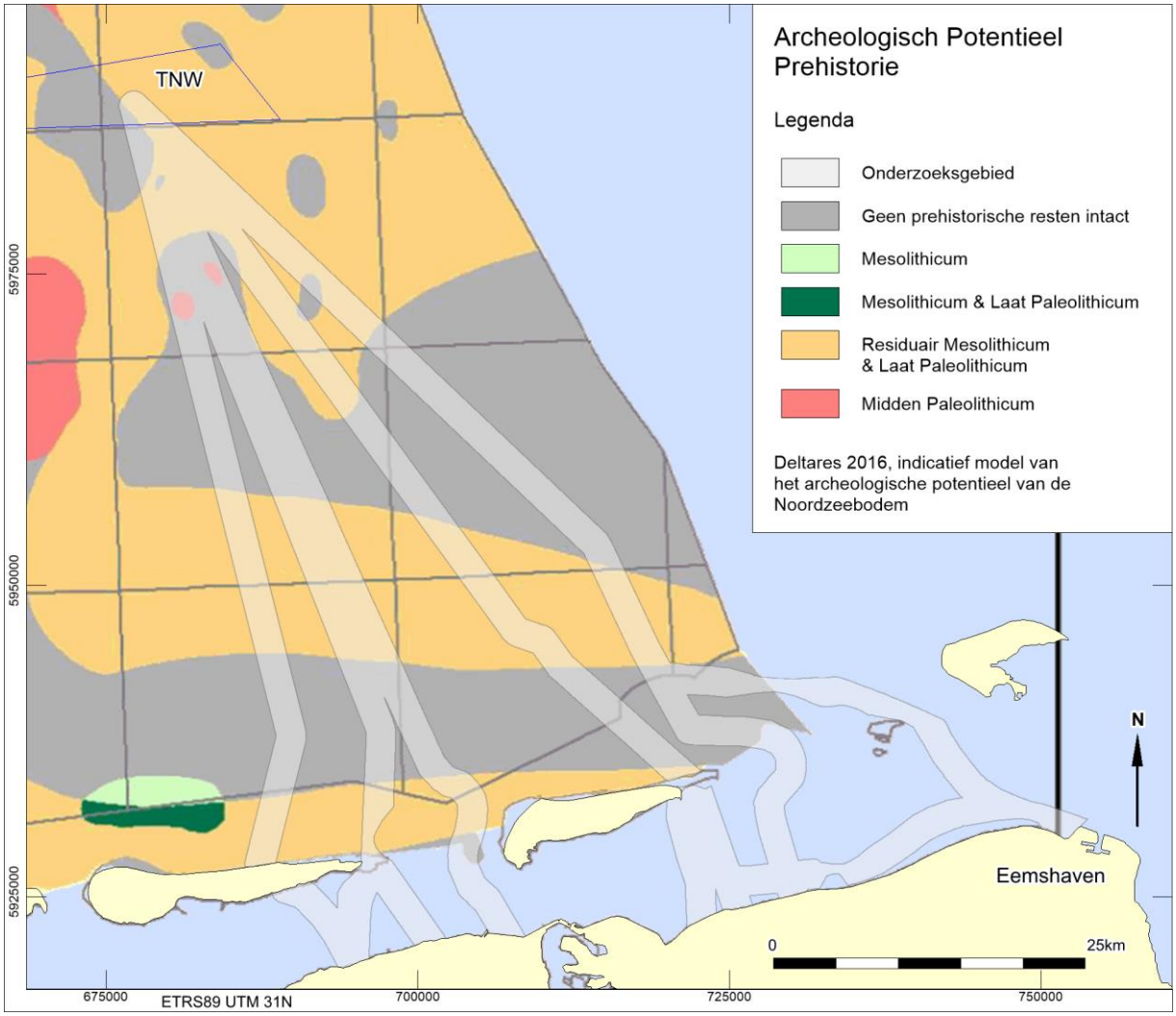
Op de kaart zijn ook gebieden aangegeven waar venen en kleien bewaard zijn gebleven. Deze afdekking met klei/veen zegt uitsluitend iets over de mogelijke ligging van *pleistocene* afzettingen aan/nabij de zeebodem. Daar waar *holocene* kleien/venen zijn geërodeerd, kunnen *pleistocene* niveaus met artefacten/faunaresten aanwezig zijn. Waar het om vroeg *holocene* afzettingen gaat, kunnen bewoningsresten uit de Prehistorie voorkomen gerelateerd aan afgedekte *pleistocene* en vroeg-*holocene* landschappen.

Uit onderzoek is gebleken dat de kans op het aantreffen van prehistorische bewoningsresten in de Noordzee veel groter is dan aanvankelijk werd gedacht.[33] De archeologische verwachtingskaart voor het Nederlands Continentaal Plat zal daarom moeten worden herzien. In 2016 heeft Deltares een eerste kaart opgezet van het prehistorische potentieel van de Noordzee.[34]

[32] IKAW 3e generatie, RCE 2008.
[33] Zie het project ‘North Sea paleolandcapes’ van de Universiteit van Birmingham en North Sea Research and management Framework 2009 (Peeters 2009).
[34] Vonhögen . 2016.



Afbeelding 25. Overzichtskaart archeologiewaarden van het Nederlands Continentaal Plat.



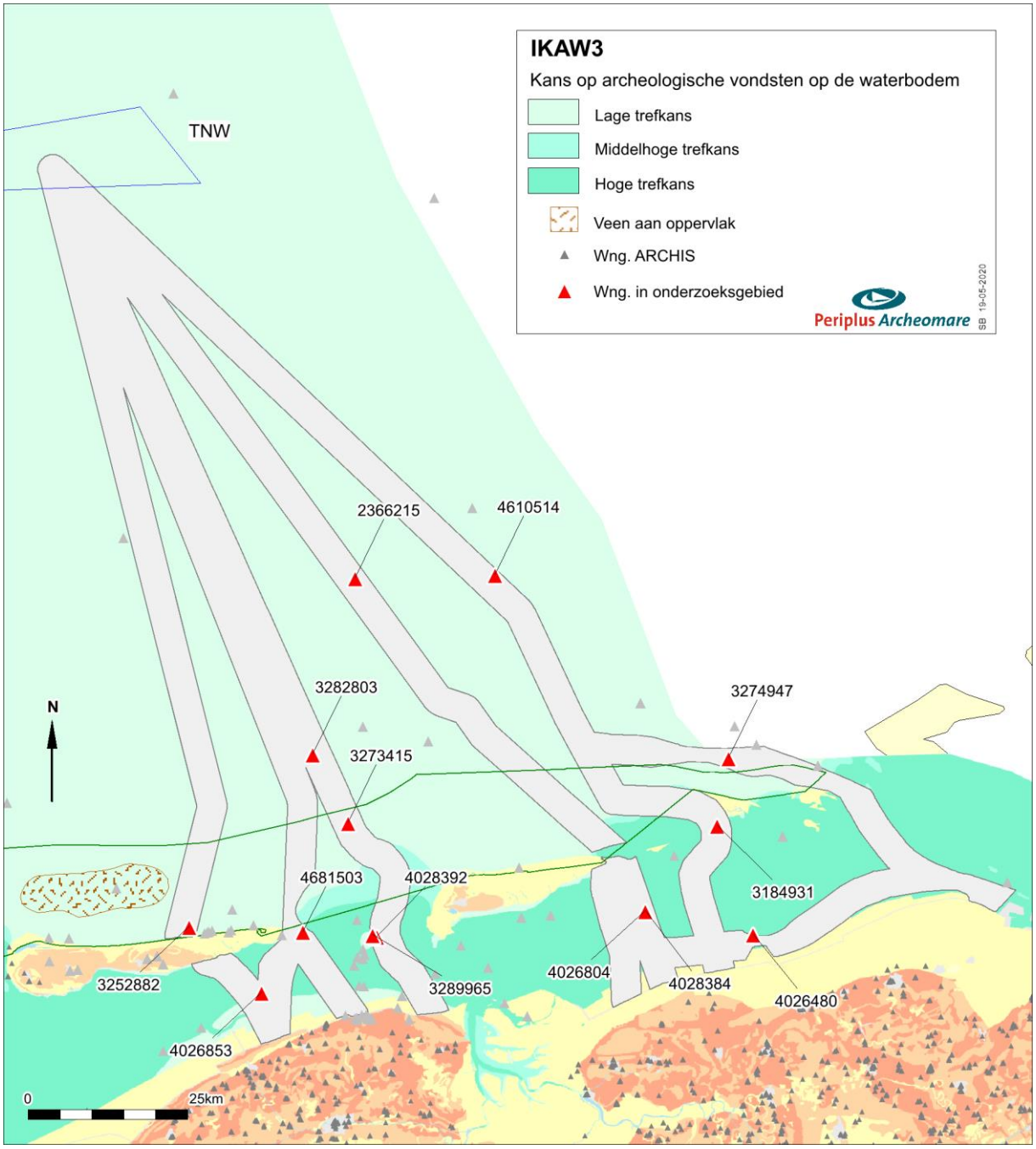
Afbeelding 26. Archeologische potentie voor prehistorische resten

Volgens dit model zijn in het Noordzee deel van alle route varianten voornamelijk residuaire (verspoelde) resten uit het Mesolithicum en Paleolithicum te verwachten. Voor het Waddengebied is dit model (nog) niet beschikbaar.

Omgeving onderzoeksgebied

ARCHIS II is de officiële database van de Rijksdienst voor het Cultureel Erfgoed waarin alle archeologische vondsten en waarnemingen binnen Nederland en de territoriale wateren zijn opgeslagen. De database bevat meer dan 85.000 locaties (voornamelijk op land) waar archeologische waarnemingen gedaan zijn.

Onderstaande afbeelding geeft een overzicht van bekende waarnemingen uit ARCHIS geprojecteerd op de IKAW3.



Afbeelding 27. Overzicht van de ARCHIS waarnemingen binnen het onderzoeksgebied.

Binnen het onderzoeksgebied zijn veertien archeologische waarnemingen bekend. Het merendeel hiervan betreft scheepswrakken, die verder besproken worden de volgende paragraaf '*Overige objecten en waarnemingen*'.

Een beknopte beschrijving van de archeologische vondstlocaties is weergegeven in de volgende tabel.

Zaakid.	RDx	Rdy	Omschrijving	Datering	Routes
2366215100	198765	636747	Ruwwandig aardewerk, gedraaid	Romeins tot Vroege Middeleeuwen	Eemshaven west, Vierverlaten west
3184931100	226800	616100	Scheepswrak, hout	Nieuwe Tijd	Eemshaven midden, Vierverlaten oost
3252882100	184621	609479	Scheepswrak, hout	Nieuwe Tijd Vroeg - Laat	Burgum west
3273415100	197506	617292	Scheepswrak, metaal	Nieuwe Tijd Laat	Burgum oost
3274947100	227921	621415	Scheepswrak, hout	Nieuwe Tijd Laat	Eemshaven oost
3282803100	194918	622835	Scheepswrak, metaal	Nieuwe Tijd Laat	Burgum oost
3289965100	199167	608339	Scheepswrak, hout	Nieuwe Tijd Laat	Burgum oost
4026480100	229400	607365	Scheepswrak, hout	Onbekend	Eemshaven midden
4026804100	220874	609526	Scheepswrak, hout	Onbekend	Eemshaven west, Vierverlaten midden
4026853100	190203	604049	Scheepswrak, hout	Onbekend	Burgum west
4028384100	220875	609526	Resten scheepswrak, hout	Onbekend	Eemshaven west, Vierverlaten midden
4028392100	199529	608195	Scheepsspant en brok ijzer	Onbekend	Burgum oost
4610514100	209880	636628	Bronzen scheepsonderdeel	Nieuwe Tijd Laat	Vierverlaten oost, Eemshaven oost en midden
4681503100	193669	608778	Tinnen bord	Nieuwe Tijd Midden	Burgum midden

Tabel 9. Bekende waarnemingen uit ARCHIS in het onderzoeksgebied

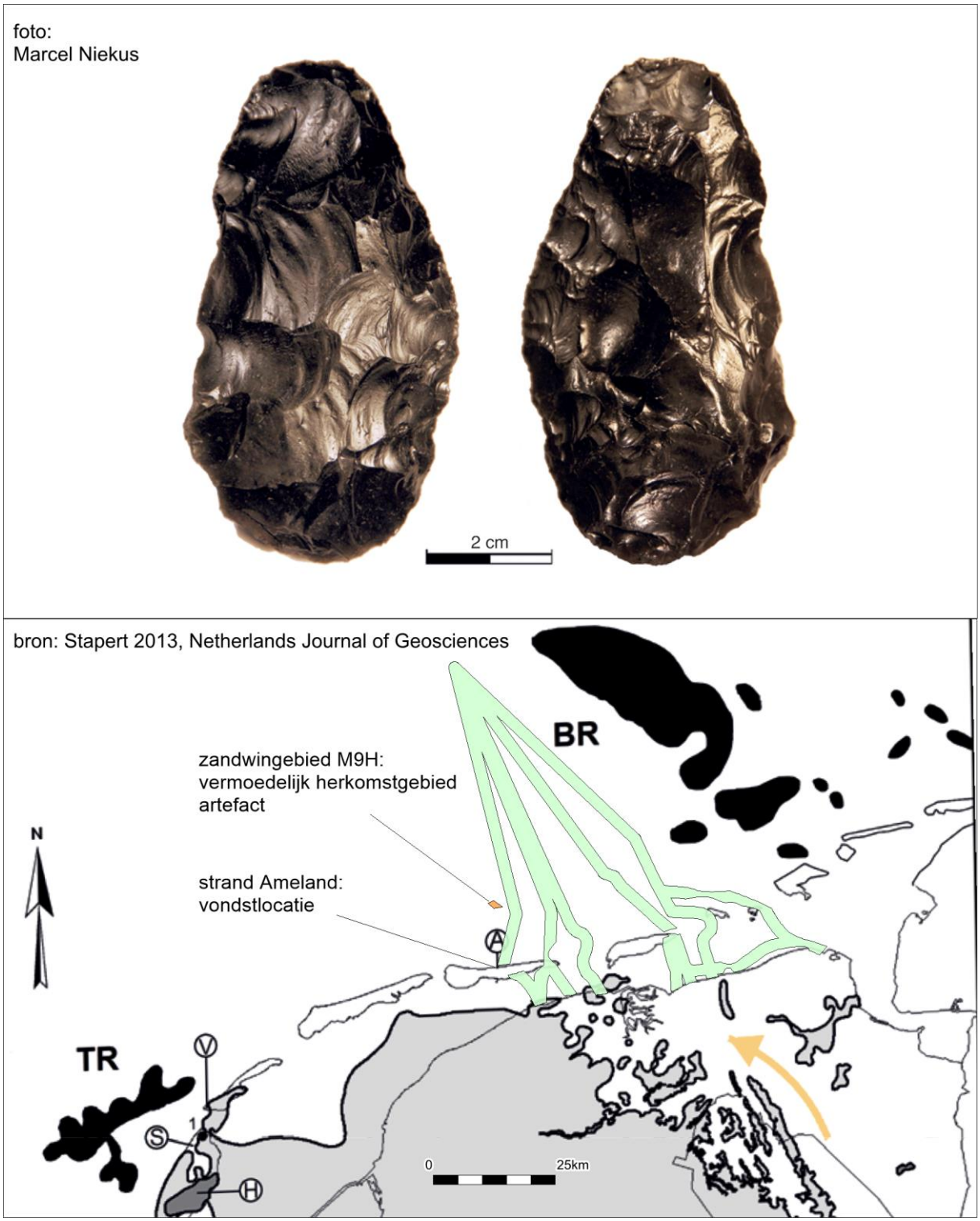
Het merendeel van de archeologische vondsten dat niet gerelateerd is aan scheepswrakken betreft aardewerk uit de Middeleeuwen.

Vroege Prehistorie

Vondsten in Friesland, het Waddengebied en de Noordzee ten noorden van de Waddeneilanden vormen het bewijs dat het gebied al sinds de vroege prehistorie 'bewoond' is. Afbeelding 28 is samengesteld van twee afbeeldingen uit het artikel van Stapert in het Netherlands Journal of Geosciences.[35] Het artikel bespreekt de vondst van een bifaciaal artefact dat op het strand van Ameland. Het artefact is in afbeelding 28 op ware grootte weergegeven. De auteurs komen tot de conclusie dat het artefact vermoedelijk in het Midden Paleolithicum door Neanderthalers is gemaakt en afkomstig uit zandwingebied M9H. Bekende vindplaatsen op het Drenthe plateau bij Assen zouden een indicatie kunnen vormen voor de oorspronkelijke geologische context van de vondst. In de meeste gevallen zijn dergelijke sites volgens Stapert te vinden langs de (oorspronkelijke) oevers van rivieren. Gezien de datering (Midden Paleolithicum) en landschappelijke setting (rivieroever) ligt het voor de hand om de oorspronkelijke context te zoeken in kleiige rivierafzettingen. Te denken valt aan het Laagpakket van Tynje binnen de Formatie van Urk. Het Laagpakket van Tynje komt plaatselijk voor op de Formatie van Peelo. Zo ook onder het plangebied. Vindplaatsen van Neanderthaler-nederzettingen zijn echter ook bekend in de context van gebieden die oorspronkelijk een kustzone vormden. Dit betekent dat kustzones van de Eem-zee, die zich tijdens de daling van de zeespiegel aan het begin van het Weichselien ontwikkelden in een merengebied, door Neanderthalers bewoond kunnen zijn. Met andere woorden, ook de top van de Eem Formatie vormt een potentieel niveau voor midden-paleolithische sites. Het artefact is vermoedlijk gemaakt door Neanderthalers en daarom meer dan 35.000 jaar oud. Het artefact bevat een patina dat vermoedelijk is gevormd door solifluctie, eolische verwering, cryturbatie of andere processen tijdens de laatste periodiek zeer koude vegetatie-arme condities tijdens het Laat Weichselien.

Op de Top Pleistoceen kaart van Laban (2004) is de Eem Formatie gekarteerd ter plaatse van zandwingebied M9H (zie afbeelding 22). De Eem Formatie bevindt zich volgens de gebruikte modellen onder een 5 tot 10 meter dikke laag *holocene* sedimenten. De maximale windiepte in gebied MH9 bedroeg 6 meter. Het is daarom zeker mogelijk dat sediment uit *pleistocene* lagen is gewonnen en op het strand van Ameland is gebracht. Het wingebied M9H ligt een zone waar volgens de Archeologische Potentiekaart geen intacte prehistorische resten worden verwacht (zie afbeelding 26). Ondanks dat het artefact een duidelijk patina heeft ontwikkeld is het niet aannemelijk dat het artefact zich niet *in situ* bevond toen het met het omringende sediment werd opgezogen. Objecten die bijvoorbeeld door rivieren zijn meegevoerd zijn over het algemeen veel sterker afgerond.

[35] Stapert 2013.



Afbeelding 28 Vermoedelijke vindplaats bifaciaal artefact op Ameland (uit: Stapert 2013)

Friesland is rijk aan vindplaatsen uit het Laat-Paleolithicum.[36] Veel van de vindplaatsen zijn aangetroffen in de context van dekzand langs (oorspronkelijke) beekdalen.

[36] Johansen 2008.

Overige objecten en waarnemingen

Voor een overzicht van bekende waarnemingen binnen het onderzoeksgebied is gebruik gemaakt van de database van het Nationaal Contact Nummer (NCN).

Het Nationaal Contact Nummer (NCN)

De NCN database combineert de gegevens van drie verschillende overheidsbronnen:

- Het Wrakkenregister van de Dienst der Hydrografie;
- De SonarReg92 objecten database van Rijkswaterstaat;
- De ARCHISII database van de Rijksdienst voor het Cultureel Erfgoed

De NCN database is eigendom van en wordt beheerd door Rijkswaterstaat Zee en Delta. Toestemming voor het gebruik van de gegevens is verleend door de contactpersoon bij Rijkswaterstaat Zee en Delta.[37]

Binnen de NCN database heeft ieder object op de Nederlandse waterbodem een uniek nummer (NCN). Dit is gebaseerd op één of meerdere onderliggende databases.

Het aantal bekende scheepwrakken in het onderzoeksgebied bedraagt 98. Een overzicht per routevariant is opgenomen in de volgende tabel. Hierbij is het belangrijk aan te tekenen dat een bekend wrak in het totaal van de kolom 'Aantal wrakken' van verschillende routes kan zijn opgenomen. Dit komt doordat delen van de routes overlappen.

Corridor	Oppervlakte km2	Aantal wrakken	Dichtheid
Burgum midden	172	9	0.052
Burgum oost	182	9	0.049
Burgum oversteek	12	0	0.000
Burgum west	165	11	0.066
Eemshaven midden	261	20	0.077
Eemshaven oost	229	28	0.122
Eemshaven west	205	45	0.219
Vierverlaten midden	196	17	0.087
Vierverlaten oost	216	2	0.009
Vierverlaten west	199	18	0.091

Tabel 10. Lijst van bekende scheepswrakken binnen het onderzoeksgebied per route variant

Een uitgebreide lijst van alle bekende scheepswrakken is opgenomen in bijlage 3.

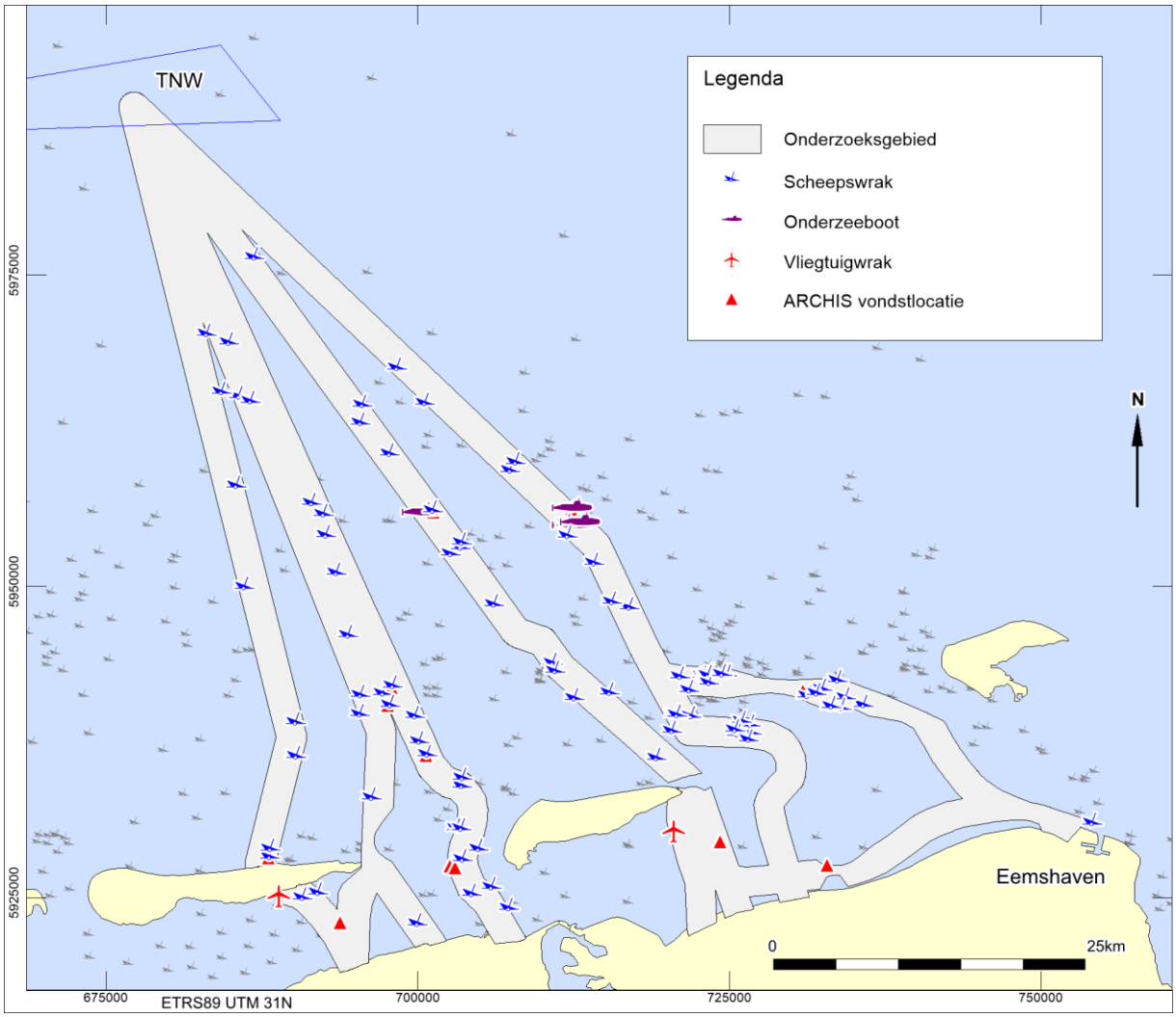
Van de in totaal 93 bekende wrakken binnen het onderzoeksgebied hebben 35 stuks een archeologische of cultuurhistorische waarde. Deze wrakken zijn vergaan in de Tweede Wereldoorlog of eerder. 17 wrakken zijn recent (vergaan na de Tweede Wereldoorlog). 41 wrakken zijn nog niet geïdentificeerd, dus de archeologische waarde hiervan is nog niet bekend.

[37]Gegevensbeheerder RWS (ZD) per e-mail

Archeologische waarde*	Aantal
Ja	35
Nee	17
Onbekend	41
Totaal	**93**

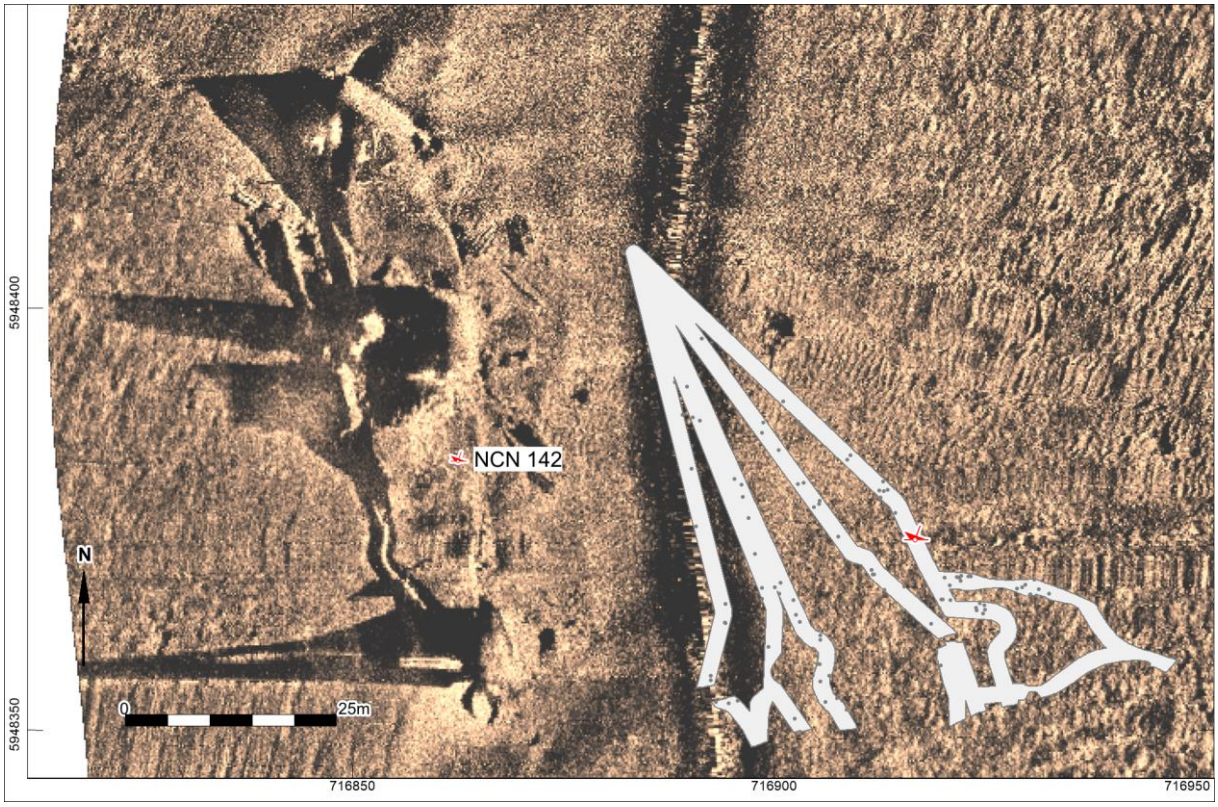
Tabel 11. Overzicht van de bekende wrakken binnen het onderzoeksgebied met archeologische waarde

* Het gaat hier om wrakken met een verwachte archeologische waarde; een formele vaststelling van de archeologische waarde van deze wrakken conform de AMZ-cyclus, heeft nog niet plaatsgevonden.



Afbeelding 29. Bekende wrakken (NCN) binnen het onderzoeksgebied.

Van een (beperkt) aantal wraklocaties zijn geofysische opnamen beschikbaar. Hieronder worden enkele voorbeelden gegeven.



Afbeelding 30. Side scan sonarbeeld van NCN 142, wrak van de Irene Oldendorff (Dienst der Hydrografie)

NCN 142 betreft het wrak de *Irene Oldendorff*, een Duits vrachtschip dat op 31 december 1951 op een mijn is gelopen en vervolgens is gezonken. Dit wrak heeft voor zover bekend geen archeologische waarde, maar valt wel onder de categorie oorlogswrakken (vergaan als gevolg van oorlogsactiviteiten). Het wrak kan een obstakel voor de voorgenomen werkzaamheden vormen.



„Irene Oldendorff" op mijn

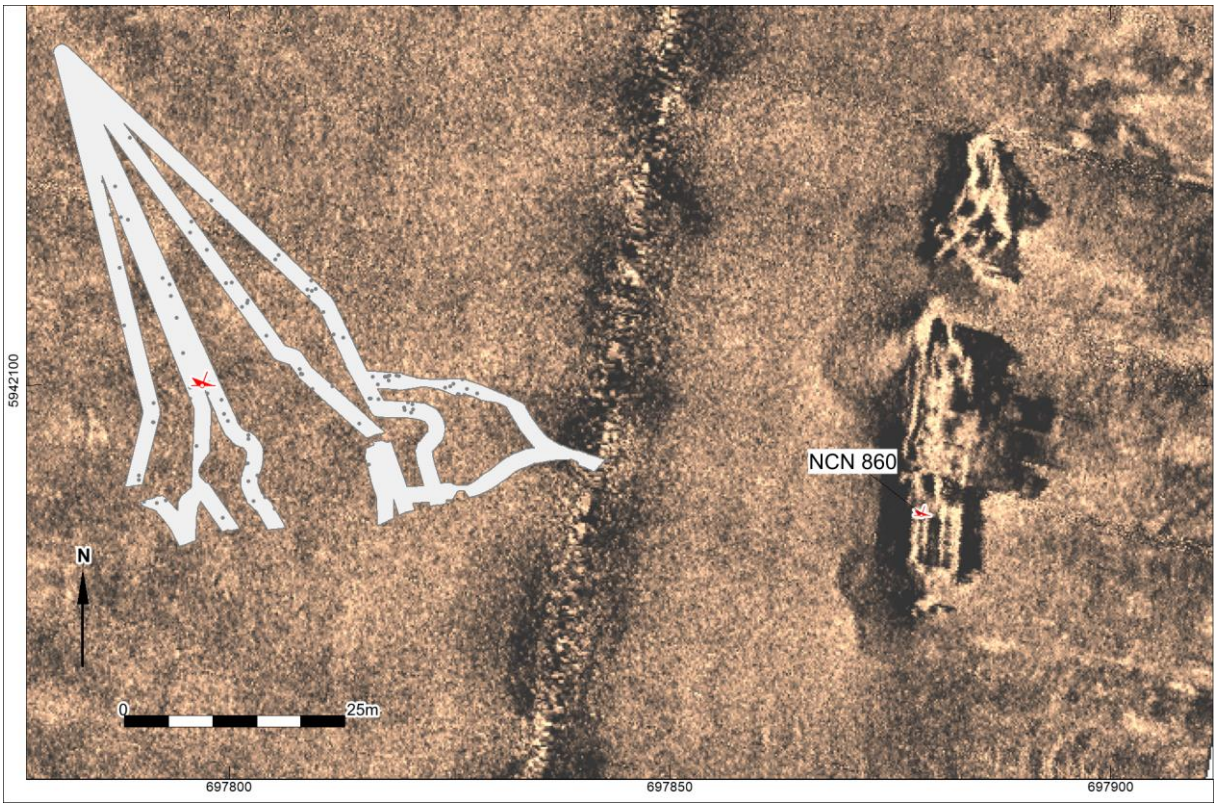
DE grootste ramp voltrok zich aan de bemanning van het, tijdens vliegend stormweer waarschijnlijk op een mijn gelopen, Duitse vrachtschip „Irene Oldendorff": 21 koppen en de Duitse loods verdronken voor de Groningse waddenkust.

De motorreddingboot „Insulinde" verliet op Nieuwjaarsmorgen haar basis Oostmahorn en zocht zeven uur lang zonder resultaat naar het wrak en overlevenden van het 1500 ton metende schip.

De „Irene Oldendorff" verliet Zondagavond Emden op weg naar Zweden. Zij moet ongeveer 20 à 30 mijl van Borkum vrij plotseling zijn gezonken. Het laatste bericht dat men opving, meldde, dat men de loods niet van boord kon zetten omdat de zee te hoog was.

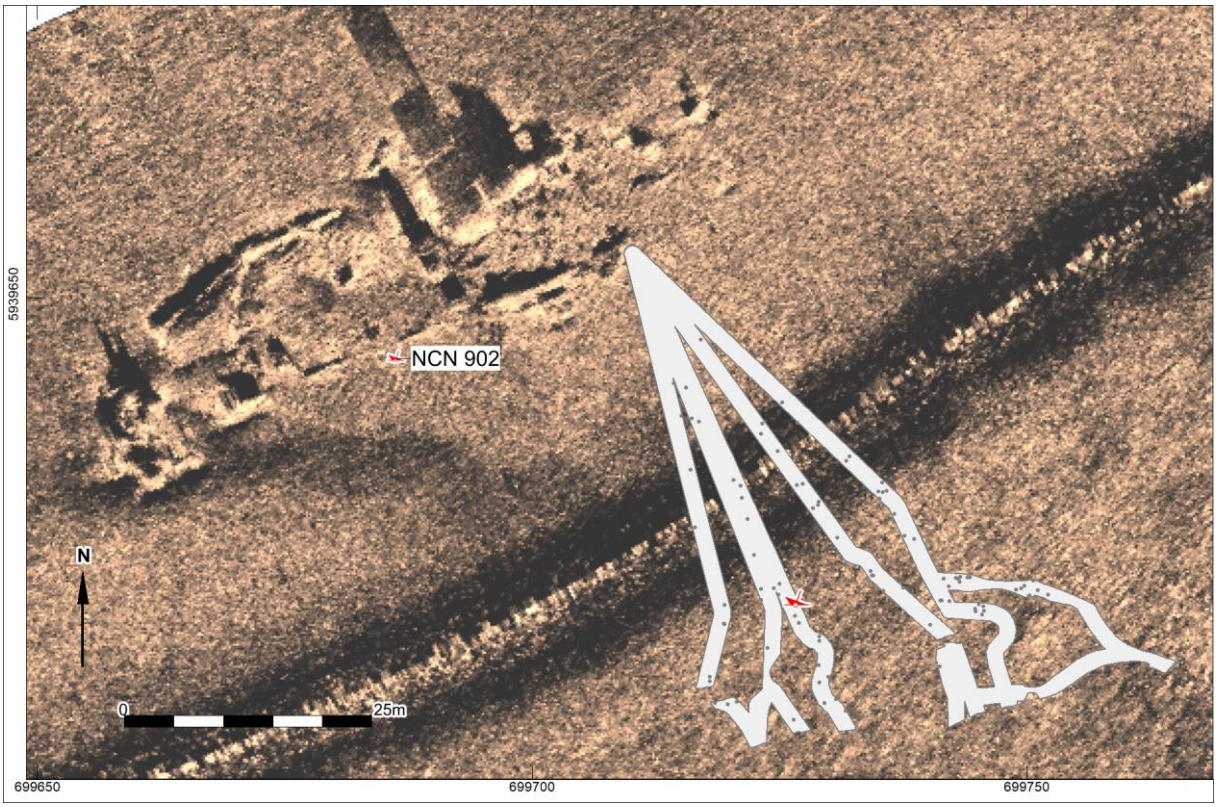
De stoffelijke resten van negen leden der bemanning en van de loods zijn op Borkum aangespoeld.

Afbeelding 31. Artikel over de Irene Oldendorff (Telegraaf 02-01-1952)



Afbeelding 32. Side scan sonarbeeld van NCN 860, wrak van de M-9 (Dienst der Hydrografie)

NCN 860 betreft het wrak van de M-9, gezonken in 1917. Nadere informatie is niet bekend.



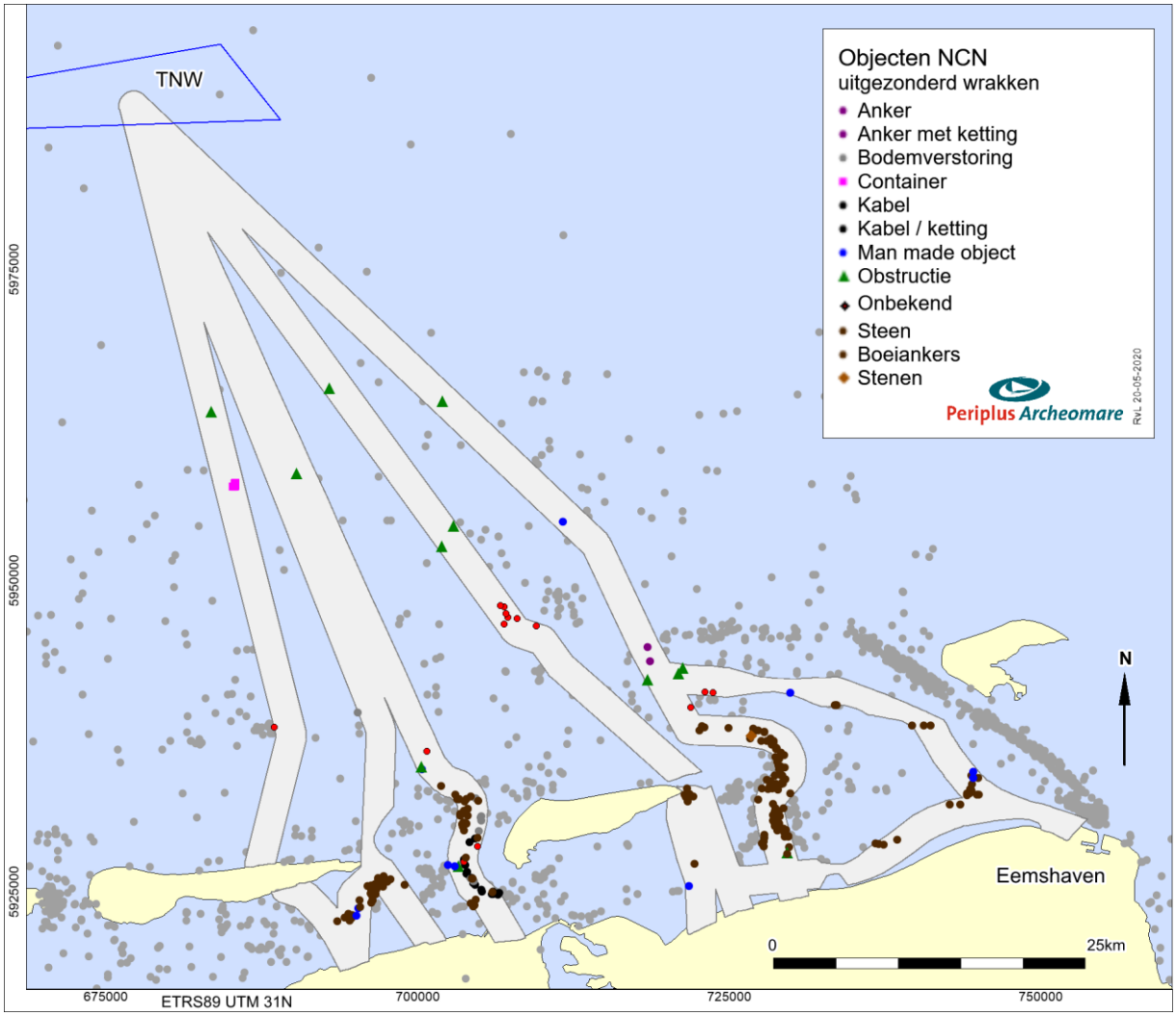
Afbeelding 33. Side scan sonarbeeld van NCN 902, wrak van de M347 (Dienst der Hydrografie)

NCN 902 betreft het wrak van de M347, een Duitse mijnenveger, gezonken op 25-08-1944 na een torpedoaanval van de RAF.

Een complete lijst van alle 93 bekende wrakken is opgenomen in bijlage 1.

Overige objecten

Naast wrakken zijn nog 266 andere objecten bij Rijkswaterstaat bekend binnen het onderzoeksgebied. Een overzicht en samenvatting wordt gegeven in onderstaande afbeelding en tabel.



Afbeelding 34. Overige objecten in het onderzoeksgebied

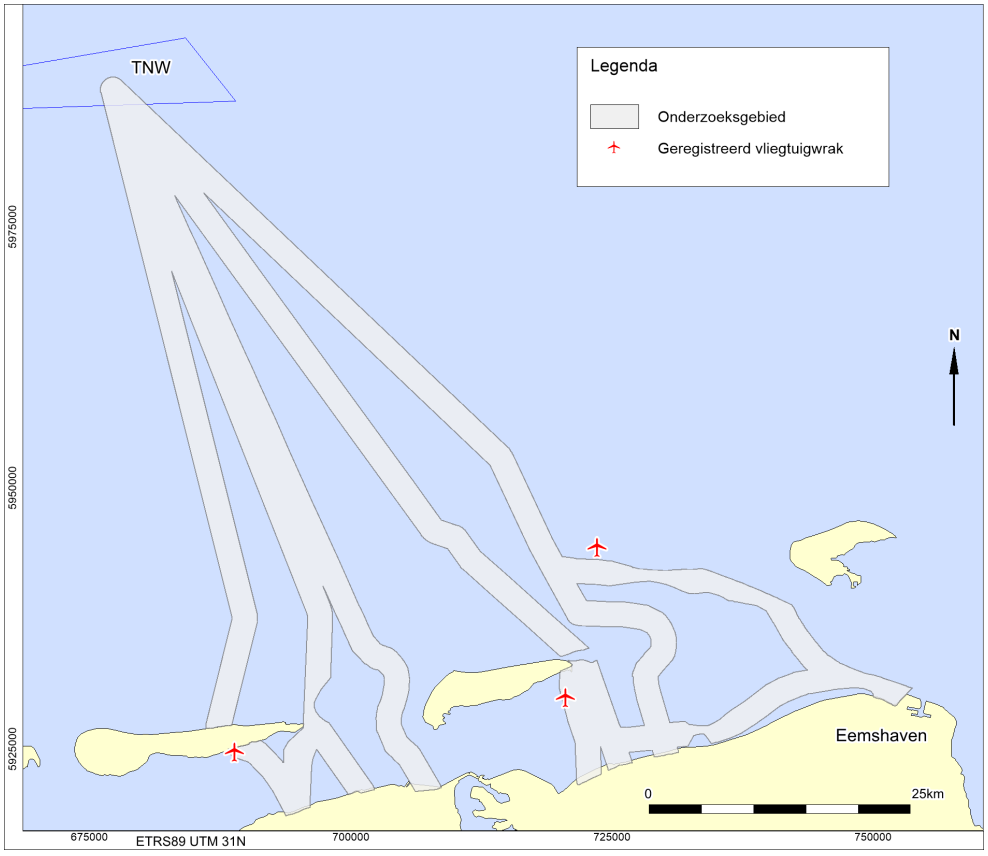
Type	Aantal
Anker	2
Bodemverstoring	12
Container	9
Kabel / ketting	19
Man made object	10
Obstructie	12
Onbekend	14
Boeianker	172
Stenen	16
Totaal	**266**

Tabel 12. Overige objecten in het onderzoeksgebied

Het merendeel van deze contacten bestaat uit boeiankers. Dit zijn voornamelijk stenen waaraan een ketting is bevestigd die in gebruik zijn – of waren als ankers voor boeien (betonning). De containers die genoemd worden zijn geen resten van de containers die in 2019 verloren zijn door het containerschip MSC Zoe, maar oudere objecten. Aan de geïdentificeerde contacten is geen archeologische waarde toegekend. Alleen onder de 14 onbekende objecten zouden zich resten met een archeologische waarde kunnen bevinden.

Vliegtuigwrakken

In totaal stortten tijdens de oorlogsjaren meer dan 5000 vliegtuigen neer in Nederland.[38] Verschillende bronnen zijn niet eenduidig over het aantal vliegtuigen uit de Eerste en Tweede Wereldoorlog dat nog in het Noordzeegebied vermist wordt. Het gaat in ieder geval om honderden.[39] Voor het IJsselmeergebied bezit Rijkswaterstaat een overzichtskaart waarop vondsten en vermissingen zijn weergegeven. Een vergelijkbare kaart van de Noordzee bestaat (nog) niet. [40] Afbeelding 35 toont een overzicht van bekende vliegtuigwrakken in de omgeving van het onderzoeksgebied uit diverse bronnen.



Afbeelding 35. Bekende waarnemingen van vliegtuigwrakken

Tijdens de zoektocht naar de verloren containers van de MCS Zoe zijn ook verschillende resten van vliegtuigwrakken aangetroffen.[41] Deze gegevens zijn echter (nog) niet vrijgegeven.

[38] Bron: NOS Journaal, 01-05-2016.
[39] Nederlandse Federatie voor Luchtvaart Archeologie, NFLA.
[40] Persoonlijk commentaar voormalig bergingsofficier Koninklijke Luchtmacht
[41] Leeuwarder Courant, 19-02-2019

2.7. Gespecificeerde verwachting (LS05wb)

Vroege prehistorie

In de ondergrond van de tracéalternatieven kunnen bewoningsresten uit het *Paleolithicum* en het *Mesolithicum* voorkomen. De top van de *pleistocene* afzettingen vormt het archeologische niveau voor laat-paleolithische en mesolithische kampplaatsen en begravingsresten. Resten uit deze perioden kunnen ook aan de basis van de *holocene* afzettingen voorkomen. Op een dieper niveau kunnen in de top van de Formatie van Drente en Laagpakket van Tynje kampplaatsen van Neanderthalers voorkomen. De correlatie tussen archeologische niveaus en lithostratigrafische eenheden is in onderstaande tabel samengevat.

Formatie	Laagpakket Laag	Lithologie	Ouderdom	Archeologische Verwachting*	Periode
Southern Bight	Terschellinger bank	open marien	Holoceen	I, IV	ME – NT
Urania	Western Mud Hole	open marien	Holoceen	I, IV	ME – NT
Naaldwijk	Schoorl	eolisch duinlandschap	Holoceen	I, IV	ME – NT
	Zandvoort	marien	Holoceen	I	ME – NT
	Wormer	marien getijdenlandschap	Holoceen	I	ME – NT
Nieuwkoop	Basisveen	organoleptisch kustlandschap	Vroeg Holoceen	II, mogelijk III	MESO
Boxtel	Wierden	eolisch dekzandlandschap	Weichselien tot Vroeg Holoceen	III	LPALEO – MESO
	Singraven	fluviatiel beken en kleine rivieren		II en III	LPALEO – MESO
Eem	Brown Bank	lagunair & lacustrien lagunes en meren	Eem tot Vroeg Weichselien	II en III	MPALEO
	-	open marien	Eem	IV	MPALEO
Drente	Uitdam	glaciolacustrien meren in glaciaal landschap	Saalien	II en III	MPALEO
	Schaarsbergen	fluvioglaciaal smeltwaterrivieren in glaciaal landschap		II	MPALEO
	Gieten	glaciaal gletsjers in glaciaal landschap		III	MPALEO
Urk	Tynje	fluviatiel rivierenlandschap	Post Elsterien	II en III	VPALEO - MPALEO
Peelo	-	fluvioglaciaal glaciaal landschap	Elsterien	?	VPALEO - MPALEO

Tabel 13. Archeologische verwachting gerelateerd aan de lithostratigrafie

*

Archeologische verwachting	
I	Scheepswrakken en scheepvaartgerelateerde objecten; vliegtuigwrakken
II	Middeleeuwse bewoningsresten
III	Verloren of gedumpte objecten, waaronder vuurstenen en benen jachtattributen, visweren, visfuiken en boomstamboten
IV	Kampplaatsen en begravingsresten
V	Verspoelde artefacten

In tabel 13 is te zien dat sporen van prehistorische nederzettingen (III) in dekzand van het *Laagpakket van Wierden* en beekafzettingen van het *Laagpakket van Singraven* worden verwacht. De locaties waar intacte dekzandruggen en -kopjes of randen van beekdalen binnen de tracéalternatieven voorkomen is niet bekend.

Onder de *Formatie van Naaldwijk* kan het *pleistocene* landschap intact bewaard zijn gebleven. De kans hierop is vooral groot in zones waar geen erosie door getijdengeulen is opgetreden en waar de basis van de *holocene* opeenvolging wordt gemarkeerd door de Basisveen Laag.

De aanwezigheid van kampplaatsen (III) wordt gemarkeerd door vuurstenen en benen artefacten, botresten, houtskool en/ of verbrande zaden en noten (hazelnootdoppen). De grootte van de kampplaatsen kan variëren van klein (eenmalig kortstondig gebruikte jachtkampen) tot groot (herhaald intensief gebruik en seizoensbewoning).

Het is onbekend in hoeverre de sequentie van pre-*holocene* landschappen, en daarmee de gaafheid van de verwachte prehistorische nederzettingen, ter plaatse van de tracéalternatieven door erosie is aangetast. Gezien de zeer snelle 'verdrinking' van het *pleistocene* landschap in het Vroeg *Holoceen* en de mogelijke afdekking van archeologische niveaus door veen en klei kunnen prehistorische resten (zeer) goed geconserveerd zijn. Deze verwachting geldt zowel voor organische als anorganische resten. Indien de archeologische niveaus niet door menselijk handelen (denk bijvoorbeeld aan zandwinning) of natuurlijke processen (erosie) zijn aangetast, kunnen daarom prehistorische resten met een zeer hoge fysieke kwaliteit worden verwacht. Dit in tegenstelling tot de mesolithische vindplaatsen die in de hooggelegen zandgebieden van Nederland zijn aangetroffen. Bij deze vindplaatsen is de vondstlaag vaak opgenomen in de bouwvoor en bevinden de grondsporen zich direct onder de bouwvoor en boven de grondwaterspiegel. De fysieke kwaliteit van deze vindplaatsen is altijd in meer of mindere mate aangetast.

Een ander punt waarop de verwachte nederzettingen langs de tracéalternatieven zich onderscheiden van de bekende vindplaatsen op het vasteland is hun lage ligging in het Noordzeegebied. Van de *paleolithische* en vroeg-*holocene* bewoners van het Noordzeegebied, van hun nederzettingen en van de wijze waarop zij zich handhaafden in het snel veranderende landschap is weinig bekend. De informatiewaarde van de verwachte nederzettingen in het gebied is daarom groot. Dit wordt ook gesteld in de Nationale onderzoeksagenda voor de Vroege Prehistorie: *Vindplaatsen en eventuele omringende fenomenen die zich bevinden in paleolandschappelijke contexten die nog niet of nauwelijks zijn onderzocht, hebben per definitie een grote informatiewaarde.*[42]

[42] Nationale onderzoeksagende 2006, hoofdstuk 11: De Vroege Prehistorie.

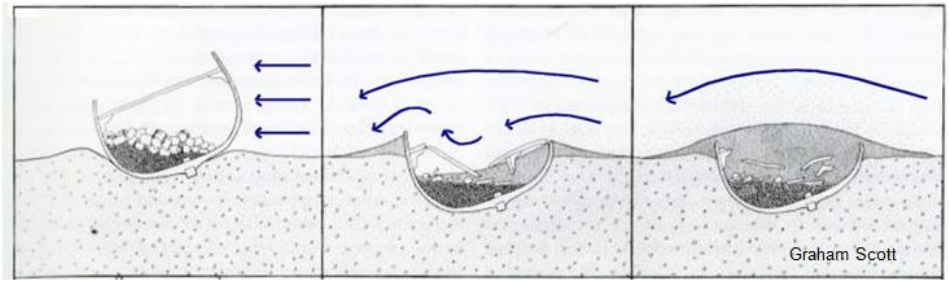
Middeleeuwse bewoningsresten

In de oostelijke Waddenzee zijn verschillende middeleeuwse bewoningsplaatsen verdwenen door stormvloeden. Het gaat hier om de verdronken dorpen 't Oerd en Swartwoude bij Ameland, de eilanden Bosch (Coornsant) en Heffesant bij Schiermonnikoog en de verplaatsing van het eiland Rottum. In de ondergrond kunnen nog bewoningsresten aanwezig zijn.

Historische scheepswrakken

Binnen het onderzoeksgebied zijn 93 scheepswrakken bekend. 35 hiervan dateren uit de Tweede Wereldoorlog of ouder en hebben een archeologische waarde. 17 wrakken zijn recent en hebben geen archeologische waarde. Van de overige 41 wrakken zijn weinig details bekend; de herkomst en ouderdom zijn nog niet vastgesteld. Ze kunnen dus een archeologische waarde hebben. De verwachting is, dat binnen het onderzoeksgebied nog onontdekte wrakken kunnen liggen.

Indien een schip zinkt en uiteindelijk op de zeebodem terecht komt, zal door de getijdenstroming het casco zich snel in een losse, zachte bodem inslijpen tot op het niveau van een harde bodem. Hoe dikker de laag met los materiaal, hoe meer van het schip hierin wordt verpakt en bewaard blijft. Vooral in gebieden waar de losse laag bestaat uit materiaal met een hoger kleigehalte zal die afdichting een sterke conserverende werking hebben. In meer zandige gebieden zal dit effect door de grotere zandfractie veel minder groot zijn.



Afbeelding 36.Voorbeeld van een wrakvormingsproces (Graham Scott).

Op het moment dat wrakken door erosie of andere oorzaken aan het oppervlak van de zeebodem komen te liggen kunnen zij worden aangetast door voortgaande erosie en zeeorganismen zoals de paalworm. Het hout van scheepswrakken wordt door de paalworm opgevreten wat leidt tot een sterke aantasting van de gaafheid en conservering van het wrak.

Vliegtuigwrakken

In totaal stortten tijdens de oorlogsjaren meer dan 5000 vliegtuigen neer in Nederland.[43] Verschillende bronnen zijn niet eenduidig over het aantal vliegtuigen dat nog in het Noordzeegebied vermist wordt. Het gaat in ieder geval om honderden. In de omgeving van het onderzoeksgebied zijn drie meldingen van een vliegtuigwrak bekend. Het is denkbaar dat zich meerdere onontdekte resten bevinden in de omgeving.

[43] Bron: NOS Journaal, 01-05-2016.

3. Beantwoording onderzoeksvragen

Op basis van het bureauonderzoek worden de onderzoeksvragen beantwoord.

Zijn er archeologische waarden in het plangebied bekend? Zo ja: Wat is de aard, omvang, (diepte)ligging en datering van deze vindplaatsen?
Binnen het onderzoeksgebied zijn 14 archeologische waarnemingen bekend binnen ARCHIS. Dit betreffen (resten van) historische scheepswrakken (12), middeleeuws aardewerk (1) en een nieuwetijds tinnen bord (1).

Kunnen in het plangebied, naast eventuele bekende waarden, archeologische resten verwacht worden? Zo ja: Wat is de aard, omvang, (diepte)ligging en datering van de verwachte archeologische resten?
In het onderzoeksgebied kunnen onontdekte scheeps- en vliegtuigwrakken en bewoningsresten uit de Vroege Prehistorie en Middeleeuwen verwacht worden. Binnen het gebied zijn 93 scheepswrakken bekend waarvan het merendeel nog niet is onderzocht of geïdentificeerd, en waarvan de archeologische waarde dus nog niet is bepaald.

a) scheeps- en vliegtuigwrakken
De verwachting betreft vooral scheepswrakken uit de Middeleeuwen tot en met de Nieuwe tijd. Het gaat om geïsoleerde vindplaatsen met in de omgeving mogelijk objecten die aan het wrak gerelateerd zijn, zoals verloren lading of door erosie verspoelde delen van het wrak of de lading. Scheepswrakken kunnen overal in het gebied voorkomen; locaties zijn moeilijk te voorspellen. Resten worden binnen de Formatie van Naaldwijk, de Terschellingerbank - en Western Mudhole Laagpakket verwacht. De gezamenlijke dikte van deze *holocene* afzettingen varieert langs de tracéalternatieven van 35 meter in de diep ingesleten getijdengeulen in het Waddengebied tot 0 meter in het geplande windpark Ten Noorden van de Wadden.

De gaafheid en conservering van wrakken is sterk afhankelijk van het materiaal (hout of staal) en de context van de resten. Schepen die kort na het vergaan zijn afgedekt door sediment en ingebed in sediment bewaard zijn gebleven kunnen gaaf en goed geconserveerd zijn. De wrakken die aan het oppervlak van de zeebodem liggen staan bloot aan erosie, visserij met sleepnetten en aantasting door mariene organismen zoals de paalworm.

De verwachting voor vliegtuigwrakken betreft overblijfselen van gevechtsvliegtuigen uit WOII. Door de grote impact tijdens een crash kunnen resten over een groot gebied verspreid voorkomen.

b) middeleeuwse bewoningsresten:
- Resten van de verdronken dorpen ’t Oerd en Swartwoude bij Ameland zuid (routevariant Burgum west);
- Het eiland Bosch (Coornsant) bij oost Schiermonnikoog (routevarianten Vierverlaten midden, Vierlaten west en Eemshaven west);
- Het eiland Heffesant (routevarianten Eemshaven west, Vierverlaten midden en Vierlaten Oost);
- Verplaatsing van Rottum (routevarianten Eemshaven midden en Vierverlaten oost).

c) prehistorische nederzettingen:
De verwachting betreft kampplaatsen uit het Paleolithicum en het Mesolithicum. De grootte van de kampplaatsen kan variëren van klein (eenmalig kortstondig gebruikte jachtkampen) tot groot (herhaald

intensief gebruik en seizoensbewoning). *In situ* resten worden verwacht in gebieden waar *pleistocene* landschappen intact bewaard zijn gebleven. De kans hierop wordt het grootst geacht in gebieden waar de *pleistocene* landschappen zijn afgedekt door een laag klei of veen, zoals de *Basisveen Laag*.

De *lithostratigrafische* context voor laat-*paleolithische* en *mesolithische* resten wordt gevormd door dekzandafzettingen van het *Laagpakket van Wierden* en beekafzettingen van het *Laagpakket van Singraven*. Deze eenheden liggen op een diepte variërend van 5 mLAT aan de noordrand van het Friese vasteland tot meer dan 20 mLAT *nearshore* en *offshore*.

Rivierafzettingen van het *Laagpakket van Tynje* (*Formatie van Urk*), keileemafzettingen van het *Laagpakket van Gieten* (*Formatie van Drenthe*) en lagunaire- en meerafzettingen van het *Brown Bank Laagpakket* (*Eem Formatie*) en terrestrische afzettingen van de *Formatie van Boxtel* vormen de context voor kampplaatsen van Neanderthalers. Indien deze *pleistocene* landschappen intact aanwezig zijn kunnen midden-*paleolithische* resten van hoge fysieke kwaliteit en grote informatiewaarde voorkomen.

Naast kampplaatsen kunnen in de vroeg-*holocene* afzettingen (*Basisveen Laag* en *Laag van Velsen*), en verloren of gedumpte objecten, waaronder vuurstenen en benen jachtattributen, visweren, visfuiken en boomstamboten verwacht worden. De mariene zanden en getijdenafzettingen van de *Eem Formatie*, de *Formatie van Naaldwijk* en het *Bligh Bank Laagpakket* kunnen verspoelde artefacten bevatten.

Vormt de aanleg van de kabels een bedreiging voor bekende of verwachte archeologische waarden? Zo ja: Kan een aantasting van archeologische waarden door planaanpassing worden voorkomen of beperkt?

a) scheeps- en vliegtuigwrakken

De aanleg van kabelsleuven kan een bedreiging vormen voor de verwachte resten van scheeps- en vliegtuigwrakken. Vervolgonderzoek in de vorm van een geofysische survey met *side scan sonar, multibeam echo sounder* en *magnetometer* (inventariserend veldonderzoek opwaterfase) kan uitsluitsel geven over de aanwezigheid van dit type resten. Voor een effectbeoordeling per route wordt verwezen naar hoofdstuk 4 van dit rapport.

b) middeleeuwse bewoningsresten

De aanleg van kabelsleuven kan een bedreiging vormen voor de verwachte middeleeuwse bewoningsresten. Vervolgonderzoek in de vorm van een geofysische survey met *side scan sonar, multibeam echo sounder*, *magnetometer* en *subbottom profiler* (inventariserend veldonderzoek opwaterfase) kan uitsluitsel geven over de aanwezigheid van dit type resten. Voor een effectbeoordeling per route wordt verwezen naar hoofdstuk 4 van dit rapport.

c) Prehistorische resten

In het grootste deel van het Waddengebied liggen de prehistorische landschappen zo diep dat de aanleg van kabelsleuven naar verwachting geen bedreiging vormt voor *in situ* resten uit de Prehistorie. In hoeverre in de offshore-delen van de kabelroutes prehistorische resten worden bedreigd is op dit moment lastig in te schatten, omdat de ploegdiepte van de kabels en de aard, diepteligging en intactheid van het *pleistocene* landschap op detailniveau niet bekend zijn. Vooralsnog wijzen de beschikbare geologische gegevens erop dat de top van de *pleistocene* opeenvolging offshore op veel plaatsen op minder dan 5 meter onder de zeebodem ligt, waardoor verstoring door de aanleg van kabels niet kan worden uitgesloten. Vervolgonderzoek in de vorm van een geofysische survey met *side scan sonar* en *subbottom profiler* (inventariserend veldonderzoek opwaterfase) kan meer inzicht geven in a) de intactheid en diepteligging van de *pleistocene* afzettingen en de archeologische resten die mogelijk in de

context van deze afzettingen bewaard zijn gebleven, en b) de kans dat eventueel aanwezige resten door de aanleg van kabels worden bedreigd. Planaanpassing is in dit stadium geen optie, omdat de negatieve impact van elk van de kabelroutes overeenkomstig is.

Indien de 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?
Om de aanwezigheid van archeologische waarden en hun omvang, ligging, aard en datering te kunnen bepalen wordt een vervolg onderzoek in de vorm van een geofysisch onderzoek (opwaterfase) geadviseerd. Met behulp van deze technieken kan meer informatie verkregen worden over de aanwezigheid van bekende en onbekende archeologische resten in het plangebied. Aan de hand van de resultaten van dit onderzoek kan de route van de kabels worden aangepast binnen de grenzen van de vergunde corridor. Ook de resultaten van het onderzoek naar niet gesprongen explosieven kunnen aanleiding geven tot het verleggen van de kabelroutes binnen de corridor. Wanneer binnen de corridor voldoende ruimte kan worden gevonden voor het verleggen van de kabelroutes, dan kunnen de archeologische waarden op die manier behouden blijven.

4. Effectbeoordeling per routevariant

In dit hoofdstuk worden de effectbeoordelingen voor de verwachting van archeologische waarden per route alternatief gepresenteerd. Een uitleg over de beoordeling wordt hieronder weergegeven.

Score	Betekenis	Wanneer toegekend
--	sterk negatief effect ten opzichte van de referentiesituatie	dit zijn effecten die naar verwachting niet vergunbaar zijn of die leiden tot discussie over de haalbaarheid of uitvoerbaarheid van het project. Compensatie is nodig.
-	negatief effect ten opzichte van de referentiesituatie	effect is te mitigeren/accepteren
0	geen effect ten opzichte van de referentiesituatie	geen effect ten opzichte van de referentiesituatie

Tabel 14. Maatlat beoordelingskader archeologie

Scheepswrakken

Het beoordelingskader voor scheepswrakken is opgenomen in tabel 15.

Routevariant	Oppervlakte	Wrakken		Effect		
	km2	Aantal	Aantal/km^2	Onderscheid varianten	Score conform Tabel 14	Na mitigatie
Burgum midden	172	9	0.052		-	0
Burgum oost	182	9	0.049		-	0
Burgum oversteek	12	0	0.000		0	0
Burgum west	165	11	0.066		-	0
Eemshaven midden	261	20	0.077		-	0
Eemshaven oost	229	28	0.122		-	0
Eemshaven west	205	45	0.219		-	0
Vierverlaten midden	196	17	0.087		-	0
Vierverlaten oost	216	2	0.009		-	0
Vierverlaten west	199	18	0.091		-	0

Tabel 15. Het beoordelingskader voor scheepswrakken

Toelichting:

Onder het kopje **Effect** zijn drie kolommen opgenomen. Voor de betekenis van de waarden die in elk van de kolommen zijn ingevuld wordt onderstaand een toelichting gegeven.

Onderscheid Varianten

In deze kolom is voor elk van de routevarianten een beoordeling gemaakt van de waarschijnlijkheid dat tijdens de aanleg van een kabel een wrak wordt aangetroffen. De beoordeling is gebaseerd op het aantal bekende scheepswrakken per routevariant, en geeft een onderlinge vergelijking van de effecten, voordat is beoordeeld of de negatieve effecten van de aanleg te mitigeren of te accepteren zijn.

Score conform Tabel 14

In deze kolom wordt beoordeeld of de negatieve effecten te accepteren of te mitigeren zijn. Als een wrak op de route blijkt te liggen, en uit nader onderzoek blijkt verder dat het om behoudenswaardig wrak gaat,

dan kan de wraklocatie worden gespaard door de route aan te passen. Conform de Beleidsregels voor Rijkswateren dient de kabel dan op minimaal 100 meter afstand van alle wraklocatie te worden gelegd en mogen binnen een straal van 100 meter rond het wrak geen bodemverstorende activiteiten plaatsvinden.

Na mitigatie
In deze kolom wordt beoordeeld of na mitigatie nog negatieve effecten voor het archeologisch erfgoed resteren.

Middeleeuwse bewoningsresten
De onderstaande tabel toont het beoordelingskader voor middeleeuwse bewoningsresten.
Overeenkomstig de beoordeling van scheepswrakken is tussen elk van de routevarianten een duidelijk onderscheid te maken in de waarschijnlijkheid dat archeologische resten, in dit geval van middeleeuwse (en nieuwetijdse) nederzettingen, aangetast kunnen worden tijden de aanleg van de kabel. De effecten hiervan zijn naar te verwachting te mitigeren door middel van een gestuurde boringen onder de nederzetting aan te leggen. De resteffecten na mitigatie zijn wederom nihil.

Routevariant	Verwachte resten	Effect		
		Onderscheid varianten	Score conform Tabel 14	Na mitigatie
Burgum midden	Geen		0	0
Burgum oost	Geen		0	0
Burgum oversteek	Geen		0	0
Burgum west	Dorpen ’t Oerd en Swartwoude		-	0
Eemshaven midden	Het eiland Heffesant en Rottum		-	0
Eemshaven oost	Geen		0	0
Eemshaven west	Het eiland Bosch (Coornsant), Heffesant		-	0
Vierverlaten oost	Het eiland Heffesant en Rottum		-	0
Vierverlaten west	Het eiland Bosch (Coornsant)		-	0
Vierverlaten midden	Het eiland Bosch (Coornsant), Heffesant		-	0

Tabel 16. Het beoordelingskader voor middeleeuwse bewoningsresten

Pleistocene landschappen en hieraan gerelateerde prehistorische resten
In het Waddengebied en in de *nearshore* gebieden ten noorden van de eilanden bevinden de *pleistocene* landschappen zich op meer dan vijf meter onder de zeebodem en worden geen negatieve effecten voor prehistorische resten door de aanleg van kabels verwacht. Offshore is het negatieve effect van ingrepen voor elke van de route-opties, voor zover op basis van de beperkte geologische gegevens die beschikbaar zijn kan worden voorzien, voor alle routevarianten gelijk.

In tegenstelling tot scheepswrakken en middeleeuwse dorpen is het niet altijd mogelijk om de effecten op prehistorische resten te mitigeren. Dit heeft te maken met de aard van de verwachte resten. Laat-paleolithische en mesolithische kampplaatsen zijn vaak klein, soms slechts enkele vierkante meters. Het opsporen van deze resten onder een dek van *holocene* afzettingen is, gezien de omvang van de routes vrijwel onmogelijk. Wel is het mogelijk om een beoordeling te maken van de intactheid van de opeengestapelde *pleistocene* landschappen om zodoende een beeld te krijgen van de waarschijnlijkheid dat aan deze landschappen gerelateerde *in situ* resten uit de Prehistorie bewaard kunnen zijn. Verstoring

van archeologische niveaus is in dat geval acceptabel (kolom 'Na mitigatie') als door specialistisch onderzoek (pollen, macroresten, mollusken, 14C-dateringen, et cetera) informatie wordt verzameld over de ontwikkeling van het landschap en vegetatie in de Prehistorie.

Routevariant	Verwachte resten	Effect		
		Onderscheid varianten	Score conform Tabel 14	Na mitigatie
Burgum midden	Paleolithicum en Vroeg Mesolithicum		-	-
Burgum oost	Paleolithicum en Vroeg Mesolithicum		-	-
Burgum oversteek	Paleolithicum en Vroeg Mesolithicum		-	-
Burgum west	Paleolithicum en Vroeg Mesolithicum		-	-
Eemshaven midden	Paleolithicum en Vroeg Mesolithicum		-	-
Eemshaven oost	Paleolithicum en Vroeg Mesolithicum		-	-
Eemshaven west	Paleolithicum en Vroeg Mesolithicum		-	-
Vierverlaten oost	Paleolithicum en Vroeg Mesolithicum		-	-
Vierverlaten west	Paleolithicum en Vroeg Mesolithicum		-	-
Vierverlaten midden	Paleolithicum en Vroeg Mesolithicum		-	-

Tabel 17. Het beoordelingskader voor prehistorische resten

5. Conclusies en advies

Het bureauonderzoek heeft uitgewezen dat binnen alle tracéalternatieven scheeps- en vliegtuigwrakken, overblijfselen van middeleeuwse bewoning en, indien het *pleistocene* landschap intact is, *in situ* prehistorische resten verwacht kunnen worden.

Binnen het onderzochte gebied zijn resten van 93 scheepswrakken bekend. Het gaat om wrakken met een archeologische verwachting (35), wrakken die niet van archeologische waarde zijn (17) en onbekende wrakken (41). Binnen het onderzoeksgebied kunnen naast de 93 bekende wrakken nog onontdekte wrakken voorkomen.

Op basis van de uitkomst van het onderzoek wordt geadviseerd om een inventariserend veldonderzoek (opwaterfase) uit te voeren om de archeologische verwachting te toetsen.[44] Voorafgaand aan het leggen van kabels op zee wordt standaard een geofysische en geotechnische *pre-lay route survey* uitgevoerd. De data van deze *survey* kunnen worden gebruikt voor de toets (zie onderstaande tabel).

Archeologische Verwachting	**Methode**	**Doel**	**Opmerking**
Scheeps- en vliegtuigwrakken	Side Scan Sonar	opsporen, karteren en begrenzen van wrakken	wrakken die op de bodem liggen of uit de bodem steken
	Multibeam	morfologische karakterisering van wraklocaties; opsporen van (deels) begraven wrakken waarvan de aanwezigheid wordt gemarkeerd door een slijpgeul	in aanvulling op side scan sonar
	Subbottom Profiler	opsporen begraven objecten waaronder mogelijke scheeps- en vliegtuigwrakken	aard van het begraven object kan niet direct worden vastgesteld
	Magnetometer		
Middeleeuwse nederzettingen en prehistorische landschappen	Subbottom Profiler	karteren van prehistorische landschappen en afgedekte middeleeuwse woonplaatsen; specificeren van verwachting	ondersteund door, en gevalideerd met boorgegevens
	Geologische Boringen	vaststellen lithostratigrafie, aard laaggrenzen (erosief of geleidelijk) en kenmerken van bodemvorming en rijping; specificeren van verwachting	boorbeschrijvingen moeten beantwoorden aan de doelstelling
	Sonderingen	vaststellen lithostratigrafie	korreleren met boorgegevens

Tabel 18. Toetsing van archeologische verwachting met geofysische methoden

Wanneer de onderzoeksmethoden, als in de tabel beschreven, worden toegepast tijdens de *route survey* en wanneer de ingewonnen data van voldoende kwaliteit is, dan kan de benodigde archeologische

[44] conform KNA waterbodems protocol 4103.

beoordeling van de kabelroute worden uitgevoerd. Het verdient aanbeveling de *technische Scope of Work* af te stemmen met het archeologisch team alvorens met de survey werkzaamheden te beginnen. De eisen aan de geofysische opnamen dienen vastgelegd te worden in een Programma van Eisen.[45]

Het is voor de eventuele analyse van boorkernen voor archeologische doeleinden van belang dat deze kernen intact zijn. Monsters die zijn gebruikt voor sterkteproeven en korrelgroottebepalingen zijn in de regel niet meer geschikt voor archeologisch onderzoek, omdat ze niet meer intact zijn. Afstemming van het gebruik van de monsters is daarom van belang. Een mogelijkheid zou kunnen zijn, dat de kernen voorafgaand aan het gebruik voor de bepaling van fysische parameters (sterkte/korrelgrootte) door een door een gecertificeerd KNA (Kwaliteitsnorm Nederlandse Archeologie) prospector waterbodems worden onderzocht, waarbij tevens monsters kunnen worden genomen voor specialistisch onderzoek (macroresten, pollen, mollusken, ^{14}C-dateringen, et cetera).

[45] conform KNA waterbodems protocol 4001.

Lijst met afbeeldingen

Afbeelding 1. Ligging van het onderzoeksgebied 5
Afbeelding 2. Tracébreedte kabelsysteem op zee 6
Afbeelding 3. Overzicht van de verschillende tracévarianten 9
Afbeelding 4. Diepte langs de offshore tracé-alternatieven in meter ten opzichte van NAP. 12
Afbeelding 5. Veranderingen in diepte in de periode 1925-2017 13
Afbeelding 6. Overzicht van de gebieden die verdiepen sinds 1925 13
Afbeelding 7. Overzicht van de gebieden die verzand zijn sinds 1925 14
Afbeelding 8. Bestaande kabels en leidingen 15
Afbeelding 9. Overige infrastructuur 17
Afbeelding 10. Eerder uitgevoerde onderzoeken 18
Afbeelding 11. Overlap onderzoeksgebied met zoekgebied MCS Zoe containers. 19
Afbeelding 12. Reconstructie van de historische kustlijnen in het Noordzeebekken. 20
Afbeelding 13. De Waddeneilanden omstreeks 1568 met Heffesant en Bosch (A. Ortelius 1568) 21
Afbeelding 14. De voormalige dam naar Ameland op de kaart van 1883 (Jacob Swart) 22
Afbeelding 15. Gebieden met mogelijke resten van Middeleeuwse bewoningsresten 24
Afbeelding 16. Het onderzoeksgebied op een historische kaart oostelijke Waddenzee (1848) 25
Afbeelding 17. Ligging van het onderzoeksgebied op historische kaart 1883 (Jacob Swart). 25
Afbeelding 18. Landschappelijke ontwikkeling tijdens het Pleistoceen (naar: Peeters 2015) 28
Afbeelding 19. Landschappelijke ontwikkeling tot de Romeinse tijd (naar: Vos et al, 2018) 29
Afbeelding 20. Oppervlaktesedimenten (naar: Laban 2004) 31
Afbeelding 21. Geologische Overzichtskaart van Nederland (naar: De Mulder 2003) 32
Afbeelding 22. Diepteligging van de top van de pleistocene eenheden onder de zeebodem / maaiveld ... 33
Afbeelding 23. Top Pleistoceen (bron: Laban 2004 & GeoTOP) 34
Afbeelding 24. Voorkomen van de Basisveen Laag in het onderzoeksgebied 37
Afbeelding 25. Overzichtskaart archeologiewaarden van het Nederlands Continentaal Plat. 40
Afbeelding 26. Archeologische potentie voor prehistorische resten 41
Afbeelding 27. Overzicht van de ARCHIS waarnemingen binnen het onderzoeksgebied. 42
Afbeelding 28 Vermoedelijke vindplaats bifaciaal artefact op Ameland (uit: Stapert 2013) 45
Afbeelding 29. Bekende wrakken (NCN) binnen het onderzoeksgebied. 47
Afbeelding 30. Side scan sonarbeeld van NCN 142, wrak van de Irene Oldendorff (Dienst der Hydrografie) 48
Afbeelding 31. Artikel over de Irene Oldendorff (Telegraaf 02-01-1952) 49
Afbeelding 32. Side scan sonarbeeld van NCN 860, wrak van de M-9 (Dienst der Hydrografie) 49
Afbeelding 33. Side scan sonarbeeld van NCN 902, wrak van de M347 (Dienst der Hydrografie) 50
Afbeelding 34. Overige objecten in het onderzoeksgebied 51

Afbeelding 35. Bekende waarnemingen van vliegtuigwrakken 52
Afbeelding 36.Voorbeeld van een wrakvormingsproces (Graham Scott). 55

Lijst met tabellen

Tabel 1. Archeologische perioden 2
Tabel 2. Administratieve gegevens van het onderzoeksgebied 2
Tabel 3. Overzicht van kruisende Electra- en telecomkabels 16
Tabel 4. Overzicht van kruisende pijpleidingen 16
Tabel 5. Exploratieboringen in onderzoeksgebied 17
Tabel 6. Overzicht van de eerder uitgevoerde archeologische onderzoeken in het gebied 18
Tabel 7. Basis Holoceen (=dikte Bligh Bank Laagpakket + Formatie van Naaldwijk) 32
Tabel 8. Lithostratigrafie en lithogenese van het onderzoeksgebied 38
Tabel 9. Bekende waarnemingen uit ARCHIS in het onderzoeksgebied 43
Tabel 10. Lijst van bekende scheepswrakken binnen het onderzoeksgebied per route variant 46
Tabel 11. Overzicht van de bekende wrakken binnen het onderzoeksgebied met archeologische waarde 47
Tabel 12. Overige objecten in het onderzoeksgebied 51
Tabel 13. Archeologische verwachting gerelateerd aan de lithostratigrafie 53
Tabel 14. Maatlat beoordelingskader archeologie 59
Tabel 15. Het beoordelingskader voor scheepswrakken 59
Tabel 16. Het beoordelingskader voor middeleeuwse bewoningsresten 60
Tabel 17. Het beoordelingskader voor prehistorische resten 61
Tabel 18. Toetsing van archeologische verwachting met geofysische methoden 62

Verklarende woordenlijst en toelichting afkortingen

Term	**Omschrijving**
Antropogeen	Door menselijk handelen
Allerød interstadiaal	Het *Allerød*-interstadiaal is warme en nattere periode tijdens het laatste glaciaal (IJstijd) dat duurde van 13.900 tot 12.850 jaar geleden.
ARCHIS	ARCHeologisch Informatie Systeem. Het door de Rijksdienst voor het Cultureel Erfgoed beheerde archeologische informatiesysteem
Crevasse afzetting	Een crevasse afzetting bestaat uit een doorbraak van een rivier die niet heeft doorgezet. Door de doorbraak is een afzetting ontstaan met sediment uit de oeverwal. Crevasse-afzettingen zijn bewaard gebleven doordat ze hoger liggen in het landschap.
Discordant	Hiaat tussen twee sedimentaire lagen, komt vaak tot uiting in een hoekverschil
Geogenese	Ontstaansgeschiedenis
Geofysisch onderzoek	Non-destructief onderzoek van natuurlijke en antropogene fenomenen, op, aan of onder de waterbodem door de inzet van een surveyschip dat is toegerust met specialistische meetapparatuur (side scan sonar, single/multibeam echo sounder, magnetometer, subbottom profiler, etc.)
Geotechnisch onderzoek	Bodempenetrerend onderzoek door middel van grondboringen of sonderingen om de samenstelling en fysieke eigenschappen van de ondergrond vast te stellen.
Holoceen	Jongste geologisch tijdperk (vanaf de laatste IJstijd, circa 9000 v.Chr. tot heden)
In situ	Ter plaatse, in de oorspronkelijke toestand
Klastische *rivierafzettingen*	Klastisch wil zeggen dat een gesteente of sediment is opgebouwd of bestaat uit fragmenten van afgebroken gesteente (zogenaamde klasten).
KNA	Kwaliteitsnorm Nederlandse Archeologie
LAT	Lowest Astronomical Tide
Lithostratigrafie	Studie van de gesteentelagen binnen de stratigrafie en geologie.
Magnetometer	Techniek om afwijkingen veroorzaakt door de aanwezigheid van ferro-magnetisch materiaal (ijzer) in het natuurlijke magnetische veld te detecteren
Mesolithicum	De periode (8800-4900 voor Chr.) die begint na het aflopen van de laatste ijstijd en eindigt wanneer een samenleving overschakelt op landbouw en veeteelt en tal van nieuwe technologieën ontwikkelt of overneemt (Neolithicum)
Multibeam echosounder	Vlakdekkend akoestisch meetinstrument dat met verschillende bundels of beams de waterdiepte onder een meetvaartuig meet, waarna een gedetailleerd topografisch model van de waterbodem kan worden gemaakt
Nearshore	Het kustnabije deel van de zee vanaf de 0m dieptecontourlijn tot 3km uit de kust, of het punt waarop de waterdiepte sterk toeneemt
Offshore	Diepere deel van de zee, dat verder van de kust verwijderd ligt dan het *nearshore* gedeelte
Paleolithicum	De oudste periode in de voorgeschiedenis van de mens en zijn materiële cultuur (300.000-8800 v. Chr.)
Pleistoceen	Geologisch tijdperk dat ongeveer 2 miljoen jaar geleden begon. De tijd van de IJstijden maar ook van gematigd warme perioden. Het *Pleistoceen* eindigt met het begin van het *Holoceen, ca 11700 jaar geleden*
Seismiek	Een methode om een beeld te krijgen van de ondergrond met behulp van kunstmatig opgewekte akoestische golven.

Term	**Omschrijving**
Side scan sonar	Akoestisch meetinstrument dat vlakdekkend de sterkte van reflecterende geluidssignalen van de waterbodem onder een meetvaartuig registreert. Vergelijkbaar met het maken van een zwart/wit foto van de waterbodem; wordt gebruikt om objecten op te sporen en bodemmorfologie en type te classificeren
Stratigrafie	De volgorde van opeenvolgende gesteentelagen. Hiermee kunnen aardlagen worden beschreven en gedateerd.
Stroomribbels	Asymmetrisch golfpatroon van het bodemoppervlak veroorzaakt door langsstromend water. De steile zijden van de ribbels liggen altijd aan de stroomafwaartse kant.
Survey	Onderzoek, standaardterm uit de offshore industrie
TNO-NITG	De Nederlandse Organisatie voor Toegepast Natuurwetenschappelijk Onderzoek

Referenties

Literatuur

- Brown, G.M. en Hageman, B.P., 1984. *Geological map Flemish Bight*.
- Busschers, F.S., C.W. Dubelaar, J. Stafleu en D. Maljers, 2010: *Lithological and sand grain-size variability in the three-dimensional GeoTOP model of Zuid-Holland*, Delft.
- De Mulder, E. e.a., 2003: *De ondergrond van Nederland, Groningen*.
- Deeben, J., D.P. Hallewas & Th.J. Maarleveld, 2002: *Predictive modelling 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.
- Doedens, A., & Houter, J., 2015. *Geschiedenis van de Wadden: De Canon van de Waddeneilanden*. Zutphen: WalburgPers.
- Essink, K., Buursma, A., Knol, E., Meijles, E., Nieuwhof, A., Nijlunsing, Y., Popta, Y., Postma, H. & Vries, K. de, 2014. *Sporen van menselijke bewoning op Rottumerplaat? – Verslag van een verkennend onderzoek op 18 maart 2014*. Mededelingen Verdronken Geschiedenis nr.2014-01a.
- Gaffney, V.L., K. Thomson en S. Fitch, 2005: *The Archaeology and geomorphology of the North Sea, Kirkwall.*
- Hessing, W.A.M., 2005: *Het Nederlandse kustgebied*, in: Bechert, T en W.J.H. Willems (red.), De Romeinse rijksgrens tussen Moezel en Noordzeekust, 89-102.
- Hijma, M., 2009: *From river valley to estuary, The early-mid Holocene transgression of the Rhine-Meuse valley, The Netherlands*, Netherlands Geographical Studies 389, Utrecht.
- IMAGO projectgroep, 2003: *Eindrapportage IMAGO: Samenvatting en conclusies*, RDIJ rapport 2003-13a.
- Kramer, E. e.a., 2003 (red.): *Koningen van de Noordzee, 250-850*, Leeuwarden / Nijmegen.
- Louwe Kooijmans, L.P., 1970-1971. *Mesolithic Bone and Antler Implements from the North Sea and from the Netherlands*.- Berichten van de Rijksdienst voor het Oudheidkundig Bodemonderzoek, 20-21: 69-70.
- Maarleveld, Th. J. en E.J. van Ginkel, 1990: *Archeologie onder water, het verleden van een varend volk*, Amsterdam.
- Maarleveld, TH.J. 1998: *Archaeological heritage management in Dutch waters: exploratory studies*, Almere.
- Muis, L.A. en S. van den Brenk, 2013. *Historische scheepswrakken – systematische opnamen en monitoring*. Periplus Archeomare briefrapport 12A001
- Mulder, S. 2015. *Buitendijks erfgoed oostelijke Waddenzee*.
- Oosten, M.F. van & Kuijer, P.C., 1986. *Bodemkaart van Nederland schaal 1:50000 – Toelichting bij de kaarten van de Waddeneilanden Vlieland Terschelling Ameland Schiermonnikoog.* Wageningen: Stichting voor Bodemkartering.
- Rieu, R., van Heteren, S., van der Spek, J.F., and de Boer, P.L., 2005: *Development and preservation of a Mid-holocene Tidal-Channel Network Offshore the Western Netherlands*. Journal of Sedimentary Research, 75-3, p 409-419.
- Rijksdienst voor het Cultureel Erfgoed, 2014. *Bewoningsgeschiedenis noordelijk kustgebied: achtergrond document*. Rijksdienst voor het Cultureel Erfgoed.
- Rijsdijk, K.F, S. Passchier, H.J.T. Weerts, C. Laban, R.J.W. van Leeuwen & J.H.J. Ebbing, 2005: *Revised Upper Cenozoic stratigraphy of the Dutch sector of the North Sea Basin: towards an integrated lithostratigraphic, seismostratigraphic and allostratigraphic approach*. Netherlands Journal of Geoscience 84-2, p 129-146
- Stichting verdronken Geschiedenis, 2006. *Grondradaronderzoek op Schiermonnikoog.*
- Vanderschuren, M.M.K., 2019. *Net op zee Ten noorden van de Waddeneilanden: Notitie Reikwijdte den Detailniveau*. Witteveen + Bos referentie 114227-3.31/19-015.126
- Verhart, L., 2005: *Een verdronken land. Mesolithische vondsten uit de Noordzee*, in: Louwe Kooijmans, L.P. e.a. (red.), de Prehistorie van Nederland, 157-160.

- Vonhögen-Peeters, L.M., S. van Heteren and J.H.M. Peeters, 2016. *Indicatief model van het archeologische potentieel van de Noordzeebodem*. Deltares rapport 209133-000
- Vos, P., M. van der Meulen, H. Weerts en J. Bazelmans 2018*: Atlas van Nederland in het Holoceen. Landschap en bewoning vanaf de laatste ijstijd tot nu,* Amsterdam (Prometheus).
- Vries, K., 2016. *Opkomst en ondergang van het eilandje Heffezand in geologisch perspectief*. Stichting verdronken geschiedenis.

Atlassen en Kaarten

- Atlas van Nederland in het Holoceen, 2018
- Geologische kaarten *TNO-NITG*; GeoTOP-modellen Formaties van Peelo, Urk, Drente, Eem, Boxtel, Naaldwijk en Nieuwkoop
- Globale Archeologische Kaart van het Continentale Plat
- Indicatieve Kaart van Archeologische Waarden (IKAW, versie 3)
- Noordzeeatlas
- Top Pleistocene Map Laban 2004.

Internetbronnen

- Dienst der Hydrografie (www.hydro.nl)
- Dinoloket (www.dinoloket.tno.nl)
- Noordzeeloket (www.noordzeeloket.nl)
- Olie en Gasportaal (www.nlog.nl)
- North Sea Paleolandscapes, University of Birmingham (http://www.iaa.bham.ac.uk)
- Nederlandse Federatie voor Luchtvaart Archeologie (www.nfla.nl)
- Stichting Aircraft recovery Group 40-45 (http://www.arg1940-1945.nl)

Overige bronnen

- ARCHIS III, archeologische database Rijksdienst voor het Cultureel Erfgoed
- Correspondentie en gesprekken met bergingsofficieren Koninklijke Luchtmacht
- Databases Periplus Archeomare
- KNA Waterbodems 4.1
- Nationale Onderzoeksagenda Archeologie 2.0
- SonarReg contacten database Rijkswaterstaat Zee en Delta

Bijlage 1. Bekende wrakken binnen het onderzoeksgebied

	Databases			ETRS80 UTM31N						Arch.
NCN	DHY	Sr92	ARCHIS	Easting	Northing	R95	Type	NAP	Naam	waarde
33	56	373	-	712387	5954953	1	Onderzeeboot	-25.8	Seefahrt ist Not, gezonken 27-03-1918	Ja
34	57	372	-	711809	5955082	1	scheepswrak	-25.9	Onbekend wrak gevonden met side scan sonar in 1989	Onb.
35	59	374	-	713001	5955203	1	Onderzeeboot	-26.5	HMS E-5, gezonken 1917	Ja
36	75	376	-	700353	5956005	1	Onderzeeboot	-27.2	U-7, gezonken 1915	ja
37	76	377	-	701142	5956139	1	scheepswrak	-24.9	Onbekend wrak gevonden met side scan sonar in 1989	Onb.
64	392	365	-	694324	5946159	1	scheepswrak	-26.4	Eurabia Sun, Libanees vrachtschip, gezonken 28-10-1974	Nee
74	562	109	-	690065	5936461	1	scheepswrak	-22.8	Onbekend wrak	Onb.
117	893	-	-	685373	5958151	1	scheepswrak	-28.1	Onbekend wrak	Onb.
139	1046	-	420140	688041	5928360	1000	scheepswrak	-5.5	Onbekend wrak, mogelijk vergaan 1930	Ja
142	1090	2116	-	716863	5948382	1	scheepswrak	-22.8	Irene Oldendorff, gezonken 31-11-1951	Nee
143	1116	2117	-	715502	5948843	1	scheepswrak	-23.2	Lasbeck, Duits vrachtschip, gezonken 26-04-1944	Ja
144	1131	369	-	693389	5951167	1	scheepswrak	-25.6	Jonge Albert (UK 91), gezonken 27-01-1968	Nee
146	1152	370	-	702568	5952702	1	scheepswrak	-28.4	Onbekend wrak	Onb.
428	3413	-	-	696194	5933114	1000	Scheepswrak	-10.9	Onbekend wrak	Onb.
555	51	-	-	692551	5954196	Onb.	Scheepswrak	-27.1	Onbekend wrak	Onb.
559	55	-	-	711950	5954108	Onb.	Scheepswrak	-23.4	Onbekend wrak	Onb.
569	73	-	-	692373	5955860	Onb.	Scheepswrak	-30.1	Hansa ? Gezonken 06-04-1892	Ja
571	77	-	-	712371	5956345	1	Onderzeeboot	-26.0	HMS E-26, gezonken 02-07-1916	Ja
584	93	-	-	691418	5956745	Onb.	Scheepswrak	-27.7	Onbekend wrak	Onb.
586	95	-	-	707320	5959406	1	Scheepswrak	-27.8	Onbekend wrak	Onb.
587	96	-	-	707747	5960037	1	Scheepswrak	-28.6	Onbekend wrak	Onb.
606	120	-	-	697674	5960726	Onb.	Scheepswrak	-26.6	Onbekend wrak	Onb.
620	137	-	-	695303	5963189	1	Scheepswrak	-31.3	Onbekend wrak	Onb.
625	147	-	-	695459	5964644	1	Scheepswrak	-29.3	Onbekend wrak	Onb.
628	150	-	-	700470	5964767	1	Scheepswrak	-30.1	Onbekend wrak	Onb.

	Databases			ETRS80 UTM31N						Arch.
NCN	DHY	Sr92	ARCHIS	Easting	Northing	R95	Type	NAP	Naam	waarde
633	163	-	-	698261	5967625	5	Scheepswrak	-28.2	Onbekend wrak	Onb.
643	180	-	-	682994	5970343	5	Scheepswrak	-31.5	Wrak Schoener, vergaan 1905	Ja
808	412	-	-	716867	5943869	1	Scheepswrak	-16.9	Sperrbrecher 138, gezonken 23-12-1942	Ja
812	416	-	-	710910	5943253	1	Scheepswrak	-19.7	Sperrbrecher 102, gezonken 19-04-1944	Ja
813	417	-	-	710740	5943936	1	Scheepswrak	-20.0	Landingsvaartuig, gezonken 1952	Ja
839	448	-	-	733607	5942508	1000	Scheepswrak	-14.3	Onbekend wrak	Onb.
840	449	-	-	732330	5941854	5	Scheepswrak	-13.5	Enak, gezonken 19-02-1941	Ja
843	458	-	-	723353	5943058	500	Scheepswrak	-12.2	Mijnenveger, vergaan 1948	Ja
844	461	-	-	723175	5942927	2500	Scheepswrak	-12.5	Onbekend wrak	Onb.
845	462	-	-	722735	5942862	1000	Scheepswrak	-12.5	Onbekend wrak, deels opgeruimd	Onb.
846	463	-	-	723294	5942342	500	Scheepswrak	-14.1	Sayn, gezonken 24-04-1940	Ja
848	466	-	-	715304	5941535	1	Scheepswrak	-15.6	Sabine Howald, vergaan 05-01-1944	Ja
849	467	-	-	712488	5941118	1	Scheepswrak	-17.1	Onbekend wrak	Onb.
859	477	12183	-	697100	5941473	1	scheepswrak	-23.6	Onbekend wrak	Onb.
860	478	-	438494	697879	5942085	1	Scheepswrak	-23.4	M-9, gezonken 1917	Ja
861	479	-	-	695299	5941343	1	Scheepswrak	-24.9	Elphis, gezonken 22-01-1968	Nee
875	496	-	-	711059	5943260	1	Scheepswrak	-19.5	Onbekend wrak	Ja
878	500	-	-	724720	5942956	1000	Scheepswrak	-13.8	Onbekend wrak, deels opgeruimd	Onb.
879	501	-	-	723012	5942853	Onb.	Scheepswrak	-12.5	Onbekend wrak	Onb.
880	502	-	-	721683	5941742	1000	Scheepswrak	-13.4	Niederwald, gezonken 27-11-1917	Ja
884	511	-	-	735675	5940527	1000	Scheepswrak	-9.7	Onbekend wrak	Onb.
885	512	-	-	734243	5941147	1000	Scheepswrak	-11.0	Onbekend wrak	Onb.
886	513	-	-	733897	5940316	1000	Scheepswrak	-5.3	Onbekend wrak	Onb.
887	514	-	-	733027	5940395	1000	Scheepswrak	-7.3	Zeearend, gezonken 1955	Nee
888	515	-	-	733097	5940465	1000	Scheepswrak	-7.8	Onbekend wrak	Onb.
889	516	-	-	731148	5941283	5	Scheepswrak	-12.4	Stettinger Haff, gezonken 14-03-1970	Nee
890	517	-	-	731885	5941487	1000	Scheepswrak	-14.1	Onbekend wrak	Onb.
891	518	-	-	726157	5940651	2500	Scheepswrak	-4.0	LAZ 3, hospitaalschip, gezonken 19-11-1944	Ja
897	524	-	-	721824	5939676	1000	Scheepswrak	-7.3	Onbekend wrak	Onb.

	Databases			ETRS80 UTM31N						Arch.
NCN	DHY	Sr92	ARCHIS	Easting	Northing	R95	Type	NAP	Naam	waarde
898	525	-	-	720504	5939770	1000	Scheepswrak	-8.5	Onbekend wrak, vergaan voor 1940	Ja
899	526	-	-	720726	5939747	1000	Scheepswrak	-8.1	Onbekend wrak	Onb.
900	527	-	-	718570	5939334	1000	Scheepswrak	-9.3	Onbekend wrak	Onb.
902	529	-	-	699686	5939644	1	Scheepswrak	-22.7	M347, Duitse mijnenveger, gezonken 25-08-1944	Ja
903	530	12182	-	695279	5939816	1	scheepswrak	-23.7	Oriente, coaster, gezonken 08-04-1966	Nee
904	531	12184	-	690114	5939148	1	scheepswrak	-21.7	Gruno, gezonken 26-09-1956	Nee
918	547	-	-	726625	5938979	1000	Scheepswrak	-2.2	Onbekend wrak	Onb.
919	548	-	-	726713	5938293	1000	Scheepswrak	-9.3	Onbekend wrak	Onb.
920	549	-	-	725930	5939247	1000	Scheepswrak	-4.2	Landingsvaartuig, gezonken 1945	Ja
921	550	-	-	725500	5938212	1000	Scheepswrak	-9.2	Onbekend wrak, gezonken WO2	Ja
922	551	-	-	725372	5938574	2500	Scheepswrak	-8.5	Onbekend wrak, gezonken WO2	Ja
923	552	-	-	720287	5938489	1000	Scheepswrak	-6.7	Onbekend wrak, mogelijk tanker	Onb.
924	553	-	-	714691	5937518	1000	Scheepswrak	-9.4	Onbekend wrak, gezonken WO2	Ja
926	555	-	-	712031	5937208	1000	Scheepswrak	-10.0	Onbekend wrak	Onb.
927	556	-	-	707294	5937187	1000	Scheepswrak	-11.5	Kurt Sandkamp, gezonken 05-11-1945	Ja
928	557	-	432742	700655	5936599	1	scheepswrak	-14.2	Wilhelm Bayern (V801), gezonken 1940	Ja
962	598	-	-	690640	5925100	1000	Scheepswrak	-0.3	Onbekend wrak	Onb.
964	600	-	-	704266	5925357	1000	Scheepswrak	-1.0	Talisman, Noors vrachtschip, hout, tweemaster, gezonken 14-04-1895	Ja
965	602	-	-	707197	5924247	1000	Scheepswrak	-0.1	Houten vissersboot, gezonken 1949	Nee
976	616	-	-	691881	5925485	1000	Scheepswrak	-0.5	Onbekend wrak	Onb.
1182	873	-	-	692268	5921847	1000	Scheepswrak	-0.8	Onbekend wrak	Onb.
1183	874	-	-	699893	5923009	1000	Scheepswrak	-0.6	SP 504, gezonken 1944	Ja
1328	1050	-	-	697709	5928821	1000	Scheepswrak	-2.1	Hanine No. 1055, gezonken 05-01-1951	Nee
1329	1051	-	-	703479	5928164	Onb.	Scheepswrak	-0.9	Hendrika, stalen tjalk met natuurproducten, gezonken 25-04-1914	Ja

	Databases			ETRS80 UTM31N						Arch.
NCN	DHY	Sr92	ARCHIS	Easting	Northing	R95	Type	NAP	Naam	waarde
1354	1076	11975	-	703458	5934068	1	scheepswrak	-2.6	Deens stoom vrachtschip Kai, gezonken op 7 december 1941 door mijnexplosie. Lading bestond uit steenkool	Ja
1361	1084	11976	-	719073	5936293	1000	scheepswrak	-6.5	Duitse vrachtschip Regulus, driemaster. Gezonken op 12 maart 1899. Lading bestond uit cement	Ja
1362	1085	-	-	726442	5937789	1000	Scheepswrak	-6.0	Christiana	Onb.
1387	1113	-	-	706015	5948607	1	Scheepswrak	-24.8	Onbekend wrak	Onb.
1402	1130	-	-	685995	5950033	Onb.	Scheepswrak	-26.4	Onbekend wrak	Onb.
1403	1133	-	-	714047	5951941	1	Scheepswrak	-21.5	Schute	Onb.
2197	2398	-	-	726053	5928977	1000	Scheepswrak	-1.8	Onbekend wrak	Onb.
2199	2400	-	-	753996	5931076	1000	Scheepswrak	-13.8	Onbekend wrak, deels opgeruimd	Onb.
2212	2416	-	-	703023	5930629	1000	Scheepswrak	-1.6	Drei Gebruder, gezonken 09-04-1891	Ja
2253	2472	-	-	685553	5965332	5	Scheepswrak	-27.8	Amor, gezonken 01-03-1966	Nee
2254	2473	-	-	686504	5964913	5	Scheepswrak	-28.0	Vogtland, voorpostenboot. Gezonken 29-01-1943	Ja
2255	2474	-	-	684153	5965699	5	Scheepswrak	-27.7	Maria van Hattem, gezonken 19-02-1931	Ja
2290	2523	-	-	686780	5976464	5	Scheepswrak	-33.8	Elvie, gezonken 02-03-1987	Nee
2323	2572	-	-	684767	5969667	5	Scheepswrak	-31.7	Helen May, gezonken 29-05-1988	Nee
2347	2615	-	-	705818	5925903	1000	Scheepswrak	-1.0	Paloma, vissersboot. Gezonken 28-12-1988	Nee
2378	2711	-	-	703395	5930645	1000	Scheepswrak	-1.6	Jonna Anna Lise, gezonken 22-05-1990	Nee
2417	2776	-	-	700038	5937620	1	Scheepswrak	-18.6	Onbekend wrak	Onb.
2418	2777	-	-	697707	5940541	1	Scheepswrak	-23.9	Onbekend wrak	Onb.
2465	2846	-	-	703345	5953192	1	Scheepswrak	-26.6	Onbekend wrak	Onb.
9286	-	-	47965	701179	5925180	Onb.	scheepswrak	-0.4	Engelsmanplaat 1. Kielbalk met pen-gatverbindingen.	Ja

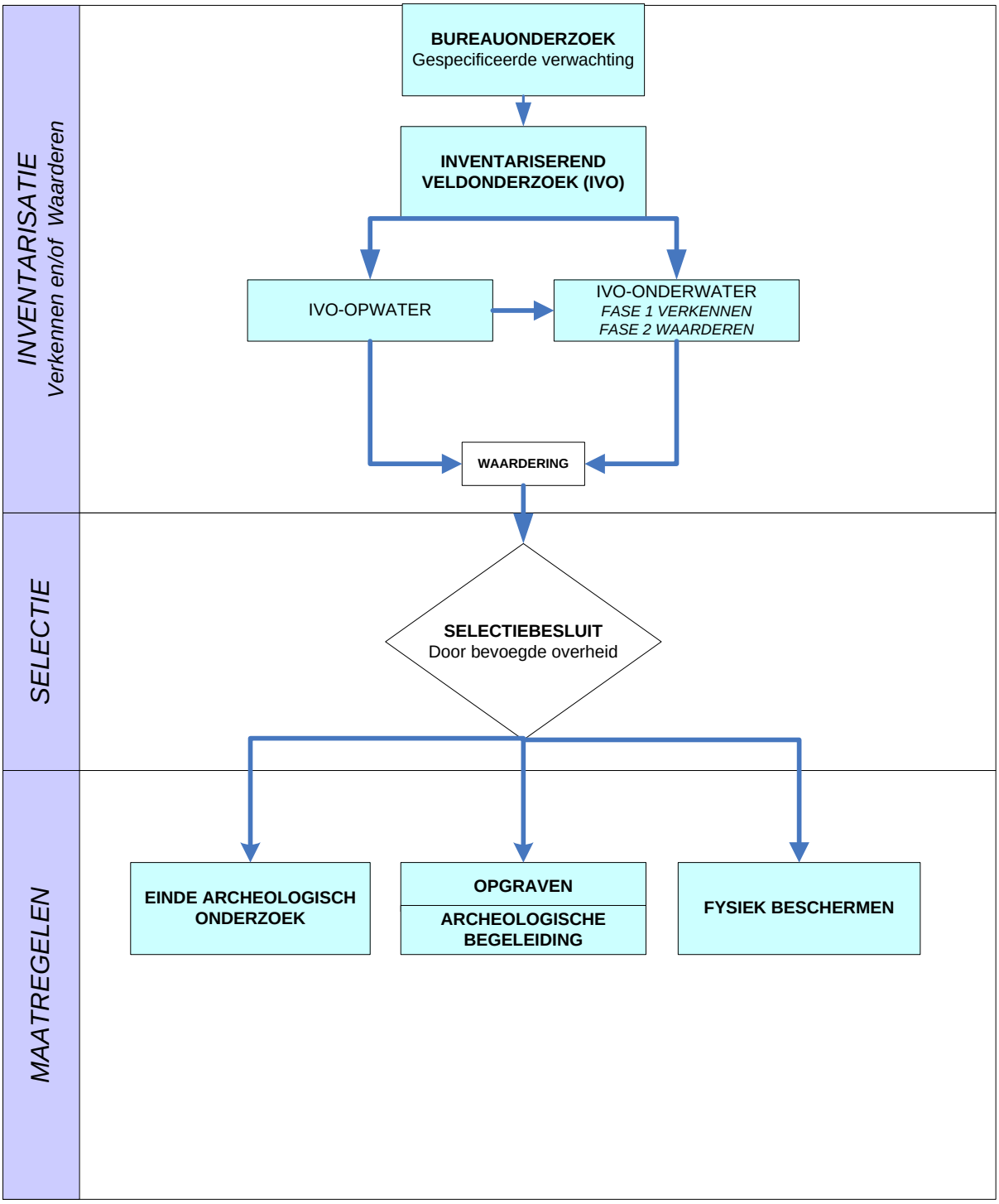
	Databases			ETRS80 UTM31N						Arch.
NCN	DHY	Sr92	ARCHIS	Easting	Northing	R95	Type	NAP	Naam	waarde
9455	-	-	410858	704986	5922781	Onb.	scheepswrak	0.0	Paesens Moddergat 1. het wrak is herontdekt in 1995 door Lou en Age Vanger en Tjeerd Groen tijdens het botvissen.	Ja
12462	-	10064	-	720496	5930487	Onb.	Vliegtuigwrak	-0.9	Wrak onbekend vliegtuig	Ja
13751	464	8392	-	720965	5942823	Onb.	scheepswrak	-12.8	Narvik, vrachtschip, gezonken 29-04-1943	Ja
14203	-	11013	-	688067	5928985	Onb.	scheepswrak	-7.5	Vrouw Metta, vrachtschip, gezonken 03-08-1833	Ja
14204	-	11014	-	688809	5925272	Onb.	Vliegtuigwrak	0.0	Short Stirling BF378	Ja
14213	-	11023	-	703486	5934682	Onb.	scheepswrak	-6.6	Harmanna Wilmink, Nederlands vrachtschip, gezonken 20-11-1861	Ja
14215	-	11025	-	707965	5937785	Onb.	scheepswrak	-13.4	Kurt Sandkamp, Duits motorschip gezonken 05-11-1941	Ja
14218	-	11028	-	710936	5943288	Onb.	scheepswrak	-19.9	Wrak, gelegen nabij wrak Kalo	Onb.
14229	-	11039	-	726106	5939969	Onb.	scheepswrak	-4.7	Onbekend wrak	Onb.
15228	-	11983	-	703451	5953598	Onb.	scheepswrak	-26.1	Wrak, Engels vissersvaartuig FD 151 Larissa, gezonken op 7 november 1994 (deels geborgen)	Nee
15375	383	11972	-	704769	5929010	Onb.	scheepswrak	-9.5	houten brik Inga, 2 master, gezonken op 30 mei 1967	Nee
15379	-	190	-	690180	5936421	Onb.	scheepswrak	-22.8	Onbekend wrak	Onb.
16355	3861	-	-	724310	5943015	500	Scheepswrak	-13.2	Anna Hugo Stinnes, gezonken 14-11-1942	Ja

Bron: Nationale wrakkenlijst 2019, afgeleid uit de SonarReg database van Rijkswaterstaat.

Bijlage 2. Archeologische en geologische tijdschaal

CHRONOSTRATIGRAFIE				ARCHEOLOGISCHE PERIODE				
SERIE	ETAGE - CHRONOZONE		TIJD	TIJDPERK				DATERING
Holoceen	**Laat Subatlanticum**		**1150 n. Chr**	Nieuwe tijd			C	1850
							B	1650
							A	1500
	Vroeg Subatlanticum		0	Middeleeuwen		Laat	B	1250
							A	1050
						Vroeg	D	900
							C	725
							B	525
							A	450
			450 v. Chr	Romeinse tijd			Laat	270
							Midden	70 n. Chr.
							Vroeg	15 v. Chr.
	Subboreaal		3700	Prehistorie	Metaaltijden	IJzertijd	Laat	250
							Midden	500
							Vroeg	800
						Bronstijd	Laat	1100
							Midden	1800
							Vroeg	2000
	Atlanticum		7300		Steentijd	Neolithicum	Laat	2850
							Midden	4200
							Vroeg	4900/5300
	Boreaal		8700			Mesolithicum	Laat	6450
							Midden	8640
	Preboreaal		9700				Vroeg	9700
Pleistoceen	Weichselien	Laat Glaciaal	Jonge Dryas			Paleolithicum	Laat	B 12.500
			11.000					
			Allerød					
			12.000					
			Oude Dryas					
			12.100					
			Bølling					
			13.000					
		Pleniglaciaal L					Jong	16.000
			17.000					
			Late Glacial Max					
			20.000					
			31.500					A 35.000
			Denekamp					
			34.000					
		Pleniglaciaal M					Midden	250.000
			40.000					
			Hengelo					
			41.500					
			45.000					
		Pleniglaciaal V	Moershoofd					
			50.000					
			71.000					
		Vroeg Glaciaal	Odderade				Oud	
			74.000					
			Brørup					
			Amersfoort					
			114.000					
	Eemien		126.000					
	Saalien		236.000					
	Oostermeer		241.000					
	onbenoemd		322.000					
	Belvédère		336.000					
	onbenoemd		384.000					
	Holsteinien		416.000					
	Elsterien		463.000					

Bijlage 3. Protocol KNA 4.1 Waterbodems



II

BIJLAGE: BUREAUONDERZOEK ARCHEOLOGIE OP LAND

Bureauonderzoek Archeologie op land
Net op zee Ten noorden van de Waddenzee

KSP Archeologie

Colofon

Versie	:	2.2
Status	:	Beoordeeld door bevoegde overheid
KSP Rapport	:	19543
Auteur	:	S.M. Koeman (senior KNA Prospector)
ISSN	:	2542-7490
Foto's en afbeeldingen	:	KSP Archeologie
Beheer en plaats documentatie	:	KSP Archeologie te Duiven
Autorisatie	:	E.A. Schorn (senior KNA Prospector)
Datum autorisatie	:	13 mei 2020 (9 maart 2020, versie 2.1)



KSP Archeologie
www.ksparcheologie.nl | info@ksparcheologie.nl

Disclaimer
Niets uit deze uitgave mag worden verveelvoudigd en/of openbaar gemaakt door middel van druk, fotokopie, microfilm of op welke andere wijze dan ook, zonder bronvermelding.
KSP Archeologie aanvaardt geen aansprakelijkheid voor eventuele schade voortvloeiend uit onderhavig onderzoek of de gegeven adviezen.
KSP Archeologie beschikt over het Procescertificaat Archeologie dat is verleend op basis van de beoordelingsrichtlijn SIKB 4000 voor protocol 4002 'bureauonderzoek'. Wanneer de certificatie-eisen strijdig zijn met de eisen van de bevoegde overheid, dan gaat KSP Archeologie uit van de eisen van de bevoegde overheid omdat die sanctioneerbaar zijn.

Inhoudsopgave

Samenvatting **8**
1 Inleiding **10**
1.1 Onderzoekskader 10
1.2 Afbakening plan- en onderzoeksgebied 10
1.3 Overheidsbeleid 11
1.4 Projectbeschrijving 12
1.5 Onderzoeksdoel 14
1.6 Leeswijzer 14
2 Bureauonderzoek **15**
2.1 Huidige situatie 15
2.2 Beschrijving van aardwetenschappelijke gegevens 15
2.3 Historische ontwikkeling 26
2.4 Mogelijke bodemverstoringen 53
2.5 Beschrijving van archeologische gegevens 57
2.6 Gespecificeerde archeologische verwachting 79
3 Conclusie en advies **84**
3.1 Conclusie 84
3.2 Aanbevelingen 84
4 MER beoordelingskader en -criteria **87**
5 Effectbeschrijving per criterium **88**
5.1 Tracéalternatieven Burgum 88
5.2 Tracéalternatieven Vierverlaten 90
5.3 Tracéalternatieven Eemshaven 93
5.4 Stationslocatiealternatieven 94
6 Effectbeoordeling **98**
6.1 Tracéalternatief Burgum west 98
6.2 Tracéalternatief Burgum midden 98
6.3 Tracéalternatief Burgum oost 99
6.4 Tracéalternatief Vierverlaten west 100
6.5 Tracéalternatief Vierverlaten midden 100
6.6 Tracéalternatief Vierverlaten oost 101
6.7 Tracéalternatief Eemshaven west 102
6.8 Tracéalternatief Eemshaven midden 102
6.9 Stationslocatiealternatief Burgum Swartsenbergsbos 102
6.10 Stationslocatiealternatief Burgum Koumarweg 103
6.11 Stationslocatiealternatief Burgum Westkern Kootstertille 103
6.12 Stationslocatiealternatief Vierverlaten Westpoort 103
6.13 Stationslocatiealternatief Eemshaven Middenweg 104
6.14 Stationslocatiealternatief Eemshaven Waddenweg 104
6.15 Conclusie 105
Literatuur **107**

Bijlage 1 Paleogeografische kaarten
Bijlage 2 Geomorfologische kaart
Bijlage 3 Bodemkaart
Bijlage 4 Archeologische gegevens
Bijlage 5 FAMKE
Bijlage 6 Verwachtingskaart Noord-Groningen
Bijlage 7 Verwachtingskaart gemeente Westerkwartier
Bijlage 8 Erfgoedkaart van de gemeente Groningen
Bijlage 9 Verwachtingskaart NOZ TNW
Bijlage 10 Overzicht geologische en archeologische tijdvakken

Lijst van afbeeldingen

Figuur 1: Het plangebied op de topografische kaart (bron: Kadaster, Basisregistratie Topografie). 7
Figuur 2: Overzicht onderdelen van het project. 13
Figuur 3: Kabelverbindingen aangelegd in een open ontgraving met de bijbehorende werkstroken. 13
Figuur 4: Natuurlijke landschappelijke zones die binnen het onderzoeksgebied voorkomen met links het noorden en rechts het zuiden (naar Vos en Gerrets 2005 in Jongmans e.a. 2011). 16
Figuur 5: Relatieve zeespiegelcurves van Noord-Nederland (bron: naar Vos & Kesteren 2000 in Van Beek & Vos 2008). 18
Figuur 6: De topografie van de top van de pleistocene afzettingen onder het noordelijke zeekleigebied (Vos 2010 in Jongmans e.a. 2011). 19
Figuur 7: De ontwikkeling van de staart van Ameland sinds 1900. Aangroei (grone pijl) en afslag (rode pijl) wisselen af in reactie op het verleggen van de hoofdstroom in het naastgelegen zeegat (naar Expertteam Droge wad 2008 in Jongsmans e.a. 2011). 20
Figuur 8: De grootste uitbreiding van de Lauwerszeeboezem rond 1200 met daarop het onderzoeksgebied geprojecteerd (naar Roeleveld 1974 in Jongmans e.a. 2011). 21
Figuur 9: Het noordelijke zeekleilandschap met daarin voorkomende deellandschappen (naar Stiboka 1965 in Jongmans e.a. 2011). 23
Figuur 10: De bedijking van het restant van de Fivelboezem vanaf de 12e eeuw (naar Roeleveld 1974 in Jongmans e.a. 2011). 24
Figuur 11: De inpolderingen van de Lauwerszeeboezem voor zover bekend (naar Roeleveld 1974 in Jongmans e.a. 2011). 24
Figuur 12: Ontstaan van een terpdorp (Bosatlas van de Wadden). 28
Figuur 13: Deel van de tracéalternatieven Burgum west en midden op de kaart van Eekhoff uit 1848 ter hoogte van de dorpen Akkerwoude, Murmerwoude en Datumawoude (bron: www.frieslandopdekaart.nl). 30
Figuur 14: Het wiel dat bewaard is gebleven ter plaatse van tracéalternatief Burgum oost op een actuele luchtfoto. 32
Figuur 15: De woning in de polder De Keegen binnen tracéalternatief Burgum west op de kadastrale minuut uit het begin van de 19e eeuw (links, bron: beeldbank.cultureelerfgoed.nl/) en op de kaart van Schotanus uit 1718 (rechts, bron: www.frieslandopdekaart.nl). 33
Figuur 16: De huizen langs de Hearewei binnen tracéalternatief Burgum west op de kadastrale minuut uit het begin van de 19e eeuw (links, bron: beeldbank.cultureelerfgoed.nl/) en op de kaart van Schotanus uit 1718 (rechts, bron: www.frieslandopdekaart.nl). 34
Figuur 17: Het huis langs de doorgaande weg naar Veenwouden op de kadastrale minuut het begin van de 19e eeuw (links, bron: beeldbank.cultureelerfgoed.nl/) en de kaart van Schotanus uit 1718 (rechts, bron: www.frieslandopdekaart.nl). 35
Figuur 18: Het huis langs de Donia binnen tracéalternatief Burgum midden op de kadastrale minuut uit het begin van de 19e eeuw links, bron: beeldbank.cultureelerfgoed.nl/) en op de kaart van Schotanus uit 1718 (rechts, bron: www.frieslandopdekaart.nl). 36
Figuur 19: De huizen langs de Johannes Durksloane op de kaart van Schotanus uit 1718 (links, bron: www.frieslandopdekaart.nl) en op de kadastrale minuut uit het begin van de 19e eeuw rechts, bron: beeldbank.cultureelerfgoed.nl/). 36
Figuur 20: Het huis langs de Boltawei binnen tracéalternatief Burgum oost op de kadastrale minuut uit het begin van de 19e eeuw links, bron: beeldbank.cultureelerfgoed.nl/) en op de kaart van Eekhoff uit 1848 (rechts, bron: www.frieslandopdekaart.nl). 37
Figuur 21: Het huis in de polder ten westen van de Trekwei binnen tracéalternatief Burgum oost op de kadastrale minuut uit het begin van de 19e eeuw links, bron: beeldbank.cultureelerfgoed.nl/) en de kaart van Schotanus uit 1718 (rechts, bron: www.frieslandopdekaart.nl). 38
Figuur 22: De molen binnen tracéalternatief Burgum oost aangegeven met een blauwe cirkel op de kadastrale minuut uit het begin van de 19e eeuw links, bron: beeldbank.cultureelerfgoed.nl/) en op de kaart van Eekhoff uit 1848 (rechts, bron: www.frieslandopdekaart.nl). 39
Figuur 23: Stationslocatiealternatief Burgum Swartsenbergsbos op de kaart van Schotanus uit 1718, de kaart van Eekhoff uit 1848, topografische kaart uit 1952 en 1999 (linksboven met de klok mee, bron: www.frieslandopdekaart.nl en www.topotijdreis.nl). 39
Figuur 24: Stationslocatiealternatief Koumarweg op de topografische kaart uit 1865 (links) en 1910 (rechts) (bron: www.topotijdreis.nl). 40
Figuur 25: De huisplaats binnen tracéalternatief Vierverlaten west op de kaart van Huguenin 1819-1829 (links, bron: Versfelt & Schoor 2005) en de kadastrale minuut uit het begin van de 19e eeuw (rechts, bron: beeldbank.cultureelerfgoed.nl/). 41

Figuur 26: De huisplaats binnen tracéalternatief Vierverlaten west die ontbreekt op de kaart van Huguenin 1819-1829 (links, bron: Versfelt & Schoor 2005) en wel op de kadastrale minuut uit het begin van de 19e eeuw staat (rechts, bron: beeldbank.cultureelerfgoed.nl/). 41
Figuur 27: De huisplaatsen binnen tracéalternatief Vierverlaten west langs de huidige Pamaweg op de kaart van Huguenin 1819-1829 (links, bron: Versfelt & Schoor 2005) en de kadastrale minuut uit het begin van de 19e eeuw staat (rechts, bron: beeldbank.cultureelerfgoed.nl/). 42
Figuur 28: De borgterreinen ten noordoosten van Noordhorn binnen het tracéalternatief Vierverlaten west op de kaart van Huguenin 1819-1829 (links, bron: Versfelt & Schoor 2005) en op de kadastrale minuut uit het begin van de 19e eeuw staat (rechts, bron: beeldbank.cultureelerfgoed.nl/). 43
Figuur 29: De huisplaats binnen tracéalternatief Vierverlaten midden op de kadastrale minuut uit het begin van de 19e eeuw (rechts, bron: beeldbank.cultureelerfgoed.nl/). 44
Figuur 30: De huisplaatsen binnen tracéalternatief Vierverlaten oost ten zuiden van de Hornsterweg op de kaart van Huguenin 1819-1829 (links, bron: Versfelt & Schoor 2005) en de kadastrale minuut uit het begin van de 19e eeuw staat (rechts, bron: beeldbank.cultureelerfgoed.nl/). 45
Figuur 31: De huisplaats aan de noordkant van het Reitdiep op de kaart van Huguenin 1819-1829 (links, bron: Versfelt & Schoor 2005) en de kadastrale minuut uit het begin van de 19e eeuw staat (rechts, bron: beeldbank.cultureelerfgoed.nl/). 46
Figuur 32: De huisplaats ter hoogte van de brug De Steentil over het Reitdiep op de kaart van Huguenin uit 1819-1829 (links, bron: Versfelt & Schoor 2005) en de kadastrale minuut uit het begin van de 19e eeuw staat (rechts, bron: beeldbank.cultureelerfgoed.nl/). Linksonder een fragment van een oude historische kaart, datering onbekend (bron: www.bruggenstichting.nl). 47
Figuur 33: De steenfabriek op de kadastrale minuut uit het begin van de 19e eeuw staat (links, bron: beeldbank.cultureelerfgoed.nl/) en dezelfde locatie op de topografische kaart uit 1909 (rechts, bron: www.topotijdreis.nl). 47
Figuur 34: De poldermolen langs het Aduarderdiep op de topografische kaart uit 1909 (links) en 1962 (rechts) (bron: www.topotijdreis.nl). 48
Figuur 35: De huisplaatsen aan de noordzijde van het Hoendiep binnen stationslocatiealternatief Vierverlaten Westpoort op de kadastrale minuut uit het begin van de 19e eeuw staat (bron: beeldbank.cultureelerfgoed.nl/). 49
Figuur 36: Het zuidelijke deel van stationslocatiealternatief Vierverlaten Westpoort op de kaart van Huguenin uit 1819-1829 (bron: Versfelt & Schoor 2005). 49
Figuur 37: Tracéalternatief Eemshaven west op de topografische kaart uit 1952 (bron: www.topotijdreis.nl). 50
Figuur 38: Het huis binnen tracéalternatief Eemshaven op de kadastrale minuut uit het begin van de 19e eeuw staat (rechts, bron: beeldbank.cultureelerfgoed.nl/) en de locatie op de kaart van Huguenin uit 1819-1829 (links, bron: Versfelt & Schoor 2005). 51
Figuur 39: Het huis binnen tracéalternatief Eemshaven op de kadastrale minuut uit het begin van de 19e eeuw staat (rechts, bron: beeldbank.cultureelerfgoed.nl/) en de locatie op de kaart van Huguenin uit 1819-1829 (links, bron: Versfelt & Schoor 2005). 51
Figuur 40: Tracéalternatief Eemshaven midden op de topografische kaarten uit 1935, 1955, 1962 en 1984 (vanaf linksboven met de klok mee) (bron: www.topotijdreis.nl). 52
Figuur 41: Zoutwingebieden aangeven met blauwe vlakken binnen aansluitlocatie Burgum (bron: CultGIS 2005 en Brouwer & Van der Werff 2012). 54
Figuur 42: Kleiwingebied (blauwe arcering) en bijbehorende steenfabriek (blauwe kader) ter plaatse van tracéalternatief Vierverlaten oost (bron: BRO 2017 en beeldbank.cultureelerfgoed.nl). 55
Figuur 43: Verveningsgebied aangeven met een bruin vlak binnen tracéalternatief Burgum west (bron: CultGIS 2005 en Brouwer & Van der Werff 2012). 56
Figuur 44: Zandwingebieden aangeven met gele vlakken binnen tracéalternatief Burgum midden (bron: Brouwer & Van der Werff 2012). 57
Figuur 45: Reconstructie van de voormalige eilanden ten opzichte van de huidige topografie met daarop de globale locatie van het plangebied NOZ TNW met een rode cirkel (boven) en de voormalige eilanden op historisch kaartmateriaal (onder) (bron: www.schierweb.nl). 64
Figuur 46: Tracéalternatief Vierverlaten west ter hoogte van de borg Pama op de kadastrale minuut uit het begin van de 19e eeuw (bron: 65
Figuur 47: AMK-terrein 5344 binnen tracéalternatief Vierverlaten west op de kadastrale minuut uit het begin van de 19e eeuw (bron: http://beeldbank.cultureelerfgoed.nl). 66
Figuur 48: Tracéalternatief Vierverlaten midden op de kadastrale minuut uit het begin van de 19e eeuw ten zuiden van Den Ham met daarop aangegeven de AMK-terreinen (bron: http://beeldbank.cultureelerfgoed.nl). 68

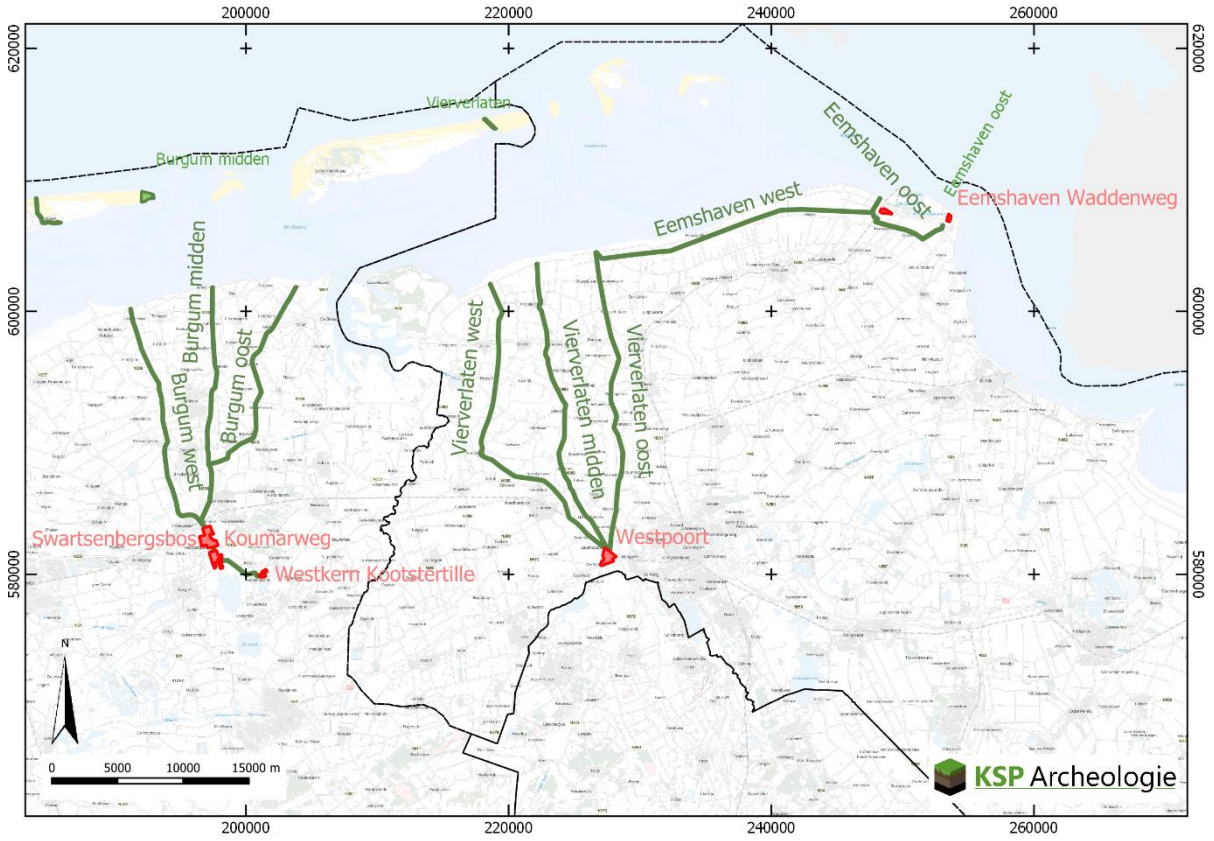
Figuur 49: Tracéalternatief Vierverlaten midden op de kadastrale minuut uit het begin van de 19e eeuw ten zuiden van de Lageweg te Den Ham met daarop aangegeven AMK-terrein 7115 (bron: http://beeldbank.cultureelerfgoed.nl). 69
Figuur 50: De vier huiswierdes en AMK-terreinen bij Aduard bij tracéalternatief Vierverlaten midden op de kadastrale minuut uit het begin van de 19e eeuw (bron: http://beeldbank.cultureelerfgoed.nl). 70

Lijst van tabellen

Tabel 1: Overzicht van de lengte, oppervlakte en coördinaten van de tracé- en stationslocatiealternatieven. 11
Tabel 2: Overzicht van de AMK-terreinen en vondstmeldingen en relevante onderzoeksmeldingen binnen of direct naast tracéalternatief Burgum west (bron: archis.cultureelerfgoed.nl, tenzij anders vermeld). 59
Tabel 3: Overzicht van de AMK-terreinen en vondst- en relevante onderzoeksmeldingen binnen of direct naast tracéalternatief Burgum midden (bron: archis.cultureelerfgoed.nl, tenzij anders vermeld). 61
Tabel 4: Overzicht van de AMK-terreinen en vondst- en relevante onderzoeksmeldingen binnen of direct naast tracéalternatief Burgum oost (bron: archis.cultureelerfgoed.nl, tenzij anders vermeld). 63
Tabel 5: Overzicht van de AMK-terreinen en vondst- en onderzoeksmeldingen binnen of direct naast tracéalternatief Vierverlaten west (bron: archis.cultureelerfgoed.nl, tenzij anders vermeld). 67
Tabel 6: Overzicht van de AMK-terreinen en vondst- en onderzoeksmeldingen binnen of direct naast tracéalternatief Vierverlaten midden (bron: archis.cultureelerfgoed.nl, tenzij anders vermeld). 71
Tabel 7: Overzicht van de AMK-terreinen en relevante onderzoeksmeldingen binnen of direct naast tracéalternatief Vierverlaten oost (bron: archis.cultureelerfgoed.nl, tenzij anders vermeld). 73
Tabel 8: Overzicht van de relevante onderzoeksmeldingen binnen stationsalternatief Vierverlaten Westpoort (bron: archis.cultureelerfgoed.nl, tenzij anders vermeld). 74
Tabel 9: Archeologiebeleid van de gemeenten binnen de regio Noord-Groningen. 78
Tabel 10: Effectbeoordeling tracéalternatief Burgum west 98
Tabel 11: Effectbeoordeling tracéalternatief Burgum midden 99
Tabel 12: Effectbeoordeling tracéalternatief Burgum oost. 99
Tabel 13: Effectbeoordeling tracéalternatief Vierverlaten west 100
Tabel 14: Effectbeoordeling tracéalternatief Vierverlaten midden 101
Tabel 15: Effectbeoordeling tracéalternatief Vierverlaten oost 102
Tabel 16: Effectbeoordeling tracéalternatief Eemshaven west 102
Tabel 17: Effectbeoordeling tracéalternatief Eemshaven midden 102
Tabel 18: Effectbeoordeling stationslocatiealternatief Burgum Swartsenbergsbos 102
Tabel 19: Effectbeoordeling stationslocatiealternatief Burgum Koumarweg 103
Tabel 20: Effectbeoordeling stationslocatiealternatief Burgum Westkern Kootstertille met bijbehorend tracéalternatief 103
Tabel 21: Effectbeoordeling stationslocatiealternatief Vierverlaten Westpoort 104
Tabel 22: Effectbeoordeling stationslocatiealternatief Eemshaven Middenweg 104
Tabel 23: Effectbeoordeling stationslocatiealternatief Eemshaven Waddenweg 105
Tabel 24: Vergelijking van de tracéalternatieven waarbij het risico op aantasting van archeologische waarden is ingedeeld in hoog (rood), gemiddeld (oranje) en laag (wit). 105
Tabel 25: Vergelijking van de stationslocatiealternatieven waarbij het risico op aantasting van archeologische waarden is ingedeeld in hoog (rood), gemiddeld (oranje) en laag (wit). 106

Administratieve gegevens

KSP Projectnummer	:	19543
Projectnaam	:	Net op Zee Ten noorden van de Waddeneilanden
Opdrachtgever	:	Witteveen+Bos, M.M.K. Vanderschuren
Uitvoerder/projectleider	:	KSP Archeologie, S.M. Koeman (senior KNA Prospector)
Bevoegde overheid	:	Ministerie van Economische zaken en Klimaat en Rijkswaterstaat
Onderzoeksmelding	:	4744668100 (Burgum) 4745234100 (Vierverlaten, Eemshaven) 4745259100 (Burgum – Westkern Kootstertille
Provincie	:	Fryslân en Groningen
Gemeente	:	Noardeast-Fryslân, Dantumadiel, Tytsjerksteradiel, Achtkarspelen, Ameland en Schiermonnikoog Het Hogeland, Westerkwartier, Groningen
Toponiem	:	Burgum, Vierverlaten, Eemshaven
Periode uitvoering onderzoek	:	Oktober - december 2019



Figuur 1: Het plangebied op de topografische kaart (bron: Kadaster, Basisregistratie Topografie).

Samenvatting

KSP Archeologie heeft een archeologisch bureauonderzoek uitgevoerd in het kader van de ontwikkeling van het windenergiegebied dat wordt aangesloten op het hoogspanningsnet op land.

In grote lijnen worden binnen het onderzoeksgebied vier landschapstypen onderscheiden: wadden-gebied, kwelderlandschap, veenmoeras, pleistocene zandgronden. De pleistocene zandgronden liggen in het zuidelijke deel van het onderzoeksgebied (dicht) aan het oppervlak. Richting het noorden komt het pleistocene oppervlak geleidelijk dieper te liggen. In het pleistocene oppervlak zijn dalsystemen ontwikkeld, die later een belangrijke invloed hebben gehad op de ontwikkeling van het kwelder- en waddengebied. In het zuidelijke deel van het onderzoeksgebied ligt op het pleistocene zand nog een restant van het veenmoeras dat oorspronkelijk een veel groter gebied besloeg. Richting het noorden gaat pleistocene zand-/veengebied over in het kweldergebied. Aan de noordzijde van de kwelders ligt het waddengebied. Deze ontwikkelingen hebben geleid tot een grote verscheidenheid aan landschapselementen waarbij op verschillende dieptes potentiële archeologische niveaus voorkomen.

Op basis van de landschappelijke ontwikkeling in het gebied en de bekende archeologische vindplaatsen is de verwachting opgesplitst in twee periodes: Laat-Paleolithicum – Vroege Bronstijd en Late Bronstijd – Middeleeuwen. Het potentiële niveau voor de periode Steentijd – Vroege Bronstijd wordt gevormd door het pleistocene oppervlak. De top van het pleistocene oppervlak heeft voor de afdekking met holocene afzettingen vele duizenden jaren droog gelegen. De lager gelegen delen van de oude pleistocene dalsystemen werden eerder afgedekt door veen en mariene afzettingen dan de hoger gelegen delen, zoals bijvoorbeeld het 'Hoog van Winsum'. Het pleistocene zandlandschap was geschikt om te wonen totdat het afgedekt raakte met veen en overstroomd werd. Het holocene kustlandschap was een lange periode niet of nauwelijks geschikt voor bewoning door de natte omstandigheden (veengebied) en veel voorkomende overstromingen (mariene gebied). In de loop van de Holoceen nam de snelheid van de holocene zeespiegelstijging af. Deze ontwikkeling zorgde ervoor dat de midden en hoge kwelders gunstige vestigingslocaties voor de mens werden. De bewoningsgrens schoof als gevolg van de opslibbing in de loop van de tijd in zeewaartse richting op. Het is zeker dat de kwelders in Noord-Nederland vanaf de Vroege IJzertijd zijn bewoond, maar mogelijk was dit ook al het geval in de Bronstijd. Een kenmerkend complextype voor dit gebied zijn de huisterpen-/wierden. De bewoningsgeschiedenis van deze terpen-/wierden gaat terug tot in de Late IJzertijd – Romeinse tijd. Bij continuïteit in de bewoning werden deze terpen verder opgehoogd in de Late Middeleeuwen en Nieuwe tijd. Ook werden in deze periode nieuwe opgehoogde woonplaatsen aangelegd. De dijken/kades in het plangebied zijn nauw verbonden met de bewoningsgeschiedenis vanaf de Late Middeleeuwen en de Nieuwe tijd.

De diepte waarop archeologische lagen kunnen voorkomen, varieert van (dicht) aan het oppervlak tot enkele meters diep. Voor de aanleg van de bekabeling op land ten behoeve van het windpark op zee zal een werkstrook nodig zijn van ca. 27 tot 35 m breed (zie paragraaf 1.4). De aanleg en gebruik van de werkwegen en strook gronddepot vormen een bedreiging voor het archeologische bodemarchief in het bovenste deel van de bodem. Ter plaatse de kabels die door middel van een open ontgraving worden aangelegd, kunnen archeologische resten verloren gaan die binnen 2,1 m diepte in de bodem liggen. Dieperliggende archeologische resten kunnen worden aangetast bij de aanleg van de kabels door middel van een HDD-boring.

Tot slot heeft een beoordeling plaatsgevonden van het effect op het archeologisch bodemarchief voor de verschillende tracéalternatieven en stationslocatiealternatieven:

- Tracéalternatief Burgum west: twee bekende vindplaatsen over vrijwel de gehele breedte van het tracéalternatief → mogelijk proefsleuvenonderzoek nodig. Het oppervlak aan hoge verwachting is het grootst in vergelijking met de andere alternatieven → uitgebreid veldonderzoek nodig met risico op het ontdekken van nieuwe vindplaatsen.

- Tracéalternatief Burgum midden: bekende vindplaatsen kunnen worden vermeden. Vergelijkbaar oppervlak aan hoge en middelhoge verwacht met alternatief oost.
- Tracéalternatief Burgum oost: bekende vindplaatsen kunnen worden vermeden. Vergelijkbaar oppervlak aan hoge en middelhoge verwacht met alternatief midden.
- Tracéalternatief Vierverlaten west: bekende vindplaatsen kunnen worden vermeden, hoewel op één locatie een versmalling van de werkstrook of een bocht in het kabeltracé nodig is om dit doel te bereiken. Laagste oppervlak aan middelhoge en hoge verwachting in vergelijking met de andere alternatieven binnen de aansluitlocatie.
- Tracéalternatief Vierverlaten midden: bekende vindplaatsen kunnen worden vermeden.
- Tracéalternatief Vierverlaten oost: bekende vindplaatsen kunnen worden vermeden. Grootste oppervlak aan hoge verwachting in vergelijking met de andere alternatieven binnen de aansluitlocatie → uitgebreid veldonderzoek nodig met risico op het ontdekken van nieuwe vindplaatsen
- Tracéalternatief Eemshaven west, midden en oost: lage archeologische verwachting
- Stationslocatiealternatief Burgum Swartsenbergsbos: voldoende oppervlak lage verwachting/ vrijgegeven terreindelen om middelhoge en hoge verwachtingszones te vermijden.
- Stationslocatiealternatief Burgum Koumarweg: voldoende oppervlak lage verwachting/ vrijgegeven terreindelen om middelhoge en hoge verwachtingszones te vermijden
- Stationslocatiealternatief Burgum Westkern Kootstertille: voldoende oppervlak lage verwachting/vrijgegeven terreindelen om middelhoge en hoge verwachtingszones te vermijden. De beste keus in vergelijking met de andere stationslocatiealternatieven wanneer het station in het westelijke deel wordt gebouwd, waar in het verleden al archeologisch onderzoek heeft plaatsgevonden en is vrijgegeven. Wel zal in dat geval een extra oppervlak aan middelhoge verwachtingszones moeten worden onderzocht voor de aanleg van het kabeltracé.
- Stationslocatiealternatief Vierverlaten Westpoort: bekende vindplaatsen en hoge verwachtingszone kunnen worden vermeden bij de bouw van een transformatorstation. Resteert een middelhoge verwachting waarvoor veldonderzoek nodig is met het risico op het ontdekken van nieuwe vindplaatsen.
- Stationslocatiealternatief Eemshaven Middenweg en Waddenweg: lage archeologische verwachting

Het stationslocatiealternatief Eemshaven Middenweg in combinatie met tracéalternatief midden is vanuit archeologisch oogpunt de beste keus vanwege de korte lengte van het tracé en de geheel lage verwachting.

1 Inleiding

1.1 Onderzoekskader

TenneT TSO B.V. is van plan om het windenergiegebied Ten noorden van de Waddenzee te ontwikkelen dat wordt aangesloten op het hoogspanningsnet op land. Voor dit project Net op zee Ten noorden van de Waddeneilanden (NOZ TNW) wordt momenteel gewerkt aan een milieueffectrapportage (MER) fase 1. In deze fase worden negen tracéalternatieven en zes stationslocatiealternatieven beoordeeld. Dit leidt ertoe dat in fase 2 een voorkeursalternatief kan worden gekozen.

De aanleg van het Net op zee Ten noorden van de Waddeneilanden kan effecten hebben op het archeologische bodemarchief. In het kader van de MER zal daarom een archeologisch bureauonderzoek worden uitgevoerd. Het archeologisch onderzoek is gesplitst in een deel op water (offshore) en een deel op land (onshore). Dit onderzoek betreft het archeologisch onderzoek op land, waarvoor acht tracéalternatieven zijn onderzocht. Tracéalternatief Eemshaven oost is op water en daarom niet in dit onderzoek meegenomen.

Het onderzoek is uitgevoerd conform de beoordelingsrichtlijn SIKB 4000 (versie 4.1) met bijbehorende protocol (KNA 4.1) 4002 (bureauonderzoek bij landbodems) (www.sikb.nl).

Voor de in dit rapport gebruikte geologische en archeologische tijdsaanduidingen wordt verwezen naar Bijlage 10.

1.2 Afbakening plan- en onderzoeksgebied

Het plangebied van Net op zee Ten noorden van de Waddeneilanden ligt tussen het windenergiegebied Ten noorden van de Waddeneilanden aan de noordkant en loopt tot de aansluitlocaties Burgum, Vierverlaten en Eemshaven Oudeschip (hierna: Eemshaven) aan de zuidkant. Naast een verdeling per aansluitlocatie, is het plangebied opgedeeld in drie deelgebieden:

- Noordzee;
- waddengebied;
- land.

Het onderzoeksgebied voor dit archeologisch bureauonderzoek is beperkt tot de ingrepen op land. Het onderzoeksgebied bestaat uit acht alternatieven voor het kabeltracé en zes stationslocatiealternatieven (Figuur 1, Tabel 1). Deze zijn verdeeld in drie clusters:

- Burgum met de mogelijke stationslocaties Swartsenbergsbos, Koumarweg en Westkern Kootstertille (incl. tracé). De alternatieven west en midden kruizen het waddeneiland Ameland en alle tracéalternatieven lopen verder in de provincie Fryslân.
- Vierverlaten met de mogelijke stationslocatie Westpoort. Dit cluster kruist het waddeneiland Schiermonnikoog en loopt verder in de provincie Groningen.
- Eemhaven met de mogelijke stationslocaties Eemshaven Middenweg en Waddenweg. Dit cluster kruist geen waddeneilanden en loopt over land in de provincie Groningen.

De breedte van het onderzoeksgebied voor de kabeltracés is gesteld op 150 m. De uiteindelijke werkstrook wordt 50 m (zie paragraaf 1.4), zodat er ruimte is om negatieve effecten te kunnen beperken of te voorkomen.

Tracéalternatief	Lengte (km)	Oppervlakte (ha)	Coördinaten (x,y RD)
Burgum west	25	380	Ameland (Fr.) N (x) 183.934 (y) 608.602 Z (x) 185.997 (y) 606.707 Fryslân N (x) 191.223 (y) 600.212 Z (x) 197.827 (y) 580.692
Burgum midden	22	378	Ameland (Fr.) (centrumcoördinaat) (x) 192.466 (y) 608.759 Fryslân N (x) 197.463 (y) 601.868 Z (x) 197.827 (y) 580.692
Burgum oost	22	378	N (x) 203.830 (y) 601.872 Z (x) 197.827 (y) 580.692
Burgum Kootstertille	4	61	W (x) 197.657 (y) 581.089 O (x) 201.318 (y) 579.954
Vierverlaten west	28	417	Schiermonnikoog (Fr.) N (x) 218.171 (y) 614.672 Z (x) 219.014 (y) 613.839 Groningen N (x) 218.580 (y) 602.127 Z (x) 227.782 (y) 581.387
Vierverlaten midden	25	376	Schiermonnikoog (Fr.) N (x) 218.171 (y) 614.672 Z (x) 219.014 (y) 613.839 Groningen N (x) 222.160 (y) 603.669 Z (x) 227.782 (y) 581.387
Vierverlaten oost	24	357	Schiermonnikoog (Fr.) N (x) 218.171 (y) 614.672 Z (x) 219.014 (y) 613.839 Groningen N (x) 226.652 (y) 604.533 Z (x) 227.782 (y) 581.387
Eemshaven west	30	445	W (x) 226.652 (y) 604.533 O (x) 253.098 (y) 606.535
Eemshaven midden	8	120	N (x) 249.270 (y) 608.820 Z (x) 248.096 (y) 606.914
Aansluitlocatie	**Stationslocatiealternatief**	**Oppervlakte (ha)**	**Centrumcoördinaat (x,y RD)**
Burgum	Swartsenbergsbos	131	(x) 197.114 (y) 582.737
Burgum	Koumarweg	75	(x) 197.668 (y) 581.226
Burgum	Westkern Kootstertille	19	(x) 201.247 (y) 579.912
Vierverlaten	Westpoort	81	(x) 227.595 (y) 581.227
Eemshaven	Middenweg	22	(x) 248.653 (y) 607.618
Eemshaven	Waddenweg	13	(x) 253.492 (y) 606.942

Tabel 1: Overzicht van de lengte, oppervlakte en coördinaten van de tracé- en stationslocatiealternatieven.

1.3 Overheidsbeleid

In 1992 heeft Nederland het Europese 'Verdrag van Malta' ondertekend. Het uitgangspunt is behoud in-situ van archeologische waarden. In het verdrag is de omgang met het Europees archeologisch erfgoed geregeld. Belangrijk daarin is dat voorafgaand aan de uitvoering van plannen onderzoek moet worden gedaan naar de aanwezigheid van archeologische waarden en daar in de ontwikkeling van plannen zoveel mogelijk rekening mee te houden.

Het wettelijk kader voor de archeologische monumentenzorg is vastgelegd in de Erfgoedwet. De Erfgoedwet is gebaseerd op de uitgangspunten van het Verdrag van Malta. Daarbij zijn kaders gesteld ten aanzien van de uitvoering van archeologisch onderzoek. Alleen organisaties die zijn gecertificeerd, mogen archeologische opgravingen uitvoeren,

De verschillende overheden hebben (het rijk, de provincie en de gemeentes) archeologiebeleid vastgelegd.

Vanuit de Wet milieubeheer en het Besluit milieueffectrapportage zal de procedure van een milieueffectrapportage (m.e.r.) worden doorlopen. In het kader van de m.e.r.-procedure wordt dit archeologisch bureauonderzoek uitgevoerd. Archeologie krijgt hiermee een plaats in het MER-rapport, waarmee het kan worden meegenomen in de besluitvorming over de activiteiten met mogelijk nadelige gevolgen voor het archeologische bodemarchief. Deze inventarisatie is ook gebruikt bij het opstellen van het rijksinpassingsplan (RIP). Het RIP is noodzakelijk gezien de grote omvang van het project. Hierdoor ligt de bestuurlijke verantwoordelijkheid voor het besluitvormingsproces van het ruimtelijke plan bij het Rijk. Het RIP dient als toetsingskader, vergelijkbaar met een bestemmingsplan.

Tracéalternatief Burgum oost en Vierverlaten midden schampen respectievelijk twee en drie beschermde archeologische Rijksmonumentterreinen (zie paragraaf 2.5). Binnen het onderzoeksgebied is in principe voldoende ruimte om deze beschermde terreinen bij de keuze van het voorkeursalternatief (VKA) te vermijden. Mocht dit niet mogelijk zijn dan zal voor het VKA een speciale monumentenvergunning moet worden aangevraagd bij burgemeester en wethouders van de betreffende gemeente. De Rijksdienst voor het Cultureel Erfgoed (RCE) beslist namens de minister van Onderwijs, Cultuur en Wetenschap over de aanvraag.

De provincie Fryslân heeft het initiatief genomen om zoveel mogelijk in samenwerking met het rijk en de gemeenten het bodemarchief zo goed mogelijk in kaart te brengen. Het resultaat hiervan is de Friese Archeologische Monumentenkaart Extra (FAMKE). De FAMKE is in de eerste plaats gebaseerd op twee bestaande landelijke kaarten: de Archeologische Monumentenkaart (AMK) en de Indicatieve Kaart Archeologische Waarden (IKAW). Daarnaast houdt de FAMKE rekening met de kans dat de mogelijk aanwezige archeologische resten verstoord zijn. Aan de andere kant houdt de FAMKE ook rekening met de omvang van de bodemingreep. Dit alles bij elkaar is vertaald in provincie dekkende kaarten die aangeven hoe er het beste met het bodemarchief kan worden omgegaan voor de periode Steentijd – Bronstijd en IJzertijd – Middeleeuwen. De Friese gemeenten Noardeast-Fryslân, Dantumadiel, Tytsjerksteradiel, Achtkarspelen, Ameland en Schiermonnikoog sluiten in hun beleid aan bij de FAMKE (zie paragraaf 2.5.13).

De provincie Groningen heeft geen provincie dekkende archeologische kaart en beleidsregels. In hun omgevingsvisie (provincie Groningen 2016 – 2020) wordt gebouwd erfgoed en archeologie als kernkarakteristiek benoemd, waarbij wordt gesteld dat gemeenten in hun structuur-/omgevingsvisies moeten aangeven hoe zij de kernkarakteristieken beschermen, behouden en verder versterken. Gemeenten moeten hier in bestemmingsplannen, (regionale) welstandsnota's en dorpsvisies verder invulling aan geven. De gemeentes Het Hogeland (Van Beek & Vos 2008), Westerkwartier (Van Heeringen e.a. 2014) en Groningen (http://fleximap.groningen.nl/gnmaps/monumenten/) hebben dan ook eigen archeologische kaarten die zijn vertaald in de bestemmingsplannen (zie paragraaf 2.4).

1.4 Projectbeschrijving

Op hoofdlijnen bestaat het NOZ TNW uit de volgende hoofdonderdelen (Figuur 2):

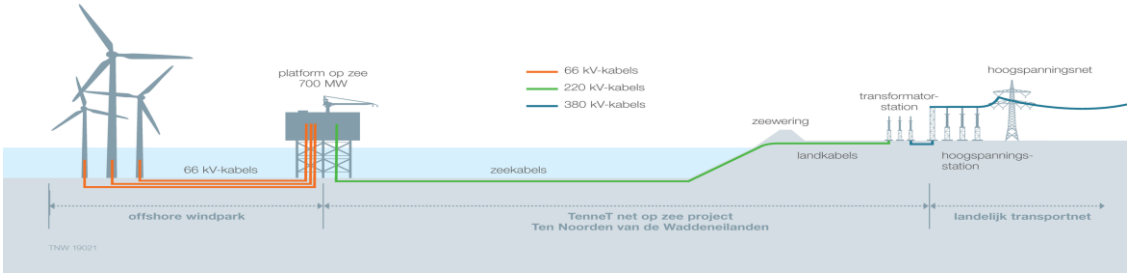
- een offshore platform voor de aansluiting van de windturbines en het transformeren van 66 kV naar 220 kV;

- twee ondergrondse 220 kV-kabelcircuits op zee (offshore) voor het transport naar land (circa 80 km);
- twee ondergrondse 220 kV-kabelcircuits op land (onshore) voor het verdere transport naar een 220/380 kV-transformatorstation (circa 25 km);
- een transformatorstation op land;
- een ondergrondse kabelverbinding tussen het transformatorstation en het bestaande hoogspanningsstation om de opgewekte stroom aan te sluiten op het landelijke hoogspanningsnet.

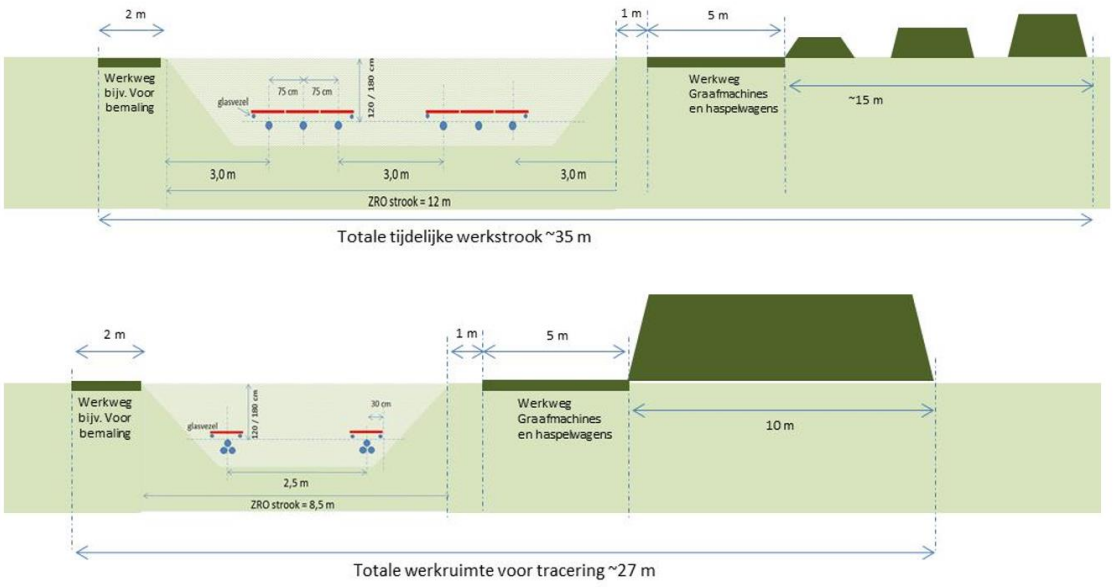
Dit onderzoek heeft betrekking op de twee ondergrondse 220 kV-kabelcircuits op land en het transformatorstation, de ondergrondse kabelverbinding tussen het transformatorstation en het bestaande hoogspanningsstation.

De twee kabelcircuits op land bestaan elk uit drie kabels. De bekabeling zal voor een groot deel via ene open ontgraving worden aangelegd. Hiervoor zal een strook van 12 meter breed worden ontgraven tot een diepte van 1,2 m in bebouwd gebied en tot maximaal 2,1 m in agrarisch gebied (Figuur 3). Wanneer te weinig ruimte is, kan worden gekozen voor een optie waarbij de kabels dichter bij elkaar worden gelegd, waardoor de benodigde sleuf een breedte krijgt van 8,5 m.

Aan één zijde van de kabelsleuf zal een werkweg worden aangelegd van ca. 2 m breed. Aan de andere zijde een bredere werkweg worden aangelegd van ca 5 m breed voor het zware materieel. Naast de werkweg zal de uitgegraven grond tijdelijk in depot worden gezet. Afhankelijk van de wijze waarop de grond in depot wordt gezet, is de strook ca. 10 m (één hoop) of 15 m breed (gescheiden opslag).



Figuur 2: Overzicht onderdelen van het project.



Figuur 3: Kabelverbindingen aangelegd in een open ontgraving met de bijbehorende werkstroken.[1]

[1] *ZRO staat voor 'zakelijk recht overeenkomst'.*

Ter plaatse van obstakels zoals waterlopen en wegen zullen de kabels door middel van een horizontale boring (HDD-boring) worden aangelegd. Bij het in- en uittrede punt van de HDD-boringen zullen werkputten worden aangelegd. Afhankelijk van de lengte van de benodigde HDD-boring varieert de grote van de werkput van 25 x 30 (750 m^2) tot maximaal 50 x 50 m (2.500 m^2).

De omvang en inrichting van het transformatorstation zijn nog niet bekend. Het is ook nog niet bekend voor de werkzaamheden tijdelijke grondwaterpeilverlagingen noodzakelijk zijn.

1.5 Onderzoeksdoel

Het doel van het bureauonderzoek is het opstellen van een gespecificeerde, archeologische verwachting, met behulp van informatie van bestaande bronnen over bekende of verwachte archeologische waarden binnen het omschreven onderzoeksgebied.

Het resultaat is een standaardrapport bureauonderzoek met een gespecificeerde archeologische verwachting en aanbevelingen. De resultaten van het onderzoek zullen worden verbeeld op kaartmateriaal. Deze kaarten zijn input voor de vergelijking van de tracé- en stationsalternatieven met betrekking tot het effect dat ze hebben op het archeologische bodemarchief.

1.6 Leeswijzer

In hoofdstuk 2 worden de gegevens besproken die voor het bureauonderzoek zijn verzameld. Deze zijn onderverdeeld in de volgende paragrafen: de huidige situatie (paragraaf 2.1), de landschappelijke ontwikkeling van het gebied (paragraaf 2.2), de historische ontwikkeling (paragraaf 2.3), de bodemverstoringen die het potentiële archeologische bodemarchief kunnen hebben aangetast (paragraaf 2.4), de bekende en verwachte archeologische vindplaatsen binnen het onderzoeksgebied (paragraaf 2.5) en de (ondergrondse) bouwhistorische elementen (paragraaf 2.6). Al deze gegevens zijn gecombineerd tot een archeologische verwachting voor het onderzoeksgebied (paragraaf 2.7).

In de conclusie (paragraaf 3.1) is een samenvatting van de archeologische verwachting van het onderzoeksgebied. Vervolgens wordt aan de hand van de archeologische verwachting en de geplande bodemingrepen advies gegeven ten aanzien van de noodzaak voor vervolgonderzoek. Het laatste hoofdstuk (hoofdstuk 4) bevat de effectbeoordeling voor het MER.

2 Bureauonderzoek

2.1 Huidige situatie

Om de huidige situatie in kaart te brengen zijn de volgende bronnen geraadpleegd:

- Huidige topografische kaart (Figuur 1);
- Luchtfoto uit 2017 (via PDOK);
- (Rijks)monumenten (via archis.cultureelerfgoed.nl): geen bebouwing aanwezig;
- Informatie van de opdrachtgever over het plangebied.

Het onderzoeksgebied doorkruist overwegend landbouwgronden met bijbehorende wegen en waterlopen. Enkele bijzonderheden elementen zijn:

- Burgum west: Holwerterdyk, Dokkumer Ee, moerasgebied Het Houtwiel
- Burgum midden en oost: moerasgebied Het Houtwiel
- Vierverlaten west en midden: Oude Provinciale Dijk, Reitdiep, Van Starkenborghkanaal
- Vierverlaten oost: Oude Provinciale Dijk, Winsumerdiep, Reitdiep, Van Sterkenborghkanaal, Aduarderdiep
- Eemshaven west: geen
- Eemshaven midden: haventerrein

2.2 Beschrijving van aardwetenschappelijke gegevens

Om het landschap ter plaatse en rondom het plangebied in kaart te brengen, zijn de volgende bronnen geraadpleegd:

- Kaart Top Pleistoceen oppervlakte (Rijksdienst voor het Cultureel Erfgoed 2013);
- Paleogeografische kaarten van Nederland (Vos & De Vries 2013) (Bijlage 1);
- Geomorfologische kaart van Nederland, schaal 1:50.000 (BRO 2017, Maas e.a. 2017);
- Bodemkaart van Nederland, schaal 1:50.000 (BRO 2017);
- Landschappen van Nederland (Jongmans e.a. 2011).

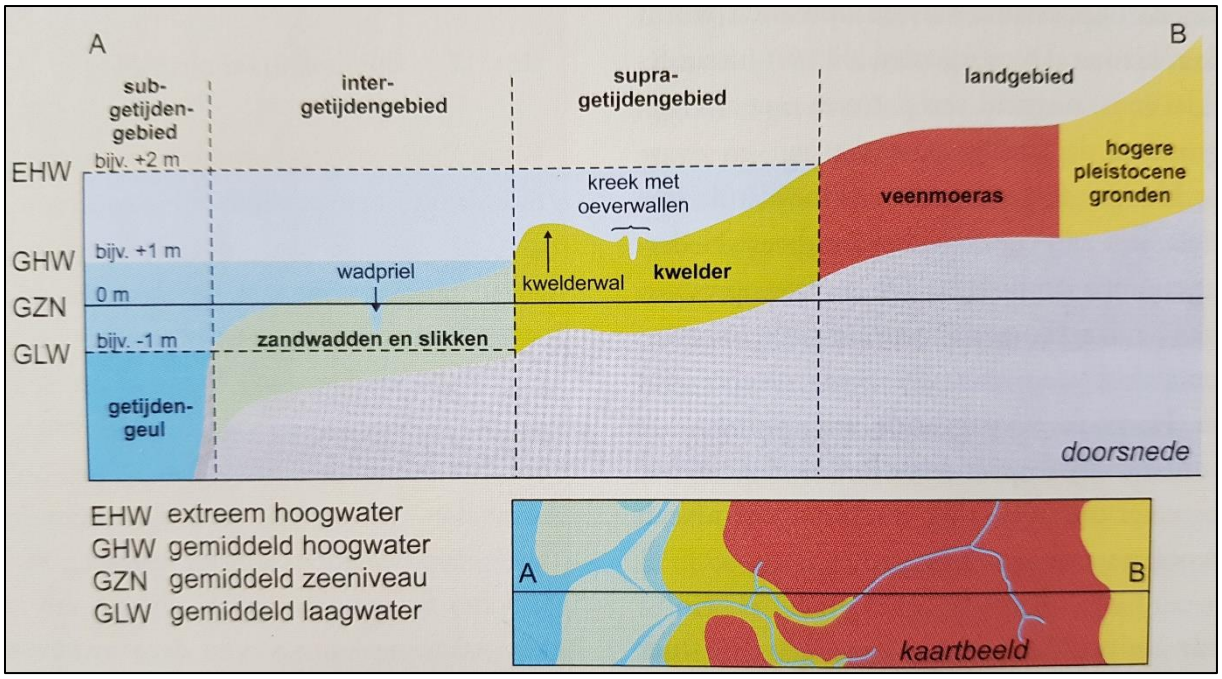
Het onderzoeksgebied ligt in het noorden van Nederland waar in de loop van de tijd verschillende landschapstypen zijn ontwikkeld. In grote lijnen worden vier landschapstypen onderscheiden (Figuur 4):

1. Waddengebied
2. Kwelderlandschap
3. Veenmoeras
4. Pleistocene zandgronden

In deze paragraaf wordt de ontwikkeling van de verschillende landschapstypen beschreven.

2.2.1 Pleistocene zandlandschap

De vaste ondergrond in het onderzoeksgebied bestaat uit pleistoceen (dek)zand en keileem. In het zuidelijke deel van aansluitlocatie Burgum ligt dit pleistocene zandlandschap aan het oppervlak. In de rest van het onderzoeksgebied is het afgedekt door veen- en/of kleilagen die in latere perioden zijn gevormd. Het pleistocene oppervlak loopt geleidelijk af richting het noorden van ca. 0 tot 8 m -NAP. Ter plaatse van geulen varieert de diepte van ca. 8 tot 35 m -NAP. Het pleistocene landschap heeft vooral vorm gekregen tijdens de laatste twee ijstijden, het Saalien (ca. 150.000 jaar geleden) en het Weichselien (ca. 115.000 – 11.755 jaar geleden).



Figuur 4: Natuurlijke landschappelijke zones die binnen het onderzoeksgebied voorkomen met links het noorden en rechts het zuiden (naar Vos en Gerrets 2005 in Jongmans e.a. 2011).

In het Saalien zijn twee reeksen stuwwallen door het landijs opgestuwd, dat vanuit het noorden Nederland is binnengedrongen, waartussen het keileemplateau ligt (Berendsen 2005). Het zuidelijke deel van aansluitlocatie Burgum ligt op de meest noordelijke uitloper van dit plateau. Onder het landijs is gemiddeld een 1-3 m dik pakket grondmorene (keileem) gevormd. Keileem ontstaat doordat puin in de onderzijde van het landijs tijdens het transport verpulverd wordt tot leem. De keileem bestaat uit een mengsel van klei, zand en stenen, dat zeer sterk is samengedrukt door het gewicht van het landijs (Berendsen 2004). De keileem wordt tot het Laagpakket van Gieten van de Formatie van Drente gerekend (De Mulder e.a. 2003). Binnen aansluitlocatie Burgum zijn dan ook zones gekarteerd waar grondmorenewelvingen voorkomen (Bijlage 2b, code 3L11).

Na een relatief warme periode, het Eemien (ca. 130.000 – 115.000 jaar geleden), is het in het Weichselien opnieuw zeer koud en droog geworden. In deze periode was het erg koud (poolklimaat), maar was er geen landijs aanwezig. Tijdens het Pleniglaciaal (ca. 75.000 – 15.700 jaar geleden) de bodem permanent bevroren geweest. Hierdoor is het sneeuwsmelt- en regenwater gedwongen over het oppervlak af te stromen waarbij zogenaamde fluvioperiglaciale afzettingen (ook wel sneeuwsmeltwaterafzettingen genoemd) zijn afgezet en dalen uitgesleten. Ter hoogte van de tracéalternatieven van Vierverlaten ligt een groot dalsysteem in de ondergrond (Bijlage 1a, kaart rond 9.000 v. Chr.). Maar ook in het noordelijke deel van aansluitlocatie van Burgum en de Eemshaven liggen uitlopers van dalsystemen. In het zuidelijke deel van aansluitlocatie Burgum waar het pleistocene zand aan het oppervlak ligt, zijn de dalen gekarteerd op de geomorfologische kaart (Bijlage 2b, code R23 en R42). De fluvioperiglaciale afzettingen bestaan hoofdzakelijk uit fijn en grof zand, soms met grind, leemlagen en plantenresten en worden tot de Formatie van Boxtel gerekend (De Mulder e.a. 2003).

De kleileem en/of fluvioperiglaciale afzettingen zijn vervolgens afgedekt met dekzand. In de koudste en droogste perioden van het Weichselien, met name tijdens het Laat-Pleniglaciaal (ca. 26.000 – 15.700 jaar geleden) en in sommige perioden van het Laat-Glaciaal (ca. 15.700 – 11.755 jaar geleden), is de vegetatie vrijwel verdwenen. Hierdoor is op grote schaal verstuiving opgetreden, waarbij dekzand is afgezet. Dit (soms lemige) zand is kalkloos, fijnkorrelig (150 – 210 µm), goed afgerond, goed gesorteerd en arm aan grind en wordt tot het Laagpakket van Wierden van de Formatie van Boxtel gerekend (Stouthamer e.a. 2015). Het reliëf van de dekzanden wordt gekenmerkt door vlaktes, depressies en dekzandkopjes, afgewisseld met langgerekte ruggen. In een groot deel van het plangebied is onbekend welke

landschapsvormen voorkomen, omdat het pleistocene zandlandschap is afgedekt met jongere veen- en kleiafzettingen. In het zuidelijke deel van aansluitlocatie Burgum ligt het pleistocene landschap (dicht) aan het oppervlak. Er zijn zones waar het pleistocene zand is afgedekt met een veenlaag, maar door zetting van de slappe veenlagen is het onderliggende reliëf van dekzandruggen- en kopjes vaak wel zichtbaar op het Actueel Hoogtebestand van Nederland. Verder zijn voor het hele plangebied wel de grotere pleistocene dalsystemen in kaart gebracht en is bekend dat het noordelijke deel van tracéalternatief Vierverlaten oost op een langgerekte noord-zuid georiënteerde dekzandrug ligt en dat het tracéalternatief Vierverlaten west een dekzandrug van oost naar west kruist (Bijlage 1a, kaart rond 9.000 v. Chr.).

Opvallend element van het Drents plateau is de aanwezigheid van pingo-ruïnes. Dit zijn ronde depressies in het dekzandlandschap die een diepte kunnen bereiken van meer dan 10 m. Ze zijn ontstaan door het afsmelten van pingo's: heuveltjes met een ijskern. In het Weichselien zijn in het noordelijk zandgebied van Nederland enkele honderden pingo's gevormd. Het afsmelten van de pingo's vond plaats in het laatste deel van het Pleniglaciaal tussen 19.000 – 14.000 BP of iets later; de oudste veenlagen in de pingo's zijn doorgaans van Bølling-interstadiale ouderdom (ca. 13.000 BP) (Berendsen 2005). Overigens zijn niet alle depressies pingo-ruïnes. Er kunnen ook laagtes/lokale depressies in het dekzand zijn gevormd. Het onderscheid is niet altijd makkelijk te maken. Pingo-ruïnes zijn in het algemeen dieper (> 2 m), maar ze kunnen ook zijn opgevuld met veen of zijn geëgaliseerd. Ze kunnen worden herkend aan de ronde vorm en de aanwezigheid van een ringwal. Wanneer de pingo-ruïnes dan wel dekzand-depressies water bevatten worden deze ook wel dobben genoemd. De dobben in de pingo-ruïnes en de dekzandlaagten zullen dus meestal al duizend(en) jaren geleden aanwezig zijn geweest; de veentjes in de stuifzandlaagten zijn meestal jonger. Veel dobben zijn in de loop van de tijd afgegraven voor brandstofwinning. Een aantal andere zijn dichtgeschoven, overstoven, onder een esdek bedolven of verdroogd (Spek 2004). Ter plaatse van tracéalternatief Burgum midden vlakbij de Boppewei in De Westereen en ter plaatse van stationslocatiealternatief Swartsenbergbos zijn enkele ronde laagtes gekarteerd op de geomorfologische kaart (Bijlage 2, code N51). Deze depressies bevatten geen randwal en zijn hoofdzakelijk door eolische processen ontstaan en betreffen dus geen pingo-ruïnes.

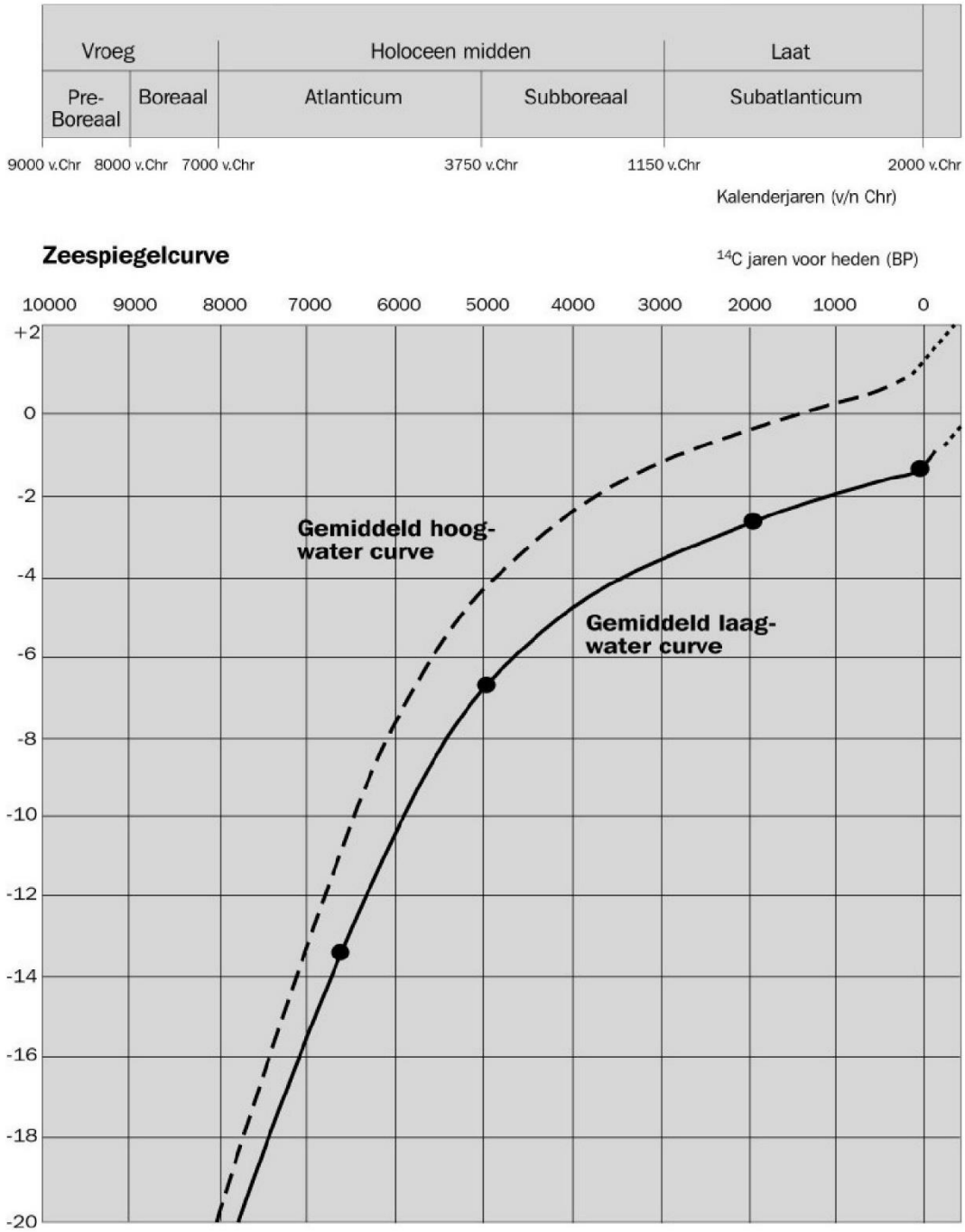
2.2.2 Veenlandschap

In het Holoceen (de laatste ca. 11.750 jaar) is het klimaat warmer en vochtiger geworden. Door de toenemende vegetatie is het dekzand vastgelegd en hebben de beken zich ingesneden, waarbij beekdalen zijn ontstaan. Ter plaatse van het tracéalternatief Burgum midden-oost en de drie stationslocatiealternatieven van Burgum zijn dalvormige laagten/beekdalen gekarteerd (Bijlage 2b, code R23 en 42).

Als gevolg van het warmere klimaat, smolt de noordelijke ijskap en steeg de zeespiegel. Onder invloed van de zeespiegelstijging en daarmee ook het stijgen van het grondwaterpeil is in dit gebied veen gevormd. De veenlaag die op het pleistocene zand is gevormd, wordt tot de Basisveen Laag van de Formatie van Nieuwkoop gerekend. Op basis van de zeespiegelcurve kan worden bepaald wanneer het pleistocene oppervlak bedekt is geraakt met veen (Figuur 5). In het Laat-Mesolithicum (rond 6500 voor heden) is het pleistocene oppervlak beneden 6 m -NAP afgedekt met veen en in het Laat-Neolithicum (rond 4250 voor heden) reikt het veen al tot het pleistocene opervlak dat op 2 m -NAP gelegen is (Van Beek & Vos 2008) (Bijlage 1a en b).

Niet alleen aan de kuststrook maar ook in het binnenland vond veenvorming plaats. Binnen het plangebied heeft dit voornamelijk betrekking op het zuidelijke deel van aansluitlocatie Burgum (Bijlage 1b en c). Het veen dat op het land is ontstaan, wordt tot het Laagpakket van Griendtsveen van de Formatie van Nieuwkoop gerekend. De keileem heeft namelijk een belangrijke invloed op de afwatering, ook op plaatsen waar zij niet aan het oppervlak ligt. Het belemmert het vertikaal wegzakken van het grondwater, en heeft daardoor op veel plaatsen aanleiding gegeven tot veenvorming. Op sommige plaatsen is de veenvorming al begonnen in het Laat-Glaciaal, toen de sedimentatie van het dekzand de

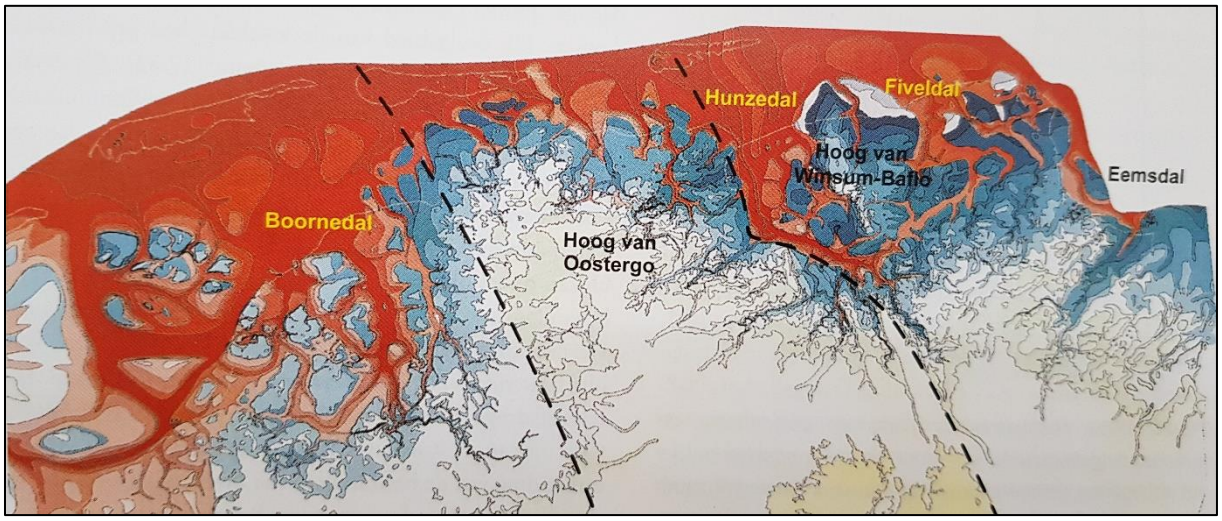
beekdalen afsnoerde en er meren ontstonden. Vooral vanuit de gebieden met een slechte afwatering (de waterscheidigen) heeft het veenmosveen zich in het Atlanticum (ca. 5.000 – 8.000 jaar geleden) lateraal kunnen uitbreiden over het dekzandlandschap. Kleine beken hebben voor de afwatering van de veengebieden verzorgd (Berendsen 2005). Het uitgestrekte hoogveengebied heeft zijn maximale omvang rond het einde van de Vroege Middeleeuwen (rond 1.000 n. Chr.) bereikt (Bijlage 1d). De veengroei is doorgegaan tot in de Vroege Middeleeuwen. Vanaf de Late Middeleeuwen werd het veengebied ontgonnen (zie paragraaf 2.3.2) en zijn grote delen van het veen verdwenen. Op basis van het voorkomende bodemtype zijn binnen het plangebied met name in het zuidelijke deel van aansluitlocatie Burgum nog restanten veen aanwezig.



Figuur 5: Relatieve zeespiegelcurves van Noord-Nederland (bron: naar Vos & Kesteren 2000 in Van Beek & Vos 2008).

2.2.3 Getijdenlandschap

Als gevolg van de zeespiegelstijging zijn via het reliëf in de pleistocene ondergrond in het begin van het Holoceen aan de noordkust op verschillende plaatsen getijdegeulen gevormd (Bijlage 1a). Ter hoogte van aansluitlocatie Vierverlaten ligt het Hunzedal in de diepere ondergrond en ter hoogte van de Eemshaven het Fiveldal van waaruit de zee het land kon binnendringen (Figuur 6 en Bijlage 2b). Het Hunzedal en Fiveldal worden van elkaar gescheiden door het Hoog van Winsum-Baflo. Aansluitlocatie Burgum ligt ter plaatse van het Hoog van Oostergo, die de scheiding vormt tussen het Hunzedal en Boornedal (Jongmans e.a. 2011). Ter plaatse van de hoogten is de zee-invloed veel minder landinwaarts gekomen.



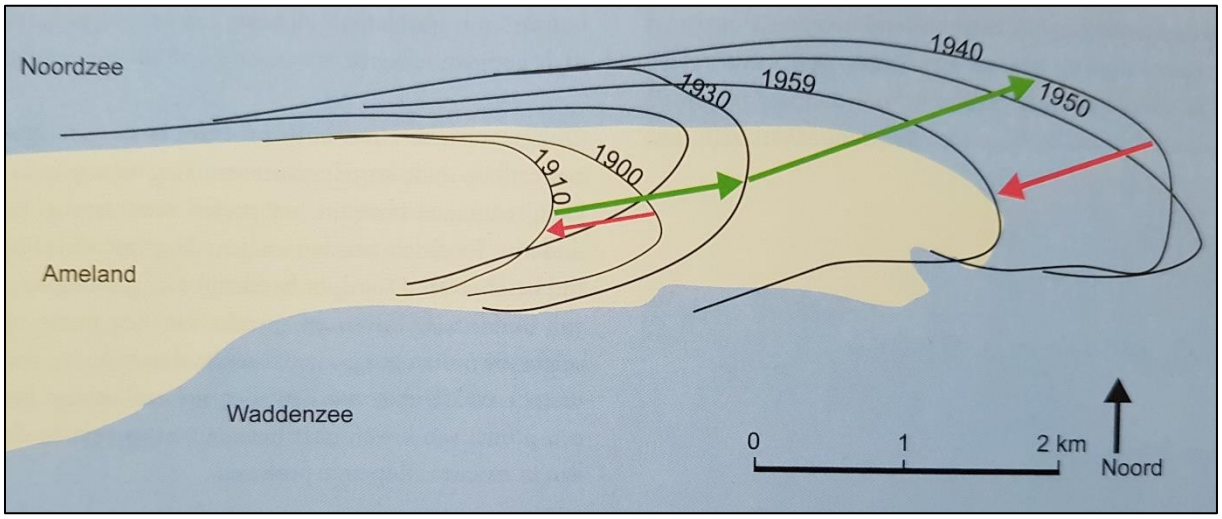
Figuur 6: De topografie van de top van de pleistocene afzettingen onder het noordelijke zeekleigebied (Vos 2010 in Jongmans e.a. 2011).

In eerste instantie is de invloed van zee alleen in deze diepe dalen merkbaar. De rest van het gebied was een veenlandschap. De omslag van een veenlandschap naar een kweldergebied vond plaats rond 5.500 jaar geleden. Dan wordt vanuit de estuaria sterk siltige klei afgezet op het veen. De kleiafzetting wordt tot het Laagpakket van Wormer van de Formatie van Naaldwijk gerekend. In deze periode lag de kweldergordel nog ter hoogte van de huidige Waddeneilanden. Vervolgens migreerde hij in zuidelijke richting. Rond 3.850 v. Chr. lag hij aan de noordzijde van aansluitlocatie Burgum en rond 2.750 v. Chr. bijna tot Dokkum (Bijlage 1b). Vanaf ca. 4500 geleden komt de zuidelijke verplaatsing tot een einde. Gedurende duizenden jaren blijft de situatie min of meer hetzelfde (bijlage 1b en 1c). Er zijn echter fasen geweest dat het veen zich tijdelijk heeft uitgebreid over de kwelders. Dergelijk regressieve sequenties duurden ca. 400-500 jaar, waarna weer een transgressieve opeenvolging met sedimentatie vanuit zee volgde (Jongmans e.a. 2011).

Een duidelijke transgressieperiode heeft plaatsgevonden in de 3^{e} – 6^{e} eeuw na. Chr. In deze periode is het lager gelegen gebied achter de kwelderwallen tijdens stormvloeden een zware, stugge klei afgezet. Deze wordt knipklei genoemd en is een seizoenafzetting tijdens overstromingen in de winter. De knipklei wigt naar het zuiden uit over het niet verslag veen dat grenst aan de pleistocene zandgebieden (Jongmans e.a. 2011).

Een bijzonder kenmerk van de noordkust is de aanwezigheid van de Waddeneilanden. De voorlopers van de eilanden zijn al zichtbaar op de paleogeografische kaart van rond 3.850 v. Chr (Bijlage 1b). De eilanden worden gescheiden door zeegaten en door getijdenbekkens van het vaste land. De getijdenbekkens worden door vloedstromen via de zeegaten gevoed. Er bestaan verschillende morfologische eenheden in het bekken: onderwater liggende zandplaten, geulen en bijna permanent droog liggende zandplaten. Dit systeem migreert in de tijd met de wijzers van de klok mee. Regelmatig hecht zich een droogliggende plaat aan de oostpunt van een waddeneiland. Vervolgens wordt dit

zandlichaam door de getijdengolf geleidelijk naar het oosten getransporteerd en verdeeld aan de noordzijde van een waddeneiland. Daarom verbreden en versmallen deze stranden zich regelmatig. Door deze processen wandelen de Waddeneilanden ook van oost-west heen en weer. De aanwas en afslag van de Waddeneilanden zijn dus natuurlijke processen. Ook migreren de Waddeneilanden door het stijgen van de zeespiegel landinwaarts (Jongmans e.a. 2011). De tracéalternatieven op het huidige Ameland en Schiermonnikoog hebben lange tijd binnen het waddengebied gelegen (Bijlagen 1c, b en d). Rond 500 v. Chr. komt de lijn met eilanden ter hoogte van de huidige Waddeneilanden te liggen (Bijlage 1c). De kern van het huidige Ameland dateert uit deze periode. Het tracéalternatief Burgum west ter plekke van Ameland ligt daarmee op grond met een prehistorische ouderdom. Ter plaatse van tracéalternatief Burgum oost en Vierverlaten is het getijdengebied nog erg dynamisch en vinden vele veranderingen plaats. Burgum midden ligt op het oostelijke punt van Ameland, de zogenaamde eilandstaart. Dit is een kale zandplaat die oostwaarts uitbouwt, maar waar aangroei en afslag elkaar afwisselen in een noord-zuid richting. Op basis van een reconstructie van de ontwikkeling van de staart van Ameland ligt het tracéalternatief midden voor het grootste deel binnen de zandplaat die in de periode 1930 – 1959 is ontstaan.



Figuur 7: De ontwikkeling van de staart van Ameland sinds 1900. Aangroei (grone pijl) en afslag (rode pijl) wisselen af in reactie op het verleggen van de hoofdstroom in het naastgelegen zeegat (naar Expertteam Droge wad 2008 in Jongsmans e.a. 2011).

Het tracéalternatief Vierverlaten ligt ook op een eilandstaart, namelijk die van Schiermonnikoog. Uit historisch kaartmateriaal kan worden afgeleid dat dit gedeelte pas in de jaren '90 van de 20e eeuw aan het eiland is vastgegroeid (www.topotijdreis.nl). De aanwas aan de noordkant is nog jonger en dateert uit de 21e eeuw.

Ter hoogte van de tracéalternatieven van de Eemshaven ligt de voormalige Fivelboezem. Rond 6500 jaar geleden was het een groot zeegat (Bijlage 1b, maar vanaf ca. 2900 jaar geleden begon het geleidelijk dicht te slibben (Bijlage 1c). Langs de zuidelijke randen ervan ontwikkelde zich een kweldergebied met kwelderwallen. In de resterende boezem en aan de zeezijde ontwikkelden zich in eerste instantie opwassen omgeven door restgeulen. In de restgeulen liggen vaak nog natuurlijke kwelderkreken die ook wel maren worden genoemd (Jongmans e.a. 2011). De aansluitlocatie Eemshaven liggen in deze zone met jonge opwassen.

Ook in het noordelijke deel van de aansluitlocatie Vierverlaten en Burgum zijn jonge gronden aanwezig (Bijlage 1d). Tussen Vierverlaten en Burgum ligt de Lauwersboezem. Deze boezem begint zich vanaf de 8e eeuw uit te breiden via enkele groten geulen (bijvoorbeeld het Reitdiep en de Oude Riet) tot aan de stad Groningen. Delen van het oudland, zoals het Humsterland en Middag, worden hierdoor (schier)eilanden. De tracéalternatieven Vierverlaten west en midden vallen binnen het zuidoostelijke deel van de Lauwerszee (Figuur 8). Vanaf de 12e eeuw slibde de boezem dicht. In het zuidelijke deel werd een

60-80 cm dikke (zware) kleilaag afgezet. Deze is kalkloos tot 40-50 cm diepte. Dieper is het materiaal kalkrijk en wordt het geleidelijk lichter van textuur (Jongmans e.a. 2011). Deze kleiafzetting wordt tot het Laagpakket van Walcheren van de Formatie van Naaldwijk gerekend.

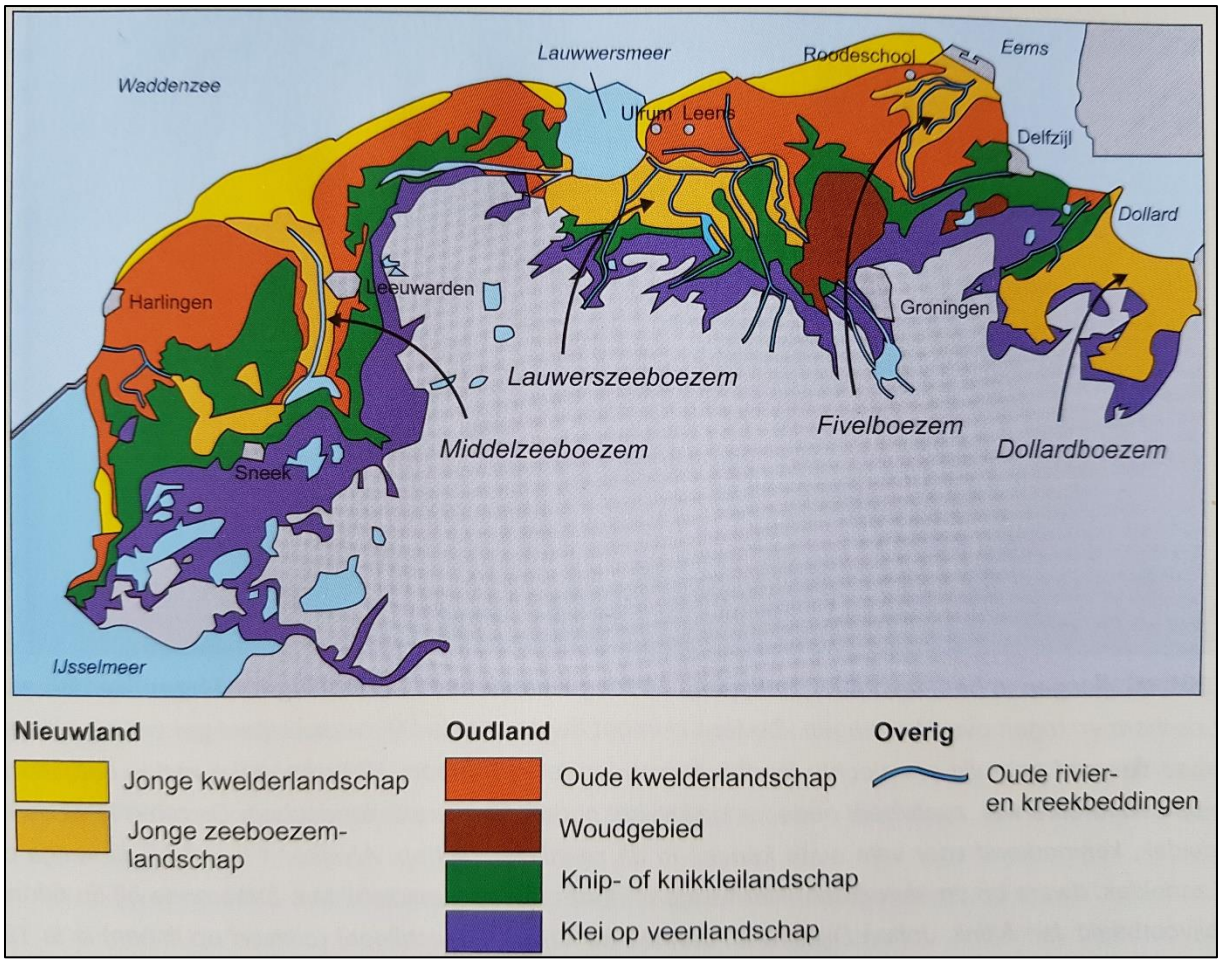


Figuur 8: De grootste uitbreiding van de Lauwerszeeboezem rond 1200 met daarop het onderzoeksgebied geprojecteerd (naar Roeleveld 1974 in Jongmans e.a. 2011).

Op basis van de bovenbeschreven ontwikkeling kunnen de volgende deellandschapstypen (Figuur 9) binnen het onderzoeksgebied van noord naar zuid worden onderscheiden:

1. Jonge kwelderlandschap (noordelijke strook).
2. Jonge zeeboezemlandschap (Fivelboezem). Is vanaf ca. 2000 jaar geleden in fasen dichtgeslibd.
3. Oude kweldergebied (meer landinwaarts gelegen). Dit landschap lag ca. 2600 jaar geleden boven gemiddeld hoog water. De oudste kwelderwallen liggen het meest landinwaarts en de kust bouwde zich naar de zeezijde toe uit door de vorming van jongere, telkens iets hoger gelegen kwelderwallen.
4. Woudgebied betreft het oude ingedijkte gebied (zone ten noordwesten van Groningen, zie paragraaf 2.2.4).
5. Knipkleilandschap. Is ontstaan in de periode 3e – 6e eeuw waarbij een zware kleilaag over het gebied is afgezet. Deze zone ligt tussen het oude kwelderlandschap en het klei op veenlandschap in.

6. Klei op veenlandschap. Is ontstaan in de overgangszone naar de pleistocene zandgebieden, waar bij het ontstaan van het kwelderlandschap veen is geërodeerd en klei op veen is afgezet.

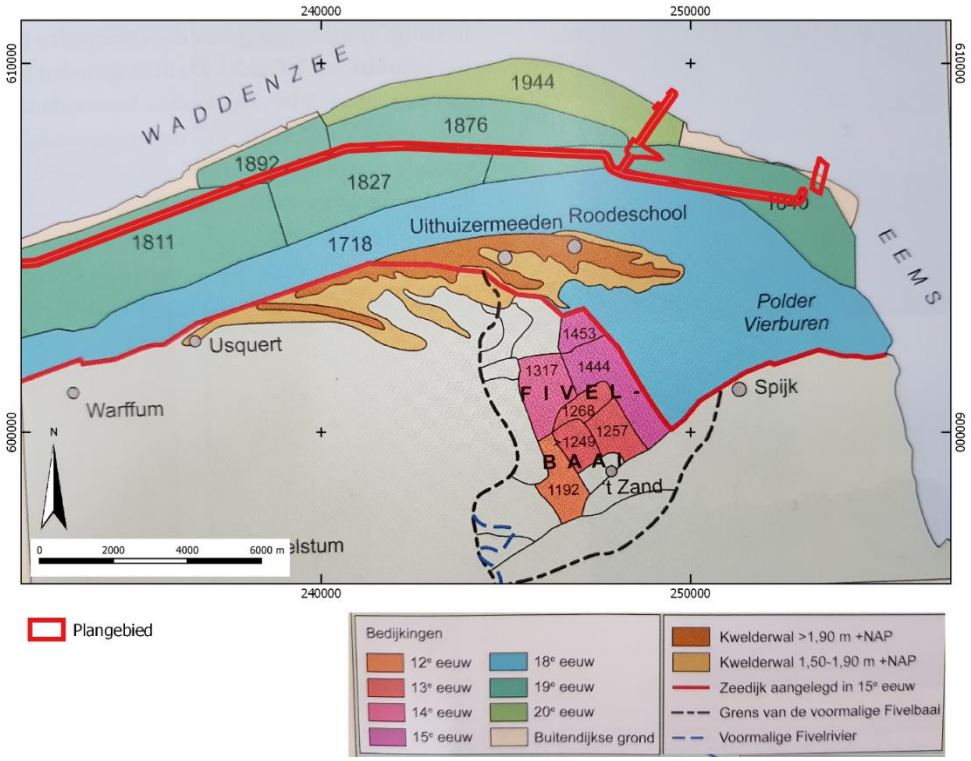


Figuur 9: Het noordelijke zeekleilandschap met daarin voorkomende deellandschappen (naar Stiboka 1965 in Jongmans e.a. 2011).

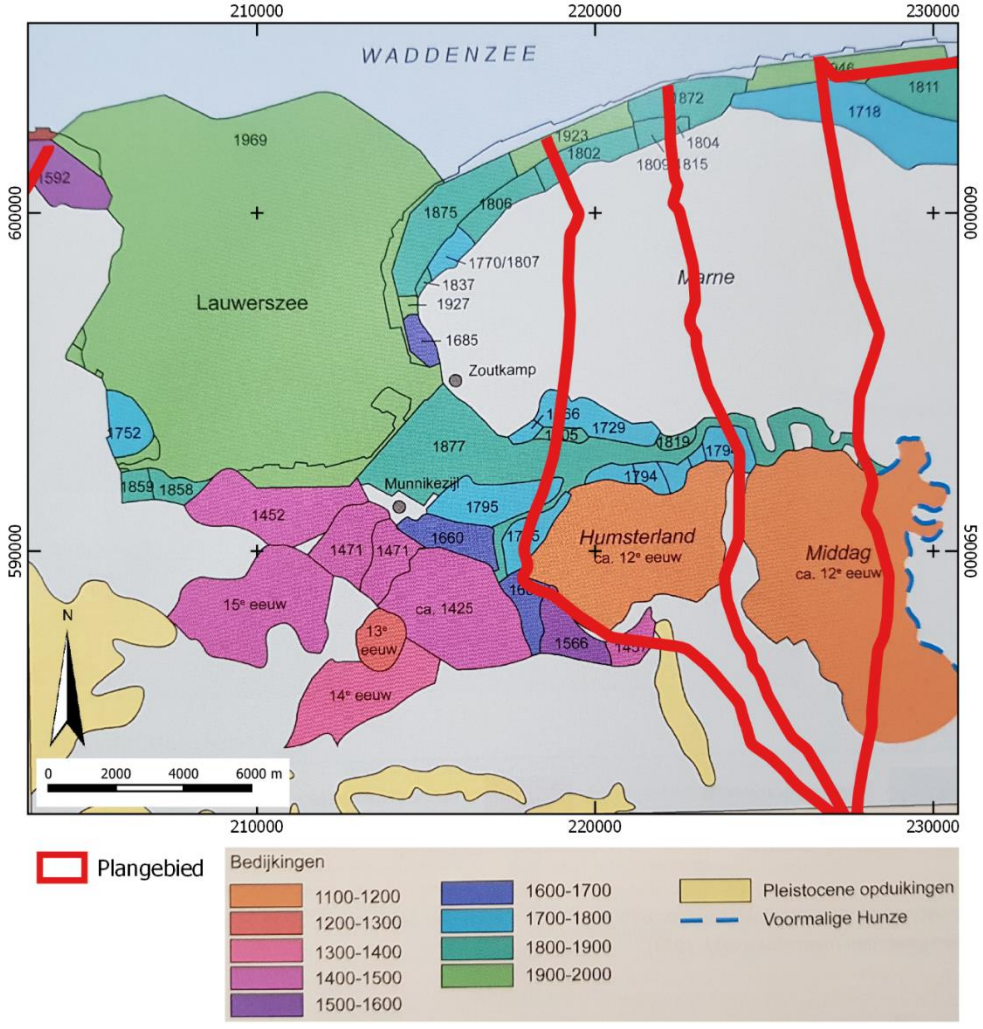
2.2.4 Inpoldering

In de Middeleeuwen beïnvloed de mens de vorming van het landschap steeds meer, onder andere door middel van de aanleg van dijken en polders. De Fivelboezem is vanaf de 12e eeuw geleidelijk ingepolderd. De tracéalternatieven van de Eemshaven hebben nog lange tijd onderdeel uitgemaakt van de zee en zijn pas in de 19e eeuw ingepolderd (Figuur 10).

In de loop van de 14e eeuw werd bij de Lauwerszee een belangrijke dijk in gedeelten aangelegd. De dijk was gedurende Late Middeleeuwen de zeekering van de zuidelijke oever van de Lauwerszee. Het zuidelijke deel is het eerst ingedijkt. Het zuidelijke deel van de tracéalternatieven van Vierverlaten ligt binnen deze oude polders (Figuur 11). In de 16e en 17e eeuw was er weinig inpoldering. Dit kwam in de 18e en 19e eeuw weer goed op gang. Het laatst ingepolderde deel van de Lauwersmeerboezem is het westelijke gebied van het Reitdiep. Dit wordt in 1877 met een zeedijk vanaf Zoutkamp naar Munnekezijl afgesloten. Alleen het huidige Lauwersmeer staat dan nog in verbinding met de Waddenzee. In 1969 wordt deze met een dijk afgesloten van de Waddenzee. Na de inpoldering van de Lauwerszee zijn de voormalige zandige wadplaten droog komen te liggen (Jongmans e.a. 2011).



Figuur 10: De bedijking van het restant van de Fivelboezem vanaf de 12e eeuw (naar Roeleveld 1974 in Jongmans e.a. 2011).



Figuur 11: De inpolderingen van de Lauwerszeeboezem voor zover bekend (naar Roeleveld 1974 in Jongmans e.a. 2011).

2.2.5 Bodemvorming

Als gevolg van het warmere klimaat in het Holoceen hebben zich in het pleistocene zandgebied veldpodzolgronden in zwak siltig, fijn zand ontwikkeld. Op de hogere zandgronden vindt van nature het bodemvormende proces podzolering plaats. Bij podzolering worden kleine deeltjes, zoals ijzer, aluminium en humus uitgespoeld door infiltrerend regenwater. Dit proces wordt ook wel uitloging genoemd (De Bakker & Schelling 1989). Deze deeltjes worden door het water naar beneden getransporteerd en spoelen daar in, zodat podzolgronden ontstaan. De veldpodzolgronden bestaan uit een donkere, humeuze bovengrond met daaronder de grijze E-horizont (uitspoelingshorizont). Onder de E-horizont ligt de (oranje)bruine B-horizont, waarin humus en ijzer is ingespoeld. De B-horizont gaat geleidelijk over in de (grijs)gele C-horizont. Dit bodemtype komt voor in het zuidelijke deel van aansluitlocatie Burgum (Bijlage 3b, code Hn23).

Ter hoogte van de dorpskernen Damwâld (Burgum west en midden), Driezum (Burgum oost) en Noordhorn (Vierverlaten west) zijn hoge zwarte enkeerdgronden gekarteerd (Bijlage 3b en 3c, code zEZ23). Er wordt vanuit gegaan dat de oorspronkelijke bodem ook hier een podzolgrond is geweest, maar dat die is afgedekt door een humeuze bovengrond van meer dan 50 cm dik. De humeuze bovengrond betreft op de hogere zandgronden vaak een plaggendek, ook wel esdek genoemd. Deze hangen samen met de oude bouwlanden/essen. De essen zijn aaneengesloten akkercomplexen die in de latere Middeleeuwen zijn ontstaan. De bodemvruchtbaarheid werd op verschillende manieren op peil gehouden waaronder wisselen van gewassen (drieslegging) en directe bemesting door vee dat 's nachts op de akkers wordt ingeschaard. Later werd het systeem van plaggenbemesting ontwikkeld, waardoor op de bodem plaggendekken zijn ontstaan. In Noord-Nederland is vanaf ca. de 16^{e} – 17^{e} eeuw op grote schaal het systeem van potstalbemesting is toegepast (Spek 2004). Plaggen worden met mest van het vee vermengd en op de akkers uitgespreid om de bodem vruchtbaarder te maken. In de loop van de tijd is een plaggendek op de oorspronkelijke bodem ontstaan. De podzolgrond zal door de langdurige landbewerking deels of geheel zijn opgenomen in het plaggendek. Aangrenzend aan de enkeerdgronden zijn zones met laarpodzolgronden gekarteerd wat aangeeft dat de humeuze bovengrond hier minder dik is, namelijk 30 – 50 cm (Bijlage, code cHn23).

In gebieden waar het grondwater te hoog stond voor podzolvorming, zoals in de laaggelegen (beek)dalen, zijn beekeerdgronden ontwikkeld. De beekeerdgronden worden gekenmerkt door een zwarte, zeer humeuze bovengrond (eerdlaag) die dunner is dan 50 cm met daaronder de natuurlijke ondergrond. Deze eerdlaag is onder natuurlijke omstandigheden ontstaan. Op deze laaggelegen gronden wordt veel organisch materiaal geproduceerd, maar is vanwege de hoge grondwaterstand de afbraak laag. Dit leidt tot het ontstaan van een humeuze eerdlaag (De Bakker en Schelling 1989). Dit bodemtype komt met name voor rond de splitsing van tracéalternatief Burgum midden en oost en de stationslocatiealternatieven Swartsenbergsbos en Koumarweg (Bijlage 3b, code pZg23).

De lagere zandgronden zijn in de loop van het Holoceen bedekt geraakt met veen. Grote delen van het veen zijn door de ontginning en veenwinning verdwenen (zie paragraf 2.3.2). Ter plaatse van tracéalternatief Burgum west en de stationsalternatieven zijn nog oppervlakken veen bewaard gebleven. Wanneer de afdekkende veenlaag dun is dan zijn moerige podzolgronden en eerdgronden gekarteerd (Bijlage 3b, codes vWp en vWz). Ter plaatse van de dikkere veendekken komen binnen het onderzoeksgebied vooral koopveengronden en vlierveengronden voor (codes hV en Vz). De koopveengronden zijn kenmerkend voor de veenontginningen. De vlierveengronden komen voor in zones waar geen afgraving van veen heeft plaatsgevonden.

Ten noorden van de zandgronden is klei afgezet, waardoor hier voornamelijk poldervaaggronden zijn ontwikkeld (Bijlage 3a, b en d, codes Mn…). Op de plaatsen waar de kleilaag dun is, zijn drechtvaaggronden gekarteerd (code Mv41C). Dit zijn klei- op veengronden. Ter plaatse van stationslocatiealternatief Vierverlaten Westpoort zijn waardveengronden (code kV) gekarteerd waar een kleilaag op het veen is afgezet, die dunner is dan 40 cm (De Bakker & Schelling 1989). Hier komt ook nog een ander

afwijkend bodemtype voor, namelijk een moerige eerdgrond op (zandige) klei (code Wg). Bij vaaggronden heeft er nog weinig of geen bodemvorming plaatsgevonden, omdat het sediment jong is. De vaaggronden worden gekenmerkt door een iets donkere bouwvoor (Ap-horizont), die nauwelijks in kleur verschilt van de onderliggende C-horizont (De Bakker en Schelling 1989). Op plaatsen waar geen duidelijke, minerale bovengrond ontwikkeld, zijn de bodems geclassificeerd als nesvaaggronden (code Mo80C). Deze gronden komen over kleine oppervlakken binnen het onderzoeksgebied voor waar de kleigronden uitwiggen over het veen en in vroege kreken in het klei-op-veen gebied (Stichting voor Bodemkartering 1981).

Met uitzondering van de jonge poldervaaggronden in het noordelijke deel van het onderzoeksgebied, de voormalige Lauwerszee en middeleeuwse kreeklopen hebben de jonge poldervaaggronden knippige eigenschappen (toevoeging g of k bij de code van het bodemtype). Dit komt door een zware, stugge klei die is afgezet in de periode 3^{e} – 6^{e} eeuw na Chr. Het is een seizoenafzetting tijdens overstromingen in de winter (Jongmans e.a. 2011). Het woord knip komt uit het Fries waarmee slechte grond wordt aangeduid. Micromorfologisch onderzoek heeft uitgewezen dat er sprake is van een geringe onderlinge samenhang tussen lutum-, silt- en zanddeeltjes waardoor sprake is van een minder gunstige interne drainage (Stichting voor Bodemkartering 1981).

Zowel binnen aansluitlocatie Burgum als Vierverlaten komen zones voor met kruinige percelen (toevoeging b bij de code van het bodemtype). Dit zijn sterk bolvormige percelen die vroeger uitsluitend voor akkerbouw werden gebruikt. De bolle akkers zijn ontstaan doordat men vroeger voor een betere ontwatering grond van de kant naar het midden heeft gewerkt (Stichting voor Bodemkartering 1981).

Binnen tracéalternatief Burgum oost zijn over kleine oppervlakken terpgronden gekarteerd (code T). De terpen zijn opgehoogd met kleiplaggen die op de kwelder verzameld werden. Ook zijn mest en organisch afval gebruikt. In combinatie met de hoge biologische activiteit zijn bodems met dikke (>50 cm) eerdlagen ontstaan. Vaak bedraagt de ophoging meerdere meters.

Aansluitlocatie Eemshaven kruist een aantal smalle zones waar kalkhoudende vlakvaaggronden in zwak tot sterk lemig, kleiig, uiterst fijn zand zijn gekarteerd (Bijlage 3d, codes Sn13A). Het zijn zandruggen die langs de toenmalige kunst zijn gevormd (Stichting voor Bodemkartering 1987).

Op Ameland bestaat de ondergrond uit zand waardoor duinvaag- en vlakvaaggronden voorkomen (Bijlage 3a, codes Zd20, Zd21, Zn21 en Zn50). De duinvaaggronden worden gekenmerkt door een dunne humeuze bovengrond (A-horizont) met daaronder zand dat een iets bruinere tint (jongste duinen) of waarin het iets gelere materiaal direct onder de bovengrond een enkele centimeters tot decimeters dikke, bleekbruine B-horizont aanwezig is (oudere duinen). Deze horizont is ontstaan als gevolg van humusinspoeling en/of van ijzer. De vlakvaaggronden zijn gekarteerd in de jonge duinvalleien, zoals bij tracéalternatief Burgum west) en de jonge zandplaten (Burgum midden). De jonge duinvalleien overstromen regelmatig met zeewater en plaatselijk is daardoor een dunne laag (zandige) klei afgezet (Stichting voor Bodemkartering 1986).

Tracéalternatief Vierverlaten dat over Schiermonnikoog loopt, is niet gekarteerd op de bodemkaart, omdat deze zandplaat pas in de jaren '90 van de 20^{e} eeuw is toegevoegd aan het eiland. Vermoedelijk komen hier vlakvaaggronden voor die zijn ontwikkeld in zand.

2.3 Historische ontwikkeling

Om de historische ontwikkeling in kaart te brengen zijn de volgende bronnen geraadpleegd:

- Oude kadasterkaarten: kadastrale minuut en oorspronkelijk aanwijzende tafels 1811 – 1832 voor toenmalige eigenaar/gebruiker (beeldbank.cultureelerfgoed.nl);
- Historische kaarten uit de afgelopen 200 jaar (www.topotijdreis.nl);

- Atlas van Eekhoff 1847 en Schotanus 1718 (www.frieslandopdekaart.nl);
- Atlas van Huguenin 1819-1829 (Versfelt & Schoor 2005);
- Cultuurhistorische regiobeschrijving Friesland en Groningen (Haartsen 2009);
- Cultuurhistorische objecten in het landelijk gebied (CultGIS 2005);
- Cultuurhistorische kaart Fryslân (www.fryslan.frl);
- Kwaliteitsgids Groningen (kwaliteitsgidsgroningen.nl);
- Cultuurhistorisch waardevaste objecten gemeente Westerkwartier (Van Heeringen e.a. 2014));
- Archeologische en overige cultuurhistorische rapporten van onderzoek binnen het onderzoeksgebied: is niet van toepassing;
- Indicatieve Kaart Militair Erfgoed (www.ikme.nl);
- V.1 & V.2 inslagen in Nederland (vergeltungswaffen.nl);
- Topografische kaart van Nederland (Figuur 1);
- Bouw-/constructietekeningen van te slopen of te wijzingen historische bouwwerk: is niet van toepassing;
- In het kader van dit onderzoek zijn geen archieven geraadpleegd omdat een gerichte vraagstelling ontbreekt.

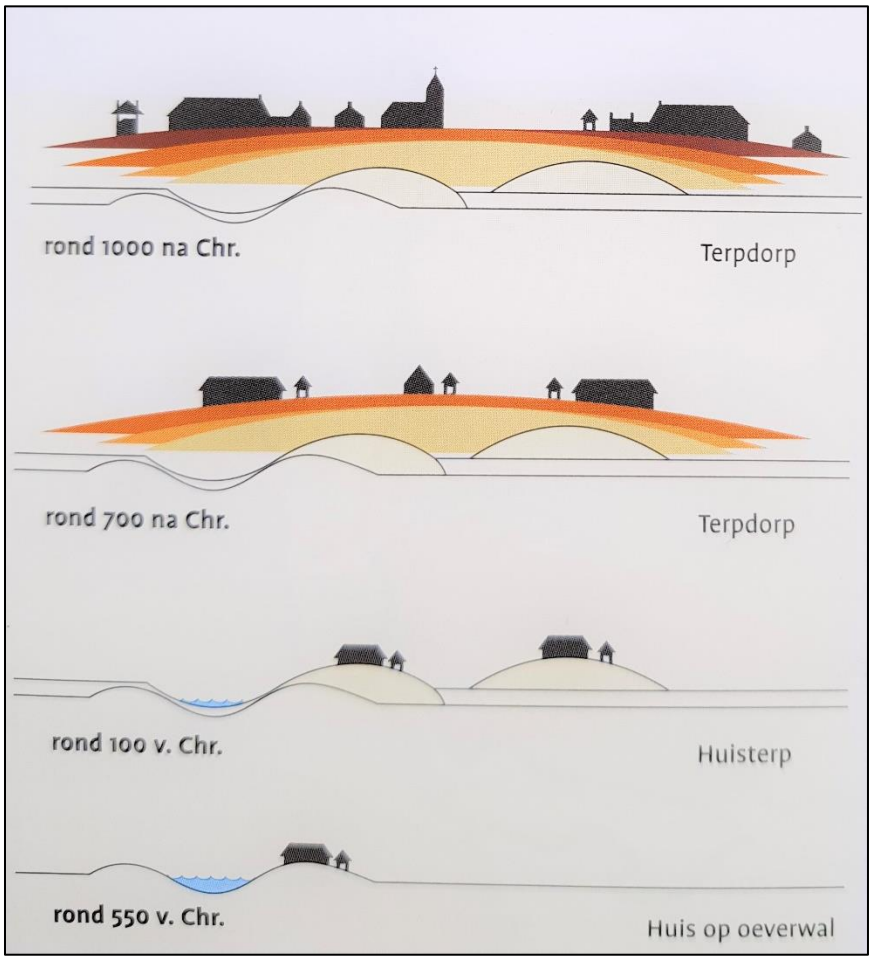
2.3.1 Terpenlandschap

De vroegste permanente bewoning in het noordelijk zeekleigebied gaat terug tot circa 600 voor Christus, toen boeren vanaf het Drents plateau de kustgebieden introkken. Waarschijnlijk had men het kwelderlandschap voor die tijd al wel gebruikt voor zomerbeweiding met de bijbehorende seizoensgebonden bewoning. De eerste bewoners vestigden zich op de hoogste plaatsen in het gebied: op de kwelderwallen en de oeverwallen langs de kreken (Haartsen 2009). De bewoningsplaatsen werden in veel gevallen niet opgehoogd (Figuur 12). Lokaal maakte men bij de vestiging een kleine woonheuvel of wierp deze op bij ongunstiger geworden wooncondities. Dit zijn de 1e generatie terpen. Tussen de tracéalternatieven Vierverlaten midden en oost liggen een aantal van deze oude terpen waaronder die van Ezinge, Brillerij, Eenrum en Feerwerd. Ongeveer 2200 jaar geleden nam de bewoningsintensiteit toe en werden diverse bestaande terpen van de 1e generatie opgehoogd. In Groningen heten terpen wierden en net als in Friesland zijn de eerste 2500 jaar geleden ontstaan. Vaak zijn de dorpsterpen een conglomeraat van kleinere huisterpen die aan elkaar zijn gegroeid (Jongmans e.a. 2011).

Terpen zijn vaak in fasen opgehoogd. Het laat zien dat de bewoning zich handhaafde en uitbreidde, maar ook dat de zee actief was. Deze drong het gebied in via bestaande restgeulen, waardoor het overstromingswater ook weer snel verdween, zodat de toenmalige drainagecondities zich eveneens snel konden herstellen. De terpen die zijn opgeworpen tussen 200 voor en 200 na Chr. worden de 2e generatieterpen genoemd (Jongmans e.a. 2011).

In de Romeinse tijd was het oude kwelderlandschap vrij intensief bewoond, waarschijnlijk vanwege de rustige condities. Tussen 300 – 600 na Chr. nam de bevolkingsdichtheid sterk af. Wat de reden is voor deze afname in de Volksverhuizingstijd is niet bekend. De toenemende storminvloeden hebben vermoedelijk een rol gespeeld. Een aantal terpen verdween hierdoor onder water. De zee stroomde vooral 's winters het lage deel van het oude kwelderlandschap en het achterliggende gebied binnen en zette onder rustige omstandigheden knipklei af. De drainage-omstandigheden konden zich moeilijk herstellen door afwezigheid van geulsystemen, waardoor de regio langdurig te nat bleef. Maar er zijn ook terpen en wierden die bewoningscontinuïteit laten zien. Ook zijn er aanwijzingen dat herbewoning van het terpengebied mogelijk door een andere cultuur heeft plaatsgevonden. In de 7e eeuw nam de bevolking weer toe. Dit suggereert dat de grote overstromingen voorbij waren. Nieuwe terpen van de 3e generatie werden opgeworpen. Er werden onder andere terpen gesticht op een jongere kwelderwal die de Marneboezem geleidelijk aan liet dichtslibben. Voorbeelden hiervan zijn de terpen van Leens en Wehe die in de buurt van de tracéalternatieven Vierverlaten west en midden liggen. Veel terpen op de kwelderwallen groeiden aaneen tot relatief omvangrijke terpen (Jongmans e.a. 2011).

Niet alle wierden waren puur agrarische nederzettingen: door de nabijheid van de zee werd ook visserij en handel bedreven. Soms is aan de vorm van de wierde te zien dat we met een oude handelsnederzetting te maken hebben. De 'boerenwierden' zijn meestal rond van vorm, terwijl de handelsdorpen een langgerekte wierde hebben. De Fivel speelde hierbij een rol als verbinding met de zee. In dit gebied liggen overigens vrijwel alle wierden aan vaarwater en kon men via kreken en geulen het open water van de Fivelboezem en de Hunzeboezem bereiken. Door het dichtslibben van de Fivelboezem verloren de oude handelsplaatsen als Stedum, Loppersum en Westeremden hun ligging aan open water en werden moeilijker per schip bereikbaar (Haartsen 2009).



Figuur 12: Ontstaan van een terpdorp (Bosatlas van de Wadden).

Algemeen wordt aangenomen dat in de rustige periode gedurende de 11e – 12e eeuw de dijkbouw startte en dat terpen hun beschermede functie verloren. Toch zijn er gedurende deze tijd terpen opgeworpen in West-Groningen in de dichtgeslibde Marneboezem, de zogenaamde 'groene wierden'. Deze 4e generatieterpen dienden voornamelijk als vluchtplaatsen voor het vee bij dijkdoorbraken en zijn nauwelijks gebruikt voor bewoning (Jongmans e.a. 2011).

Ook in het knipkleilandschap zijn terpen aangelegd. Vaak zijn dit geen dorpsterpen, maar kleine terpen, gemaakt voor één of enkele boerderijen (zogenaamde huisterpen).

De aansluitlocaties Burgum en Vierverlaten doorkruizen het terpenlandschap, maar alleen tracéalternatief Burgum oost raakt volgens de bodemkartering (Bijlage 3b) de randen van twee terpen. De terp van Morra en een verdwenen terp ter hoogte van de Dijkstervaart. Daar vlakbij ligt nog een kleine terp langs het tracé. Zuidelijker loopt het tracé langs de terp van Jouwswier.

2.3.2 Middeleeuwse ontginningen en inpoldering

Aan het einde van de Vroege Middeleeuwen werd het landschap al intensief gebruikt door terp-bewoners. In de Volle Middeleeuwen konden de bewoners van het terpengebied het kwelder- en veen-landschap steeds meer naar hun hand zetten, onder meer door middel van bedijking en ontwatering. Eerst door moederpolders aan te leggen, vervolgens door de zeeboezems in te polderen en daarna de veengebieden systematisch in gebruik te nemen. Ter hoogte van aansluitlocatie Vierverlaten liggen de oude kerngebieden van Humsterland en Middag waar de eerste dijken in de 11e tot 12e eeuw werden aangelegd (Figuur 11). De Lauwerszee en Fivelboezem hadden aan het einde van de Late Middeleeuwen hun grootste uitbreiding bereikt. Maar door de afnemende zeespiegelstijging en de doorgaande aanvoer van zand en slib vanuit de Waddenzee nam de toevoer van water naar deze zeeboezems sterk af. Gevolg was dat beide boezems dichtslibden. De bewoners konden daardoor met betrekkelijk weinig inspanning de beide zeeboezems afdammen en inpolderen (Van de Ven 2003).

Met de aanleg van een doorlopende zeedijk rond Oostergo, omstreeks 1100, kwam een einde aan de dagelijks terugkerende overstromingen van de lage delen van het land ten westen van de Lauwerszee. Onderdeel hiervan was onder andere een zeewering aan de westkant van de Lauwerszee, die waarschijnlijk uit de 11e eeuw dateert. Ten oosten van de Lauwerszee werd de kust van Noord-Groningen omstreeks 1200 geheel afgesloten door de zeewerende dijk de Oude Provinciale Dijk. Toen deze dijk werd aangelegd was de oorspronkelijke monding van de Hunze al geheel dichtgeslibd. In de loop van de eeuwen zijn de dijken steeds hoger en breder geworden, en werd het buitentalud minder steil gemaakt (Haartsen 2009).

Veel boeren bleven ook na de bedijkingen in de terpdorpen wonen, maar sommigen vestigden zich ook op nieuwe plekken. Vaak werd de nieuwe boerderij op een huisterp gebouwd, omdat de dijken geen absolute veiligheid boden. In het huidige landschap liggen verspreid nog vele van deze huisterpen. De aanleg van woningen en boerderijen op het maaiveld (dus zonder een terp op te werpen) zou pas vanaf de 17e en 18e eeuw mogelijk worden door de verbeterde beheersing van zowel het binnen- als het buitenwater. Langs de dijken zelf ontstond geleidelijk ook her en der bewoning (Haartsen 2009).

Op de hoger gelegen kwelderwallen en op de flanken van de terpen lagen de akkers. De lager gelegen terreindelen, zoals de kwelderbekkens werden gebruikt als weiland en hooiand. In de kwelderbekkens bestond de bodem uit zware kalkarme klei (knipklei) en waren veel natter dan de hogere kwelderwallen en oevers. Deze onderverdeling is nog af te leiden uit de naamgeving van verschillende gebieden: ies, ees of valge wijst op akkers, fen(ne), fin(ne) of fenland op weiland en miede of mede op hooiland, zoals de Holwerdermieden bij Holwerd en De Mieden noordoostelijk van Ee (Haartsen 2009).

Aanvankelijk waren de weidegebieden, soms ook de hooilanden, gemeenschappelijk bezit. Het land was opgedeeld in grote gebruiksblokken die begrensd werden door het natuurlijke patroon van kronkelende sloten. Toen echter in de Middeleeuwen de bevolking sterk groeide, was intensivering van het grondgebruik nodig. Hiertoe werden de voorheen gemeenschappelijk gebruikte gronden verdeeld in afzonderlijke kavels. Vanaf de terpen werden slootjes gegraven naar de omliggende lagere gronden, waardoor bij verscheidene terpen de indeling van de terp doorloopt in de verkaveling rond de terp. Hierbij had elke boer een deel van het bouwland, weiland en hooiland. Bij de ontginning van de lagergelegen gronden ging men uit van de vroegere wadkreekjes die met elkaar verbonden werden door gegraven sloten. Door het grillige verloop van de kreekjes en het spontane karakter van de ontginningen ontstonden de voor het gebied zo kenmerkende onregelmatige blokverkavelingen. In vele polders heeft de kleinschalige verkaveling echter plaatsgemaakt voor een grootschaliger en regelmatiger verkavelingspatroon als gevolg van ruilverkavelingen (Haartsen 2009).

Kenmerkend voor het gebied zijn de stinzen en states (Fryslân) en borgterreinen (Groningen). De woorden stins en borg verwijzen naar een steenhuis. Dit zijn verstevigde huizen. In Noord-Nederland ontbrak tot 1500 een centraal bestuur en een landsheer. Belangentegenstellingen en conflicten konden

dan ook vaak slechts door eigenrichting en geweld worden opgelost. Daarom bouwden ze grofweg vanaf halverwege de 12e eeuw stinzen, torenvormige gebouwen die verdedigd konden worden. Vaak werd de stins (steenhuis) gebouwd op een hoge opgeworpen heuvel, soms omgracht, die we een stinswier noemen. De stenen gebouwen vielen op tussen de van hout, leem en riet gebouwde woonsteden van anderen. Ze waren betrekkelijk veilig voor aanvallen en ze representeerden bovendien de macht van de bewoner. Al in de 13e eeuw, maar op grotere schaal in de 14e en 15e eeuw werden de stinzen, behalve voor verdediging, ook voor permanente bewoning gebruikt. Om ze voor bewoning geschikt te maken werden de oude torens uitgebreid of de nieuwe ruimer opgetrokken. Rond 1500 kwam met de komst van een centraal gezag onder Albrecht van Saksen een einde aan de strijd en de onderlinge oorlogen en een einde aan de functie van de stins. Ze verloren hun verdedigende betekenis. Een aantal werd als boerderij aan de kloosters geschonken en werden uithoven van de monastieke gemeenschap. De meeste werden (onderdeel van) een comfortabele adelswoning, een state. In Fryslân zijn tot nu toe 548 stinzen bekend en 340 states (Noomen 2009).

Omstreeks het jaar 1000 is het veengebied ten zuiden van het terpengebied ontgonnen. Daarvoor vormde het gebied een veenmoeras dat ongeschikt was voor bewoning. Het zuidelijke deel van de tracéalternatieven van aansluitlocatie Burgum lopen door dit voormalige veengebied van de Friese Wouden. Ten noorden van de lijn Oudkerk-Rinsumageest-Kollum ligt een reeks kleine terpen die van belang zijn geweest voor de bewoningsgeschiedenis van de Friese Wouden. Vanuit deze terpen is de noordrand van het toenmalige veengebied ontgonnen. Vanuit de terpen in het noorden werd de zandrug van Driezum-Rinsumageast ontgonnen en ingericht. Vanuit een oost-west verlopende ontginningsas, waarlangs de boerderijen stonden, werden lange strookvormige percelen naar het zuiden uitgezet. De verkaveling vertoont duidelijke trekken van een veenontginning. Hoe dik de veenlaag oorspronkelijk was, is niet bekend. Deze laag is door kleinschalige turfwinning of oxidatie verdwenen. De ontginningsas lag overigens niet precies op de plaats van de huidige reeks dorpen. Rinsumageast en Driezum liggen naar alle waarschijnlijkheid op de plaatsen waar zij zijn gesticht, maar de dorpen Akkerwoude, Murmerwoude en Dantumawoude hebben eerst een eind naar het noorden gelegen. Dat de dorpen Rinsumageast en Driezum niet zijn verplaatst heeft te maken met het feit dat de zandrug daar maar smal is, zodat er gewoon geen plaats was om het hogerop te zoeken (Haartsen 2009). De tracéalternatieven Burgum west en midden lopen door dit veenontginningsgebied (Figuur 13).



Figuur 13: Deel van de tracéalternatieven Burgum west en midden op de kaart van Eekhoff uit 1848 ter hoogte van de dorpen Akkerwoude, Murmerwoude en Datumawoude (bron: www.frieslandopdekaart.nl).

De percelering in de polders die recenter op de zee gewonnen zijn is vrij divers. In de oudere aandijkingen langs de noordwestkust van Oostergo is de verkaveling strookvormig, zoals in de polders bij Ferwerd en Holwerd. Dit was het gevolg van het recht van opstrek dat gold voor de nieuwe polders. Elke boer werd eigenaar van de strook nieuw gewonnen land die in het verlengde lag van zijn eigen land. Hierdoor ontstonden kavels die zich uitstrekten over meerdere polders De verkaveling in het nieuwe land zuidelijk van de Lauwerszee is onregelmatig blokvormig, wat erop wijst dat de gronden al lang voor de inpoldering geperceleerd waren. In de bochtige sloten is vaak nog de oude loop van de kreken te herkennen. Hetzelfde is het geval in poldertjes langs de Dokkumer Ee. Westelijk van Dokkum ligt bijvoorbeeld het gebied 'De Keegen', waarvan de naam nog duidt op (voormalige) buitendijks gelegen stukken land. Dit land werd halverwege de 16e eeuw ingepolderd toen de sluis in de Dokkumer Ee werd verplaatst naar Dokkum.

De doorgaande dijk langs de Middelzee en de Waddenzee is waarschijnlijk rond 1100 aangelegd. Deze liep van Deersum via Irnsum, Roordahuizen, Leeuwarden, Stiens, Holwerd, Wierum en Oostmahorn naar Engwierum. Ook langs het Dokkumer Grootdiep werden dijken opgeworpen, deze verloren hun functie pas toen in de 18e eeuw de Dokkumer Nieuwe Zijlen gebouwd werden. Op sommige plaatsen lagen de oudste zeewerende dijken verder zeewaarts en zijn zij bij stormvloeden weggeslagen zoals tussen Oostmahorn en Engwierum, waar buitendijks de verloren gegane landerijen van de eerste bedijkingen liggen. Niet overal zijn deze oude bedijkingen nog als zodanig herkenbaar (Haartsen 2009).

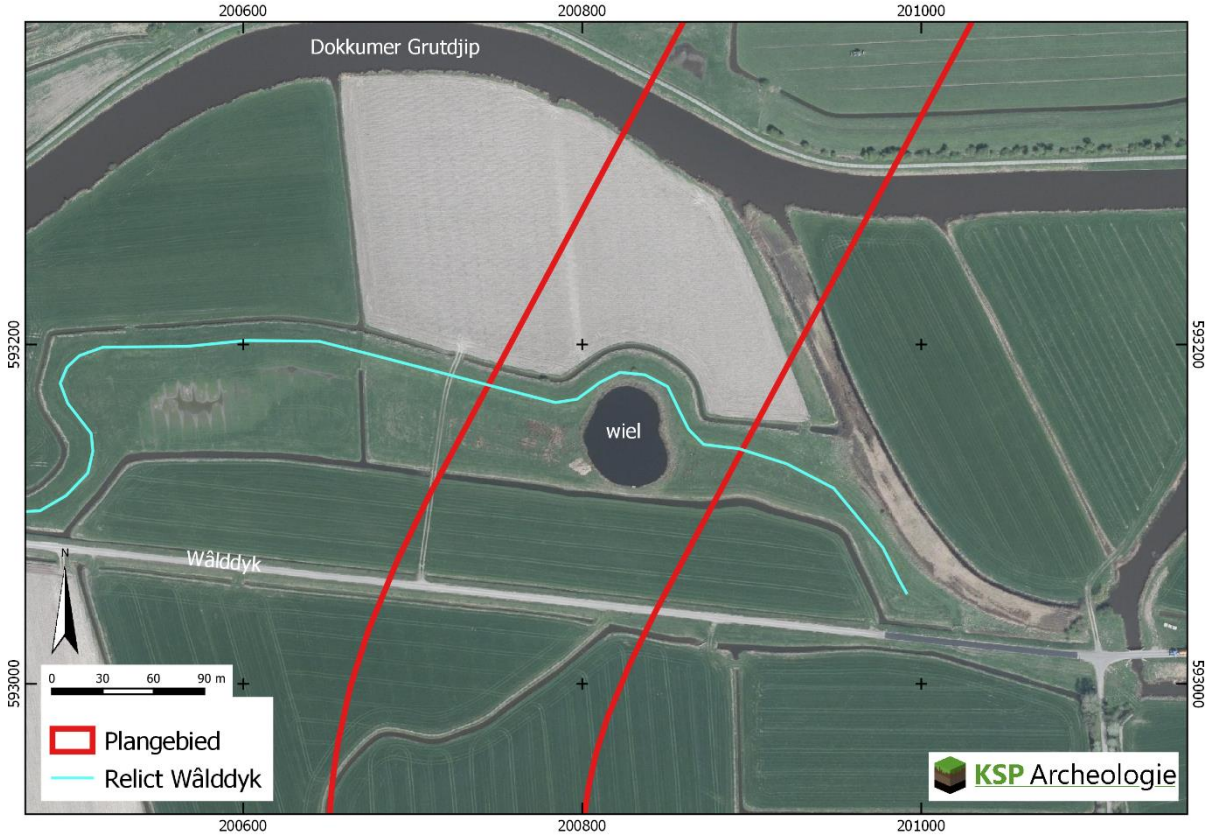
Vaak ook werden buitendijkse kwelders, die hoog genoeg waren opgeslibd, bedijkt en door boeren in gebruik genomen. Nadat er verder zeewaarts een nieuwe dijk was gelegd verloor de oude dijk zijn zeewerende functie en werd soms vergraven, zoals delen van de Ljouwerterdyk. Andere dijken zijn nog duidelijk als dijklichaam te herkennen: bijvoorbeeld de Holwerder Dijk en de Oude Zeedijk (Haartsen 2009).

Verschillende kloosters die zich vanaf 1100 in het gebied vestigden, hebben een rol gespeeld bij de bedijkingen en landaanwinning. Het gaat in Oostergo (Frieslân) met name om Klaarkamp bij Rinsumageest, Mariëngaarde bij Hallum en Gerkesklooster, waarvan het laatste een groot aandeel gehad heeft bij de bedijkingen in het Lauwerszeegebied. Ten noorden van Sibrandahûs legden de monniken van het klooster Klaarkamp rond 1165 het Leppesyl in de Dokkumer Ee aan. In 1583 werd deze sluis vervangen door de sluis in het centrum van Dokkum. Deze raakte op zijn beurt weer buiten gebruik toen de Dokkumer Nieuwe Zijlen werden gebouwd. In Hunsingo (Groningen) werden de kloosters Selwerd, Kloosterburen, Nijenklooster en Aduard gesticht. Het in 1192 gestichte cisterciënzerklooster Aduard was het invloedrijkste. De monniken en lekebroeders van Aduard hielden zich bezig met het in cultuur brengen en de waterbeheersing van het omliggende gebied. Aangenomen wordt dat de monniken bijgedragen hebben aan de bedijkingen van Middag en Humsterland. Voor de afvoer van het overtollige neerslagwater werd het Aduarderdiep gegraven, waardoor het water via een uitwateringssluis op het Reitdiep kon worden geloosd. Het Benedictijner klooster Selwerd lag ten noorden van de stad Groningen en speelde een rol in de waterbeheersing in het gebied ten oosten van het Reitdiep. Het dorp Kloosterburen dankt zijn naam aan het Norbertijnerklooster dat hier omstreeks 1175 werd gesticht vanuit het moederklooster Mariëngaard in Friesland. Het werd al gauw 'Oldeklooster' genoemd omdat er al in 1204 een nieuw klooster, Nijenklooster, werd gesticht dat iets verder naar het oosten werd gebouwd (Haartsen 2009).

Ondanks de aanleg van dijken werd het gebied nog geregeld geteisterd door overstromingen als gevolg van dijkdoorbraken. Deze doorbraken werden veelal veroorzaakt door stormvloeden, maar ook de mens heeft hieraan bijgedragen door de zoutwinning, die her en der langs de kust plaatsvond. Zoutwinning vond plaats door zoute veenlagen in de bodem te vergraven en het zout hieruit te koken. De percelen kwamen hierdoor lager te liggen waardoor de zee makkelijk kon binnendringen en de dijk ondermijnen. De plaatsen waar een dijk ooit is doorgebroken zijn vaak nog te herkennen aan een bocht in de dijk. Op deze plaatsen is na een doorbraak een doorbraakgat of wiel ontstaan waar de dijk naderhand omheen

moest worden gelegd. De wielen zelf zijn veelal verdwenen omdat ze zijn verland of drooggemalen (Haartsen 2009). Ter plaatse van tracéalternatief Burgum oost is nog een wiel bewaard gebleven ten zuiden van het Dokkumer Grutdjip langs de Wâlddyk (Figuur 14).

Vóór de aanleg van dijken vond de afwatering van het gebied plaats via het dichte netwerk van geulen, kreken en de grote zeegaten als de Lauwerszee en Fivelboezem, die onder invloed stonden van de getijdenwerking. Door de noordwaartse groei van de kwelderwallen en de steeds verder voortschrijdende bedijkingen en inpolderingen verslechterde in de loop der eeuwen de afwatering. Gebieden die bijvoorbeeld voorheen op de Marneboezem afwaterden, konden door de afdamming en inpoldering van deze geulen hun overtollige water niet meer kwijt (Haartsen 2009). Om de afwatering te verbeteren werden langs de gehele noordkust vaarten gegraven en natuurlijke waterlopen aangepast.



Figuur 14: Het wiel dat bewaard is gebleven ter plaatse van tracéalternatief Burgum oost op een actuele luchtfoto.

De laatste inpoldering in dit gebied heeft plaatsgevonden in 1969, waarbij de Lauwerszee door een dam werd afgesloten van de Waddenzee. Sindsdien wordt het peil in het zo ontstane Lauwersmeer op ongeveer 1 meter beneden NAP gehouden. Hierdoor zijn voormalige kwelders en zandplaten droog gevallen (Haartsen 2009).

2.3.3 Historisch kaartmateriaal

Op basis van het historisch kaartmateriaal zijn binnen het onderzoeksgebied diverse (cultuur)historische elementen aangegeven. In deze paragraaf volgt per tracéalternatief een overzicht.

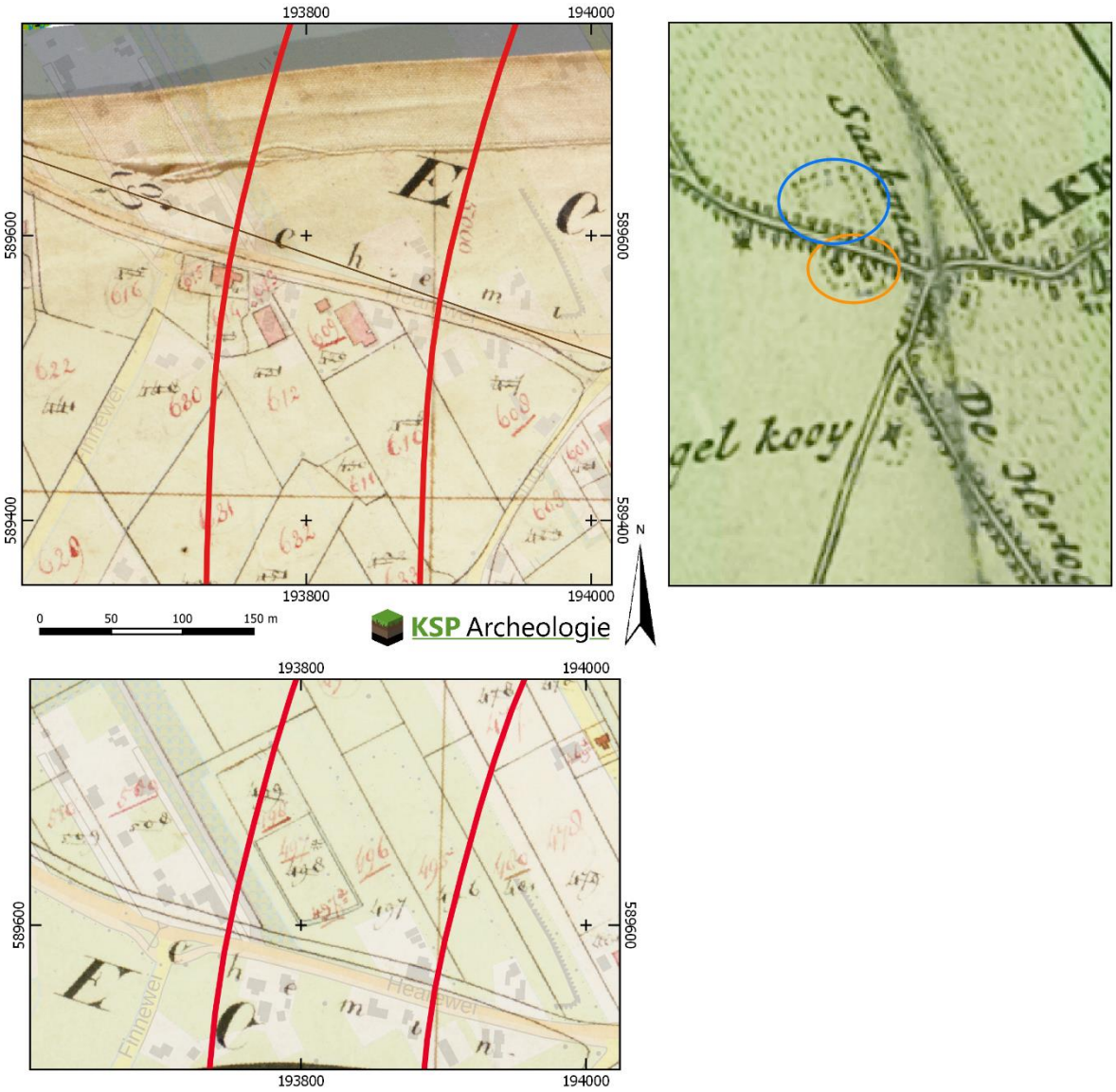
<u>Tracéalternatief Burgum west</u>

- Holwerdyk: deze dijk ligt tussen Holwerd en Ternaard en vormt de oude middeleeuwse zeedijk. De oorsprong van deze dijk ligt in de 12^{e} eeuw.
- Aan de noord- en zuidzijde van de Dokkumer Ee heeft in de Late Middeleeuwen een dijk gelegen. Deze dijk beschermde Dokkum en aangrenzende gebied tegen overstromingen vanuit de Lauwerszee.

- Ten zuiden van deze dijk is langs de Dokkumer Ee een huis gebouwd. Dit erf is in detail aangeven op de kadastrale kaart uit het begin van de 19e eeuw (Birdaard, Friesland, sectie D, blad 001) en staat ook op de kaart van Schotanus uit 1718 (Figuur 15). Op basis van topografische kaarten is het huis eind jaren '50 – begin jaren '60 van de 20e eeuw gesloopt.
- Het tracéalternatief kruist de middeleeuwse ontginningsas bij Akkerwoude in het voormalige veengebied (Figuur 13). Langs de weg Hearewei zijn op de kadastrale minuut (Akkerwoude, Friesland, sectie D, blad 01) drie huizen aangegeven (Figuur 16). Op basis van de kaart van Schotanus uit 1718 kan worden geconcludeerd dat de twee schuin georiënteerde huizen de oorspronkelijke boerderijen zijn, waaronder één met de naam Saakma (Figuur 16). Het meest westelijke huis dat direct aan de Hearewei ligt, is er later bijgebouwd. De twee historische erven bestaan nog, maar de huidige bebouwing is jonger. De bebouwing aan de Hearewei 43 te Dâmwald dateert vanaf 1930 (en later) en aan de Hearewei 39 vanaf 1873 (en later).
- Tegenover de hiervoor genoemde boerderijen aan de overkant van de weg is op de kaart van Schotanus een terrein aangegeven dat is omzoomd met bomen (Figuur 16, blauwe cirkel). Er staat geen bebouwing, maar een dergelijk is perceel is vaak wel indicatief voor een huisplaats die al dan niet is verlaten. Deze verwachting wordt versterkt door het beeld op de kadastrale minuut uit het begin van de 19e eeuw waar op het perceel een omgrachting is aangegeven (Figuur 16, kaart linksonder).

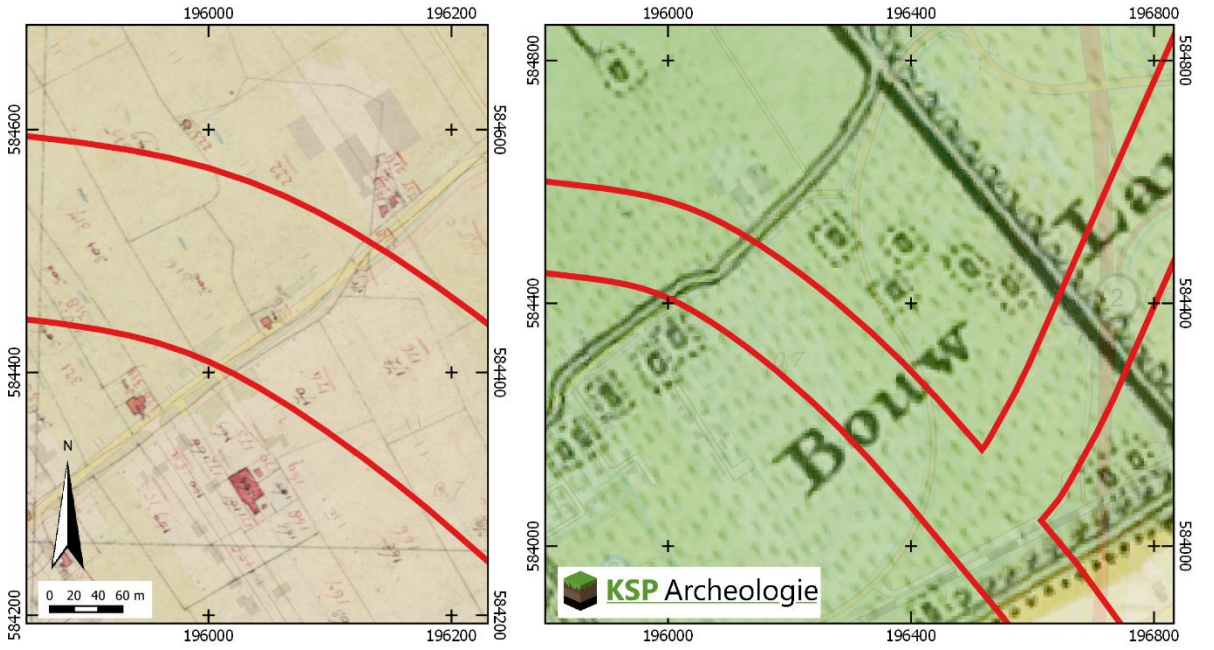


Figuur 15: De woning in de polder De Keegen binnen tracéalternatief Burgum west op de kadastrale minuut uit het begin van de 19e eeuw (links, bron: beeldbank.cultureelerfgoed.nl/) en op de kaart van Schotanus uit 1718 (rechts, bron: www.frieslandopdekaart.nl).



Figuur 16: De huizen langs de Hearewei binnen tracéalternatief Burgum west op de kadastrale minuut uit het begin van de 19e eeuw (links, bron: beeldbank.cultureelerfgoed.nl/) en op de kaart van Schotanus uit 1718 (rechts, bron: www.frieslandopdekaart.nl).

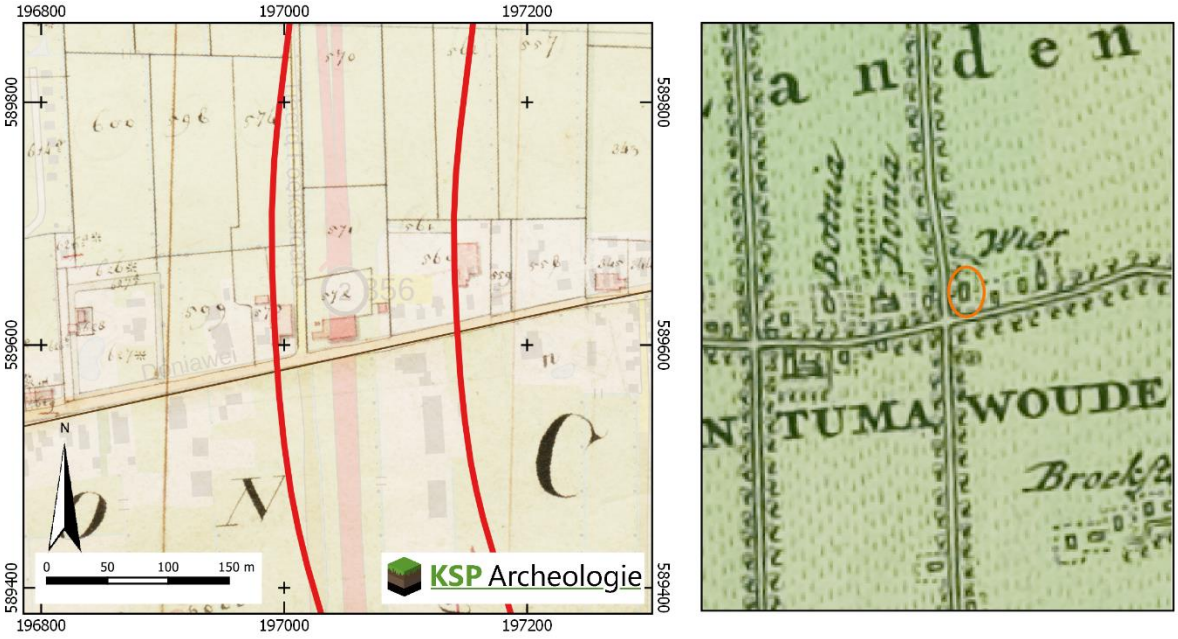
- Ten oosten van Veenwouden hebben aan weerzijden van de doorgaande weg (huidige Oastein) in het begin van de 19e eeuw diverse huizen gestaan (Figuur 17). Eén daarvan ligt binnen het tracéalternatief. Op de kaart van Schotanus uit 1718 is de situatie anders (Figuur 17). Hier liggen de huisplaatsen alleen aan de zuidzijde van de weg en in een cluster in de vork van de tracéalternatieven west en midden. Het huis binnen het onderzoeksgebied dateert dus uit de 19e eeuw. Het huis is op basis van topografisch kaartmateriaal eind jaren '40 van de 20e eeuw gesloopt.



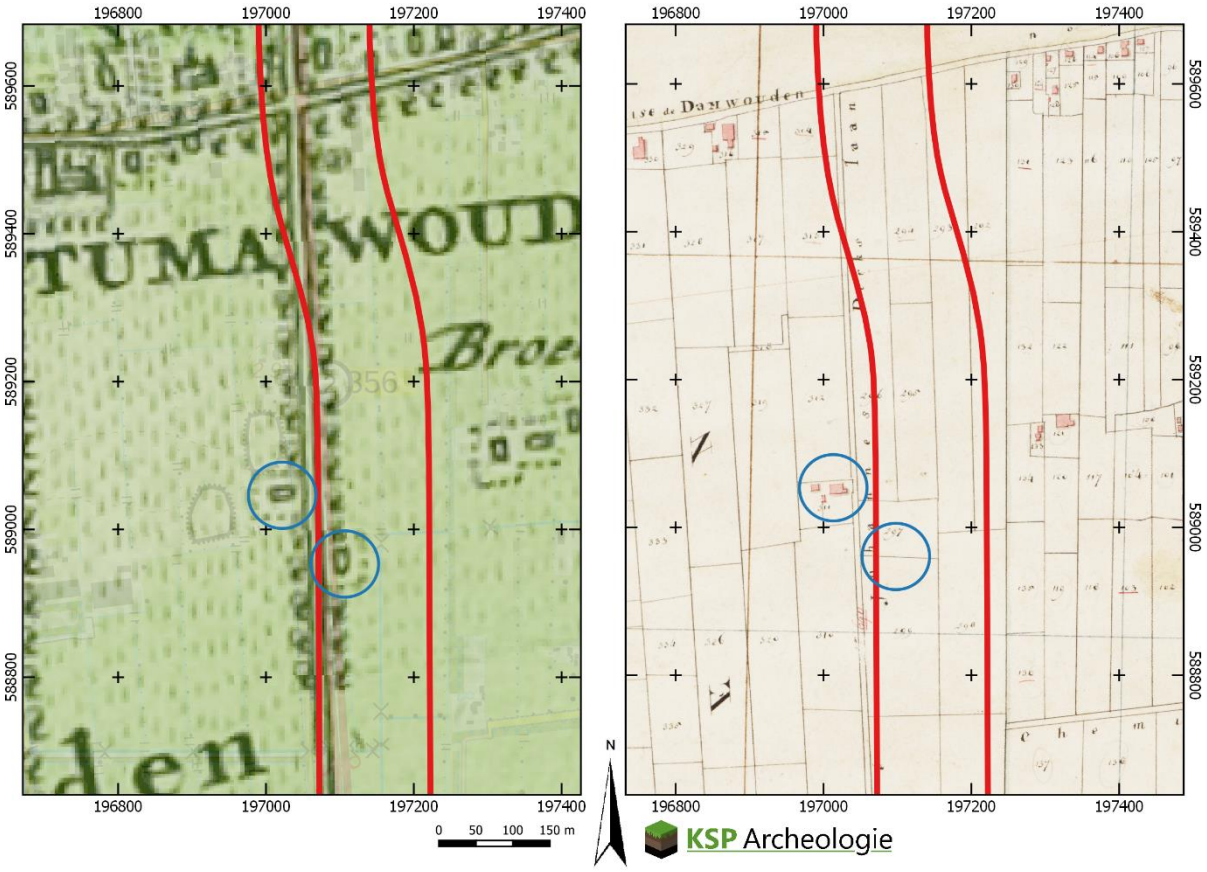
Figuur 17: Het huis langs de doorgaande weg naar Veenwouden op de kadastrale minuut het begin van de 19e eeuw (links, bron: beeldbank.cultureelerfgoed.nl/) en de kaart van Schotanus uit 1718 (rechts, bron: www.frieslandopdekaart.nl).

Tracéalternatief Burgum midden

- Noord- en Zuiddijk Dokkumerdiep: deze dijk is in de Late Middeleeuwen aangelegd om het rivierwater van het Dokkumerdiep vanuit de Lauwerszee tegen te houden.
- Het tracéalternatief kruist de middeleeuwse ontginningsas bij Damwâld (Dantumawoude) in het voormalige veengebied (Figuur 13). Langs de Donia is op de kadastrale minuut (Akkerwoude, Friesland, sectie B, blad 01) een huis aangegeven, die west-oost is georiënteerd (Figuur 18). Ook op de kaart van Schotanus uit 1718 is op deze locatie een huis aangegeven, maar deze is noord-zuid georiënteerd (Figuur 18). Het erf is in het begin van de 21e eeuw verdwenen vanwege de aanleg van de provinciale weg N356. Vanwege de aanleg van deze weg is archeologisch onderzoek uitgevoerd. In eerste instantie is een booronderzoek uitgevoerd waarbij een aantal raaien dwars over de huisplaats is gezet. In één boring is de gracht aangeboord. De resultaten geven geen duidelijk beeld van de huisplaats. Daarom is vervolgonderzoek aanbevolen door middel van een proefsleuvenonderzoek ter plaatse van de voormalige boerderij aan de Doniaweg 123 (Nijdam 2010). Tijdens het proefsleuvenonderzoek is geen behoudenswaardige archeologische vindplaats aangetroffen.
- Ten zuiden daarvan langs de noord-zuid georiënteerde Johannes Durksloane staan op de kaart van Schotanus uit 1718 nog twee huizen aangegeven (Figuur 19). Degene aan de oostzijde van de weg zal net binnen of op grens van het onderzoeksgebied hebben gelegen. Op de kadastrale minuut uit het begin van de 19e eeuw (minuutplan Akkerwoude, Friesland, sectie C, blad 01) bestaat het huis aan de oostzijde niet meer (Figuur 19).



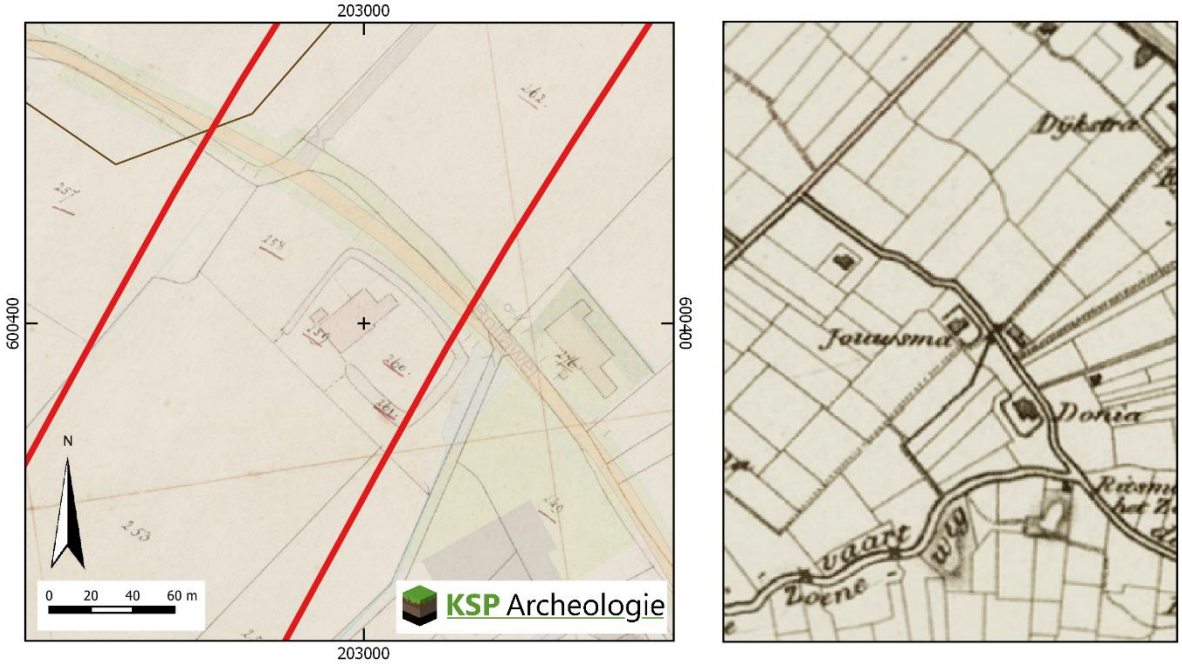
Figuur 18: Het huis langs de Donia binnen tracéalternatief Burgum midden op de kadastrale minuut uit het begin van de 19e eeuw links, bron: beeldbank.cultureelerfgoed.nl/) en op de kaart van Schotanus uit 1718 (rechts, bron: www.frieslandopdekaart.nl).



Figuur 19: De huizen langs de Johannes Durksloane op de kaart van Schotanus uit 1718 (links, bron: www.frieslandopdekaart.nl) en op de kadastrale minuut uit het begin van de 19e eeuw rechts, bron: beeldbank.cultureelerfgoed.nl/).

Tracéalternatief Burgum oost

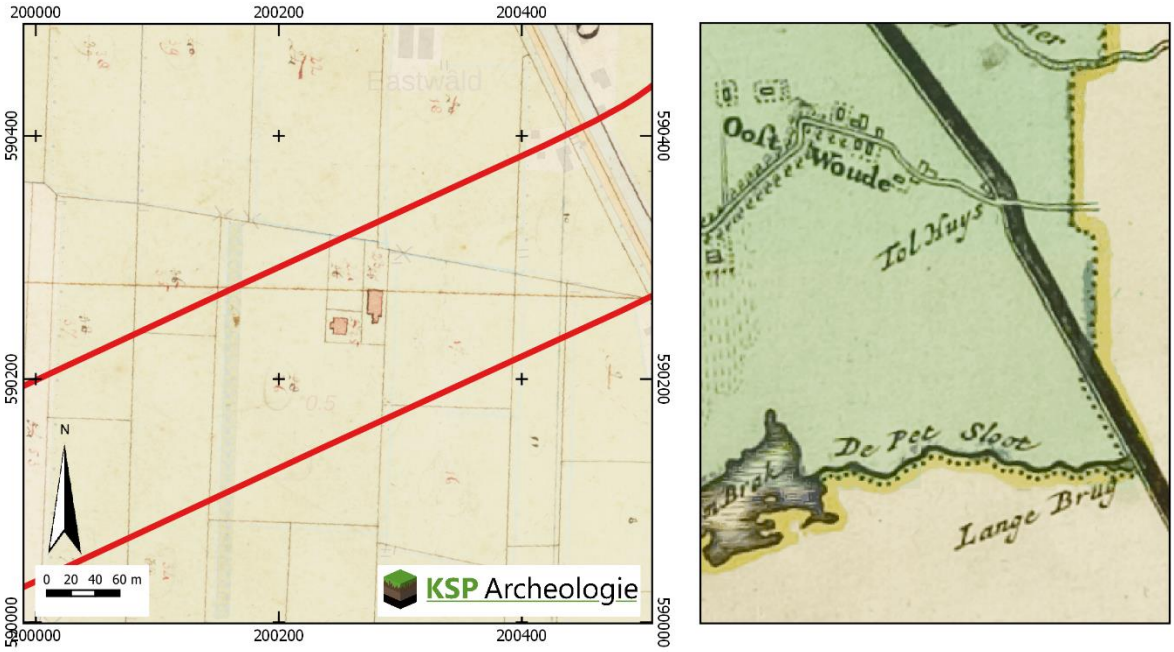
- Walddyk: deze dijk betreft de westelijke dijk van de Lauwerszee die in de Middeleeuwen (vanaf de 12e eeuw) is aangelegd. Ook aan de noordkant van Dokkumer Grootdiep heeft een dijk gelegen.
- Aan de zuidkant van de Boltawei hebben aantal huisplaatsen gelegen, waaronder één binnen het tracé. Op de kadastrale kaart uit het begin van de 19e eeuw (Anjum, Friesland, sectie D, blad 02) is te zien dat het huis is omgeven door een gracht (Figuur 20). De huisplaats staat ook op de kaart van Schotanus uit 1718 (Figuur 20) en op de kaart van Eekhoff staat de toponiem Jouwsma erbij vermeld. Op basis van de topografische kaarten is geconcludeerd dat huisplaats in het begin van de 20e eeuw is verdwenen. De gracht is al eerder gedempt.
  Omtrent het ontstaan van de stins/state Jouwsma is niets bekend. Jouwsma wordt opgenomen vanwege de stinswier die er naast lag. Deze sate heette in 1511 ongetwijfeld al, evenals zijn bewoner, Jwsma. In 1640, 1700 en 1850 komt resp. Jusma-, Jousma- en Jouwsma-sate voor. Waarschijnlijk betreft het een reeds voor 1500 verdwenen stins.
  In 1511 was de satedeels binnen-, deels buitendijks gelegen, eigendom van verschillende personen, ondermeer van Take en Menke Heemstra en van de bewoner Jelle Juwsma zelf. In 1640 was juffr. Fed van Cammingha, weduwe van de hr. Upko van Burmania eigenares; in 1698 Henricus van Wyckel als curator over Titia Bosman. Ook in 1640 en 1698 was de sate verpacht. De sate lag aan de Lange Schanzer weg, tegenwoordig Boltaweg, op de grens met Lioessens. Vanuit de Dijkstervaart liep er een opvaart naar toe. Ook in 1700 lag het land nog deels "buitendijks", in de Anjumer en Lioessenser Polder. In 1718 lag buiten de gracht, ten noordwesten grenzend aan het hornleger, een stinswier. In 1850 wordt deze niet meer aangegeven. De gracht rond het boerderijerf is dan nog deels aanwezig. Van Jouwsma sate en de wier bestaan geen oude afbeeldingen. De stinswier komt voor het eerst op de kaart van Schotanus (1718) voor. Tegenwoordig maken het stinsterrein en de huisplaats van de voormalige boerderij deel uit van het aangrenzende akkerland, maar is niet meer herkenbaar (http://www.stinseninfriesland.nl/).



Figuur 20: Het huis langs de Boltawei binnen tracéalternatief Burgum oost op de kadastrale minuut uit het begin van de 19e eeuw links, bron: beeldbank.cultureelerfgoed.nl/) en op de kaart van Eekhoff uit 1848 (rechts, bron: www.frieslandopdekaart.nl).

- Wâlddyk: deze dijk is in de Middeleeuwen aangelegd aan de zuidkant van het Dokkumerdiep. De huidige dijk ligt ter plaatse van het onderzoeksgebied ca. 100 m zuidelijker. Ten noorden daarvan is een relict van de oorspronkelijke dijk bewaard gebleven en een wiel dat is ontstaan tijdens een dijkdoorbraak (Figuur 14).

- Ten westen van de Trekwei staat op de kadastrale minuut uit het begin van de 19e eeuw een boerderij aangegeven (Figuur 21, minuutplan Akkerwoude, Friesland, sectie A, blad 01). De boerderij ligt tussen de doorgaande weg naar Driezum (Eastwâld) en de zuidelijk gelegen Pet-sloot in. De huisplaats staat niet op de kaart van Schotanus uit 1718 (Figuur 21). Op basis hiervan is geconcludeerd dat het een 19e eeuwse huisplaats betreft.



Figuur 21: Het huis in de polder ten westen van de Trekwei binnen tracéalternatief Burgum oost op de kadastrale minuut uit het begin van de 19e eeuw links, bron: beeldbank.cultureelerfgoed.nl/) en de kaart van Schotanus uit 1718 (rechts, bron: www.frieslandopdekaart.nl).

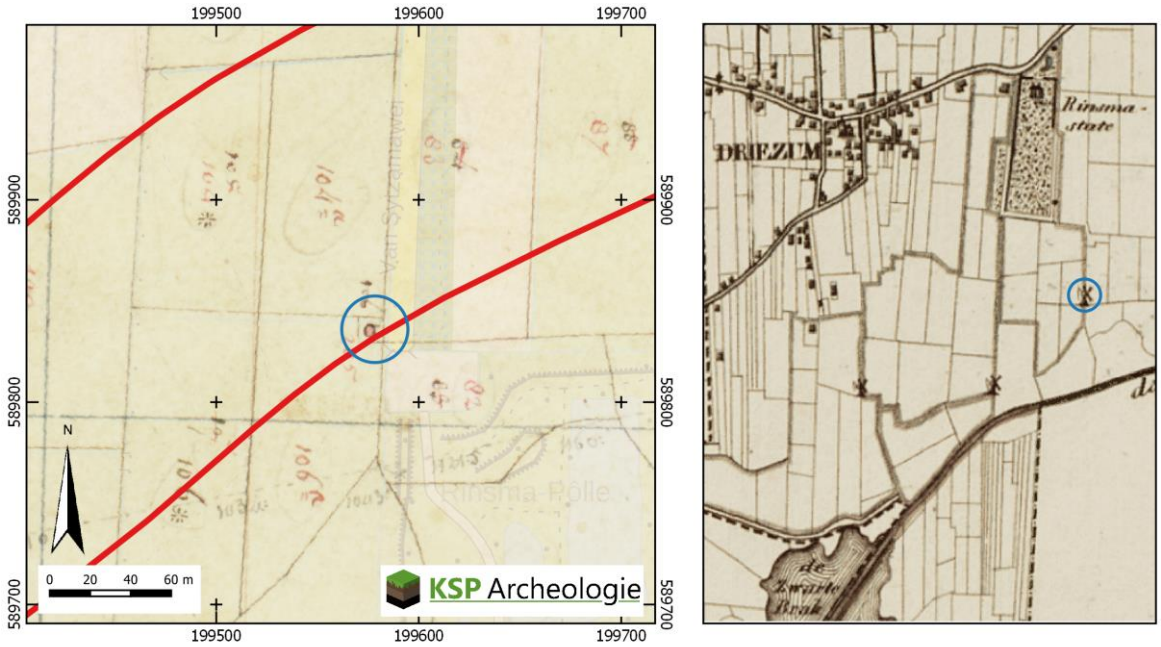
- Ten zuidoosten van Driezum hebben volgens de kaart van Eekhoff uit 1848 drie molens gestaan om de polders droog te malen. Zij maalden het water weg naar de Pet-sloot. Eén van deze molens ligt volgens de kadastrale minuut uit het begin van de 19e eeuw net binnen het onderzoeksgebied (Figuur 22). Hij is voor 1854 gebouwd en in het begin van de 20e eeuw verdwenen (voor 1927) (molendatabase.org).

<u>Stationslocatiealternatief Burgum Swartsenbergsbos</u>

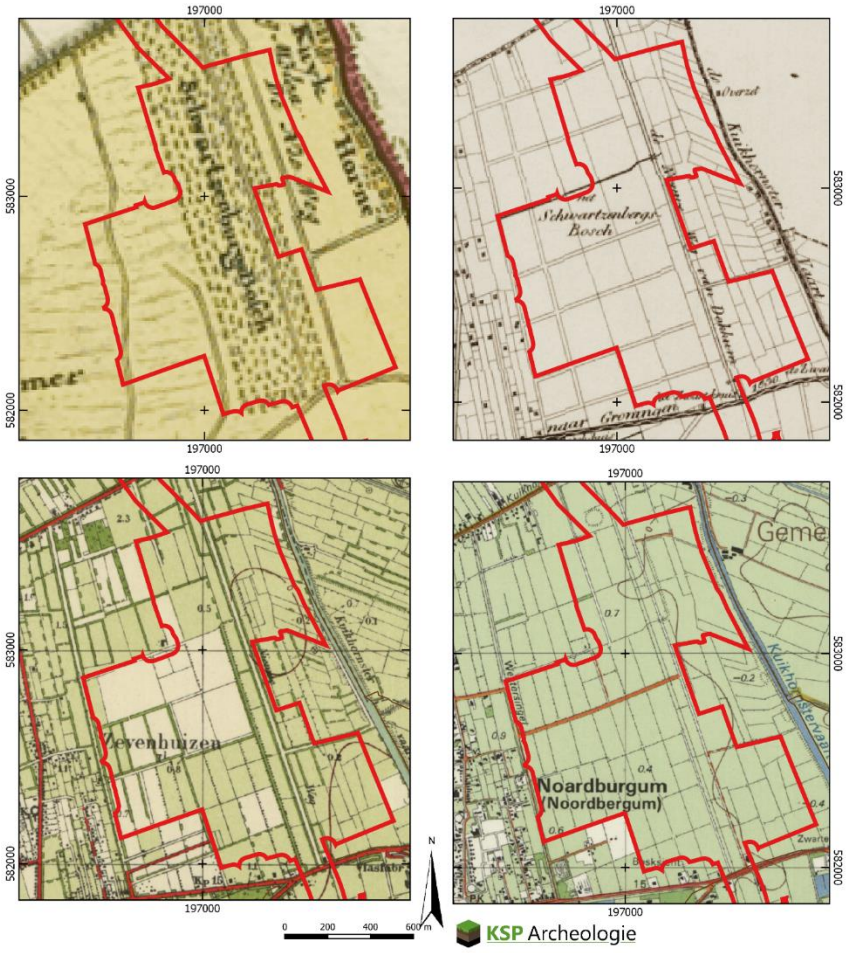
- In de 18e eeuw lag op deze locatie het Swartsenbergsbos met ten westen daar van de Bergumerheide. Op de kaart van Schotanus uit 1718 liggen ter plaatse van het ondezoeksgebied een aantal paden op de heide (Figuur 23). Het bos wordt gekenmerkt door een rechte padenstructuur. In de loop van de 18e – 19e eeuw is de heide ontgonnen, waarbij het gehucht Zevenhuizen (Noardburgum) is ontstaan en is het bos uitgebreid. In de loop van de 20e eeuw is het bos geheel verdwenen en in gebruik genomen als landbouwgrond (Figuur 23). In het begin van de 21e eeuw is op een aantal percelen opnieuw bos aangeplant (huidige situatie).

<u>Stationslocatiealternatief Burgum Koumarweg</u>

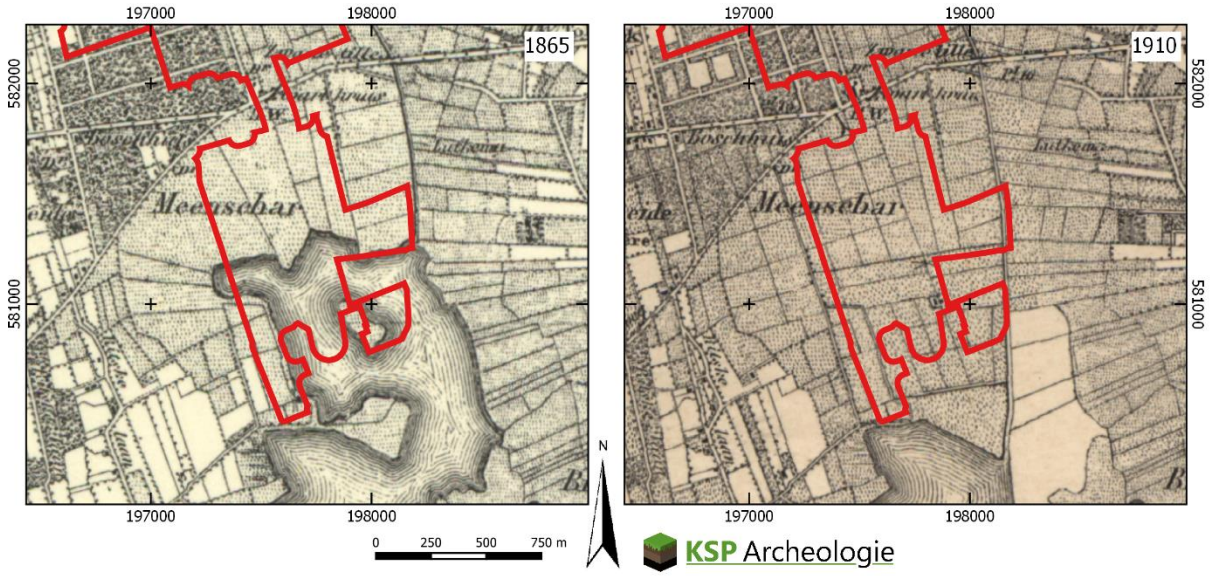
- Het zuidelijke deel van dit stationslocatiealternatief is onderdeel geweest van het Bergumermeer. Eind 19e - begin van de 20e eeuw is het noordelijke deel van het meer droog gelegd (Figuur 24).



Figuur 22: De molen binnen tracéalternatief Burgum oost aangegeven met een blauwe cirkel op de kadastrale minuut uit het begin van de 19e eeuw links, bron: beeldbank.cultureelerfgoed.nl/) en op de kaart van Eekhoff uit 1848 (rechts, bron: www.frieslandopdekaart.nl).



Figuur 23: Stationslocatiealternatief Burgum Swartsenbergsbos op de kaart van Schotanus uit 1718, de kaart van Eekhoff uit 1848, topografische kaart uit 1952 en 1999 (linksboven met de klok mee, bron: www.frieslandopdekaart.nl en www.topotijdreis.nl).



Figuur 24: Stationslocatiealternatief Koumarweg op de topografische kaart uit 1865 (links) en 1910 (rechts) (bron: www.topotijdreis.nl).

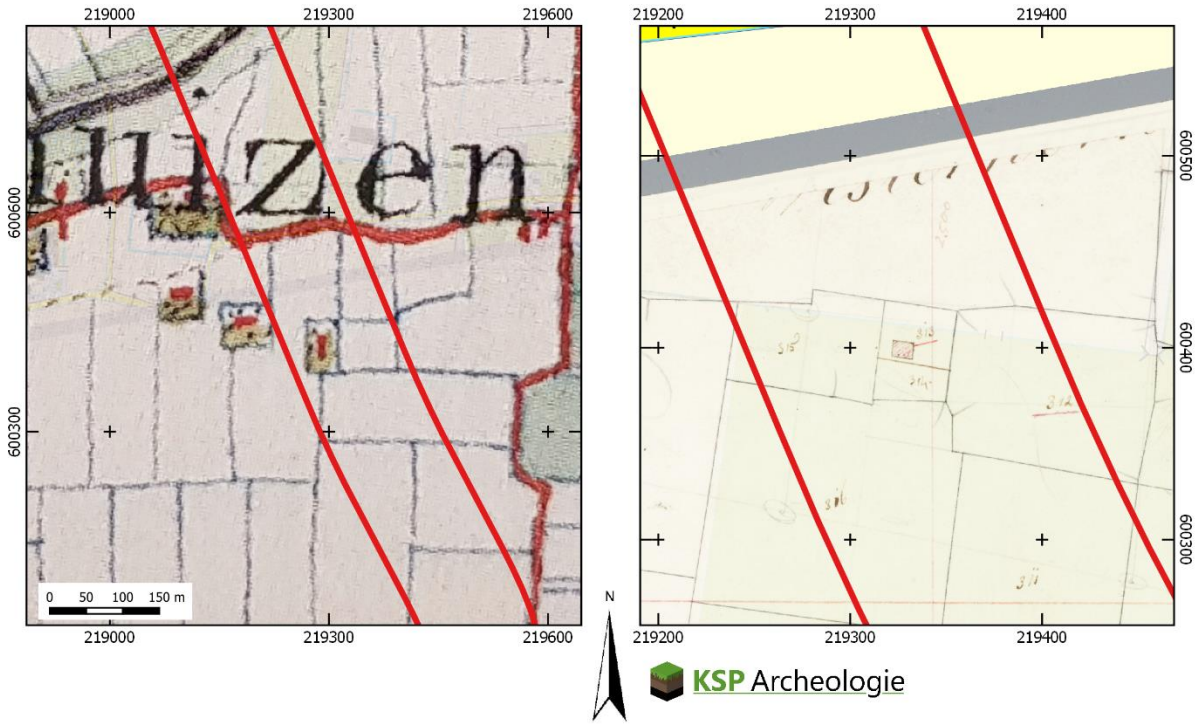
Stationslocatiealternatief Burgum Westkern Kootstertille

- Zowel op de kaart van Schotanus uit 1718 als op de kaart van Eekhoff uit 1848 zijn geen bijzonderheden te zien. De locatie was onbebouwd en in gebruik als landbouwgrond. Ten westen lag de Oude Dijk, waar in de 18e eeuw ter hoogte van het onderzoeksgebied geen bebouwing aanwezig was. Op de kaart uit de 19e eeuw wordt ten noordoosten van het onderzoeksgebied langs de Oude Dijk een huis gebouwd. Ter plaatse van het bijbehorende tracé zijn ook geen elementen zichtbaar op historisch kaartmateriaal.

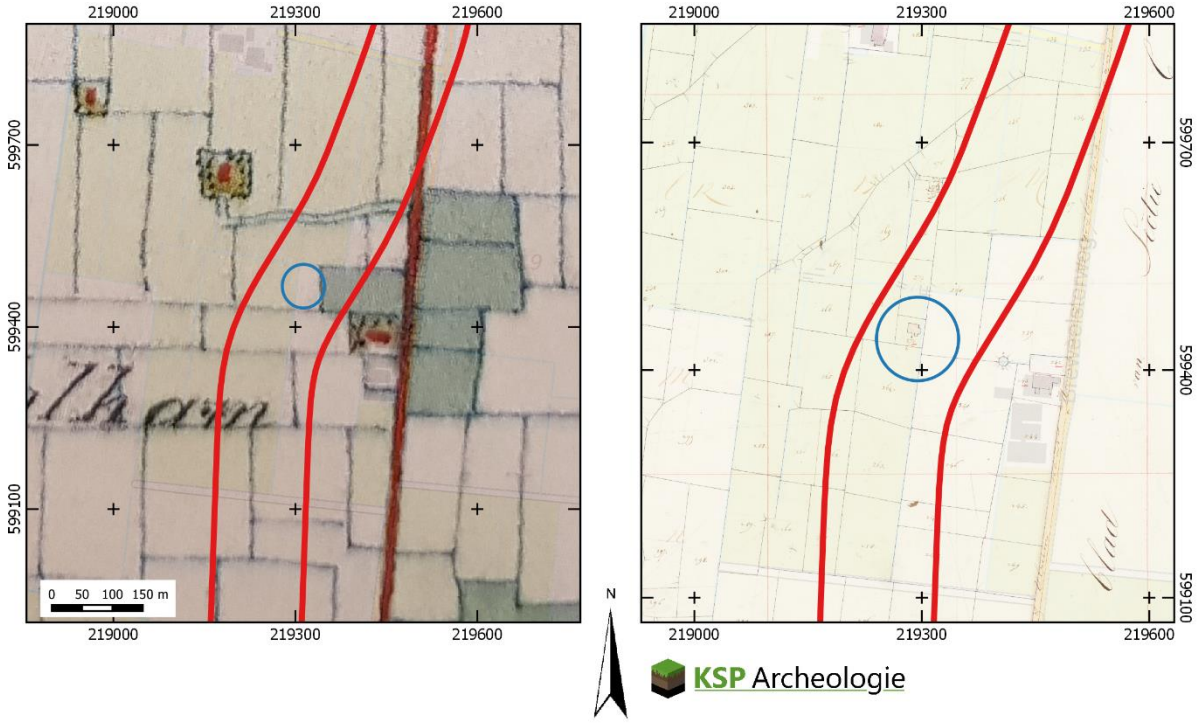
Tracéalternatief Vierverlaten west

- Op de lijn Hoornhuizen – Kloosterburen ligt de oude zeedijk die in de Middeleeuwen is aangelegd.
- Ca. 250 m noordelijker ligt een jongere zeedijk uit de Nieuwe tijd. Tegenwoordig ligt de kust nog 1,5 km noordelijker, die wordt begrensd door de Ommelanderzeedijk.
- Ruim 200 m ten zuidwesten van Hornhuizen is op de kaart van Huguenin 1819-1829 een rijtje van drie huizen te zien (Figuur 25). Het meest oostelijke huis ligt binnen het onderzoeksgebied. Op de kadastrale minuut uit het begin van de 19e eeuw is het erf gedetailleerd ingetekend (minuutplan Kloosterburen, Groningen, sectie D, blad 02) (Figuur 25). Er is geen oudere gedetailleerde kaart van dit gebied beschikbaar om vast te stellen of het mogelijk om een historische huisplaats gaat. Op basis van topografische kaarten is het huis in het begin van de 20e eeuw gesloopt.
- Verder richting het zuiden is ter hoogte van de Breweelsterweg nog een huisplaats op de kadastrale minuut aangegeven (Figuur 26). Op de kaart van Huguenin, die ongeveer uit dezelfde periode dateert, ontbreekt het huis (Figuur 26). Volgens het verzamelplan van de kadastrale minuut zijn de kaarten van de gemeente Kloosterburen opgemaakt in 1828. De kaart van Huguenin is dus net wat eerder opgetekend. Hieruit kan geconcludeerd worden, dat het huis uit de 19e eeuw dateert. Op basis van topografische kaarten is het huis in de jaren '30 van de 20e eeuw gesloopt.
- Ter hoogte van het dorp Zuurdijk kruist het onderzoeksgebied de Zuurdijk. Dit betreft een binnenwaterkerende dijk zonder nadere datering (CultGIS). Vermoedelijk dateert de dijk uit de Nieuwe tijd.
- Ter hoogte van het dorp Houwerzijl kruist het onderzoeksgebied de Oude Noordelijke of Rechter Reitdiepdijk. Ook deze dijk is niet nader gedateerd. Ten zuiden daarvan ligt de Middendijk en een paar honderd meter verder naar het zuiden ligt de dijk die in oorsprong in

de Middeleeuwen is aangelegd langs het Reitdiep (CultGIS). De gronden ten zuiden daarvan langs het Reitdiep waren nog onderdeel van de overstromingsvlakte en niet in cultuur gebracht.



Figuur 25: De huisplaats binnen tracéalternatief Vierverlaten west op de kaart van Huguenin 1819-1829 (links, bron: Versfelt & Schoor 2005) en de kadastrale minuut uit het begin van de 19e eeuw (rechts, bron: beeldbank.cultureelerfgoed.nl/).

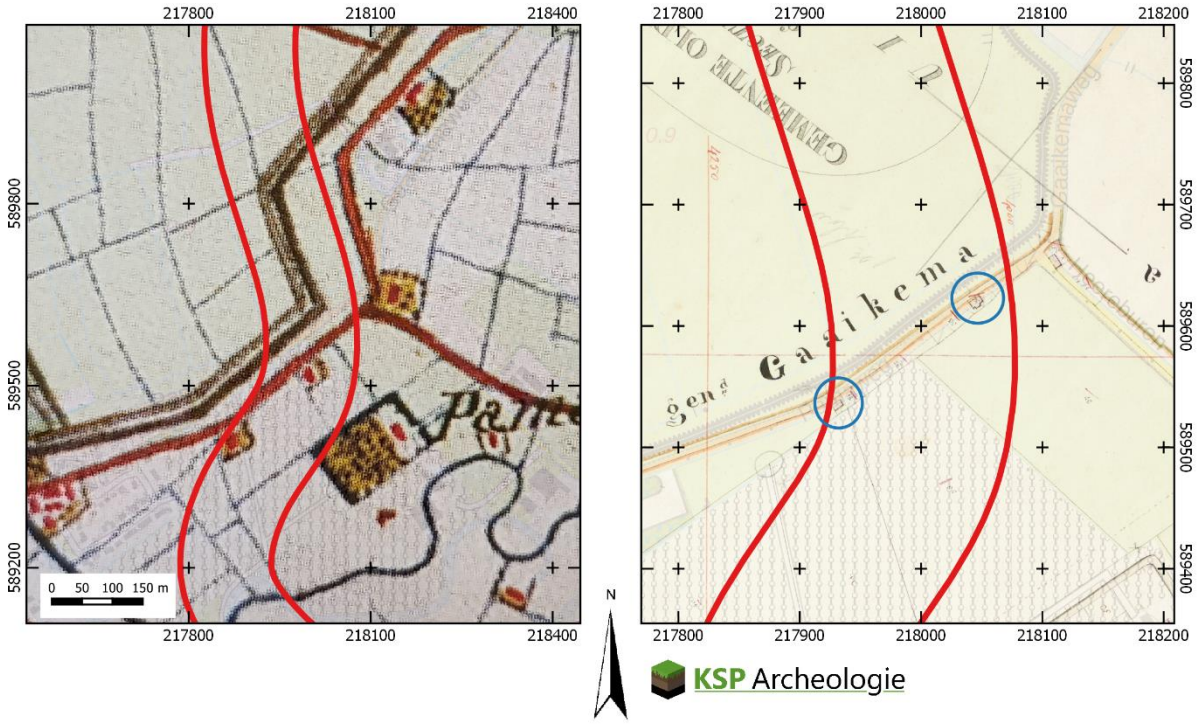


Figuur 26: De huisplaats binnen tracéalternatief Vierverlaten west die ontbreekt op de kaart van Huguenin 1819-1829 (links, bron: Versfelt & Schoor 2005) en wel op de kadastrale minuut uit het begin van de 19e eeuw staat (rechts, bron: beeldbank.cultureelerfgoed.nl/).

- Aan de zuidkant van het Reitdiep is in de 18e eeuw een dijk aangelegd. Ook zijn in deze periode dijken aangelegd aan weerzijden van de waterloop Kommerzijlster Diep die richting het zuiden lopen naar Kommerzijl. De waterloop is aangemerkt als karakteristiek landschapselement (Van

Heeringen e.a. 2014). Ook deze dijken kruizen het onderzoeksgebied. Vanaf Kommerzijl is in de 17e eeuw een dijk aangelegd in noordoostelijke richting, de Hoge dijk, die het onderzoeksgebied kruist.

- Aan de zuidkant van de Hoge dijk (langs de huidige Pamaweg) bij Kommerzijl hebben ter plaatse van het onderzoeksgebied twee huizen gestaan in het begin van de 19e eeuw (Figuur 27). Er is geen oudere gedetailleerde kaart van dit gebied beschikbaar om vast te stellen of het mogelijk om historische huisplaatsen gaat. Op basis van topografische kaarten zijn de huizen al in de 19e eeuw gesloopt.
- De oostelijke grens van het onderzoeksgebied zou volgens de kaart van Huguenin de gracht van de borg Pama raken, maar volgens de kadastrale minuut (minuutplan Oldehove, Groningen, sectie H, blad 01) ligt hij er ca. 70 m vanaf (Figuur 46). De foutemarge bij het plaatsen van het onderzoeksgebied op de kadastrale minuut is veel kleiner dan op de kaart van Huguenin, omdat op perceelsniveau gegeorefereerd kan worden. Op basis hiervan is de conclusie dat de omgrachte borg Pama geheel buiten het onderzoeksgebied ligt. De borg Pama is aangemerkt als archeologisch monumentterrein van hoge archeologische waarde (AMK-terrein 6754, zie ook paragraaf 2.5.6). Niet alleen het omgrachte borgterrein op de kadastrale minuut, maar ook het zuidwestelijk gelegen terrein tot aan het Niehoofsterdiep wordt tot het AMK-terrein gerekend.

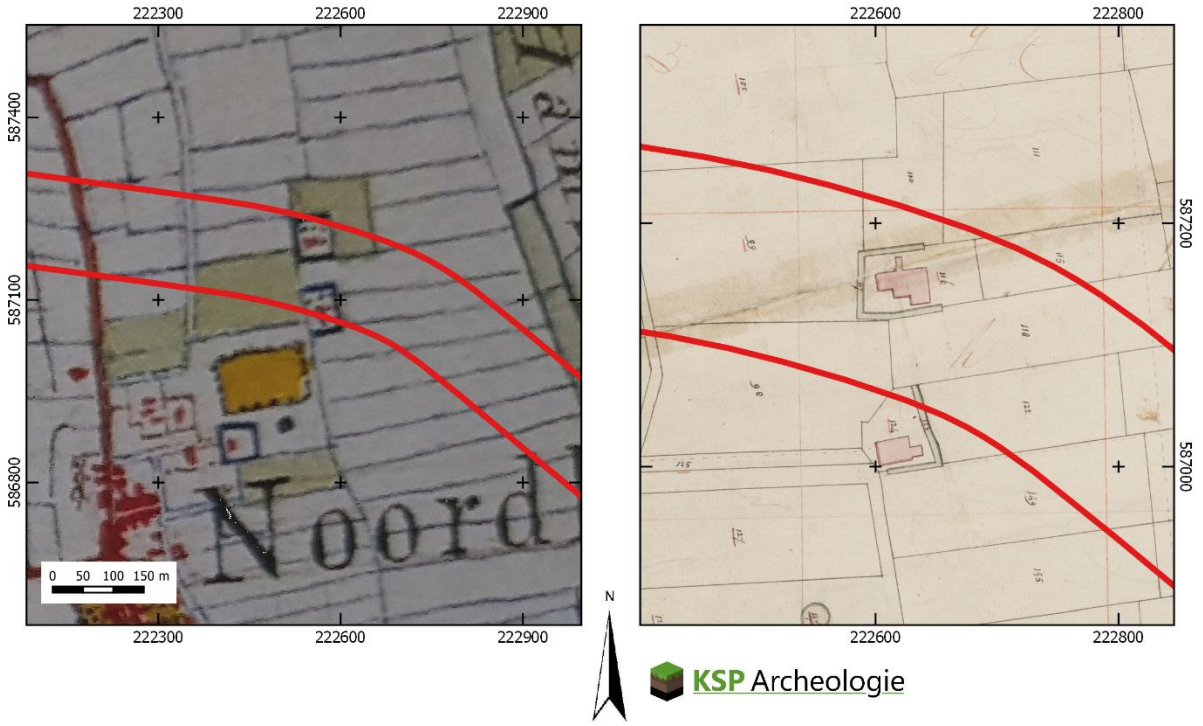


Figuur 27: De huisplaatsen binnen tracéalternatief Vierverlaten west langs de huidige Pamaweg op de kaart van Huguenin 1819-1829 (links, bron: Versfelt & Schoor 2005) en de kadastrale minuut uit het begin van de 19e eeuw staat (rechts, bron: beeldbank.cultureelerfgoed.nl/).

- Ten noordoosten van Noordhorn staan op de kaarten uit het begin van de 19e eeuw twee omgrachte boerderijen aangegeven, die binnen tracéalternatief Vierverlaten west liggen (Figuur 28). Op de kadastrale minuut (minuutplan Zuidhorn, Groningen, sectie A, blad 02) waarop het onderzoeksgebied het meest nauwkeurig kan worden geplaatst, is te zien dat er één geheel binnen het onderzoeksgebied ligt en van de andere alleen de noordelijke punt (Figuur 28). Het borgterrein dat geheel binnen het onderzoeksgebied heeft gelegen, is in de 19e eeuw verdwenen. Het andere terrein is nog steeds bewoond (Touwslagersbaan 28, Noordhorn).
- Ruim 600 m verder richting het oosten zijn dijken aangelegd langs de Hamster watering. De datering van deze dijken is niet bekend (CultGIS).
- Ter hoogte van Zuidhorn kruist het onderzoeksgebied de Oude Spanjaardsdijk. Deze dijk is waarschijnlijk aangelegd in de 13e eeuw om het gebied rond Den Ham en de Hamsterborg te

beschermen van het water dat bij hoogwater vanuit de Oude Riet het gebied in stroomde. De Oude riet werd afgedamd. De Oude Riet is aangemerkt als karakteristieke waterloop (Van Heeringen e.a. 2014). De dijk is vermoedelijk genoemd naar de familie Spanjer (https//behoudrietdal.nl, Devigne 2004).

- Ter hoogte van Den Horn kruist het onderzoeksgebied de Westerdijk / Westerweg. Deze dijk dateert vermoedelijk uit de Nieuwe tijd, want het dorp Den Horn is rond 1700 ontstaan langs deze bedijking.

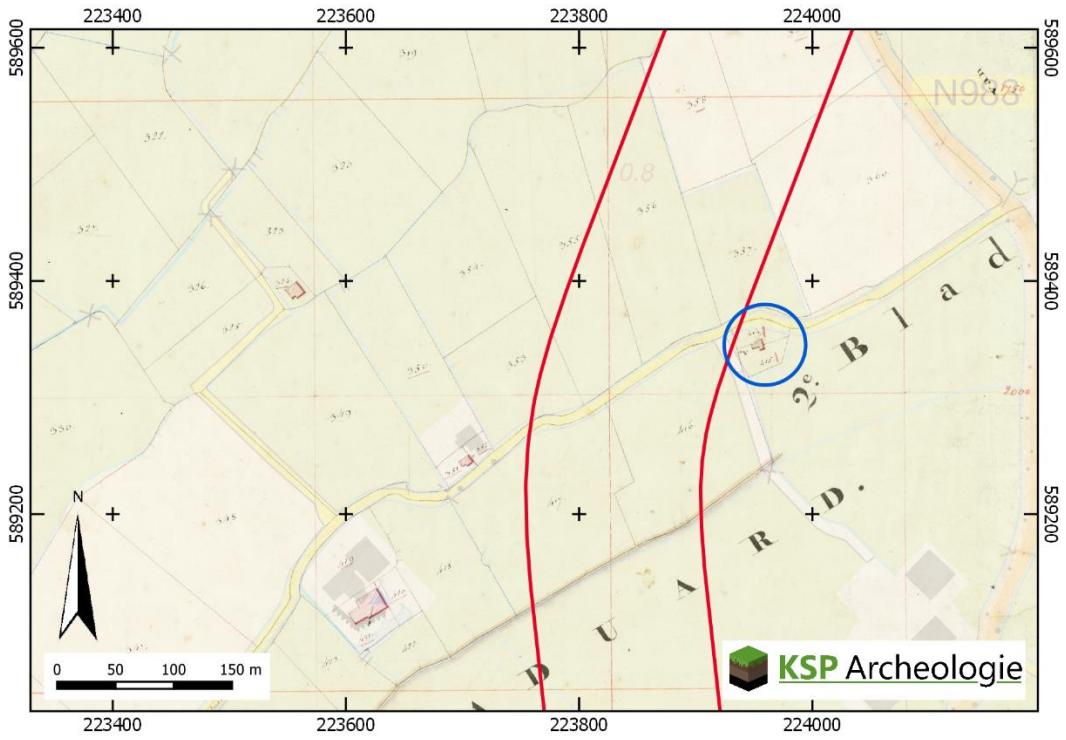


Figuur 28: De borgterreinen ten noordoosten van Noordhorn binnen het tracéalternatief Vierverlaten west op de kaart van Huguenin 1819-1829 (links, bron: Versfelt & Schoor 2005) en op de kadastrale minuut uit het begin van de 19e eeuw staat (rechts, bron: beeldbank.cultureelerfgoed.nl/).

Tracéalternatief Vierverlaten midden

- In het noordelijke deel kruist het onderzoeksgebied een aantal dijken uit de Nieuwe tijd, waarvan de jongste uit de 19e eeuw dateert (meest noordelijke).
- Ten zuiden daarvan ligt de middeleeuwse dijk ter hoogte van Kloosterburen. Op basis van historisch kaartmateriaal wordt ter hoogte van het onderzoeksgebied langs deze dijk geen huisplaats verwacht.
- Ter hoogte van De Rooden Haan kruist het onderzoeksgebied de Westerdijk / Westerweg. Deze dijk dateert vermoedelijk uit de Nieuwe tijd en ligt aan de noordzijde van het Reitdiep.
- Ten zuiden daarvan aan de noordkant van Saaksum ligt de Hoge dijk die in de 17e eeuw is aangelegd. Op basis van historisch kaartmateriaal wordt ter hoogte van het onderzoeksgebied langs deze dijk geen huisplaats verwacht.
- Ter hoogte van de wierde Barnwerd kruist het plangebied de middeleeuwse dijk ter plaatse van de huidige Barnwerderweg. Zowel ten noorden als ten zuiden daarvan kruist het onderzoeksgebied een jongere dijk, zonder nadere datering (CultGIS). Wat verder naar het zuiden kruist het onderzoeksgebied ter hoogte van de Hamsterburg nog twee korte dwarsdijken. In dit gebied liggen veel huisplaatsen waarvan enkele randen binnen het onderzoeksgebied vallen.
- Volgens de kaarten uit het begin van de 19e eeuw hebben langs de Jensemaweg (Oldehove) een aantal huizen gestaan. Op de kadastrale minuut (minuutplan Oldehove, Groningen, sectie F, blad 03) valt de westelijke rand van deze huisplaats net binnen het onderzoeksgebied (Figuur

29, blauwe cirkel). Het huis zelf stond buiten het onderzoeksgebied en is op basis van beschikbare kaartmateriaal in de loop van de 19e eeuw gesloopt en verdwenen.

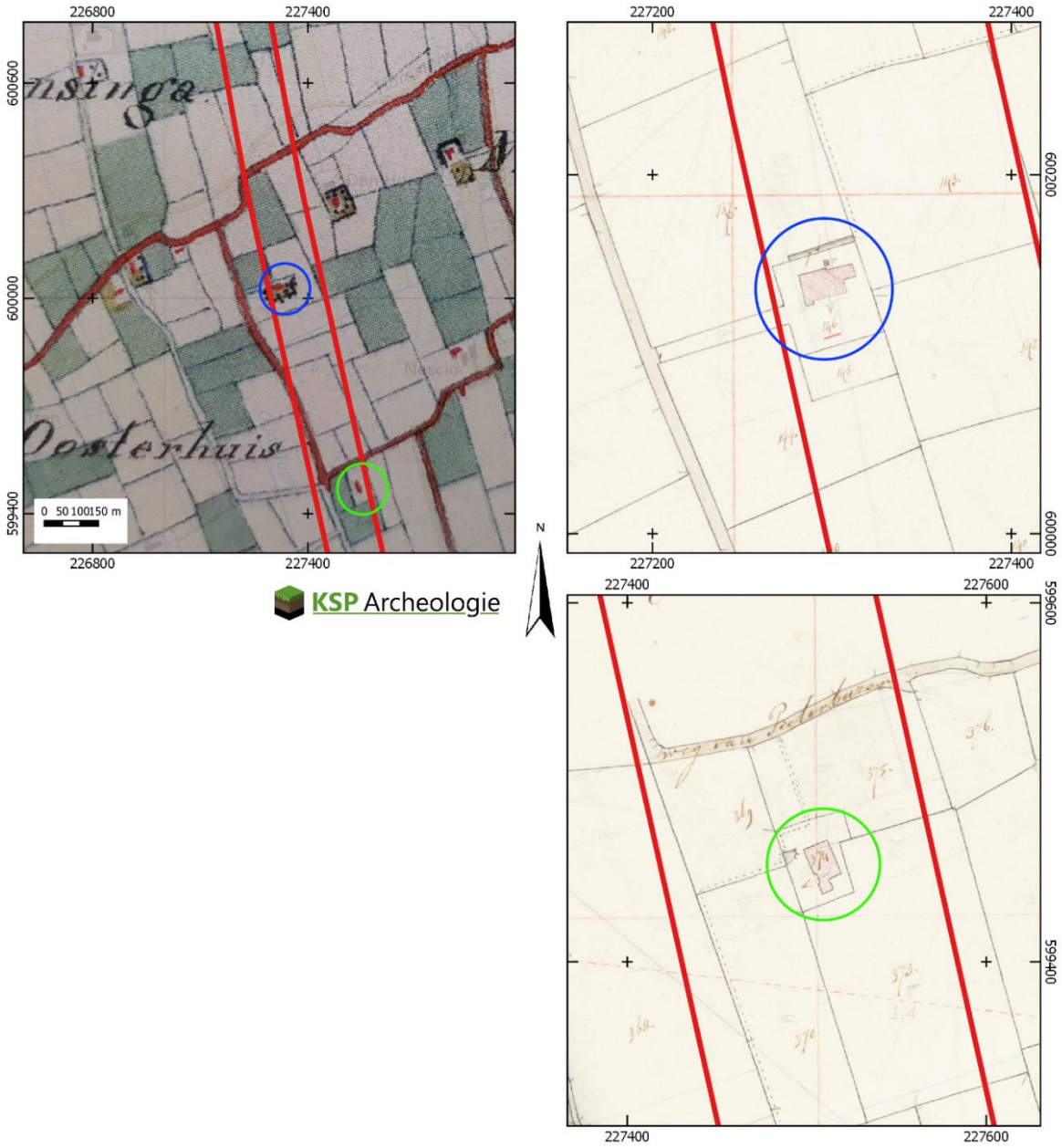


Figuur 29: De huisplaats binnen tracéalternatief Vierverlaten midden op de kadastrale minuut uit het begin van de 19e eeuw (rechts, bron: beeldbank.cultureelerfgoed.nl/).

- Ten oosten van Den Horn ligt een noord-zuid georiënteerde dijk vanaf Aduard die het onderzoeksgebied kruist (ter plaatse van de huidige Langeweersterweg). Deze dijk heeft geen nadere datering (CultGIS) en komt uit bij de Westerijk die uit de Nieuwe tijd dateert.

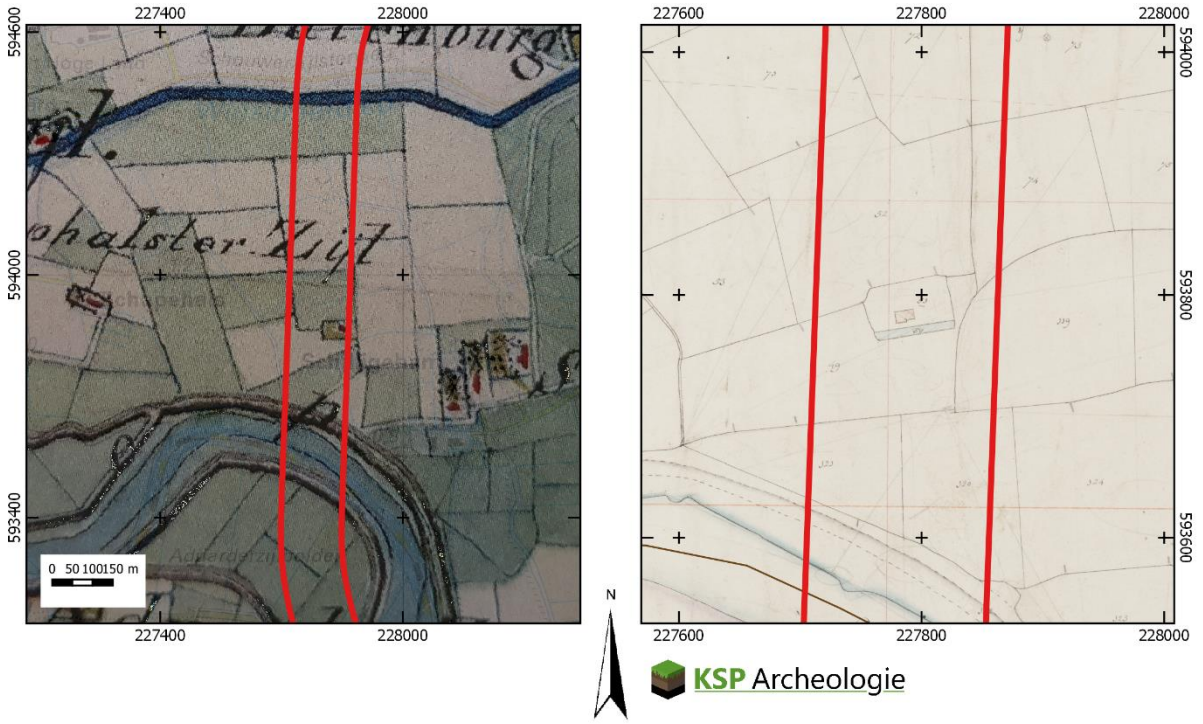
<u>Tracéalternatief Vierverlaten oost</u>

- In het noordelijke deel kruist het onderzoeksgebied de huidige zeedijk die in de 19e eeuw is aangelegd.
- Ruim 3 km landinwaarts ligt ter plaatse van de Hornsterweg een restant van een dijk. Deze dijk heeft geen specifieke datering (CultGIS).
- Ten zuiden van deze dijk ligt volgens de kaarten uit het begin van de 19e eeuw een huisplaats binnen het onderzoeksgebied (Figuur 30, blauwe cirkel). Op de kadastrale minuut (minuutplan Baflo, Groningen, sectie F, blad 02) is aan de noordzijde een restant van omgrachting te zien (Figuur 30), dus vermoedelijk is sprake van een borgterrein. Dit huis (Werklust) is in 1965 afgebrand en niet meer herbouwd (www.bavvelt.nl, geschiedenis van Baflo).
- Ca. 650 m zuidelijker staat nog een huis op de kaart (Figuur 30, groene cirkel) (minuutplan Baflo, Groningen, sectie F, blad 03). Dit lijkt geen steenhuis te zijn, maar een kleinere huisplaats. Op basis van topografische kaarten is dit huis in de jaren '80 van de 20e eeuw gesloopt.



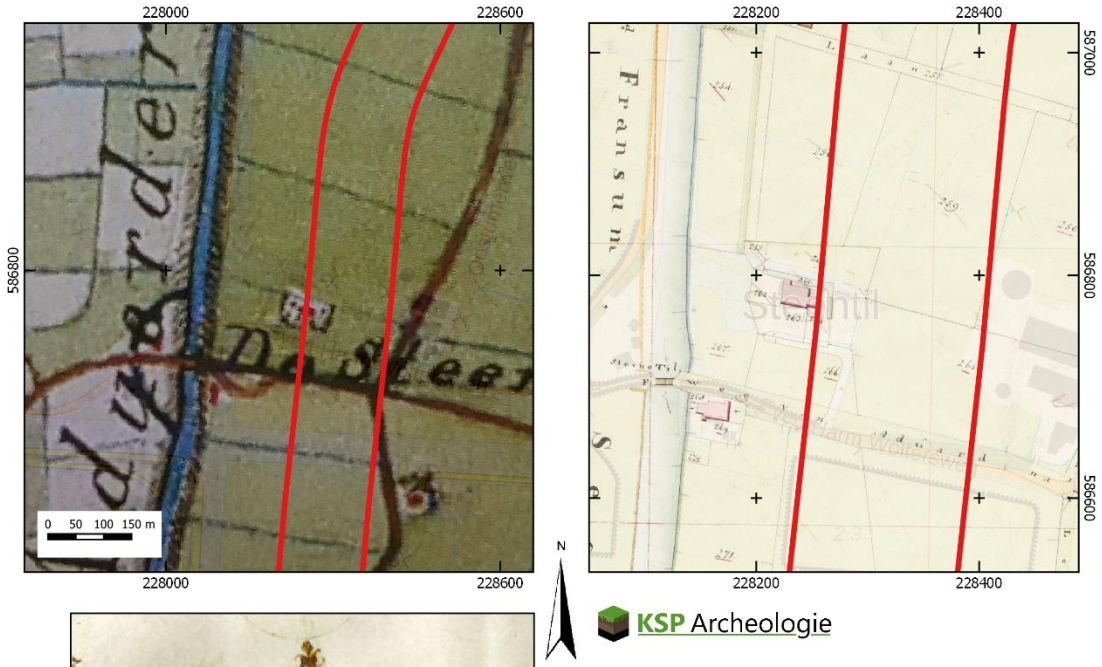
Figuur 30: De huisplaatsen binnen tracéalternatief Vierverlaten oost ten zuiden van de Hornsterweg op de kaart van Huguenin 1819-1829 (links, bron: Versfelt & Schoor 2005) en de kadastrale minuut uit het begin van de 19e eeuw staat (rechts, bron: beeldbank.cultureelerfgoed.nl/).

- Aan de zuidkant van het Winsummerdiep is een dijk aangelegd, die niet nader is gedateerd (CultGIS).
- Ruim 800 m zuidelijker kruist het onderzoeksgebied de Rietdiep Dijk die in de Middeleeuwen is aangelegd.
- Tussen de twee bovengenoemde dijken in ligt ter plaatse van het onderzoeksgebied een huisplaats op de kaarten uit het begin van de 19e eeuw (Figuur 31). Op de kadastrale minuut (minuutplan Winsum, Groningen, sectie F, blad 01) is aan de zuidzijde een restant van omgrachting te zien, dus vermoedelijk is sprake geweest van een steenhuis/borgterrein.
- Ten zuiden van het Reitdiep is zijn ook dijken aangelegd. De dijk die direct langs de waterloop ligt, is niet nader gedateerd (CultGIS). De dijk ter hoogte van Aduarderzijl is de oude middeleeuwse dijk.

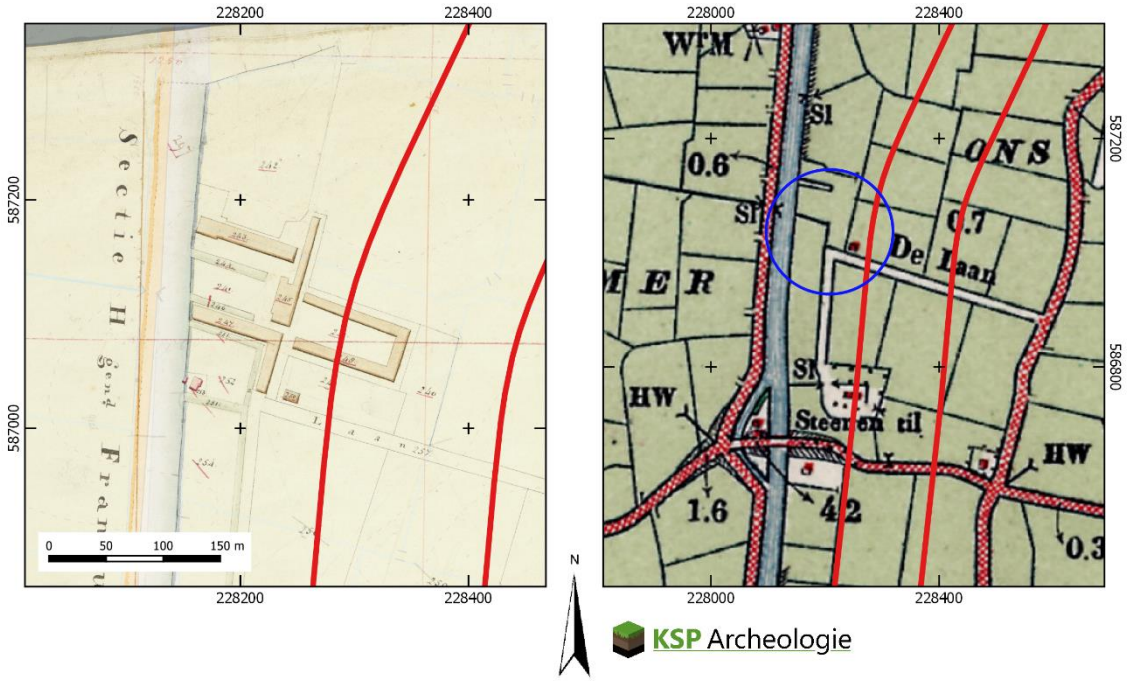


Figuur 31: De huisplaats aan de noordkant van het Reitdiep op de kaart van Huguenin 1819-1829 (links, bron: Versfelt & Schoor 2005) en de kadastrale minuut uit het begin van de 19e eeuw staat (rechts, bron: beeldbank.cultureelerfgoed.nl/).

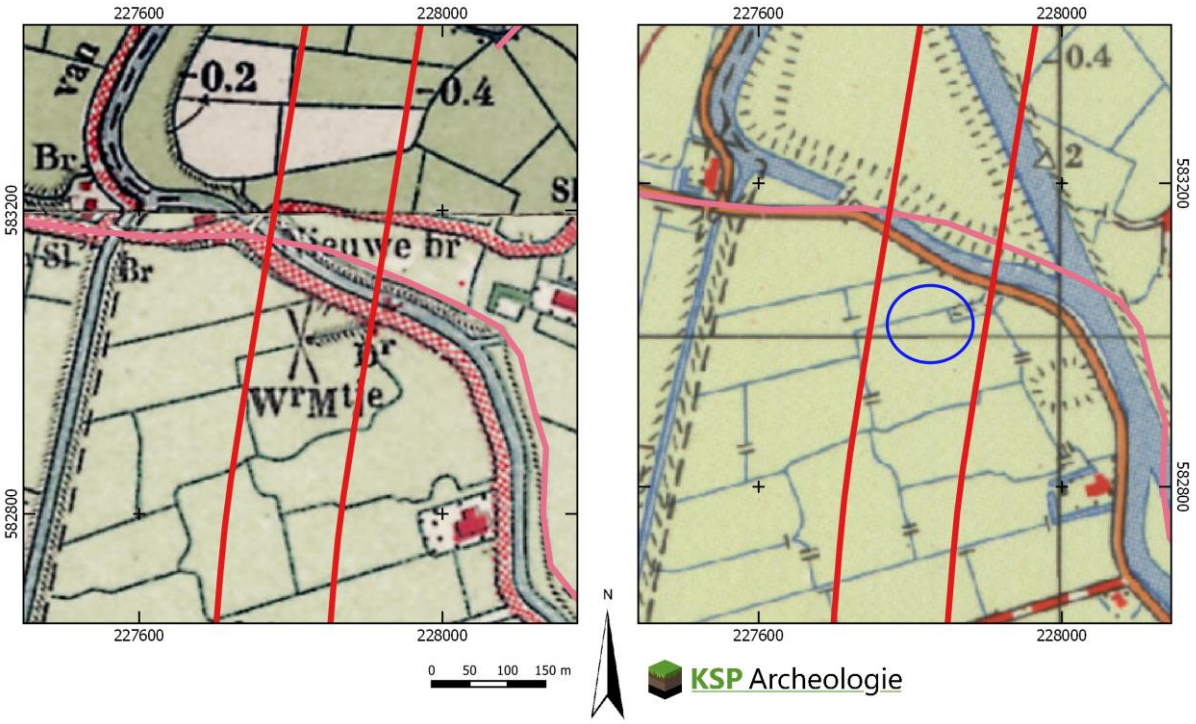
- Ter hoogte van de brug De Steenentil over het Reitdiep heeft in het begin van de 19e eeuw een huis gestaan, waarvan de oostelijke rand binnen het onderzoeksgebied valt (Figuur 32). Op de kadastrale minuut (minuutplan Aduard, Groningen, sectie A, blad 02) is aan de noord- en oostzijde een gracht aangegeven. Dit is een aanwijzing dat hier sprake is geweest van een steenhuis/borg.
  Op een oude kaart van de brug staan drie boerderijen aangegeven, maar niet ten noordoosten (Figuur 32). De brug is vermoedelijk in de 13e eeuw gebouwd op initiatief van het St. Bernardus Klooster te Aduard (www.bruggenstichting.nl). Dus mogelijk is deze huisplaats niet zo oud en dateert hij uit de Nieuwe tijd. Een andere mogelijkheid is dat de huisplaats buiten het toen opgetekende gebied is gevallen.
- Ter plaatse van de huidige weg aan de noordkant van het Starkenborghkanaal heeft een dijk gelegen (www.kwaliteitsgidsgroningen.nl).
- Ruim 200 m noordelijker is in de 19e eeuw een steenbakkerij gevestigd (Figuur 33). In deze periode verschenen in dit gebied meer grotere, permanente steenfabrieken. Als grondstof werd knipklei gebruikt. De kenmerkende, oranjerode bakstenen, waaruit oudere gebouwen zijn opgetrokken, zijn van deze klei gemaakt. Eerder werden bakstenen gebakken in kleine veldovens, die werden opgericht voor de bouw van een kerk of een borg (Haartsen 2009).
- Het onderzoeksgebied kruist aan de noordkant van het Aduarderdiep de Westerdijk die in de Nieuwe tijd is aangelegd.
- Langs het Aduarderdiep heeft binnen het onderzoeksgebied een poldermolen gestaan. Hij is duidelijk aangegeven op de topografische kaart uit 1909 (Figuur 34) en is ook zichtbaar op een kaart rond 1850. Op de kadastrale minuut en de kaart van Huguenin ontbreek de molen, dus is hij waarschijnlijk tussen ca. 1820 en 1850 gebouwd. Op de kadastrale minuut is de polder ook aangeduid met 'Nieuwe Polder' (minuutplan Hoogkerk, Groningen, sectie D, blad 01). Op de kaart uit 1962 resteert alleen nog een dijkje en is de molen verdwenen (Figuur 34). Er is niet meer informatie beschikbaar over deze molen (www.molendatabase.org).



Figuur 32: De huisplaats ter hoogte van de brug De Steentil over het Reitdiep op de kaart van Huguenin uit 1819-1829 (links, bron: Versfelt & Schoor 2005) en de kadastrale minuut uit het begin van de 19e eeuw staat (rechts, bron: beeldbank.cultureelerfgoed.nl/). Linksonder een fragment van een oude historische kaart, datering onbekend (bron: www.bruggenstichting.nl).



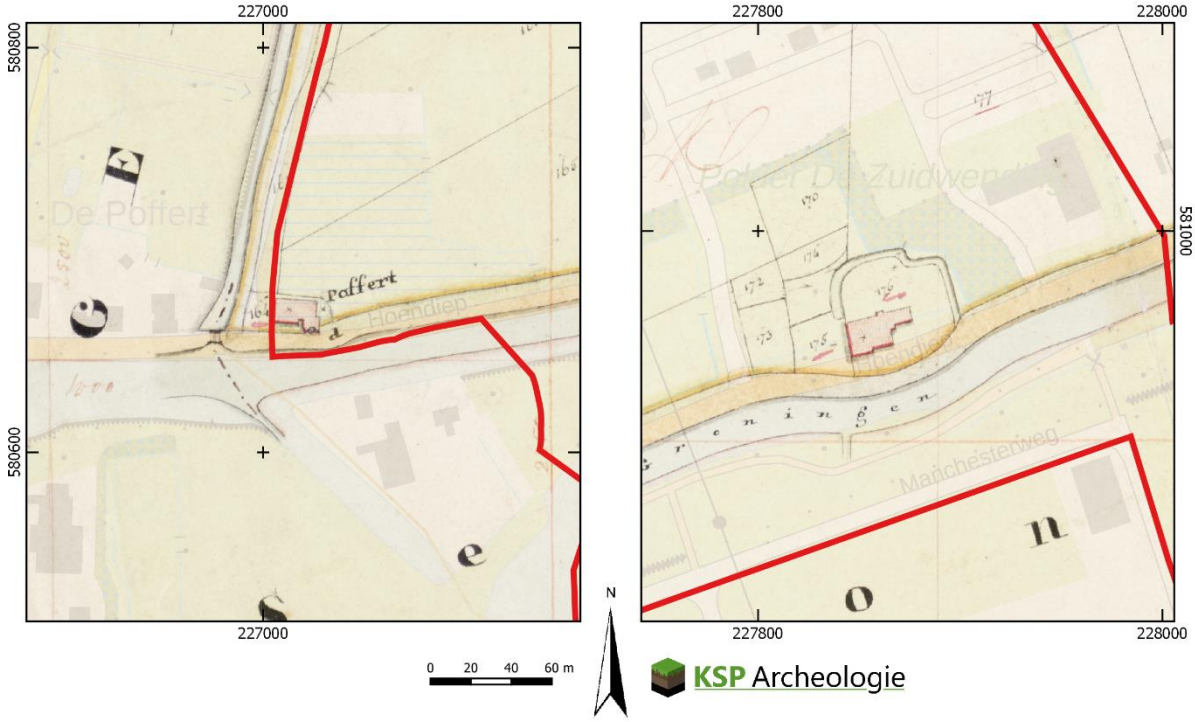
Figuur 33: De steenfabriek op de kadastrale minuut uit het begin van de 19e eeuw staat (links, bron: beeldbank.cultureelerfgoed.nl/) en dezelfde locatie op de topografische kaart uit 1909 (rechts, bron: www.topotijdreis.nl).



Figuur 34: De poldermolen langs het Aduarderdiep op de topografische kaart uit 1909 (links) en 1962 (rechts) (bron: www.topotijdreis.nl).

Stationslocatiealternatief Vierverlaten Westpoort

- Langs het Hoendiep liggen volgens kaartmateriaal uit de 19e eeuw twee historische huisplaatsen binnen het onderzoeksgebied. Deze zijn gedetailleerd opgetekend op het minuutplan (Hoogkerk, Groningen, sectie D, blad 02). Bij het westelijke huis staat de toponiem 'Poffert' vermeld (Figuur 35). Op de kaart van Huguenin uit dezelfde periode staat de toponiem De Pannekoek (Figuur 36, groene cirkel). Het betreft een herberg langs de trekvaart het Hoendiep die hier in de eerste helft van de 17e eeuw werd gegraven. De herberg is afgebroken en in 1992 vervangen door een nieuw pand met dezelfde naam. In 2001 werd het pand echter al weer afgebroken om plaats te maken voor een bedrijventerrein. Dit bedrijventerrein is echter nooit ontwikkeld. Het gebied is nu aangewezen voor natuurontwikkeling (wikipedia.org, Nieuwsblad van het Noorden). Het andere huis betreft vermoedelijk een steenhuis vanwege de omgrachting (Figuur 35). Op basis van topografische kaarten is dit huis in de jaren '80 van de 20e eeuw gesloopt.



Figuur 35: De huisplaatsen aan de noordzijde van het Hoendiep binnen stationslocatiealternatief Vierverlaten Westpoort op de kadastrale minuut uit het begin van de 19e eeuw staat (bron: beeldbank.cultureelerfgoed.nl/).



Figuur 36: Het zuidelijke deel van stationslocatiealternatief Vierverlaten Westpoort op de kaart van Huguenin uit 1819-1829 (bron: Versfelt & Schoor 2005).

Tracéalternatief Eemshaven west

- De Noorderdijk vormt de oude zeedijk. De westelijke 2,5 km van het tracéalternatief heeft tot begin jaren '50 van de 20e eeuw nog buitendijks gelegen (Figuur 37). Dit gedeelte is daarna ingepolderd als Linthorst-Homanpolder. Ook verderop heeft ca. 8 km van het tracé buitendijks gelegen. Dit gedeelte is eind 19e eeuw ingepolderd als de Eemspolder.
- Langs de dijk zijn een aantal huizen gebouwd, waarvan er één binnen het onderzoeksgebied heeft gelegen. Het huis staat aangegeven op de kadastrale minuut (minuutplan Eenrum, Groningen, sectie A, blad 01) die in 1828 is opgetekend (Figuur 38, linker kaart), maar niet op de kaart van Huguenin uit de periode 1819-1828 (rechter kaart). Op basis hiervan is geconcludeerd dat het een woning uit de 19e eeuw betreft. Hetzelfde geldt voor een huisplaats ruim 7 km richting het oosten (Figuur 39, minuutplan Usquert, Groningen, sectie A, blad 02).

Tracéalternatief Eemshaven midden

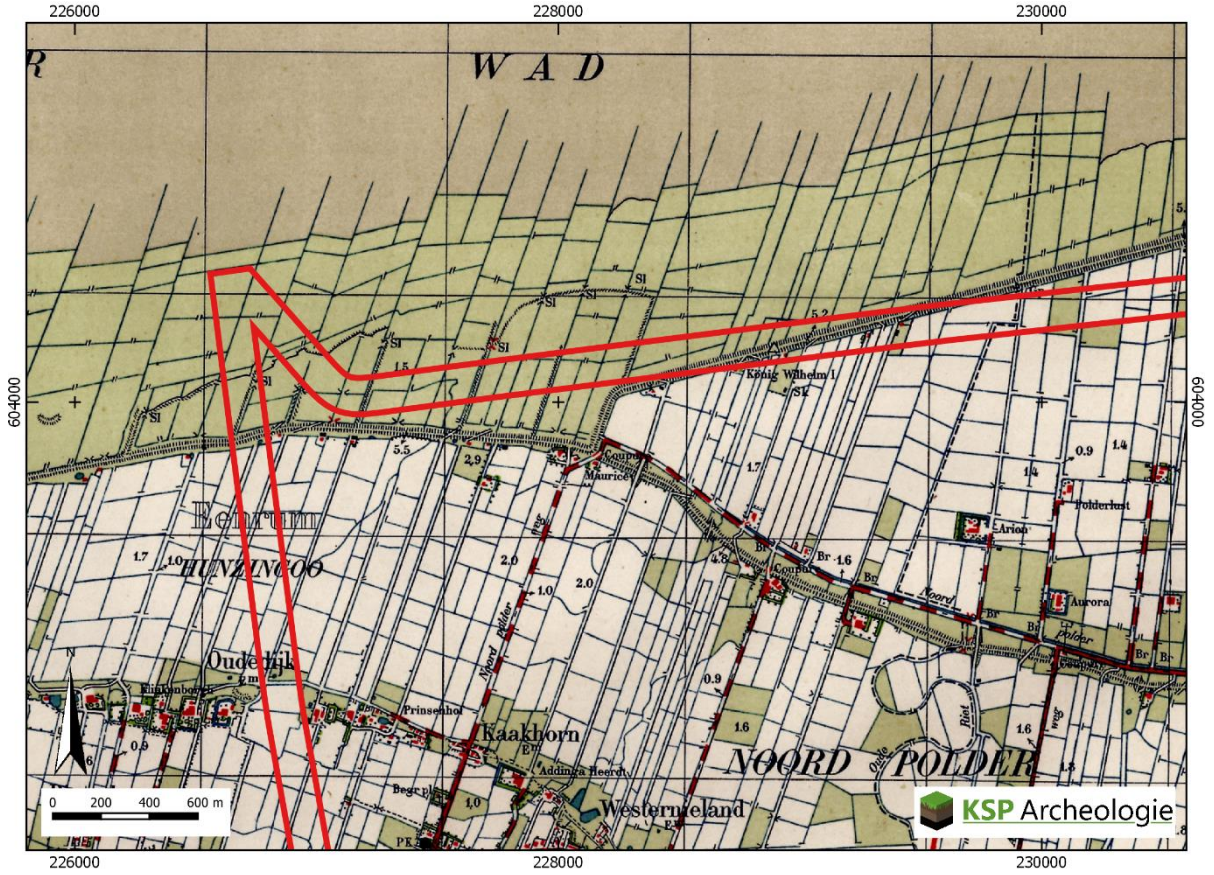
- Dit tracéalternatief ligt in het jonge polderlandschap. In het begin van de 20e eeuw ligt een groot deel van het onderzoeksgebied nog in zee. In de jaren '50 wordt aan de zeezijde de Koningin Emma polder aangelegd. Begin jaren '80 wordt ten noorden daarvan een terrein opgespoten voor de aanleg van de Eemshaven (Figuur 40).

Stationslocatiealternatief Eemshaven Middenweg

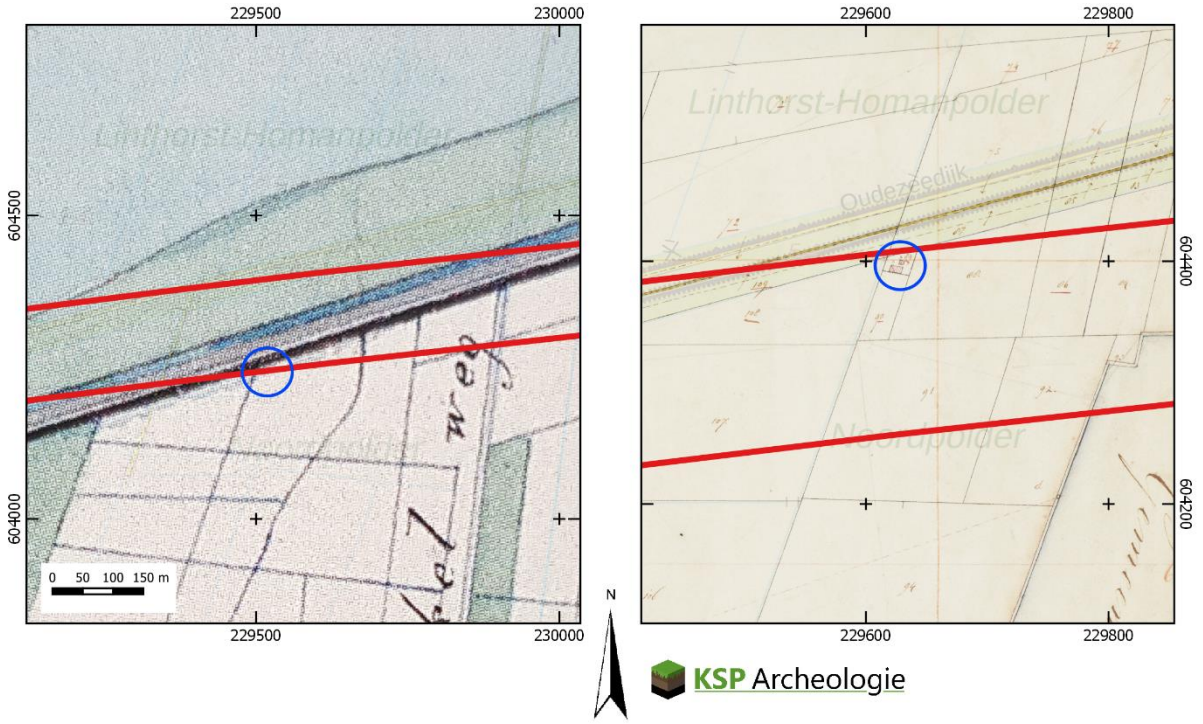
- Deze locatie heeft tot in de eerste helft van de 20e eeuw buitendijks gelegen en is daarna ingepolderd (Figuur 40).

Stationslocatiealternatief Eemshaven Waddenweg

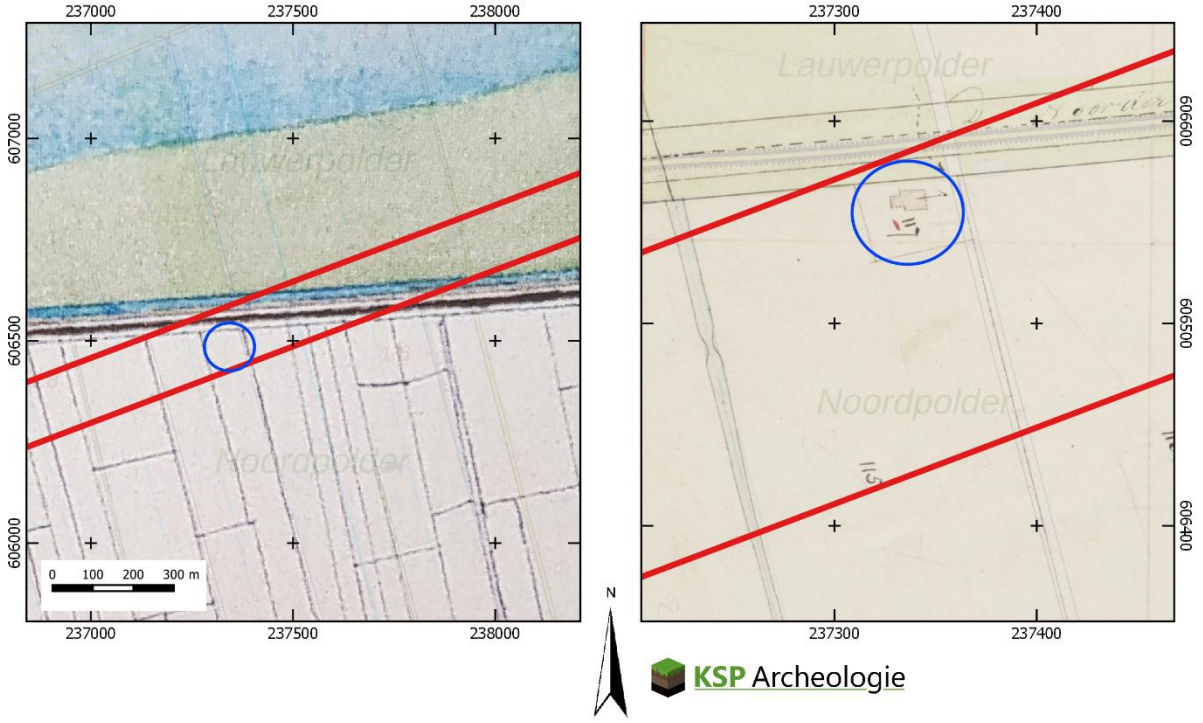
- Deze locatie heeft tot in de jaren '70 in zee gelegen en is daarna onderdeel geworden van de Eemshaven.



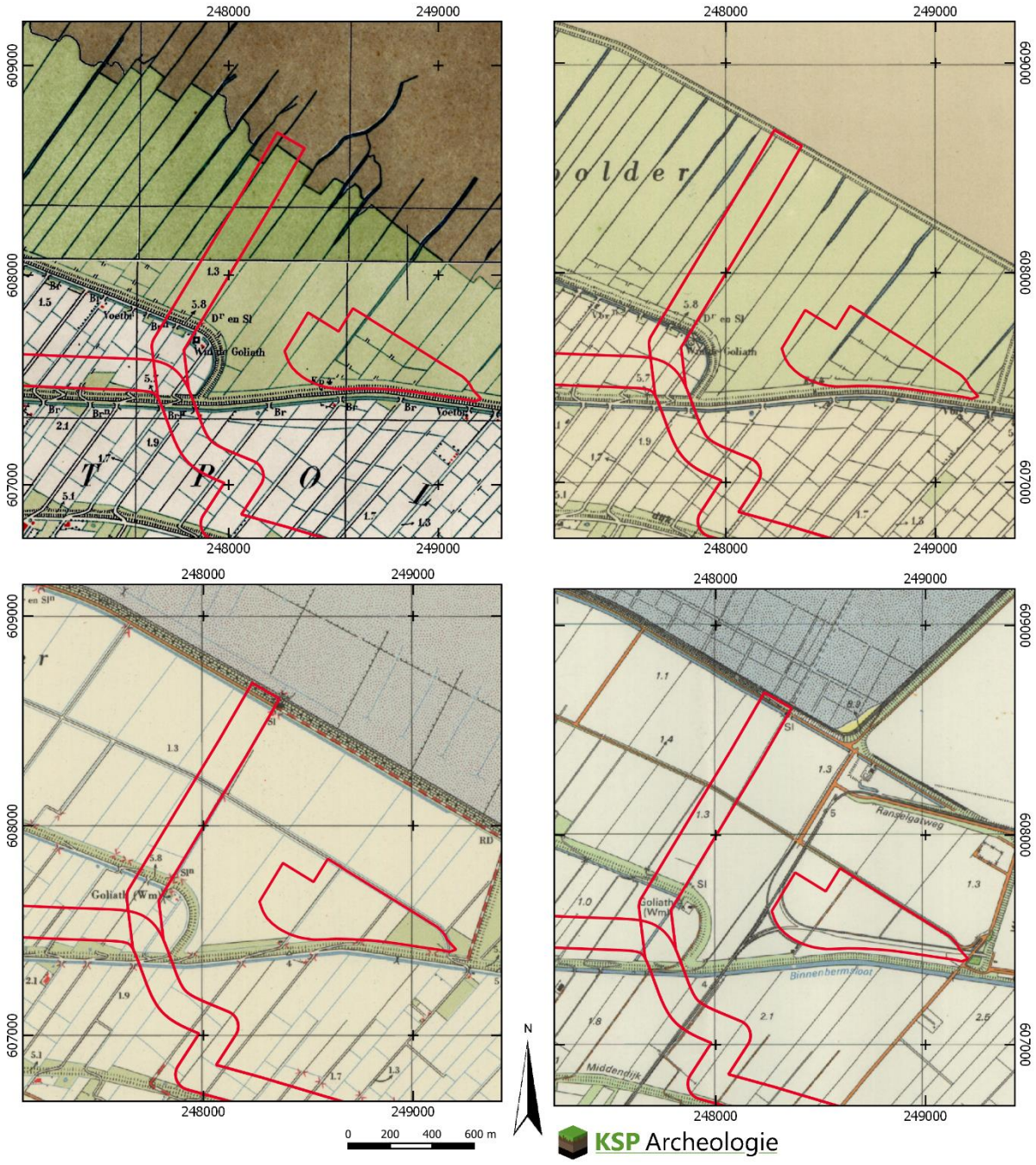
Figuur 37: Tracéalternatief Eemshaven west op de topografische kaart uit 1952 (bron: www.topotijdreis.nl).



Figuur 38: Het huis binnen tracéalternatief Eemshaven op de kadastrale minuut uit het begin van de 19e eeuw staat (rechts, bron: beeldbank.cultureelerfgoed.nl/) en de locatie op de kaart van Huguenin uit 1819-1829 (links, bron: Versfelt & Schoor 2005).



Figuur 39: Het huis binnen tracéalternatief Eemshaven op de kadastrale minuut uit het begin van de 19e eeuw staat (rechts, bron: beeldbank.cultureelerfgoed.nl/) en de locatie op de kaart van Huguenin uit 1819-1829 (links, bron: Versfelt & Schoor 2005).



Figuur 40: Tracéalternatief Eemshaven midden op de topografische kaarten uit 1935, 1955, 1962 en 1984 (vanaf linksboven met de klok mee) (bron: www.topotijdreis.nl).

2.3.4 Tweede Wereldoorlog

Ameland en Schiermonnikoog zijn onderdeel geweest van de Atlantikwall (www.ikme.nl). De Atlantikwall was een meer dan 5000 kilometer lange verdedigingslinie, die nazi-Duitsland tijdens de Tweede Wereldoorlog in de bezette gebieden heeft aangelegd ter voorkoming van een geallieerde invasie. De Atlantikwall liep van Noorwegen, via Denemarken, Duitsland, Nederland en België naar Frankrijk tot aan de grens met Spanje. De verdedigingslinie, die overigens nooit geheel werd voltooid, bestond uit bunkers, kanonnen en mijnenvelden (www.forten.nl). De meeste bunkers op Ameland zijn na de oorlog verdwenen. Een deel werd gesloopt, maar vooral aan de westzijde van het eiland verdwenen de bunkers onder het zand. In Hollum, op de plek waar nu Hostel Sier aan Zee is, heeft een groot bunkercomplex gestaan dat onderdeel was van de Atlantikwall in het Waddengebied. Dit complex bestond uit verschillende manschappenbunkers, munitiebunkers en barakken. Ook stond er een luchtafweergeschut

opgesteld en waren er twee radarposten met de codenaam RITA. Aan de oostkant van het complex lag een mijnenveld om ongewenst bezoek te weren. Op Schiermonnikoog werd als onderdeel van de Atlantikwall een heel dorp van bunkers gebouwd: Schlei. Door bewoners van het eiland werd de stelling Schleidorp genoemd. De aanleg duurde zo'n achttien maanden en vond plaats aan het einde van de Prins Bernardweg. Naast bunkers bestond het 'dorp' uit radarinstallaties, barakken en luchtafweergeschut. Schlei hoorde bij het Kustwaarnemingssysteem. De Seeburgbunker was de centrale post, die in verbinding stond met alle waarnemingssystemen op het eiland. Van de luchtafweerbatterij gingen alle zichtbare sporen verloren. Alleen de fundamenten zijn nog te zien en er liggen nog bunkers verborgen onder het zand. Van de Schleistelling zijn nog bunkers zichtbaar (www.atlantikwall-wadden.nl). De tracéalternatieven Burgum midden en Vierverlaten liggen op de oostelijke punt van de waddeneilanden, waar vanwege de jonge ouderdom geen sporen uit de Tweede Wereldoorlog worden verwacht. Ter plaatse van tracéalternatie Burgum west kunnen sporen van de Atlantikwall aanwezig zijn, al concentreerde de activiteiten zich aan de westkant van het eiland.

Direct ten oosten van tracéalternatief Vierverlaten oost is bij de boerderij Evert Harm Wolterweg 21 te Aduard op 27 februari 1945 een V1 neergekomen (ww.vergeltungswaffen.nl). Deze bommen hebben de Duitsers vanaf 1944 tot en met april 1945 gelanceerd op doelen ver achter de geallieerde linies zoals Londen en Antwerpen. Vele bereikten echter niet hun doel maar kwamen voortijdig neer in Nederland. De meeste zijn neergestort en ontploft in Midden- en Zuid-Nederland, maar enkele ook in het noorden.

In het kader van het project NOZ TNW wordt ook het aspect niet-gesprongen explosieven meegenomen. Vooralsnog betreft dit een globale indicatie (Marco Taks, REASeuro) en levert dit nog geen concrete informatie op voor de verwachting op archeologische resten uit de Tweede Wereldoorlog.

2.4 Mogelijke bodemverstoringen

Om de mogelijke verstoringen van de bodem in kaart te brengen zijn de volgende bronnen geraadpleegd:

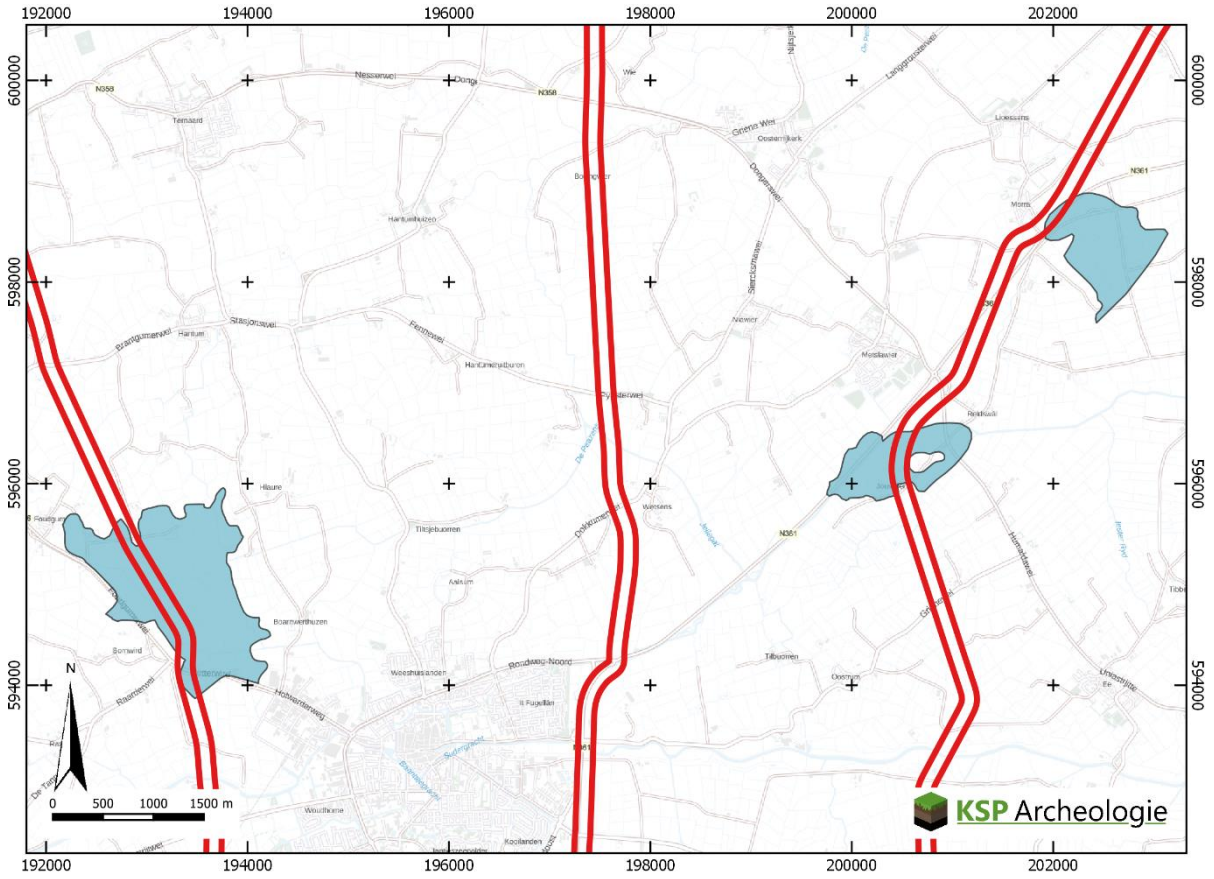
- Gegevens van milieukundig bodemonderzoek (zijn nog niet beschikbaar);
- Luchtfoto uit 2017 (PDOK);
- Geomorfologische kaart van Nederland;
- Bodemkaart van Nederland, schaal 1:50.000;
- Vergraven gronden project Alterra (Brouwer & Van der Werff 2012);
- Cultuurhistorische objecten in het landelijk gebied (CultGIS 2005);
- Actueel Hoogtebestand van Nederland (AHN) (www.ahn.nl).

In het kader van het project NOZ TNW wordt ook het aspect bodemkwaliteit meegenomen. Vooralsnog betreft dit een inventarisatie op hoofdlijnen en levert dit nog geen concrete informatie op over de locatie van uitgevoerde bodemsaneringen, stortlocaties en dergelijke.

2.4.1 Zoutwinning

In de Middeleeuwen is op grote schaal veen vergraven voor de zoutwinning. Als gevolg van de geregelde overstromingen met zeewater bevatte het veen in de kustgebieden veel zout. Dit werd gewonnen door middel van 'selnering'. Het veen werd daartoe onder de kleilaag vandaan gegraven en gedroogd en verbrand. De overblijvende zouthoudende as werd opgelost in zeewater, wat men vervolgens indampte zodat het zout in gekristalliseerde vorm overbleef. De afgegraven gebieden hebben meestal een verstoord bodemprofiel en zijn nog in het landschap te herkennen als uitgestrekte lagergelegen gebieden. Met name in De Kolken zuidelijk van Anjum, en tussen Wetzens, Jouswier en Oostrum zijn grote oppervlakten veen afgegraven. Deze vorm van zoutwinning had vaak grote gevolgen voor het landschap, omdat de zee in deze gebieden veel gemakkelijker kon doordringen en voor landverlies zorgde (Haartsen 2009).

Ter plaatse van tracéalternatief Burgum west ligt vanaf de Kolkreed richting het zuiden een zoutwingebied (CultGIS). Ook ten oosten van Morra en rond Jouswier ter hoogte tracéalternatief Burgum oost ligt een zoutwingebied (tracéalternatief Burgum oost) (Figuur 41).



Figuur 41: Zoutwingebieden aangeven met blauwe vlakken binnen aansluitlocatie Burgum (bron: CultGIS 2005 en Brouwer & Van der Werff 2012).

2.4.2 Kleiwinning

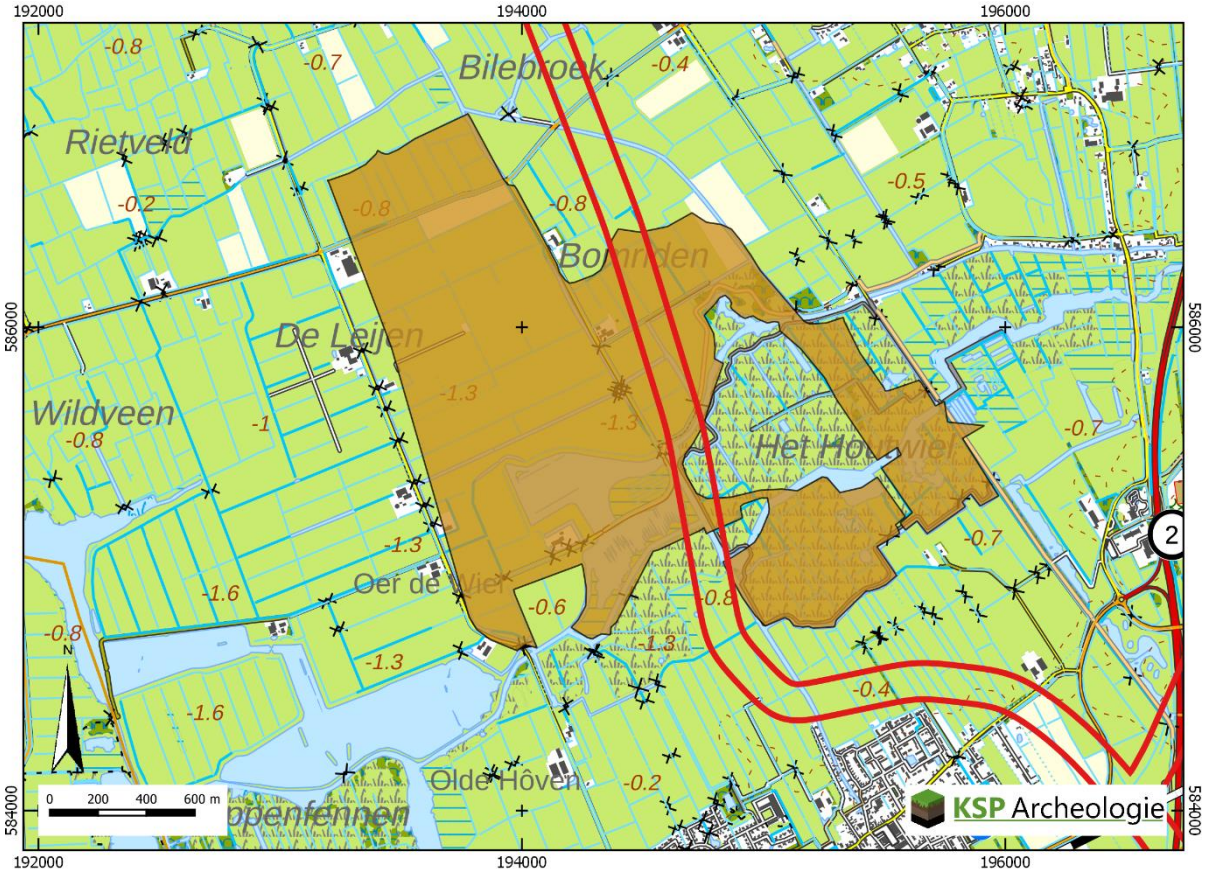
Naast de winning van veen werd op enkele plaatsen tevens klei gewonnen voor de fabricage van bakstenen. Aanvankelijk werden deze alleen gebruikt voor de bouw van kloosters en kerken, later ook voor adellijke huizen en nog later ook voor boerderijen. Deze afgetichelde percelen liggen, net als de verveende gebieden, meestal wat lager dan de omliggende percelen (Haartsen 2009). Binnen tracéalternatief Vierverlaten oost heeft in de 19e eeuw een steenfabriek gestaan (Figuur 33). Aangrenzend aan de steenfabriek is op de bodemkaart een groot oppervlak aan nesvaaggronden gekarteerd. Dit bodemtype ligt vaak in vergraven gebieden in het knipkleigebied en worden in dat geval gekenmerkt door rechthoekige begrenzingen (Stichting voor Bodemkartering 1981). Op basis hiervan is geconcludeerd dat binnen dit gebied de kleiwinning ten behoeve van de steenfabriek heeft plaatsgevonden (Figuur 42).



Figuur 42: Kleiwingebied (blauwe arcering) en bijbehorende steenfabriek (blauwe kader) ter plaatse van tracéalternatief Vierverlaten oost (bron: BRO 2017 en beeldbank.cultureelerfgoed.nl).

2.4.3 Vervening

In het zuidelijke deel van de tracéalternatieven van aansluitlocatie Burgum heeft een veenlaag op het zand gelegen, die waarschijnlijk niet dikker was dan een meter. In de Middeleeuwen zijn grote delen van het veen afgegraven, waarna het gebied is ingericht voor de landbouw. Bij de ontginning kan de bodem zijn bewerkt. De omvang van deze bodembewerking is niet bekend. Met name ter plaatse van tracéalternatief Burgum west, maar ook in Burgum midden en oost zijn restanten van het veen bewaard gebleven (Bijlage 3). Op plaatsen waar het veenpakket dikker was, loonde het de moeite om de vervening grootscheepser aan te pakken. Grote delen van het veengebied waren in bezit van kloosters: Buweklooster, Gerkesklooster en het Barraconvent in Bergum. In de 16^{e} eeuw werden contracten afgesloten met particuliere verveners, die de vervening op systematische wijze ter hand namen. Er werden kanalen aangelegd om de turf af te voeren. Ter plaatse van tracéalternatief Burgum west hebben in het natuurgebied Het Houtwiel ten noorden van Feanwâlden grootschalige verveningen plaatsgevonden (Figuur 43).



Figuur 43: Verveningsgebied aangeven met een bruin vlak binnen tracéalternatief Burgum west (bron: CultGIS 2005 en Brouwer & Van der Werff 2012).

2.4.4 Terpafgravingen

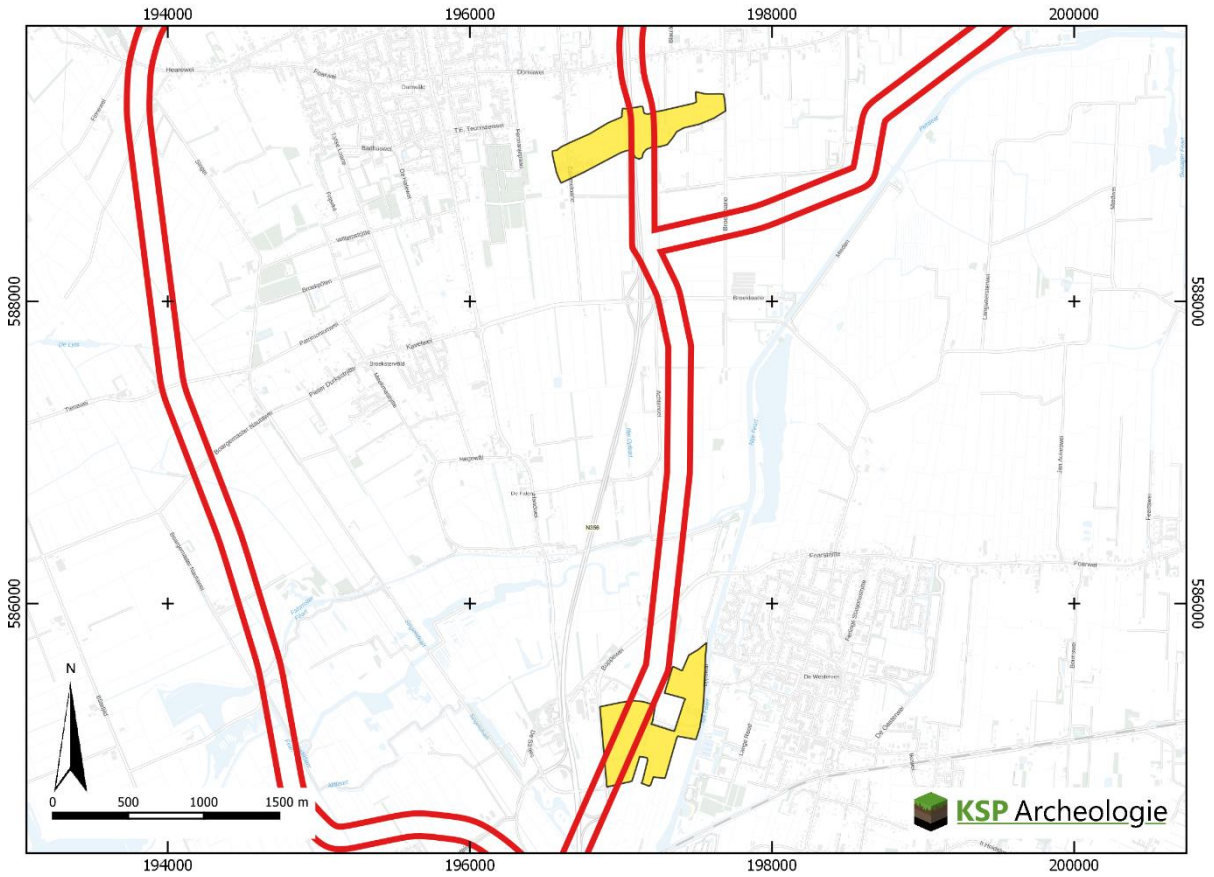
Tussen 1840 en 1945 vonden er op grote schaal commerciële terpafgravingen plaats, waarbij vrijwel geen enkele terp onaangetast is gebleven. De vruchtbare terpaarde werd gebruikt als meststof voor landbouwgebieden elders. Voor het vervoer van de terpaarde werd de bestaande opvaart gebruikt, in een enkel geval werd er zelfs een nieuwe gegraven. Sommige terpen werden geheel afgegraven, andere slechts ten dele. Bij terpen die maar voor een deel zijn afgegraven ontstonden duidelijke hoogteverschillen tussen de vergraven delen en de niet vergraven delen. Deze zogenaamde 'steilrandjes' zijn nog duidelijk te zien bij Hogebeintum en bij Hijum. Vaak wordt het afgegraven terrein gebruikt als ijsbaan. De terpen en wierden zijn in het verleden opgehoogd met graszoden, huisvuil en mest. Een uitermate vruchtbaar mengsel, waar grote behoefte aan ontstond toen in de 19e eeuw grote delen van de heidevelden en het afgegraven veenland op de zandgronden werden ontgonnen. De vruchtbaarheid van de arme zandgronden werd vergroot door terpaarde aan de bouwvoor toe te voegen en bovendien werd het waterhoudend vermogen van de grond verbeterd (Haartsen 2009).

Er is een schat aan archeologische informatie verloren gegaan. Slechts de heel bijzondere vondsten, zoals de zilverschat van Winsum (Westergo), kwamen in de publiciteit, maar aan minder waardevolle zaken, zoals aardewerk, laat staan aan bodemsporen en organische resten, werd geen aandacht besteed. Dat veranderde toen de professionele archeologen zich met het terpen- en wierdengebied gingen bemoeien. Prof. A.E. van Giffen verwierf internationale faam met zijn opgraving van de wierde van Ezinge in Groningen. De opgraving werd voor een deel gefinancierd door de verkoop van terpaarde.

2.4.5 Zandwinning

In het gebied heeft ook zandwinning plaatsgevonden. Tracéalternatief Burgum midden kruist ter hoogte van De Westereen een zandwingebied (Figuur 44). Ten noorden daarvan ter hoogte van Damwâld ligt

nog een gebied waar delfstoffenwinning heeft plaatsgevonden (Figuur 44). Omdat de bodem hier uit zand bestaat, is dit vermoedelijk ook zandwinning geweest.



Figuur 44: Zandwingebieden aangeven met gele vlakken binnen tracéalternatief Burgum midden (bron: Brouwer & Van der Werff 2012).

2.4.6 Voormalige meren

Het Bergumermeer dat ten zuiden van aansluitlocatie Burgum ligt, strekte zich in het verleden verder richting het noorden uit. Stationslocatiealternatief Koumarweg heeft daardoor deels in het voormalige meer gelegen. Eind 19e - begin van de 20e eeuw is het noordelijke deel van het meer droog gelegd (Figuur 24).

2.5 Beschrijving van archeologische gegevens

Om een beeld te krijgen van de archeologische gegevens, zijn de volgende bronnen geraadpleegd:

- Archeologische Monumenten Kaart (AMK) binnen of direct naast het onderzoeksgebied (strook van 25 m aan weerszijden) (via archis.cultureelerfgoed.nl);
- Archeologische onderzoeken binnen het onderzoeksgebied en vondstlocaties binnen of direct naast het onderzoeksgebied (strook van 25 m aan weerszijden) uit het Archeologisch Informatiesysteem (archis.cultureelerfgoed.nl);
- Historische kaarten (zie paragraaf 2.2);
- Friese Archeologische MonumentenKaart Extra, FAMKE (www.fryslan.frl);
- Archeologische verwachtingskaart Laat-Paleolithicum – Vroege Bronstijd van Noord-Groningen (Van Beek & Vos 2008);
- Archeologische verwachtingskaart Late Bronstijd – Middeleeuwen van Noord-Groningen (Van Beek & Vos 2008);
- Beleidskaart van de gemeente Westerkwartier (Van Heeringen e.a. 2014);

- Erfgoedkaart van de gemeente Groningen (http://fleximap.groningen.nl/gnmaps/monumenten/).

2.5.1 Tracéalternatief Burgum west (Tabel 2 en Bijlage 4a en b)

Binnen dit tracéalternatief liggen geen archeologische monumenttereinen (AMK-terreinen). Wel liggen er twee dicht tegen het onderzoeksgebied aan. Ca. 10 m ten westen van het onderzoeksgebied ligt een laatmiddeleeuwse terp waar de stins Keimpema heeft gestaan (AMK-terrein 7548, Wittemonniksweg/Drieboerehuizen). Ca. 20 m ten oosten van het onderzoeksgebied ter hoogte van de Kolkreed ligt een laatmiddeleeuwse huisterp (AMK-terrein 7559). Hij is gedeeltelijk afgegraven.

Binnen het tracéalternatief is één archeologische vondst gemeld. Bij de aanleg van het wegcunet Stenen Dam – Rinsumageest zijn een aantal oude eiken boomstammen gevonden in 1976 (VM 2883230100). De boomstammen zijn niet gedateerd. De vondstlocatie is administratief geplaatst, dus of ze daadwerkelijk binnen het onderzoeksgebied zijn gevonden, is niet bekend.

Op Ameland is archeologisch onderzoek uitgevoerd in het kader van de aanleg van een 20kV leiding. Dit leidingtracé kruist het tracéalternatief op drie plaatsen. Op basis van het bureauonderzoek (OM 4614962100) is vervolgonderzoek aanbevolen door middel van karterende boringen in het gebied waar op de provinciale verwachtingskaart FAMKE vindplaatsen uit de IJzertijd – Middeleeuwen aanwezig kunnen zijn. Tijdens het booronderzoek zijn geen aanwijzingen gevonden voor de aanwezigheid van een vindplaats en is het leidingtracé vrijgegeven (OM 4622957100).

Aan de zuidkant van Ameland is een booronderzoek uitgevoerd in het kader van de dijkverbetering (OM 2261077100). De westelijke punt van dit onderzoeksgebied valt binnen het onderzoeksgebied waar poldervaaggronden zijn aangetroffen. Er zijn geen aanwijzingen voor oude dijklichamen of nederzettingen aangetroffen en ter plaatse van het onderzoeksgebied ligt geen getijdegeul in de ondergrond die zijn aangemerkt als aandachtsgebieden voor scheepswrakken. Voor deze aandachtsgebieden is een archeologische begeleiding geadviseerd (Thijs 2009).

Een gedeelte van het tracéalternatief is onderdeel geweest van een archeologisch booronderzoek dat is uitgevoerd in het kader van de aanleg van de westelijke rondweg van Dokkum (OM 2267347100). Op basis van het booronderzoek zijn drie zones geselecteerd voor nader onderzoek. Deze zones liggen buiten het onderzoeksgebied, dus de onderzochte zones binnen het onderzoeksgebied zijn vrijgegeven (Exaltus 2009a). Ook voor het aangrenzende gebied ten oosten is een booronderzoek uitgevoerd ten behoeve van de uitbreiding van het bedrijventerrein Betterwird (OM 2231463100). Voor één zone is nader onderzoek geadviseerd, maar die ligt buiten het onderzoeksgebied. De rest van het onderzochte gebied is vrijgegeven (Exaltus 2009b).

Ten westen van Het Houtwiel is een archeologisch booronderzoek uitgevoerd in een gebied ten behoeve van de ontwikkeling van een natuurgebied (OM 2296589100). De zuidoostelijke punt van dit onderzoeksgebied valt binnen het onderzoeksgebied NOZ TNW. Tijdens het onderzoek is vastgesteld dat het pleistocene oppervlak is geërodeerd en dat in het bovenliggende veen- en kleipakket geen archeologische indicatoren aanwezig zijn. Het onderzoeksgebied is vrijgegeven (Verboom-Jansen & Thijs 2010). Het terrein ten zuiden daarvan is later ook onderzocht voor de uitbreiding van het natuurgebied. In eerste instantie is een bureauonderzoek uitgevoerd (OM 2458029100). In het bureauonderzoek is aan het gebied een verwachting toegekend voor vindplaatsen uit het Laat-Paleolithicum en Mesolithicum en Middeleeuwen – Nieuwe tijd. In de zones waar bodemingrepen dieper dan 30 cm zijn gepland, is vervolgonderzoek door middel van boringen geadviseerd (Tolsma 2014). Dit booronderzoek is voor zover bekend nooit uitgevoerd, maar de topografische kaart laat wel zien dat het terrein is ontwikkeld tot natuurgebied, waarbij waterpartijen zijn gegraven. Als onderdeel van deze natuurontwikkeling is eerder wel een booronderzoek uitgevoerd ten behoeve van het verbreden en de aanleg van nieuwe sloten (OM 2400615100). De bodem bestaat hier uit een (sub)recente

bouwvoor/geroerde laag op pleistoceen zand/keileem. Er zijn geen archeologische indicatoren of lagen herkend of veenlagen of laagtes aangetroffen. Op basis van deze resultaten is geen vervolgonderzoek geadviseerd en zijn de onderzoekslocatie vrijgegeven (Kaptein 2013).

In verband met de aanleg van een nieuwe verbindingsweg tussen Sumar en Dokkum (Centrale As) is archeologisch onderzoek uitgevoerd. De aanleg van bermsloten is begeleid vanwege de vuursteenvondsten die tijdens het vooronderzoek zijn gedaan (OM 2420841100). Tijdens de begeleiding is geen archeologische vindplaats aangetroffen (Vissinga & Van der Haar 2013).

AMK-terrein	**Locatie**	**Aard terrein/waarde**	**Datering**
7548	Wittemonniksweg/Drieboerehuizen	Terp en stins van zeer hoge archeologische waarde	MEL
7559	Kokreed/Foudgum-West	Huisterp van archeologische waarde	MEL

Onderzoeks-/vondstmelding	**Locatie**	**Type onderzoek**	**Aard vondstlocatie/resultaten**	**Datering**
VM 2883230100	Damwoude	Waarneming tijdens aanleg wegcunet in 1976	Eiken boomstammen	Onbekend
OM 4614962100	20kV leiding Ameland	Bureauonderzoek in 2018	Vervolgonderzoek d.m.v boringen in hoge verwachtingszone	---
OM 4622957100		Booronderzoek in 2018	Geen aanwijzingen voor een vindplaats → geen vervolg	---
OM 2261077100	Dijkverbetering Ameland	Booronderzoek in 2009	Geen vervolgonderzoek t.p.v. het onderzoeksgebied NOZ TNW	---
OM 2267347100	Westelijke rondweg Dokkum	Booronderzoek in 2009	Geen vondsten en/of potentiële archeologische niveaus binnen het onderzoeksgebied NOZ TNW	---
OM 2231463100	Betterwird III	Booronderzoek in 2009	Geen vondsten en/of potentiële archeologische niveaus binnen het onderzoeksgebied NOZ TNW	---
OM 2296589100	Houtwiel West	Booronderzoek in 2010	Geen vondsten en/of potentiële archeologische niveaus → geen vervolg	---
OM 2458029100	Houtwiel West	Bureauonderzoek in 2014	Verwachting op vindplaatsen uit het Laat-Paleolithicum – Mesolithicum en de Middeleeuwen – Nieuwe tijd → vervolg d.m.v. boringen waar bodemingrepen dieper dan 30 cm zijn gepland	---
OM 2400615100	Klyndobbe	Booronderzoek in 2013	Verstoord tot in het dekzand/keileem, geen indicatoren → geen vervolg	---
OM 2420841100	Centrale As	Begeleiding in 2013	Geen vindplaatsen aangetroffen	---

Tabel 2: Overzicht van de AMK-terreinen en vondstmeldingen en relevante onderzoeksmeldingen binnen of direct naast tracéalternatief Burgum west (bron: archis.cultureelerfgoed.nl, tenzij anders vermeld).

2.5.2 Tracéalternatief Burgum midden (Tabel 4 en Bijlage 4b)

Binnen dit tracéalternatief ligt de oostelijke rand van AMK-terrein 9762 (Jaarlasloot). Dit betreft een laatmiddeleeuwse terp met daarin resten van een stins. De huisplaats staat op de kaart van Schotanus uit 1718, maar ontbreekt op de kaarten uit de 19e eeuw (kaart van Eekhoff en kadastrale minuut). Tijdens een booronderzoek in 1998 (OM 2098502100) zijn wel ophogingslagen aangetroffen, maar geen puinresten.

Binnen het tracéalternatief zijn geen archeologische vondstmeldingen bekend. Wel zijn tientallen onderzoeken uitgevoerd.

In verband met de aanleg van een leiding tussen Ternaard en Moddergat is een archeologisch booronderzoek uitgevoerd (OM 3992745100). De resultaten zijn niet gemeld in het landelijk informatiesysteem Archis of het e-depot. Mogelijk kunnen delen binnen het onderzoeksgebied NOZ TNW op basis van het onderzoek worden vrijgegeven.

Ter hoogte van Wetsens ligt een tracé waarvoor in 2019 een archeologische begeleiding van de werkzaamheden heeft plaatsgevonden (OM 4699268100). De resultaten zijn niet gemeld in het landelijk informatiesysteem Archis of het e-depot.

Ten oosten van Dokkum zijn archeologische booronderzoeken uitgevoerd in verband met de aanleg van een weg, De Centrale As Noord/Midden (OM 2165951100, 2257554100, 2409972100, 2482459100, 2421173100). Hierdoor zijn grote delen van het tracéalternatief al onderzocht en vrijgegeven. Op basis van de onderzoeken is voor een aantal deelgebieden vervolgonderzoek geadviseerd. Ten zuiden van de Stroobossertrekvaart is binnen drie deelgebieden een proefsleuvenonderzoek uitgevoerd (OM 2436548100). Op één locatie zijn middeleeuwse sloten aangetroffen en is vervolgonderzoek aanbevolen door middel van een begeleiding (Krol 2014). Tijdens de begeleiding zijn negen (paal)kuilen, een waterkuilen en drie sloten aangetroffen. Geen van deze sloten behoord tot een eventuele vroege verkavelingsfase; alle drie hadden een oriëntatie die gelijk was aan de tegenwoordige verkaveling. Een van de aangetroffen sloten stamde vermoedelijk uit de Late Middeleeuwen (Pleszynski 2017). In het kader van de aanleg van de weg zijn vijf boerderijplaatsen door middel van proefsleuven onderzocht (OM 2327368100 en 2430918100). Op de locaties zijn geen behoudenswaardige archeologische resten aangetroffen en zijn vrijgegeven.

Langs de Stroobossertrekvaart is in 2014 een archeologisch booronderzoek uitgevoerd (OM 2465432100). Ter plaatse van het onderzoeksgebied zijn geen archeologische indicatoren gevonden en is daarom geen vervolgonderzoek geadviseerd (archis.cultureelerfgoed.nl).

Op een perceel langs de Tjeerd Foekeslaan is in 2004 een archeologisch booronderzoek uitgevoerd met het oog op de realisatie van een agrarisch bedrijf (OM 2046808100). De bodem op het perceel is grotendeels verstoord of vermengd tot in de C-horizont. Tijdens het onderzoek zijn geen vondsten gedaan. Op basis van deze resultaten is geen vervolgonderzoek aanbevolen (Tulp 2003).

Op een perceel aan de Broekloane te Wâlterwâld is een archeologisch booronderzoek uitgevoerd in verband met de aanleg van een zonnepark met kippenstallen (OM 4676977100). Door de geringe diepte waarop keileem aanwezig is, is de locatie in het (verre) verleden altijd te slecht ontwaterd geweest om geschikt te zijn voor bewoning. Dit wordt bevestigd door het ontbreken van archeologische indicatoren in het gebied. Op basis van deze resultaten is het onderzochte terrein vrijgegeven (Exaltus 2019).

In verband met natuurontwikkeling is in het gebied De Westereen een grootschalig booronderzoek uitgevoerd (OM 2410084100). Het tracé kruist dit onderzoeksgebied en op één locatie binnen het onderzoeksgebied NOZ TNW is een laagte aangeboord die mogelijk een dobbe is. Voor deze locatie is een aanvullend booronderzoek geadviseerd (De Roller 2015). Het aanvullend booronderzoek heeft aangetoond dat hier inderdaad een pingoruïne ligt. Deze is ook aangegeven op de FAMKE, maar in werkelijkheid is hij kleiner. Als in de toekomst bodemingrepen zijn gepland rondom de pingoruïne dan is vervolgonderzoek noodzakelijk, zeker ten zuiden waar aanwijzingen zijn voor de aanwezigheid van een vuursteenvindplaats (Van der Kroft & Van der Zwet 2014).

Ten zuidwesten van Westereen is in verband met de realisatie van een zonnepark een archeologisch booronderzoek uitgevoerd (OM 4607056100). Uit het booronderzoek bleek dat de bodem over het algemeen niet meer intact is. De podzolbodem is niet meer gaaf en het oorspronkelijk aanwezige veenpakket is nog maar in enkele boringen aangetroffen. Een groot deel van het onderzochte terrein was hoogstwaarschijnlijk te nat voor menselijke bewoning. Er zijn geen archeologische indicatoren of

cultuurlagen aangetroffen, ook niet op het hoger gelegen gedeelte met de aangetaste podzolbodem. De geplande bodemingrepen zijn beperkt en zullen waarschijnlijk geen archeologische schade veroorzaken. Op basis daarvan is geen vervolgonderzoek geadviseerd (Tulp 2018).

AMK-terrein	**Locatie**	**Aard terrein/waarde**	**Datering**
9762	Jaarlasloot	Terp en stins van hoge archeologische waarde	MEL

Onderzoeks-/vondstmelding	**Locatie**	**Type onderzoek**	**Aard vondstlocatie/resultaten**	**Datering**
OM 2098502100	AMK-terrein 9762	Booronderzoek in 1998	Terp/stins: ernstig aangetast ophogingspakket, fragmenten aardewerk en hutteleem	MEL
OM 3992745100	Leidingtracé Ternaard-Moddergat	Booronderzoek in 2016	Geen resultaten gemeld	---
OM 4699268100	Tracé bij Hantum	Begeleiding in 2019	Geen resultaten gemeld	---
OM 2165951100	Centrale As Noord/Midden, Dokkum	Booronderzoek in 2007	Vervolg voor diverse deelgebieden	---
OM 2257554100		Aanvullend booronderzoek in 2009	Vervolg voor diverse deelgebieden	---
OM 2436548100		Proefsleuven in 2014	Middeleeuwse sloten → vervolg d.m.v. een begeleiding	---
OM 2441950100				
OM 3977533100		Begeleiding in 2017	Negen (paal)kuilen, een waterkuilen en drie sloten	NT
OM 2409972100		Booronderzoek in 2013	Verstoord bodemprofiel → geen vervolg	---
OM 2482459100		Booronderzoek in 2015	Geen indicatoren gevonden → geen vervolg	---
OM 2465432100	Stroobossertrekvaart	Booronderzoek in 2014	Geen indicatoren gevonden binnen het onderzoeksgebied NOZ TNW → geen vervolg	---
OM 2046808100	Tjeerd Foekeslaan, Damwoude	Booronderzoek in 2003	Verstoord bodemprofiel, geen indicatoren → geen vervolg	---
OM 2268449100	Doniaweg 123, Damwoude	Booronderzoek in 2009	Geen duidelijk beeld van de stinswier → vervolg d.m.v. proefsleuven	---
OM 2327368100		Proefsleuven in 2011	Geen behoudenswaardige vindplaats	---
OM 2430918100	Wâlterswâld, Damwâld, De Falom	Proefsleuven in 2014	Geen behoudenswaardige vindplaatsen	---
OM 2421173100	Tijdelijke omleiding Doniaweg	Booronderzoek in 2013	Verstoord bodemprofiel → geen vervolg	---
OM 2421165100	Tijdelijke omleiding Doniawei			--
OM 4676977100	Broekloane, Wâlterswâld	Booronderzoek in 2019	Ondiepe keileem, geen indicatoren → geen vervolg	---
OM 2410084100	De Westereen	Booronderzoek in 2013	Vervolgonderzoek op één locatie binnen het onderzoeksgebied NOZ TNW vanwege de aanwezigheid van een laagte/dobbe	---
OM 4607056100	Zonneveld De Coulissen	Booronderzoek in 2018	Verstoord bodemprofiel, geen indicatoren → geen vervolg	---
OM 2445190100	Goddelose Singel	Proefsleuven in 2014	Restanten weg, karrenspoor	MEL
OM 3291835100		Opgraving in 2014		

Tabel 3: Overzicht van de AMK-terreinen en vondst- en relevante onderzoeksmeldingen binnen of direct naast tracéalternatief Burgum midden (bron: archis.cultureelerfgoed.nl, tenzij anders vermeld).

In verband met de aanleg van een knooppunt van de nieuwe verbindingsweg de Centrale As is een proefsleuvenonderzoek uitgevoerd ter hoogte van de Goddelose Singel (OM 2445190100). Tijdens het

proefsleuvenonderzoek zijn restanten van het middeleeuwse kloosterpad tussen Dokkum en Drachten gevonden in de vorm van een leemlaag met meerdere lagen zand en mogelijk een karrenspoor (Dijk 2014). Vervolgens is ter plaatse van het wegtracé een opgraving uitgevoerd (OM 3291835100) waarbij is vastgesteld dat de fundering van de weg bestaat uit keileem dat op het veen is aangebracht. Op enkele plaatsen bevinden zich sporen in de keileemlaag, vermoedelijk karrensporen. Op dit sporenniveau en keileem is zand opgebracht. In dit zand is een opeenvolging van karrensporen waargenomen. Er is geen vondstmateriaal aangetroffen, waarmee de oudste fase kon worden gedateerd (Dijkstra 2017).

2.5.3 Tracéalternatief Burgum oost (Tabel 4 en Bijlage 4b)

Op de grenzen van dit tracéalternatief liggen vier AMK-terreinen. Langs de Dijkstervaart ligt een terp van hoge archeologische waarde waarvan de oostelijke punt binnen het onderzoeksgebied valt (AMK-terrein 9790). De terp is gedeeltelijk afgegraven. Met een booronderzoek is aangetoond dat er een ophogingspakket van ca. een halve meter aanwezig is, dat bestaat uit lichtbruine klei met houtskool en fosfaat. Vondstmateriaal wijst op een datering in de IJzertijd en Late Middeleeuwen. Hier tegenover ligt nog een terp waarvan de westelijke punt binnen het onderzoeksgebied valt (AMK-terrein 406). Op basis van fragmenten kogelpotaardewerk die tijdens een veldkartering in 1967 zijn gevonden, dateert de terp in de 12^{e}-13^{e} eeuw (VM 3025903100). De dikte van de bouwvoor is 30 cm en de archeologische sporen liggen direct onder de bouwvoor. Dit terrein is aangewezen als beschermd Rijksmonument (nr. 45898).

Ca. 10 m ten westen van het onderzoeksgebied ligt de dorpsterp van Morra (AMK-terrein 9802). Binnen de terp zijn archeologische resten te verwachten uit de Vroege Middeleeuwen C tot en met de Nieuwe tijd. Aan de oostzijde van de dorpsterp op de rand van het onderzoeksgebied zijn twee archeologische vondsten gemeld, die in respectievelijk 2007 en 2009 zijn gevonden met een metaaldetector. De ene betreft een koperen gesp uit de Late Middeleeuwen (VM 3239688100) en de andere een koperen fibula uit de Romeinse tijd (VM 3239688100). Verder naar het zuiden ligt aan de oostkant van het onderzoeksgebied de dorpsterp van Jouswier (AMK-terrein 396). Van dit terrein van zeer hoge archeologische waarde ligt de westelijke punt op de grens van het onderzoeksgebied. De terp ligt op een kwelderwal en is gedeeltelijk afgegraven. Op basis van vondsten die zijn aangetroffen dateert de bewoning uit de Late IJzertijd tot en met de Late Middeleeuwen. Er zijn onder andere een benen fluit, een mantelspeld en scherven van kogelpotaardewerk uit de Vroege en Late Middeleeuwen gevonden.

Langs de Alddyk bij Lioessens wordt melding gemaakt van een drenkplaats/dobbe die binnen het onderzoeksgebied ligt (VM 4708493100). De datering is niet bekend.

Binnen het tracéalternatief zijn ook nog drie archeologische onderzoeken uitgevoerd. Het onderzoeksgebied kruist tussen de Alddyk en de Boltawei het gasleidingtracé Anjum-Moddergat waarvoor in 2005 een booronderzoek is uitgevoerd (OM 2101125100). Tijdens het onderzoek zijn geen indicatoren gevonden, die wijzen op de aanwezigheid van een vindplaats. Er is geen vervolgonderzoek geadviseerd (Marinelli 2015).

Ten zuidoosten van Morra is in 2016 een archeologisch booronderzoek uitgevoerd voor de aanleg van een ovonde in de N361 (OM 4008255100). Bij dit onderzoek is vastgesteld dat de bodem uit een opgebracht en verstoord pakket bestaat. Er zijn geen archeologische indicatoren waargenomen. Op basis hiervan is geen vervolgonderzoek aanbevolen (Boon 2016).

Ter hoogte van de Grienewei te Ee ligt een tracé waarvoor in 2019 een archeologische begeleiding van de werkzaamheden heeft plaatsgevonden (OM 4699268100). De resultaten zijn niet gemeld in het landelijk informatiesysteem Archis of het e-depot.

AMK-terrein	Locatie	Aard terrein/waarde	Datering
9790	Dijkstervaart	Terp van hoge archeologische waarde	IJZ, MEL
406	Dijkstervaart	Terp van zeer hoge archeologische waarde, Rijksmonument	MEL
9802	Morra-dorp	Dorpsterp van hoge archeologische waarde	VMEC-NT
396	Jouswier-dorp, It Heech Hôf	Dorpsterp van zeer hoge archeologische waarde	IJZL - MEL

Onderzoeks-/vondstmelding	Locatie	Type onderzoek	Aard vondstlocatie/resultaten	Datering
VM 3025903100	AMK-terrein 406	Veldkartering in 1967	Fragmenten kogelpotaardewerk in ophogingslaag	MELA
VM 3239688100	Naast AMK-terrein 9802	Metaaldetectie in 2007	Koperen gesp	MEL
VM 3238804100	Naast AMK-terrein 9802	Metaaldetectie in 2009	Koperen fibula	ROM
VM 4708493100	Alddyk Lioessens	Onbekend	Drenkplaats/dobbe	Onbekend
OM 2101125100	Gasleiding Anjum-Moddergat	Booronderzoek in 2005	Geen archeologische indicatoren gevonden → geen vervolg	---
OM 4008255100	N361 Morra	Booronderzoek in 2016	Verstoord bodemprofiel → geen vervolg	---
OM 4699268100	Tracé bij Ee	Begeleiding in 2019	Geen resultaten gemeld	---

Tabel 4: Overzicht van de AMK-terreinen en vondst- en relevante onderzoeksmeldingen binnen of direct naast tracéalternatief Burgum oost (bron: archis.cultureelerfgoed.nl, tenzij anders vermeld).

2.5.4 Stationslocatiealternatief Burgum Swartsenbergsbos (Bijlage 4c)

Binnen deze locatie zijn geen AMK-terreinen aanwezig. Wel is in het oostelijke deel met een metaaldetector in 2004 een zilveren munt gevonden (VM 3238512100). Het betrof een sceatta van het stekelvarkentype die is gedateerd rond 680 – 720 na. Chr. Tot op heden zijn binnen deze locatie geen archeologische onderzoeken uitgevoerd.

2.5.5 Stationslocatiealternatief Burgum Koumarweg (Bijlage 4c)

Binnen deze locatie zijn geen AMK-terreinen aanwezig en zijn ook geen vondstmeldingen bekend. Wel is archeologisch booronderzoek uitgevoerd in verband met de uitbreiding van de haven langs de Kuikhornstervaart dat bestond uit een verkennende (OM 2407111100) en karterende fase (OM 2410935100). Tijdens het verkennend booronderzoek zijn in bepaalde zones binnen het onderzoeksgebied intacte podzolbodems aangetroffen. Voor deze zones is vervolgonderzoek door middel van karterende boringen aanbevolen om eventueel aanwezige vindplaatsen op te sporen (Nijdam 2013). Tijdens het karterend booronderzoek zijn geen aanwijzingen gevonden voor de aanwezigheid van een vuursteenvindplaats (Koeman 2014).

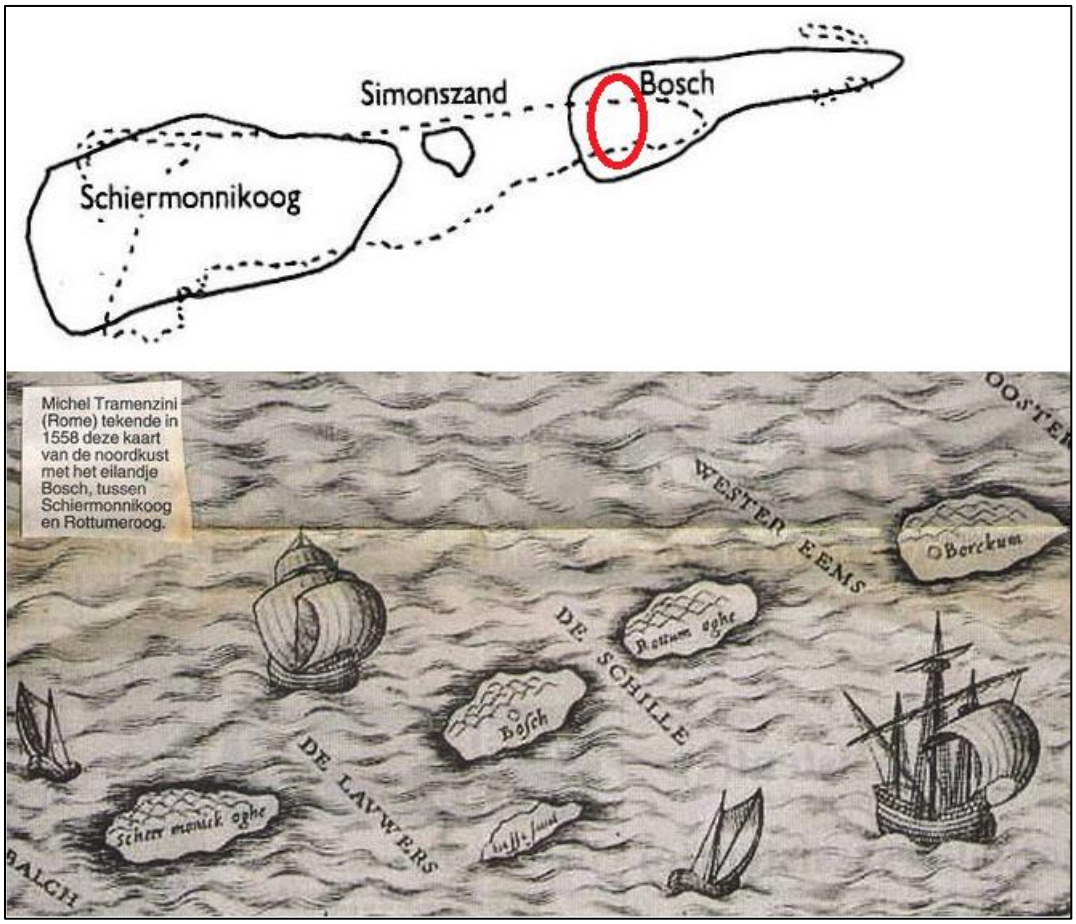
2.5.6 Stationslocatiealternatief Burgum Westkern Kootstertille (Bijlage 4c)

Binnen deze locatie zijn geen AMK-terreinen aanwezig en zijn ook geen vondstmeldingen bekend. Wel is een archeologisch booronderzoek uitgevoerd in verband met de voorgenomen ontwikkeling van bedrijventerrein Westkern (OM 2273981100). Hierbij is vastgesteld dat de bodem bestaat uit een bouwvoor/verstoorde laag meestal op een dunne veenlaag op dekzand. In het dekzand is geen podzolbodem aangetroffen. Vermoedelijk is vanwege de laaggelegen en daarmee natte bodem nooit een podzolbodem gevormd. Door het onderzoeksgebied loopt een noord-zuid georiënteerd zandpad dat mogelijk een middeleeuwse oorsprong heeft. In een perceel direct ten oosten van dit pad, aan de noordzijde van het onderzoeksgebied, zijn in een gebied van circa 50 bij 50 m 10 fragmenten (kogel pot)aardewerk uit de Middeleeuwen gevonden. Mogelijk betreft het een vindplaats uit de Middeleeuwen. Het advies is om een proefsleuvenonderzoek uit te voeren om vast te stellen of een (behoudenswaardige) vindplaats aanwezig is. Deze locatie ligt deels binnen het tracé Kootstertille. Aan de noordzijde van het onderzoeksgebied is een zeer goed geconserveerde pingoruïne aangetroffen. Vanwege deze goede conservering wordt geadviseerd om de pingoruïne niet aan te tasten. Wanneer

dit niet mogelijk is vanwege de plannen zal de pingoruïne bemonsterd moeten worden ten behoeve van paleo-ecologische informatie. Overigens zijn rondom de pingo-ruïne geen aanwijzingen gevonden voor een (vuursteen)vindplaats (Van Hoof 2010). De pingoruïne ligt ten noorden net buiten het onderzoeksgebied. Dit betekent dat een groot deel van dit stationslocatiealternatief al is onderzocht en vrijgegeven. Dit geldt ook voor het oostelijke deel van het tracé Kootstertille met uitzondering van de hiervoor genoemde middeleeuwse vondstlocatie. Ook aan de westkant van het tracé Kooterstille dat aansluit op stationslocatiealternatief Burgum Koumarweg heeft een archeologisch onderzoek plaatsgevonden (OM 2151079100). Hier heeft booronderzoek plaatsgevonden in het kader van natuurontwikkeling langs de Kuikhornstervaart. Tijdens het onderzoek zijn zowel intacte als verstoorde bodemprofielen gevonden. Er zijn geen indicatoren gevonden die wijzen op de aanwezigheid van een vindplaats. Op basis hiervan is geen vervolgonderzoek geadviseerd (Arcadis 2007).

2.5.7 Tracéalternatief Vierverlaten west (Tabel 5 en Bijlage 4d)

In 2006 heeft er heeft onderzoek plaatsgevonden naar het voormalige eiland Bosch dat ter hoogte van oostpunt van het huidige Schiermonnikoog heeft gelegen (Figuur 45). Dit eiland heeft tot in de Late Middeleeuwen voor de kust van Groningen gelegen. Met de Allerheiligenvloed van 1 november 1570 verdween het eiland grotendeels in de golven. De zandplaat zakte langzaam in de zee. Tijdens de Kerstvloed van 1717 verdween het eiland voor altijd. Tijdens het onderzoek is onder de duinen van Schiermonnikoog een potentieel niveau waargenomen op een diepte van 3 à 4 m diepte. Afwijkingen in de bodemopbouw wijzen erop dat op de onderzochte plek vroeger een eiland heeft gelegen (www.schierweb.nl).



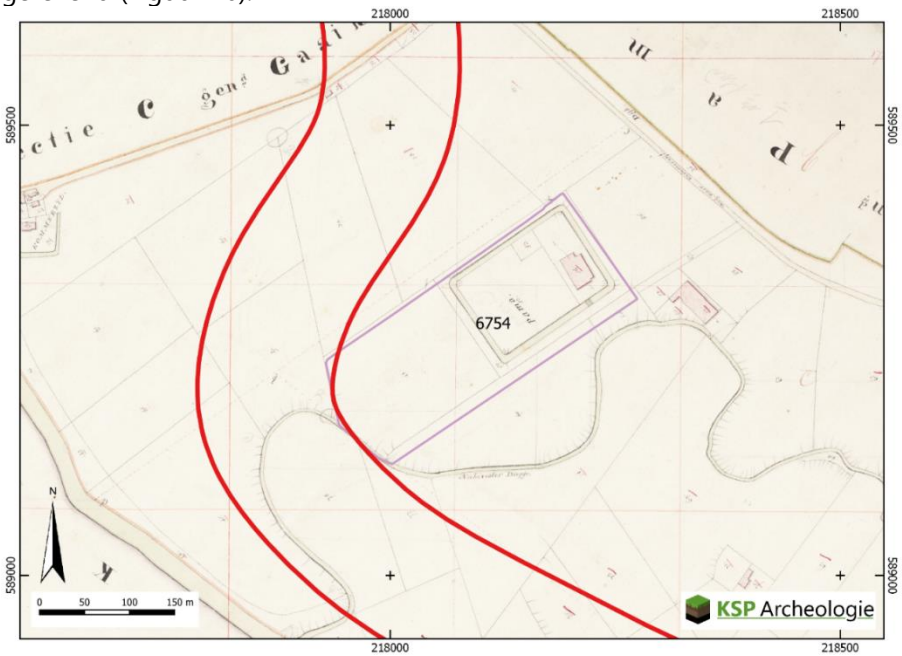
Figuur 45: Reconstructie van de voormalige eilanden ten opzichte van de huidige topografie met daarop de globale locatie van het plangebied NOZ TNW met een rode cirkel (boven) en de voormalige eilanden op historisch kaartmateriaal (onder) (bron: www.schierweb.nl).

Het lijkt erop dat het eiland Bosch nauwelijks bewoond werd. Waarschijnlijk werd het voornamelijk gebruikt om veel te laten grazen. Tot 1570 woonden er wellicht mensen op het eiland. Zo stond er een huisje voor de strandvoogd. Die moest gestrande schepen en goederen bergen. De strandvoogd was aangesteld door het klooster van Aduard, de toenmalige eigenaar van het eiland. Tussen 1530 en 1717 had het eiland verschillende eigenaren die er overigens niet zelf woonden. Het eiland is in handen geweest van het klooster van Aduard en verder van verschillende rijke Groningse families en van Karel V. Onderzoek wijst ook op een rol in de piraterij. Het eiland lag aan een drukbevaren handelsroute en met enige regelmaat strandde er een schip, slachtoffer van de elementen of van misleidende strandrovers (www.schierweb.nl).

Binnen of dichtbij dit tracéalternatief liggen zes AMK-terreinen. Op de oostelijke grens van het onderzoeksgebied ligt langs de Breeweelsterweg een laatmiddeleeuwse huiswierde (AMK-terrein 8726). Op het hoogste punt is in 1970 net onder de bouwvoor een vloer van secundair gebruikte kloostermoppen gevonden. Verder richting het zuiden ligt langs dezelfde weg op de westgrens van het onderzoeksgebied nog een huisterp uit de Late Middeleeuwen en Nieuwe tijd (AMK-terrein 5754). In 1972 was de locatie herkenbaar als twee flauwe verhogingen, waarop veel puin en scherven lagen. Het huiserf is in de 17^{e} – 18^{e} eeuw verlaten. Nog weer verder richting het zuiden ligt nog een laatmiddeleeuwse huiswierde langs de Breeweelsterweg, maar dan op 20 m ten oosten van het onderzoeksgebied (AMK-terrein 7239). De huidige boerderij dateert uit de 18^{e} – vroeg 19^{e} eeuw.

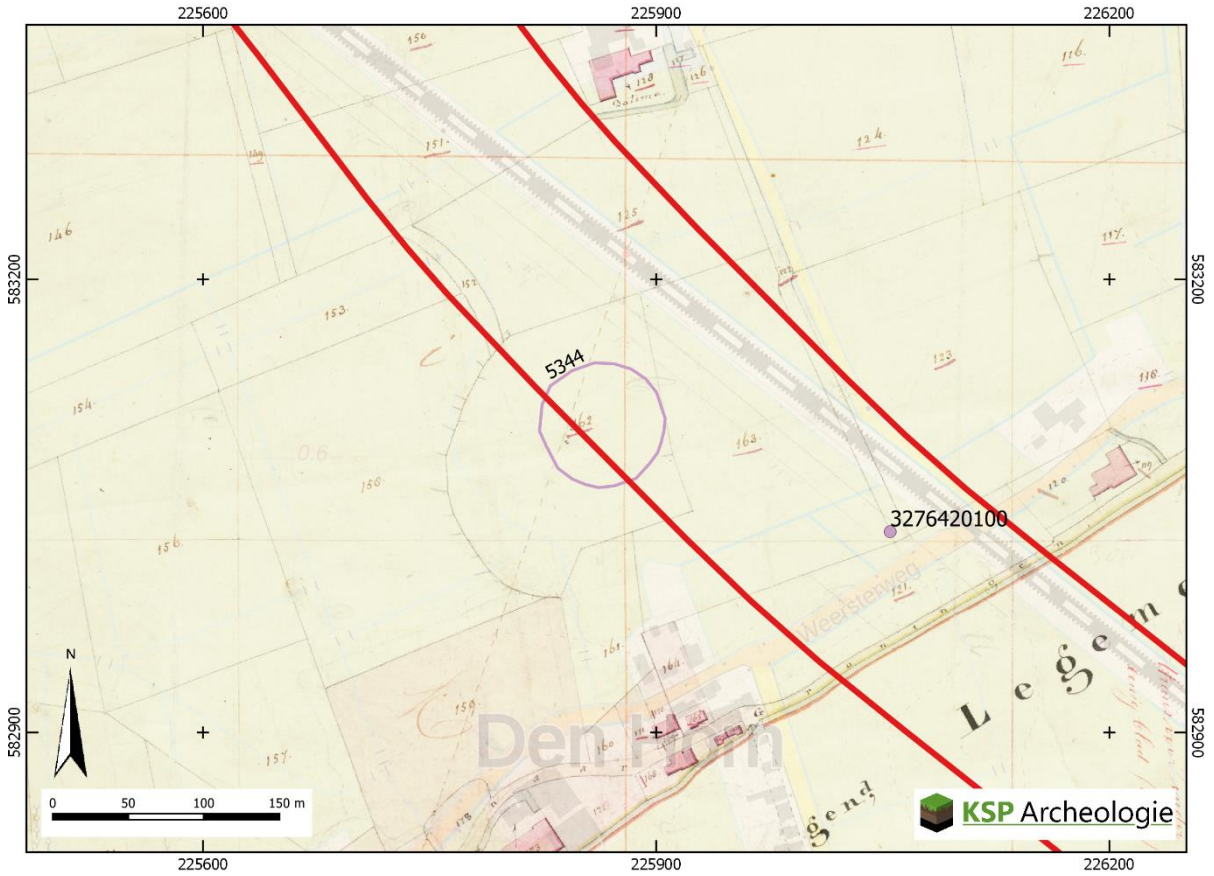
Aan de Houwerzijlstervaart ter hoogte van Vliedorp ligt een wierde op ca. 20 m ten westen van het onderzoeksgebied (AMK-terrein 5189). Tot ca. 1690 stond op deze wierde een kerk en daarnaast aan de noordzijde de pastorie. Aan de noordwestzijde is de wierde voor ongeveer de helft afgegraven. Bij inspectie in 1971 werden nog kloostermoppen waargenomen.

Ter hoogte van Kommerzijl ligt aan de oostgrens van het onderzoeksgebied het borgterrein Pama (AMK-terrein). Het betreft een rechthoekig terrein dat oorspronkelijk werd omgracht en omsingeld. De gracht en singel zijn verdwenen, het erf is geëgaliseerd met diepploegen. De oude boerderij is afgebroken en iets zuidelijker herbouwd. Bij boringen in 1975 werden geen duidelijke bewoningslagen onderscheiden. Volgens de kadastrale minuut uit het begin van de 19^{e} eeuw ligt het omgrachte borgterrein op ca. 70 m ten oosten van het onderzoeksgebied, maar ook het tussenliggende perceel wordt tot het AMK-terrein gerekend (Figuur 46).



Figuur 46: Tracéalternatief Vierverlaten west ter hoogte van de borg Pama op de kadastrale minuut uit het begin van de 19e eeuw (bron: http://beeldbank.cultureelerfgoed.nl).

Ten noorden van Den Horn ligt een laatmiddeleeuwse huiswierde die grotendeels binnen het onderzoeksgebied ligt (AMK-terrein 5344). De huiswierde is deels afgegraven, maar duidelijk herkenbaar door een opvallende ovale perceelsgrens aan de westzijde (Figuur 47). Ca. 160 m ten zuidoosten van het AMK-terrein zijn binnen het onderzoeksgebied twintig fragmenten aardewerk gevonden in 2010 bij de aanleg van een rioolbuis (VM 3276420100). Dit is een aanwijzing dat ook hier een huiswierde in de bodem ligt. Een andere verklaring is dat hier grond van de nabijgelegen wierde is opgebracht, waardoor archeologisch materiaal is verplaatst.



Figuur 47: AMK-terrein 5344 binnen tracéalternatief Vierverlaten west op de kadastrale minuut uit het begin van de 19e eeuw (bron: http://beeldbank.cultureelerfgoed.nl).

Binnen dit tracéalternatief is voor vijf projecten archeologisch onderzoek uitgevoerd. In het kader van de wegomlegging N355 van Zuidhorn naar Noordhorn is in 2009 een archeologische bureauonderzoek (OM 2237814100) en booronderzoek (OM 2241207100) uitgevoerd. De resultaten van dit onderzoek zijn niet gemeld in het landelijk informatiesysteem Archis en het e-depot. Iets ten zuiden daarvan was al eerder in 2006 een archeologisch booronderzoek uitgevoerd ten behoeve van een korte omlegging van de N355. Bij dit onderzoek is een 40 cm dikke bouwvoor aangeboord op keizand dat is ingeploegd. Vermoedelijk is het pleistocene oppervlak geërodeerd vanuit zee. Er zijn geen archeologische indicatoren gevonden. Op basis van deze resultaten is het traject voor het wegcunet vrijgegeven (Buitenhuis 2006).

Vanwege de aanleg van een fietspad aan de zuidkant van de N355 is in 2008 een bureauonderzoek (OM 2181032100) en booronderzoek (OM 2181040100) uitgevoerd. Binnen het onderzoeksgebied NOZ TNW zijn geen potentiële archeologische lagen of vondsten gedaan (Buitenhuis 2008).

In verband met de verbreding van de spoorlijn Leeuwarden – Groningen is archeologisch onderzoek uitgevoerd. Op basis van het bureauonderzoek (OM 2339997100 en 2402632100) is aanvullend

onderzoek door middel van boringen aanbevolen. Van dit booronderzoek (OM 2415260100) zijn geen resultaten beschikbaar in het landelijk informatiesysteem Archis of het e-depot, maar uit de gemelde onderzoeken is op te maken dat op een aantal locaties een archeologische begeleiding heeft plaatsgevonden van de werkzaamheden (OM 4659220100) of een opgraving (OM 4735725100). Dit betekent dat de tussenliggende trajectdelen op basis van het bureau- en booronderzoek zijn vrijgegeven. Er zijn geen resultaten gemeld van de begeleidingen en opgravingen.

In verband met de aanleg van een 380 KV leiding is in 2012 een bureauonderzoek uitgevoerd (OM 2384205100). Ter hoogte van het onderzoeksgebied betreft dit een zone van ruim 300 m breed bij de aansluiting op het stationslocatiealternatief Vierverlaten Westpoort. De resultaten van dit onderzoek zijn niet gemeld in Archis of het e-depot.

AMK-terrein	**Locatie**	**Aard terrein/waarde**	**Datering**
8726	Hornhuizen-Zuid, Breeweelsterweg	Huistwierde van hoge archeologische waarde	MEL
5754	Toren of Breeweelsterweg	Huiswierde van hoge archeologische waarde	MEL-NT
7239	Toren of Breeweelsterweg	Huiswierde van hoge archeologische waarde	MEL-NT
5189	Houwerzijlstervaart, Vliedorp	Kerkwierde van zeer hoge archeologische waarde	MEL-NT
6754	Oudebosch, Pama	Borg van hoge archeologische waarde	NT
5344	Den Horn-Noord	Huiswierde van hoge archeologische waarde	MEL

Onderzoeks-/vondstmelding	**Locatie**	**Type onderzoek**	**Aard vondstlocatie/resultaten**	**Datering**
VM 3276420100	Den Horn	Waarneming tijdens aanleg rioolbuis in 2010	20 fragmenten aardewerk	MEL
OM 2237814100	N355 Noordhorn - Zuidhorn	Bureauonderzoek in 2009	Geen resultaten gemeld	---
OM 2241207100		Booronderzoek in 2009		
OM 2128820100	N355 Zuidhorn	Booronderzoek in 2006	Geen indicatoren gevonden → geen vervolg	---
OM 2181032100	Fietspad Rijksweg N355	Bureauonderzoek in 2008	Vervolg d.m.v. boringen vanwege hoge verwachting	---
OM 2181040100		Booronderzoek in 2008	Geen indicatoren, potentiële lagen ter plaatse van het onderzoeksgebied NOZ TNW	---
OM 2339997100	Spoorlijn Leeuwarden – Groningen	Bureauonderzoek in 2011	Vervolg d.m.v. boringen vanwege hoge verwachting	---
OM 2402632100		Bureauonderzoek in 2013	Geen resultaten gemeld	---
OM 2415260100		Booronderzoek in 2013	Geen resultaten gemeld	---
OM 4659220100		Begeleiding in 2019	Geen resultaten gemeld	---
OM 4735725100		Opgraving in 2019	Geen resultaten gemeld	---
OM 2384205100	380 kV	Bureauonderzoek in 2012	Geen resultaten gemeld	---

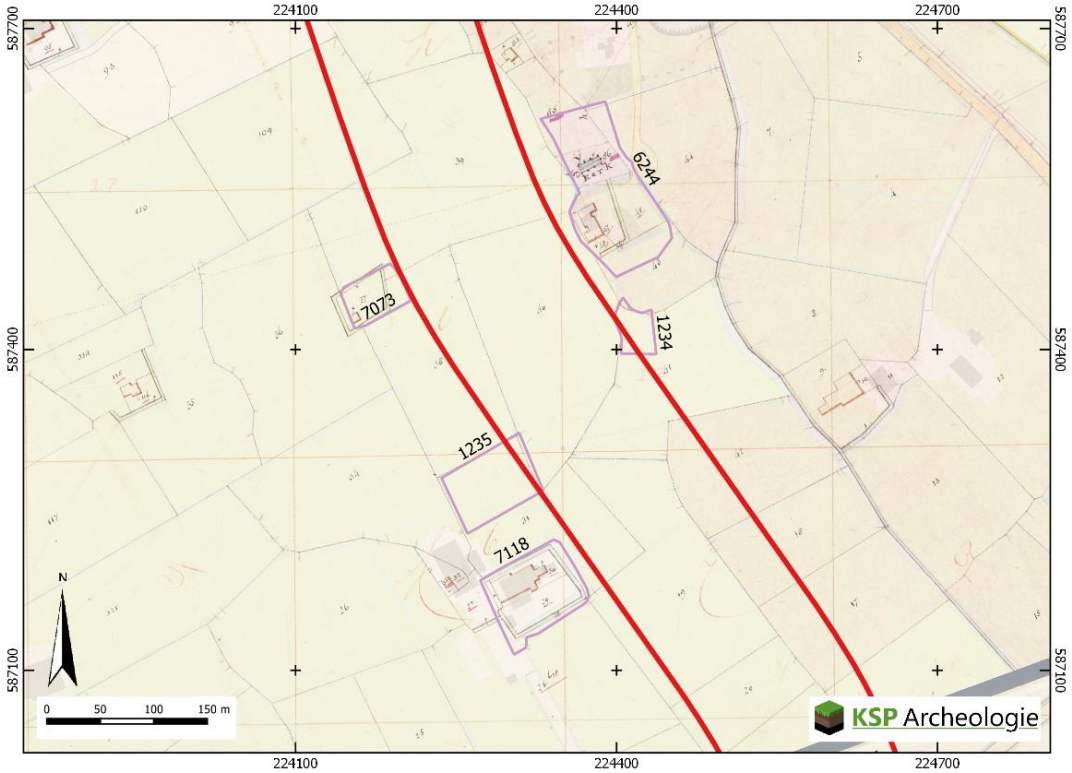
Tabel 5: Overzicht van de AMK-terreinen en vondst- en onderzoeksmeldingen binnen of direct naast tracéalternatief Vierverlaten west (bron: archis.cultureelerfgoed.nl, tenzij anders vermeld).

2.5.8 Tracéalternatief Vierverlaten midden (Tabel 6 en Bijlage 4d)

Binnen of dichtbij dit tracéalternatief liggen twaalf AMK-terreinen. Langs de Jensemaweg ligt een huiswierde (AMK-terrein 6322 waarvan de noordwestelijke hoek binnen het onderzoeksgebied valt. De wierde wordt omgeven door een min of meer ronde sloot. Vermoedelijk is het terrein oorspronkelijk groter geweest in zuidoostelijke richting.

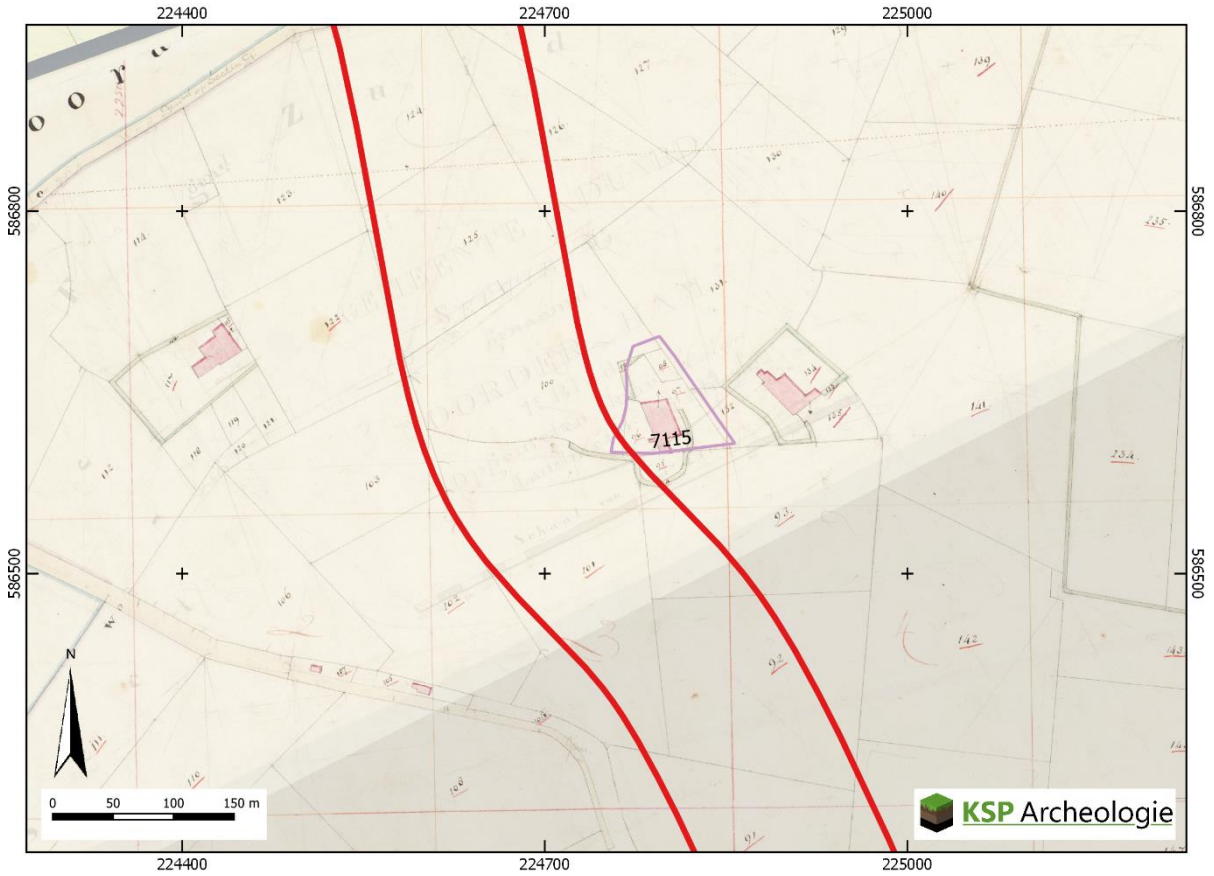
Ca. 20 m ten westen van het onderzoeksgebied ligt aan de Sietse Veldstraweg 31 (Den Ham) een middeleeuwse, omgrachte huiswierde (AMK-terrein 6275).

Ca. 15 m ten oosten van het onderzoeksgebied ligt aan Ds Koppiusweg 46 (Den Ham) een kerkwierde met kerkhof en mogelijk een inheems Romeins grafveld (AMK-terrein 6244). Het kerkterrein had oorspronkelijk een gracht (Figuur 48), maar de noordgracht is in 1924 bij de uitbreiding van het kerkhof gedempt en verlegd naar het noorden. Het mogelijke grafveld wordt vermeld in een bericht uit 1850 als 'begraafplaats met urnen'. Ook zijn van de wierde twee Romeinse munten bekend. Ca. 20 meter naar het zuiden ligt nog een laatmiddeleeuwse huiswierde (AMK-terrein 1234) waarvan de zuidwestelijke punt binnen het onderzoeksgebied valt. Het terrein ligt op de oever langs de Hamstertocht en er zijn fragmenten kogelpotaardewerk gevonden. Dit terrein is aangemerkt als beschermd rijksmonument (nummer 45042). Het woonerf staat niet meer op de kadastrale minuut uit het begin van de 19e eeuw aangegeven. Aan de overkant ligt aan de westgrens van het onderzoeksgebied nog een middeleeuwse huiswierde (AMK-terrein 7073). Ook deze was omgracht, zoals is te zien op de kadastrale minuut uit het begin van de 19e eeuw (Figuur 48). Op basis van de topografische kaarten is het erf in de jaren '60 van de 20e eeuw verdwenen (www.topotijdreis.nl). Iets zuidelijker ligt een laatmiddeleeuwse huiswierde op een kwelderrug waarvan de oostelijke rand binnen het onderzoeksgebied ligt. Ook deze locatie is aangemerkt als beschermd rijksmonument (nummer 45043). Bij de wierde hoorde ook een begraafplaats, want Van Giffen zou aan de noordkant een opgraving hebben uitgevoerd waarbij hij skeletten heeft gevonden (VM 3198280100). De bebouwing is echter al lange tijd geleden verdwenen, want op kaartmateriaal uit het begin van de 19e eeuw staat geen huis aangegeven. Ca. 40 m zuidelijker ligt de laatste van het rijtje omgrachte, laatmiddeleeuwse huiswierden die dicht langs de westgrens van het onderzoeksgebied ligt (AMK-terrein 7118). Deze locatie is nog steeds bewoond op het adres Lageweg 2 (Den Ham), maar de westgracht is tegenwoordig gedempt.



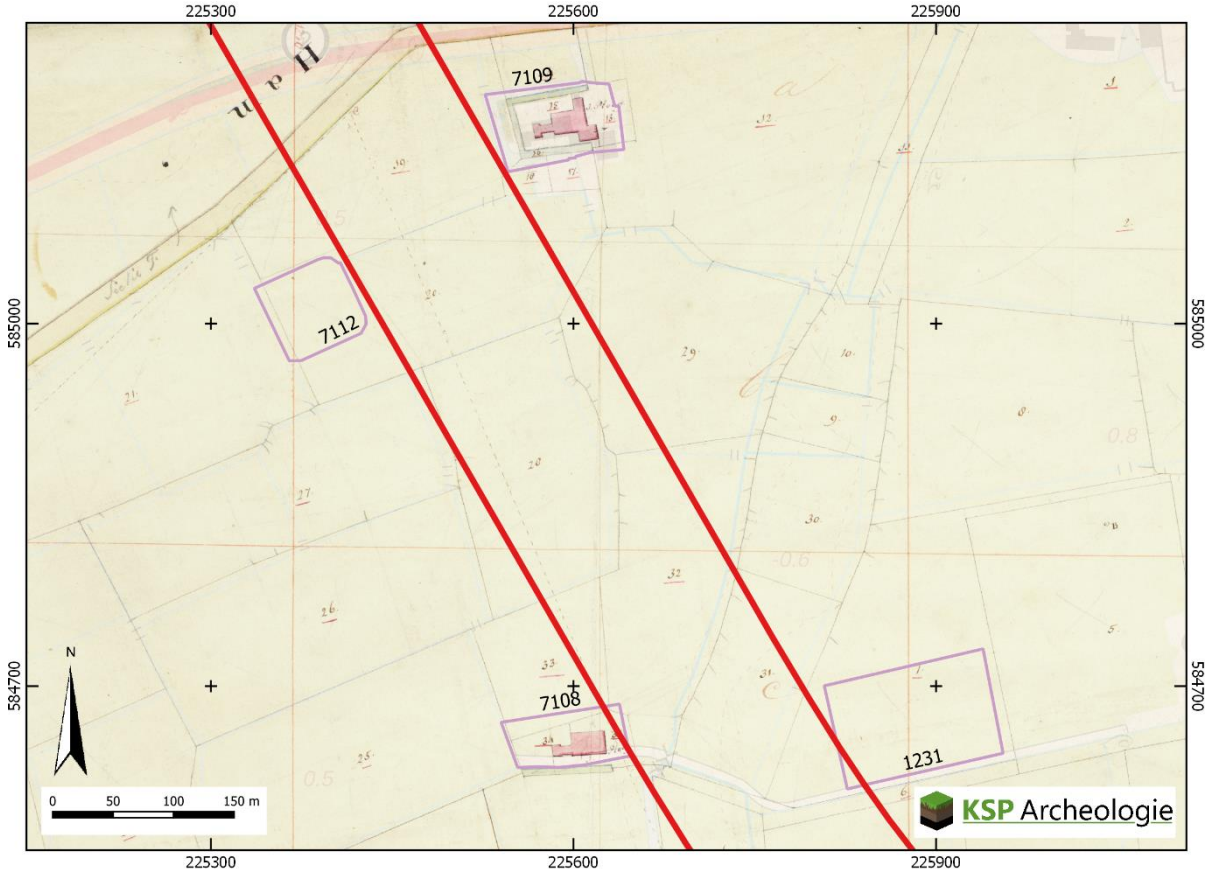
Figuur 48: Tracéalternatief Vierverlaten midden op de kadastrale minuut uit het begin van de 19e eeuw ten zuiden van Den Ham met daarop aangegeven de AMK-terreinen (bron: http://beeldbank.cultureelerfgoed.nl).

Ten zuiden van de Lageweg liggen nog drie huiswierdes, waarvan de westelijke punt van één wierde binnen het onderzoeksgebied ligt. De wierde werd omsloten door gebogen zuidoost- en zuidgracht. Op basis van de kadastrale minuut beslaat de wierde een groter oppervlak dan is aangegeven op de AMK (Figuur 49).



Figuur 49: Tracéalternatief Vierverlaten midden op de kadastrale minuut uit het begin van de 19e eeuw ten zuiden van de Lageweg te Den Ham met daarop aangegeven AMK-terrein 7115 (bron: http://beeldbank.cultureelerfgoed.nl).

Aan de Friesestraatweg 15 te Aduard ligt een huiswierde (AMK-terrein 7109). Het AMK-terrein grenst aan de oostzijde van het onderzoeksgebied. De datering ligt in de IJzertijd – Late Middeleeuwen. Aan de noord-, west- en zuidzijde zijn grachten aanwezig, zoals die tegenwoordig nog steeds zichtbaar zijn (Figuur 50). Aan de westzijde van het onderzoeksgebied ligt nog een middeleeuwse huiswierde (AMK-terrein 7112). Op de kadastrale minuut uit het begin van de 19e eeuw is hier al geen erf meer aangegeven (Figuur 50), maar op de locatie is wel een verhoging zichtbaar met sporen baksteen. Ca. 350 m zuidelijker ligt nog een huiswierde (AMK-terrein 7108). Op de kadastrale kaart is nog een gracht zichtbaar aan de zuidkant. De bebouwing is in de jaren '60 van de 20e eeuw gesloopt. Tegenover deze huiswierde heeft aan de oostkant van het onderzoeksgebied een huiswierde gelegen (AMK-terrein 1231). Deze huiswierde heeft een beschermde status (Rijksmonumentnummer 45039). Op de kadastrale kaart uit het begin van de 19e eeuw is al geen bewoningslocatie meer zichtbaar, maar archeologisch onderzoek heeft aangetoond dat een huiswierde aanwezig is geweest (VM 3199000100).



Figuur 50: De vier huiswierdes en AMK-terreinen bij Aduard bij tracéalternatief Vierverlaten midden op de kadastrale minuut uit het begin van de 19e eeuw (bron: http://beeldbank.cultureelerfgoed.nl).

Binnen dit tracéalternatief zijn geen archeologische vondstmeldingen bekend. Wel is voor vijf projecten archeologisch onderzoek uitgevoerd. In verband met de herinrichting en egalisatie van enkele kavels aan de Dijkstilsterweg in Leens waarbij ook een betonpad wordt aangelegd, is een archeologisch bureauonderzoek uitgevoerd (OM 2244001100). De conclusie is dat het een hoog verwachtingsgebied betreft. Daarom is aanbevolen na afloop van het graven van de sloten die het betonpad flankeren, een archeologische inspectie te laten plaatsvinden. Dit betonpad loopt deels door het onderzoeksgebied NOZ TNW. Verder wordt aanbevolen de kruinige percelen niet te egaliseren en in de huidige staat te behouden, omdat een dergelijk reliëf kenmerkend is voor het oude cultuurlandschap in Noord-Groningen. Bovendien bestaat er bij egalisatiewerkzaamheden een kans op aantasting van archeologische resten (De Jong 2009). Op een actuele luchtfoto zijn geen betonpad en sloten te zien, dus waarschijnlijk heeft ook geen archeologisch onderzoek/inspectie plaatsgevonden.

Bij Warfhuizen is een booronderzoek uitgevoerd voor de aanleg van een gasleiding van Leens-Saaksum (OM 2013727100). Van dit onderzoek zijn geen resultaten gemeld in Archis of het e-depot.

Ten oosten van Saaksum kruist het gasleidingtracé Oldehove-Ezinge het onderzoeksgebied. In eerste instantie is een bureauonderzoek uitgevoerd (OM 2468957100) waarvoor een aantal zones vervolgonderzoek door middel van boringen is geadviseerd. Het onderzoeksgebied NOZ TNW valt binnen een zone waar vervolgonderzoek is geadviseerd. Tijdens het booronderzoek (OM 2484792100) zijn op twee plaatsen mogelijke archeologische lagen aangetroffen, waarvoor een archeologische begeleiding is geadviseerd. De rest van het tracé is vrijgeven, waaronder ook het deel dat binnen het onderzoeksgebied NOZ TNW ligt (Beckers & Tolsma 2015).

Vanwege de aanleg van een sloot aan de zuidkant van de N355 is in 2008 een bureauonderzoek (OM 2181032100) en booronderzoek (OM 2181040100) uitgevoerd. Binnen het onderzoeksgebied NOZ TNW zijn geen potentiële archeologische lagen of vondsten gedaan (Buitenhuis 2008).

Zoals bij tracéalternatief Vierverlaten west al is vermeld, is in verband met de aanleg van een 380 KV leiding een bureauonderzoek uitgevoerd (OM 2384205100). Ter hoogte van het onderzoeksgebied NOZ TNW betreft dit een zone van ruim 500 m breed bij de aansluiting op het stationslocatiealternatief Vierverlaten Westpoort. De resultaten van dit onderzoek zijn niet gemeld in Archis of het e-depot.

AMK-terrein	Locatie	Aard terrein/waarde	Datering
6322	Jensemaweg	Huiswierde van hoge archeologische waarde	MEL
6275	Sietse Veldstraweg	Huiswierde van archeologische waarde	MEL
6244	Den Ham-Zuid	Kerkwierde Grafveld	MEL IJZ-ROM
1234	Noorderham	Huiswierde van zeer hoge archeologische waarde	MEL
7073	Noorderham	Huiswierde van hoge archeologische waarde	ME
1235	Noorderham	Huiswierde van zeer hoge archeologische waarde Grafveld	MEL
7118	Noorderham	Huiswierde van hoge archeologische waarde	MEL
7115	Noorderham	Huiswierde van hoge archeologische waarde	ME
7109	Quatre Bras-West	Huiswierde van hoge archeologische waarde	IJZ-MEL
7112	Hoogemeeden-Noord	Huiswierde van hoge archeologische waarde	ME
7108	Hoogemeeden-West	Huiswierde van hoge archeologische waarde	ME
1231	Hoogmeden	Huiswierde van zeer hoge archeologische waarde	ME

Onderzoeks-/vondstmelding	Locatie	Type onderzoek	Aard vondstlocatie/resultaten	Datering
VM 3198280100	AMK-terrein 1235	Onbekend	Ophogingslaag van een wierde	VME-NT
VM 3199000100	AMK-terrein 1231	Boringen in 2005	Ophogingslaag van een wierde, gracht	ME
OM 2244001100	Dijkstilsterweg Leens	Bureauonderzoek in 2009	Hoge verwachting → vervolg d.m.v. begeleiding	---
OM 2013727100	Gasleiding Leens-Saaksum	Booronderzoek in 2001	Geen resultaten gemeld	---
OM 2468957100	Gasleiding Oldehove-Ezinge	Bureauonderzoek in 2015	Vervolg d.m.v. boringen voor diverse zones, waaronder in het onderzoeksgebied NOZ TNW	---
OM 2484792100		Booronderzoek in 2015	Geen vindplaats binnen het onderzoeksgebied NOZ TNW	---
OM 2181032100	Sloot Rijksweg N355	Bureauonderzoek in 2008	Vervolg d.m.v. boringen vanwege hoge verwachting	---
OM 2181040100		Booronderzoek in 2008	Geen indicatoren, potentiële lagen ter plaatse van het onderzoeksgebied NOZ TNW	---
OM 2384205100	380 kV	Bureauonderzoek in 2012	Geen resultaten gemeld	---

Tabel 6: Overzicht van de AMK-terreinen en vondst- en onderzoeksmeldingen binnen of direct naast tracéalternatief Vierverlaten midden (bron: archis.cultureelerfgoed.nl, tenzij anders vermeld).

2.5.9 Tracéalternatief Vierverlaten oost (Tabel 7 en Bijlage 4d)

Binnen of dichtbij dit tracéalternatief liggen zes AMK-terreinen. Aan de noordzijde van het Winsumerdiep heeft een wierde gelegen aan de oostzijde net buiten het onderzoeksgebied (AMK-terrein 6373). Op deze locatie was een dubbelwierde aanwezig waarop vroeger een steenhuis stond en

later een voorwerk bij het Klooster Aduard. De wierde is grotendeels afgegraven, maar is nog een ophogingslaag aanwezig met resten puin en sporen houtskool.

Aan de westkant van het onderzoeksgebied liggen twee AMK-terreinen langs de Antumerweg. De noordelijke wierde betreft de oorspronkelijke dorpswierde van Antum (AMK-terrein 5334). In het begin van de 20e eeuw zijn grote delen van de terp afgegraven, waarbij een opvallend rijk ruitergraf uit de 8e en 9e eeuw is gevonden. Boringen tonen aan dat op 2,1 m nog archeologische lagen aanwezig zijn met daarin enkele tientallen fragmenten aardewerk uit de Romeinse tijd en Middeleeuwen. De wierde had oorspronkelijk een ringsloot, waarvan de westelijke helft nog intact is. Richting het zuiden aan de Antumerweg 1 (Garnwerd) ligt een huisterp (AMK-terrein 6288), waar een vrij nieuwe woning staat uit 1993. Met boringen is vastgesteld dat de wierdeophoging tussen 0,4 en 1,5 m diepte aanwezig is waarbij drie middeleeuwse fragmenten aardewerk zijn gevonden. Oorspronkelijk was het terrein geheel omgracht, maar het noordelijke deel is gedempt.

Aan de Oostumerweg (Garnwerd) heeft aan de oostzijde van het onderzoeksgebied een huiswierde gelegen (AMK-terrein 6281). Ruim 800 m zuidelijker ligt aan de westzijde van het onderzoeksgebied een terrein waar oudere bewoningssporen zijn gevonden (AMK-terrein 5335). Met boringen is aangetoond dat de ophogingslagen tot 1,5 m diepte reiken en daarbij werden ook twee fragmenten inheems Romeins aardwerk verzameld. Ca. 550 m verder naar het zuiden ligt een huiswierde waar tot 1890 een boerderij stond. De oostelijke gracht is gedempt.

Binnen dit tracéalternatief zijn geen archeologische vondstmeldingen bekend, maar zijn wel voor acht projecten onderzoeken uitgevoerd. Voor de aanleg van fietspad van Baflo naar Mensingeweer langs de N361 is een archeologisch booronderzoek uitgevoerd (OM 2367066100). Op basis van de boringen is het grootste deel van het onderzoeksgebied vrijgegeven, maar voor één traject wordt vervolgonderzoek aanbevolen in de vorm van een begeleiding in verband met de verwachting op wierdelagen en daarmee samenhangende hoge verwachting (Holl & Zandboer 2012). Dit traject ligt niet in het onderzoeksgebied NOZ TNW.

Het onderzoeksgebied NOZ TNW kruist het onderzoeksgebied voor de aanleg van een gasleiding tussen Ranum en Saaksum. Hier is een booronderzoek uitgevoerd (OM 2194163100) waar in een zone van ca. 200 m lengte een terpvoet van een bekend AMK-terrein is aangetroffen. In de rest van het onderzoeksgebied zijn geen archeologische indicatoren gevonden, hier is geen nader onderzoek nodig. Ook het tracédeel binnen het onderzoeksgebied NOZ TNW is vrijgegeven (Kaptein 2009).

In verband met de voorgenomen aanpassingen aan de oever van het Winsumerdiep is een bureauonderzoek uitgevoerd (OM 2480571100), Het advies is om enkele proefsleuven te graven om de hoogte van het middeleeuwse dijklichaam vast te stellen en daarmee te bepalen of deze al dan niet door de ingrepen wordt aangetast. Verder wordt geadviseerd om de graafwerkzaamheden ter plaatse van de oude bruggen te begeleiden. Het onderzoeksgebied NOZ TNW ligt ter plaatse van een deel waar vervolgens een proefsleuvenonderzoek is uitgevoerd (OM 3978108100). Op deze oever zijn geen restanten van een dijklichaam aangetroffen, er is dan ook geen vervolgonderzoek aanbevolen. Vermoedelijk bevindt de middeleeuwse dijk zich onder de huidige dijk (Maassen 2015).

Net als bij de twee andere tracéalternatieven van Vierverlaten, kruist ook tracéalternatief oost het 380 KV leiding waarvoor een bureauonderzoek is uitgevoerd (OM 2384205100). Dit is ter hoogte van de Oostumerweg te Aduard over een breedte van ruim 300 m. De resultaten van dit onderzoek zijn niet gemeld in Archis of het e-depot, maar in 2019 is wel de uitvoering van een booronderzoek gemeld (OM 4718545100). Dit onderzoek is nog niet afgerond, dus er zijn ook nog geen resultaten beschikbaar.

Op een perceel langs de Gaaikemadijk kwamen tijdens ontgrondingswerkzaamheden veel fragmenten aardewerk tevoorschijn. Daarom is een archeologische begeleiding uitgevoerd (OM 2382123100). In Archis staat geen informatie over de aard en datering van de vondsten.

Het onderzoeksgebied kruist het tracé voor de aanleg van een fietspad langs de N355. Voor dit project is in eerste instantie een bureauonderzoek uitgevoerd (OM 2181032100). Vervolgens is een booronderzoek uitgevoerd, waarbij het tracédeel ter hoogte van het onderzoeksgebied NOZ TNW is vrijgegeven, omdat geen potentiële archeologische lagen of vondsten zijn gedaan (Buitenhuis 2008).

Aan de noordzijde van de Jonge Heldtocht is een archeologische begeleiding uitgevoerd bij de aanleg van natuurvriendelijke oevers (OM 4006943100). Tijdens het onderzoek zijn geen grondsporen of structuren gevonden (Hielkema 2016).

Ter hoogte van de Aduarderdiepsterweg is in 2019 een onderzoeksgebied aangemeld voor de uitvoering van een booronderzoek (OM 4718512100). Dit onderzoeksgebied kruist het tracéalternatief Vierverlaten oost, maar er zijn nog geen resultaten bekend, omdat het onderzoek nog niet is afgerond.

AMK-terrein	**Locatie**	**Aard terrein/waarde**	**Datering**
6373	Winsumerdiep-Noord, Luttekehuizen	Wierde van hoge archeologische waarde	ME
5334	Antumerweg	Noordelijke deel van de dorpswierde van zeer hoge archeologische waarde	IJZ-NT
6288	Antumerweg	Huiswierde van hoge archeologische waarde	ME
6281	Oosterumerweg-West	Huiswierde van hoge archeologische waarde	ME
5335	Oostum-Zuidwest	Huiswierde van hoge archeologische waarde	IJZ-ROM
6284	Wierumerschouw, Dageraad-West	Huiswierde van hoge archeologische waarde	ME

Onderzoeks-/vondstmelding	**Locatie**	**Type onderzoek**	**Aard vondstlocatie/resultaten**	**Datering**
OM 2367066100	N361 Fietspad Baflo – Mensingeweer	Booronderzoek in 2012	Geen vervolgonderzoek t.p.v. het onderzoeksgebied NOZ TNW	---
OM 2194163100	Gasleiding Ranum – Saaksum	Booronderzoek in 2008	Geen vervolgonderzoek t.p.v. het plangebied	---
OM 2480571100	Oever Reitdiep	Bureauonderzoek in 2015	Vervolg d.m.v. proefsleuven om de opbouw van de middeleeuwse dijk vast te stellen en begeleiding t.p.v. de oude bruggen	---
OM 3978108100		Proefsleuven in 2015	Geen middeleeuws dijklichaam t.p.v. de onderzochte zone in het onderzoeksgebied NOZ TNW	---
OM 2384205100	380 kV	Bureauonderzoek in 2012	Geen resultaten gemeld	---
OM 4718545100		Booronderzoek in 2019	Nog in uitvoering	---
OM 2382123100	Gaaikemadijk Aduard	Onderzoek tijdens ontgronding in 2015	Veel fragmenten aardewerk	Onbekend
OM 2181032100	N355 Fietspad	Bureauonderzoek in 2008	Vervolg d.m.v. boringen vanwege hoge verwachting	---
OM 2181040100		Booronderzoek in 2008	Geen vervolg t.p.v. de onderzochte zone in het onderzoeksgebied NOZ TNW	---
OM 4006943100	Jonge Heldtocht	Begeleiding in 2016	Geen vindplaats aangetroffen	---
OM 4718512100	Aduarderdiepsterweg	Booronderzoek in 2019	Onderzoek loopt nog	---

Tabel 7: Overzicht van de AMK-terreinen en relevante onderzoeksmeldingen binnen of direct naast tracéalternatief Vierverlaten oost (bron: archis.cultureelerfgoed.nl, tenzij anders vermeld).

2.5.10 Stationslocatiealternatief Vierverlaten Westpoort (Tabel 8 en Bijlage 4e)

Binnen deze locatie zijn geen AMK-terreinen aanwezig en ook geen archeologische vondstmeldingen bekend. Wel zijn voor vijf projecten archeologische onderzoeken uitgevoerd.

Binnen dit stationslocatiealternatief valt ook een deel van het hiervoor genoemde onderzoek aan de Aduarderdiepsterweg waarvan nog geen resultaten bekend zijn (OM 4718512100).

Het tracé van de spoorlijn Leeuwarden – Groningen dat tracéalternatief Vierverlaten west kruist, loopt verder in dit stationslocatiealternatief. Op basis van het bureauonderzoek (OM 2339997100 en 2402632100) is aanvullend onderzoek door middel van boringen aanbevolen. Van dit booronderzoek (OM 2415260100) zijn geen resultaten beschikbaar in het landelijk informatiesysteem Archis of het e-depot, maar uit de gemelde onderzoeken is op te maken dat op een aantal locaties een archeologische begeleiding heeft plaatsgevonden van de werkzaamheden of een opgraving. Ter plaatse van het stationslocatiealternatief hebben geen begeleidingen of opgravingen plaatsgevonden, dus dit trajectdeel is vrijgegeven op basis van het bureau- en booronderzoek.

In verband met de aanleg van een 380 KV leiding is in 2012 een bureauonderzoek uitgevoerd (OM 2384205100). Het westelijke deel van het stationslocatiealternatief valt binnen het onderzoeksgebied. De resultaten van dit onderzoek zijn niet gemeld in Archis of het e-depot.

Met het oog op de uitbreiding van het hoogspanningsstation Vierverlaten is een terrein ten noorden van het bestaande station onderzocht door middel van boringen (OM 2459706100). Op veel plaatsen binnen het terrein is een intact bodemprofiel aangetroffen met een begraven bodemhorizont (zogenaamde woudlaag). Op basis hiervan is geadviseerd om een proefsleuvenonderzoek uit te voeren op de plaatsen waar bodemingrepen zijn gepland om vast te stellen of een archeologische vindplaats aanwezig is (Boekema 2015). Vervolgens is in het oostelijke deel van het terrein een proefsleuvenonderzoek uitgevoerd (OM 3978505100). Tijdens het onderzoek is geen archeologische vindplaats aangetroffen (Hekman & Veldhuis 2016).

Onderzoeksmelding	**Locatie**	**Type onderzoek**	**Aard vondstlocatie/resultaten**	**Datering**
OM 4718512100	Aduarderdiepsterweg	Booronderzoek in 2019	Onderzoek loopt nog	---
OM 2339997100	Spoorlijn Leeuwarden – Groningen	Bureauonderzoek in 2011	Vervolg d.m.v. boringen vanwege hoge verwachting	---
OM 2402632100		Bureauonderzoek in 2013	Geen resultaten gemeld	---
OM 2415260100		Booronderzoek in 2013	Geen resultaten gemeld	---
OM 2384205100	380 kV	Bureauonderzoek in 2012	Geen resultaten gemeld	---
OM 2459706100	HS station Vierverlaten	Booronderzoek in 2014	Vervolg d.m.v. proefsleuven ter plaatse van intacte bodem en waar ingrepen zijn gepland	---
OM 3978505100		Proefsleuven in 2015	Geen vindplaats aangetroffen	---
OM 2139845100	Westpoort	Booronderzoek in 2006	Geen vindplaats binnen het onderzoeksgebied NOZ TNW → geen vervolg	---

Tabel 8: Overzicht van de relevante onderzoeksmeldingen binnen stationsalternatief Vierverlaten Westpoort (bron: archis.cultureelerfgoed.nl, tenzij anders vermeld).

In verband met de aanleg van wegen, sloten en een grondberging in het gebied Westpoort zijn twee booronderzoeken uitgevoerd, waarvan de noordelijke rand van één onderzoeksgebied binnen het plangebied NOZ TNW valt (OM 2139845100). Tijdens het onderzoek zijn op twee locaties indicatoren gevonden voor een bewoningsplaats uit de Late Middeleeuwen. Beide vondstlocaties liggen buiten het onderzoeksgebied NOZ TNW (Hekman & Van der Spek 2005 en Bongers 2006).

2.5.11 Tracéalternatieven Eemshaven west en midden

Binnen deze tracéalternatieven zijn geen AMK-terreinen aanwezig en ook geen archeologische vondstmeldingen bekend. Ook zijn er geen archeologische onderzoeken uitgevoerd, waarbij terreindelen zijn vrijgegeven of die relevante informatie hebben opgeleverd.

2.5.12 Stationslocatiealternatieven Eemshaven Middenweg en Waddenweg

Binnen deze locaties zijn geen AMK-terreinen aanwezig en ook geen archeologische vondstmeldingen bekend. Ook zijn er geen archeologische onderzoeken uitgevoerd, waarbij terreindelen zijn vrijgegeven of die relevante informatie hebben opgeleverd.

2.5.13 Friese Archeologische Kaart Extra (FAMKE)

De provincie Fryslân heeft een archeologische verwachtingskaart laten maken om het bodemarchief zo goed mogelijk in kaart te brengen. De aansluitlocatie Burgum valt binnen dit kaartbeeld. De FAMKE is gebaseerd op twee bestaande landelijke kaarten: de Archeologische Monumentenkaart (AMK) en de Indicatieve Kaart Archeologische Waarden (IKAW). Daarnaast houdt de FAMKE rekening met de kans dat de mogelijk aanwezige archeologische resten verstoord zijn. Ook zijn regels opgenomen met betrekking tot de noodzaak van onderzoek die gekoppeld is aan de omvang van de bodemingreep.

De FAMKE bestaat uit twee advieskaarten, één voor de periode Steentijd - Bronstijd (300.000 - 800 v Chr.), en één voor de periode IJzertijd - Middeleeuwen (800 v Chr. - 1500 n Chr.). Voor deze indeling in twee perioden is gekozen omdat de adviezen voor mogelijke vindplaatsen uit de Steentijd vaak verschillen van die voor mogelijke jongere vindplaatsen. Aan de hand van deze kaarten kan worden nagegaan welke onderzoeksinspanning wordt gevraagd op een bepaalde plaats.

<u>Advieskaart Steentijd</u>

Voor het noordelijke deel van aansluitlocatie Burgum is geen onderzoek nodig voor vindplaatsen uit de Steentijd (Bijlage 5 c). De reden hiervoor is dat een lage verwachting geldt voor deze periode vanwege de diepe ligging van het pleistocene oppervlak in de ondergrond of dat dit niveau (grotendeels) is verstoord. Volgens de FAMKE liggen er geen bekende vindplaatsen uit de Steentijd binnen aansluitlocatie Burgum waar gestreefd moet worden naar behoud. Wel valt tracéalternatief Burgum west binnen twee bufferzones van 100 m rondom bekende vindplaatsen uit de Steentijd die op de FAMKE zijn aangegeven en ligt er een vindplaats binnen het stationslocatiealternatief Koumarweg. De aard en intactheid van deze vindplaatsen zijn niet bekend.

Binnen het onderzoeksgebied NOZ TNW komen de volgende onderzoekszones voor:

- Waarderend onderzoek (vuursteenvindplaatsen): onderzoek nodig bij ingrepen groter dan 50 m^2. Dit betreft reeds bekende vuursteenvindplaatsen. Een gedeelte hiervan is mogelijk al verstoord. Het onderzoek moet zich vooral richten op de waarde en de begrenzing van de vindplaats en inzicht kunnen geven in de behoudenswaardigheid van de vindplaats.
- Waarderend onderzoek (kopje): onderzoek nodig bij ingrepen groter dan 50 m^2. Deze gebieden betreffen afgedekte dekzandkoppen of -ruggen waar de kans groot is dat er zich archeologisch resten uit de steentijd bevinden. Het onderzoek moet zich richten op de exacte omvang van de dekzandkop of -rug en dat duidelijk wordt of er zich archeologische resten bevinden.
- Waarderend onderzoek (dobbe): onderzoek nodig bij ingrepen groter dan 500 m^2. Deze aanduiding wordt op de steentijdkaart gegeven aan de nu bekende dobben en de directe zone daaromheen. Dobben (pingoruïnes en soms ook vennen) en de directe omgeving daarvan kunnen namelijk belangrijke archeologisch en paleobotanische resten herbergen. Echter, niet alle dobben zijn pingoruïnes of vennen. Daarbij komt dat niet alle pingoruïnes of vennen en/of hun nabije omgeving in vroeger tijden bewoond. Het onderzoek moet inzicht geven in de aard van de dobbe en de behoudenswaardigheid van eventueel aangetroffen archeologische resten.
- Karterend onderzoek 1: onderzoek nodig bij ingrepen groter dan 500 m^2. In deze gebieden kunnen zich archeologische resten uit de steentijd vlak onder de oppervlakte bevinden, die zijn

afgedekt door een dun veen- of kleidek. De conservering van eventueel aanwezige resten in nu nog goed, maar de archeologische resten zijn wel zeer kwetsbaar. Het onderzoek betreft een karterend booronderzoek met een minimale boordichtheid van twaalf boringen per hectare en een minimum van 12 boringen per plangebied. Het booronderzoek dient zich vooral te richten op het microreliëf van het zand onder het veen- of kleidek. Mochten zich in de gebieden dekzandkoppen of -ruggen bevinden, dan wordt een waarderend onderzoek aanbevolen op de gevonden koppen.

- Karterend onderzoek 2: onderzoek nodig bij ingrepen groter dan 2.500 m^2. In deze gebieden kunnen zich op enige diepte archeologische lagen uit de steentijd bevinden, die zijn afgedekt door een veen- of kleidek. Mochten zich hier archeologisch resten bevinden, dan zijn deze waarschijnlijk goed van kwaliteit. Het onderzoek betreft een karterend booronderzoek met een minimale boordichtheid van zes boringen per hectare en een minimum van zes boringen per plangebied. Het booronderzoek dient zich vooral te richten op het microreliëf van het zand onder het veen- of kleidek. Mochten zich in de gebieden dekzandkoppen of -ruggen bevinden, dan wordt een waarderend onderzoek aanbevolen op de gevonden koppen.
- Karterend onderzoek 3: onderzoek nodig bij ingrepen groter dan 5.000 m^2. In deze gebieden kunnen zich op enige diepte archeologische lagen bevinden uit de steentijd, die zijn afgedekt door een veen- of kleidek. Mochten zich hier archeologisch resten bevinden, dan zijn deze waarschijnlijk goed van kwaliteit. Het onderzoek betreft een karterend booronderzoek met een minimale boordichtheid van drie boringen per hectare en een minimum van drie boringen per plangebied. De resultaten van een dergelijk karterend booronderzoek kunnen inzicht geven aanwezigheid en diepte van een eventueel aanwezige podzolbodem, waarin zich archeologisch resten kunnen bevinden. Het booronderzoek dient zich vooral te richten op de aanwezigheid van podzol, de diepte en het reliëf van de zandlagen in de bodem. Bij aanwezigheid van een podzolbodem, wordt aanbevolen om het boorgrid te verdichten tot zes boringen per hectare (karterend onderzoek 2).
- Quickscan: onderzoek nodig bij ingrepen groter dan 5.000 m^2. In deze gebieden wordt vermoed dat eventuele aanwezige archeologische resten al ernstig verstoord zijn. Het onderzoek betreft een extensief booronderzoek waarmee duidelijk gemaakt wordt of het steentijd bodemarchief intact is. Bij een intact bodemarchief kan dan over worden gegaan op een karterend onderzoek 2 (6 boringen per hectare). Tevens dient te worden nagegaan of er zich bekende vuursteenvindplaatsen en dobben in het gebied bevinden. Deze locaties moeten dan vervolgens door middel van een archeologisch onderzoek worden gewaardeerd (zie advies 'waarderend onderzoek vuursteenvindplaatsen' en 'waarderend onderzoek dobben').
- Onderzoek bij grote ingrepen: onderzoek nodig bij ingrepen groter dan 2,5 ha. Van deze gebieden wordt vermoed, op basis van eerder onderzoek dat eventuele aanwezige archeologische resten uit de steentijd al ernstig verstoord zijn. Het onderzoek betreft een karterend proefsleuvenonderzoek.
- Geen onderzoek noodzakelijk: als op basis van eerder onderzoek is gebleken dat er zich geen archeologische resten in de bodem bevinden, of wanneer de archeologische verwachting op gefundeerde gronden zeer laag is, en waar eventuele resten uit de steentijd zich vermoedelijk zodanig diep onder het maaiveld bevinden dat de kans op aantasting bij de meeste ingrepen zeer klein is.

<u>Advieskaart IJzertijd – Middeleeuwen</u>

Voor beperkte zones verspreid over de aansluitlocatie Burgum en de stationslocatiealternatieven Swartsenbergsbos en Koumarweg is geen onderzoek nodig voor vindplaatsen uit de periode IJzertijd - Middeleeuwen (Bijlage 5d en e). De reden hiervoor is dat een lage verwachting geldt voor deze periode vanwege de ouderdom van het sediment (jonger dan de Middeleeuwen) of dat dit niveau (grotendeels) is verstoord. Volgens de FAMKE valt er één hoek van een bekende vindplaats met een beschermde uit de IJzertijd - Middeleeuwen binnen de aansluitlocatie Burgum waar gestreefd moet worden naar

behoud. Dit betreft Rijksmonument 45898 (zie paragraaf 2.5.3). Daarnaast zijn er nog twee kleine zones van bekende vindplaatsen die niet beschermd zijn, maar waar wel gestreefd moet worden naar behoud.

Binnen het onderzoeksgebied NOZ TNW komen de volgende onderzoekszones voor:

- Streven naar behoud – beschermd: van deze terreinen is bekend dat zij waardevolle archeologische resten uit de periode IJzertijd en later bevatten. Deze terreinen zijn wettelijk beschermd. Er zijn geen bodemingrepen toegestaan zonder de aanvraag van een Monumentenvergunning. Binnen tracéalternatief Burgum oost valt de westelijke punt van Rijksmonument 45898.
- Streven naar behoud: onderzoek nodig bij ingrepen groter dan 50 m2. Van deze terreinen is bekend dat zij waardevolle archeologische resten uit de periode bronstijd en later bevatten. In veel gevallen betreft het AMK-terreinen, maar het kunnen ook terreinen zijn die bij gemeente of provincie bekend staan als archeologisch waardevol.
- Waarderend onderzoek (terpen): onderzoek nodig bij ingrepen groter dan 50 m2. Deze gebieden betreffen archeologische vindplaatsen, te weten terpen of terpzolen, die archeologische vondsten en sporen bevatten. Ook afgegraven terpen, waarvan de terpzool slechts nog rest, kunnen nog waardevolle diepere sporen bevatten, zoals waterputten en sloten. De precieze waarde en omvang van deze terpen of terpzolen is echter nog niet bekend. Het booronderzoek moet worden gericht op de waarde van de vindplaats.
- Karterend onderzoek 1: onderzoek nodig bij ingrepen groter dan 500 m2. In deze gebieden kunnen zich archeologische resten bevinden uit de periode IJzertijd - Middeleeuwen. Het archeologisch onderzoek moet bestaan uit minimaal zes boringen per hectare, met een minimum van zes boringen per plan, waarbij duidelijk wordt of er vindplaatsen in het plangebied aanwezig zijn. Worden er een of meerdere vindplaatsen worden aangetroffen, dan zal uit nader (waarderend) onderzoek moeten blijken hoe waardevol deze vindplaatsen zijn.
- Karterend onderzoek 2: onderzoek nodig bij ingrepen groter dan 2.500 m2. In deze gebieden kunnen zich archeologische resten bevinden uit de periode IJzertijd - Middeleeuwen. Dit archeologisch onderzoek moet bestaan uit minimaal zes boringen per hectare, met een minimum van zes boringen per plan, waarbij duidelijk wordt of er vindplaatsen in het plangebied aanwezig zijn. Mochten er een of meerdere vindplaatsen worden aangetroffen, dan zal uit nader (waarderend) onderzoek moeten blijken hoe waardevol deze vindplaatsen zijn.
- Karterend onderzoek 3: onderzoek nodig bij ingrepen groter dan 5.000 m2. In deze gebieden kunnen zich archeologische resten bevinden uit de periode IJzertijd - Middeleeuwen. Het gaat hier dan met name om vroeg en vol-middeleeuwse veenontginningen. Daarbij bestaat de kans dat er zich huisterpjes uit deze tijd in het plangebied bevinden. Ook de wat oudere boerderijen kunnen archeologische sporen of resten afdekken, hoewel de veengronden eromheen al afgegraven zijn. Het onderzoek betreft een historisch en karterend onderzoek, waarbij speciale aandacht moet worden besteed aan eventuele Romeinse sporen en/of vroeg-middeleeuwse ontginningen. Mochten er, als gevolg van het karterend archeologisch onderzoek, een of meerdere vindplaatsen worden aangetroffen, dan zal uit nader (waarderend) onderzoek moeten blijken hoe waardevol deze vindplaatsen zijn.
- Geen onderzoek noodzakelijk: als op basis van eerder onderzoek is gebleken dat er zich geen archeologische resten in de bodem bevinden, of wanneer de archeologische verwachting voor het aantreffen van archeologische resten uit de periode midden-bronstijd - vroege Middeleeuwen op gefundeerde gronden zodanig laag is dat de kans op aantasting bij de meeste ingrepen zeer klein is.

2.5.14 Verwachtingskaart Noord-Groningen

De gemeenten in de regio Noord-Groningen maken net als de FAMKE onderscheid tussen de periode Laat-Paleolithicum – Vroege Bronstijd (Bijlage 6a en c) en Late Bronstijd – Middeleeuwen (Bijlage 6b en d).

Verwachtingskaart periode Paleolithicum – Vroege Bronstijd
Op deze kaart worden vier categorieën onderscheiden:

- Hoge verwachting: pleistocene landschap hoger dan 5 m -NAP (Hoog van Winsum)
- Middelhoge verwachting: overgangsgebied van lage naar hoge verwachting
- Lage verwachting: dieper gelegen niet geërodeerde pleistocene oppervlak tussen de 5 en 10 m -NAP
- Lage verwachting (erosiegeulen): de erosiegeulen zijn gebaseerd op de kaart Top Pleistoceen (Vos & De Vries 2013)

Verwachtingskaart periode Late Bronstijd-Middeleeuwen
Op deze kaart worden twee categorieën onderscheiden:

- Middelhoog/hoog:
  - kwelders die rond 100 na Chr. aanwezig waren. Dit gebied is overdekt met een dikke laag sediment.
  - (middeleeuwse) nederzettingen op wierden.
  - randen van het overslibde veengebied in centraal Groningen (Woldgebied)
- Laag:
  - het gebied dat na de Romeinse tijd is opgeslibd tot het niveau van de middel kwelder en pas in de Vroege en Late Middeleeuwen is bewoond.
  - kweldergebieden die zijn opgeruimd door jongere erosieve inbraaksystemen waaronder die van de Lauwerszee
  - voormalige veenlandschap in centraal Groningen (Woldgebied) dat pas werd ontgonnen in de Middeleeuwen

De bovengenoemde verwachtingszones zijn gekoppeld aan beleidscategorieën/dubbelbestemmingen waaraan regels zijn gekoppeld voor de noodzaak van onderzoek (Tabel 9).

Verwachting	Dubbelbestemming	Advies
Hoge verwachting	WR-a4	Onderzoek bij ingrepen groter dan 200 m^2
Lage verwachting	-	Geen onderzoek
Beschermd Rijksmonument	WR-a1	Bij ingrepen vergunning aanvragen bij minister OC&W
AMK-terrein	WR-a2	Onderzoek bij ingrepen vanaf 15 m^2
Wierden	WR-a2	Streven naar behoud
Borgterrein	WR-a2	Onderzoek bij ingrepen vanaf 15 m^2
Boerderijplaats	WR-a2	Onderzoek bij ingrepen vanaf 15 m^2

Tabel 9: Archeologiebeleid van de gemeenten binnen de regio Noord-Groningen.

2.5.15 Verwachtingskaart Westerkwartier

De verwachtingskaart van de gemeente Westerkwartier is een gecombineerde kaart voor de Steentijd en de Late Prehistorie – Middeleeuwen (Bijlage 7a en b).

Op de kaart worden zes categorieën onderscheiden:

- Archeologische waarde: categorie 3 (onderzoeksplicht vanaf 50 m^2)
- Hoge verwachting: categorie 4 (onderzoeksplicht vanaf 500 m^2)
- Middelhoge verwachting: categorie 5 (onderzoeksplicht vanaf 1.000 m^2)
- Lage verwachting: categorie 6 (onderzoeksplicht vanaf 5.000 m^2)
- Beekdalverwachting: categorie 7 (onderzoeksplicht vanaf 500 m^2)
- Verwachting pingo's en dobben: hoge verwachting voor vuursteenvindplaatsen: categorie 4 (onderzoeksplicht vanaf 500 m^2)

Binnen het onderzoeksgebied geldt overwegend een lage tot middelhoge verwachting. Pingo's en dobben worden niet ter plaatse van de aansluitlocatie Vierverlaten verwacht. Ter hoogte van Noordhorn ligt een noordelijke uitloper van het Drents plateau waar het pleistoceen (dicht) aan het oppervlak ligt.

Hier geldt dan ook een hoge verwachting. Deze rug is op de cultuurhistorische waardenkaart van de gemeente Westerkwartier aangemerkt als landschappelijke element (Van Heeringen e.a. 2014). Verder liggen volgens de kaart vijf terreinen van archeologische waarden (deels) binnen het onderzoeksgebied.

In de rest van het gebied ligt het pleistocene oppervlak op grote diepte. In de toelichting bij de verwachtingskaart wordt wel onderscheid gemaakt tussen zones waar de top van het pleistoceen is geërodeerd (lage verwachting) en waar die intact is (matige of hoge verwachting). De zones waar erosie heeft plaatsgevonden, zijn gebaseerd op de kaart Top Pleistoceen.

2.5.16 Erfgoedkaart van de gemeente Groningen

Op de kaart is aangegeven dat tracéalternatief oost door het wierdengebied loopt (nr. 106751) (Bijlage 8, gele vlak). Er wordt geen toelichting bij dit gebied gegeven met betrekking tot de archeologische verwachting. Op basis van het historisch kaartmateriaal worden binnen deze zone in het onderzoeksgebied geen huisplaatsen/wierdes verwacht (paragraaf 2.3.3).

De zuidoostelijke punt van stationslocatiealternatief Vierverlaten Westpoort is ook gemarkeerd met een geel vlak op de erfgoedkaart. Het betreft de Roderwolderdijk waarvoor een hoge verwachting geldt (nr. 106832). Op deze weilanden heeft in 1997 een veldverkenning plaatsgevonden vooruitlopend op de aanleg van een vloeiveld voor de suikerfabriek van CSM. Met boringen is een krekenstelsel aangetoond met bijbehorende oeverwallen. Vermoedelijk is ook een restant van een wierde aanwezig (Kortekaas 1998).

Binnen stationslocatiealternatief Vierverlaten Westpoort is een archeologisch perceel aangegeven bij Hoendiep 300 (nr. 106937). Het betreft een verlaten boerderijplaats, waar wellicht nog fundamenten in de ondergrond liggen. De huisplaats staat nog op de kadastrale kaart uit het begin van de 19^{e} eeuw aangegeven (Figuur 35).

De onderzoeksplicht voor archeologie heeft de gemeente Groningen in principe vastgelegd in hun bestemmingsplannen. Dit is nog niet in alle bestemmingsplannen voldoende uitgewerkt. In dat geval is de hiervoor genoemde Erfgoedkaart bepalend voor de noodzaak van archeologisch onderzoek.

2.6 Gespecificeerde archeologische verwachting

Op basis van de gegevens uit het bureauonderzoek is voor het onderzoeksgebied NOZ TNW een gespecificeerde archeologische verwachting opgesteld en is een verwachtingskaart gemaakt (Bijlage 9). De basis van de verwachtingskaart wordt gevormd door de bestaande beleidskaarten en is aangevuld met informatie die in het bureauonderzoek is verzameld. De verwachting zal in de onderstaande tekst worden toegelicht.

2.6.1 Steentijd – Vroege Bronstijd

Het potentiële niveau voor de periode Steentijd – Vroege Bronstijd wordt gevormd door het pleistocene oppervlak. De top van het pleistocene oppervlak heeft voor de afdekking met holocene afzettingen vele duizenden jaren droog gelegen. De lager gelegen delen van de oude pleistocene dalsystemen werden eerder afgedekt door veen en mariene afzettingen dan de hoger gelegen delen, zoals bijvoorbeeld het 'Hoog van Winsum'. Het pleistocene zandlandschap was geschikt om te wonen totdat het afgedekt raakte met veen en overstroomd werd. Het holocene kustlandschap was een lange periode niet of nauwelijks geschikt voor bewoning door de natte omstandigheden (veengebied) en veel voorkomende overstromingen (mariene gebied). Op basis van de zeespiegelcurve kan worden bepaald welke delen van het landschap wanneer voor bewoning beschikbaar waren (Figuur 5). Op basis hiervan is per archeologisch periode (eindfase) het beschikbare bewoonbare gebied ingeschat (Van Beek & Vos 2008):

- Laat-Paleolithicum (rond 11.000 voor heden): het hele pleistocene oppervlak;
- Laat-Mesolithicum (rond 6500 voor heden): pleistocene oppervlak boven 6 m -NAP;

- Laat-Neolithicum (rond 4250 voor heden): pleistocene oppervlak boven 2 m -NAP.

In de periode Laat-Paleolithicum tot en met de Vroege Bronstijd kozen de mensen als woon- en verblijfplaats vaak voor de hoger liggende terreingedeelten in het landschap, bij voorkeur in de buurt van open water zoals een beekdal of vennetje. Water was een belangrijk gegeven, niet alleen voor het lessen van de dorst. Nabij water heerst er ook een grotere biodiversiteit wat de jacht en het verzamelen van plantaardig voedsel vergemakkelijkt. Archeologische vindplaatsen uit deze periode komen dus met name voor op overgangen van nat naar droog (de zogenaamde gradiëntzones). In dit gebied waren veel dobbes aanwezig, waarvan een deel pingo-ruïnes zijn. Met name rondom pingo-ruïnes (incl. randwal) geldt een hoge verwachting omdat deze meertjes een permanente bron voor water waren. De lokale depressies hebben niet altijd (permanent) water bevat en sommige zijn ook pas ontstaan tijdens latere zandverstuivingen.

Een vuursteenvindplaats kan een paar vierkantenmeter (klein) tot enkele honderden vierkantenmeters (groot) zijn. Ze worden gekenmerkt door een vuursteenspreiding (artefacten, afslagen e.d.) en eventueel sporen in de vorm van ondiepe haardkuilen. Nederzettingen en begravingen uit het Neolithicum – Vroege Bronstijd kunnen groter zijn en enkele duizenden vierkantenmeters beslaan. De nederzettingen worden gekenmerkt door permanente woningen die vaak diep in de grond gefundeerd waren. Waterputten werden gegraven voor de watervoorziening terwijl in en nabij de nederzetting afvalkuilen werden gegraven om afval te begraven. Naast nederzettingsresten kunnen ook begravingen voorkomen. Restanten hiervan kunnen bestaan uit kringgreppels, fragmenten aardewerk (urnen), crematieresten, inhumaties e.d.

De conservering van de archeologische resten in de top van het pleistocene zand hangt in belangrijke mate samen met de latere geologische ontwikkelingen. Vooral de mariene inbraakgeulen hebben het pleistocene oppervlak geërodeerd, waarbij archeologische resten zijn 'opgeruimd'. Waar getijdengeulen zich hebben ingesneden in het pleistocene oppervlak is de verwachting laag voor intacte archeologische resten. Waar dit niet is gebeurd, is de kans op intacte archeologische resten hoog (Beek & Vos 2008).

Binnen het onderzoeksgebied zijn tot op heden geen vindplaatsen uit de steentijd bekend (paragraaf 2.5.1 t/m 2.5.6). Archeologische vondsten op het pleistocene zandoppervlak onder de holocene afzettingen in Noordoost-Friesland wijzen op bewoning tijdens het Mesolithicum bij Lichtaard (ruim 3 km ten westen van aansluitlocatie Burgum). Bij Raard (ruim 1 km ten westen van aansluitlocatie Burgum) en Oostrum (tussen tracéalternatief Burgum midden en oost) zijn resten gevonden die dateren uit de overgang Mesolithicum – Neolithicum. Deze vondsten tonen aan dat dit deel van Friesland tot het midden van het Holoceen toegankelijk was en er nog geen veenmoeras was gevormd, omdat het pleistocene oppervlak ondiep voorkomt (3 – 9 m -NAP). In Groningen lag het pleistocene oppervlak hiervoor te diep (15 – 20 m -NAP) (Jongmans e.a. 2011). Hier zijn dan ook geen vindplaatsen uit de Steentijd bekend.

Op de verwachtingskaart voor de steentijd is ervoor gekozen aan dekzandkopjes/-ruggen en zones rondom dobbes die op de FAMKE zijn aangegeven een hoge verwachting toe te kennen. De begrenzing van de dekzandkopjes is op basis van het AHN-kaartbeeld aangepast.

Voor de gebieden waar op de FAMKE het advies karterend onderzoek 1 en 2 geldt, is voor NOZ TNW gekozen voor een middelhoge archeologische verwachting. In deze gebieden kunnen zich vuursteenvindplaatsen binnen 2,0 m beneden maaiveld bevinden, maar is niet bekend of hier een intact potentieel niveau aanwezig is en zijn ook geen individuele dekzandkopjes en welvingen in kaart gebracht.

In de gebieden waar op de FAMKE het advies karterend onderzoek 3 geldt, kunnen vuursteenvindplaatsen aanwezig zijn, maar de vraag is of een potentieel niveau in de vorm van een

podzolbodem aanwezig is. Het zijn vaak gebieden waar op de bodemkaart veengronden en beekeerdgronden zijn gekarteerd. Op basis hiervan is op de verwachtingskaart NOZ TNW een lage verwachting aan deze gebieden toegekend.

Op de FAMKE zijn grote gebieden aangegeven waar wordt vermoed dat eventuele aanwezige archeologische resten al ernstig verstoord zijn (advies quickscan). Deze zones lijken voornamelijk gekoppeld te zijn aan het bodemtype en scherpe begrenzingen in de kartering (laarpodzolgronden). Het feit dat podzolgronden voorkomen, geeft echter aan dat het potentiële niveau voor de steentijd (deels) intact zou moeten zijn. Ook andere bronnen (AHN, geomorfologische kaart, Vergraven gronden project Alterra e.d.) geven geen aanwijzingen voor bodemverstoringen. Aan deze zones is daarom een middelhoge verwachting toegekend net als in de aangrenzende gebieden. Aan de gebieden waar op basis van de gegevens uit het bureauonderzoek wel aanwijzingen zijn voor bodemverstoringen is een lage verwachting toegekend met als toevoeging dat bodemverstoringen worden vermoed.

Omdat in een groot deel van dit gebied afdekking met klei en/of veen heeft plaatsgevonden, wordt onderscheid gemaakt in de diepteligging van het potentiële niveau uit de Steentijd. Wanneer het pleistocene oppervlak (potentieel niveau) dieper dan 2,0 m -NAP wordt verwacht, is een onbekende verwachting voor de steentijd toegekend. Er is gekozen voor een onbekende verwachting, omdat het landschap met dekzandkopjes-/ruggen, beken en meertjes en dergelijk vanwege de grote diepteligging niet bekend is. Uit onderzoek op het hooggelegen pleistocene landschap van het Drents Plateau blijkt dat dit landschap belangrijk is geweest in de keuze voor een bewoningsplaats in de prehistorie. Onder het klei- en/of veendek kunnen dekzandkopjes-/ruggen aanwezig zijn waarin podzolbodems zijn ontwikkeld en waarvoor in dat geval een hoge verwachting geldt. Er zijn drie categorieën onderscheiden op basis van de diepteligging 2 tot 4, 4 tot 6 en 6 tot 8 m -NAP.

Grote delen van het pleistocene landschap zullen echter bestaan uit vlaktes en zones waar erosie heeft plaatsgevonden, waardoor een lage verwachting geldt. Deze erosiezones zijn niet op de FAMKE aangegeven, maar op basis van de kaart Top Pleistoceen kunnen erosiegeulen worden aangegeven (zie ook paragraaf 2.6.2). Deze kaart heeft ook als basis gediend voor de verwachtingskaart voor de periode Steentijd van de regio Noord-Groningen (zie paragraaf 2.5.14). Waar de top van het pleistoceen dieper dan 8,0 m -NAP ligt, is in overeenstemming met de kaart van de Noord-Groningen een lage verwachting toegekend voor NOZ TNW.

In de gebieden die al zijn onderzocht en vrijgegeven, worden geen archeologische resten meer verwacht. Deze onderzoeksgebieden zijn als een aparte categorie op de verwachtingskaart aangegeven.

2.6.2 Late Bronstijd – Middeleeuwen

In de loop van de Holoceen nam de snelheid van de holocene zeespiegelstijging af. Deze ontwikkeling zorgde ervoor dat de midden en hoge kwelders gunstige vestigingslocaties voor de mens werden. De bewoningsgrens schoof als gevolg van de opslibbing in de loop van de tijd in zeewaartse richting op. Het is zeker dat de kwelders in Noord-Nederland vanaf de Vroege IJzertijd zijn bewoond, maar mogelijk was dit ook al het geval in de Bronstijd (Van Beek & Vos 2008).

De doorgaande kweldersedimentatie heeft ervoor gezorgd dat oude kwelder-oppervlakken, bewoningsniveaus en antropogene ophogingslagen zijn afgedekt met een laag sediment. De dikte van deze overslibbingslaag hangt af van de duur van de opslibbing en de sedimentatiesnelheid. Uitgaande van een sedimentatiesnelheid van 0,5 tot 2 mm per jaar kan een vlaknederzetting uit de Vroege IJzertijd zijn afgedekt met een circa 1,5 tot 3,5 m dikke kleilaag, terwijl een vlaknederzetting uit de Romeinse tijd kan liggen onder een kleidek van circa 1 à 2 m. Vroegmiddeleeuwse vindplaatsen zijn afgedekt met een kleidek van enkele decimeters dik. Door het relatief dunne afdekkingsdek zullen middeleeuwse en jongere archeologische resten herkenbaar zijn aan het maaiveld en bijvoorbeeld op het AHN zichtbaar

zijn. Overslibde vindplaatsen uit de IJzertijd en Romeinse tijd zijn niet of nauwelijks zichtbaar (Van Beek & Vos 2008).

Op de verwachtingskaart voor de Late Bronstijd – Middeleeuwen van de regio Noord-Groningen is een inschatting gemaakt van de bewoonbare delen van het landschap in 100 na Chr. en daaraan is een hoge verwachting toegekend. Verder is aan de overslibde veenrandzone een hoge verwachting toegekend. Dit is overgenomen op de verwachtingskaart voor NOZ TNW. Op basis van historisch kaartmateriaal zijn in aanvulling hierop verdwenen huisplaatsen in kaart gebracht, waarvoor een hoge verwachting geldt voor de periode Middeleeuwen – Nieuwe tijd, maar waar oudere resten niet op voorhand kunnen worden uitgesloten. Wanneer een specifieke verwachting geldt voor een huisplaats is dit op de kaart aangegeven. Ook de hoge kwelderwallen/ruggen die op de FAMKE onder karterend onderzoek 1 vallen, zijn tot de hoge verwachtingszone gerekend. Binnen de gemeente Westerkwartier kruist het onderzoeksgebied slechts één hoge verwachtingszone, de rug van Winsum.

Op de FAMKE worden verder nog de categorieën karterend onderzoek 2 en 3 onderscheiden. In deze gebieden kunnen zich archeologische resten uit de periode IJzertijd – Middeleeuwen bevinden, maar is de kans een stuk kleiner. Daarom worden deze categorieën op de verwachtingskaart NOZ TNW tot de middelhoge verwachtingszone gerekend. Dit sluit aan bij de middelhoge verwachtingszone op de kaart van de gemeente Westerkwartier waar de kweldergebieden onder vallen. Alleen aan de hoogste kwelderruggen is een hoge verwachting toegekend en deze liggen niet binnen het onderzoeksgebied.

De laatste categorie van de FAMKE betreft een zone waar de verwachting op het aantreffen van archeologische resten laag is. Deze categorie is overgenomen op de kaart van NOZ TNW. Op de kaart van de regio Noord-Groningen is een lage verwachting toegekend aan de zones die pas in de Vroege en Late Middeleeuwen geschikt werden voor bewoning, aan de jongere erosieve inbraaksystemen, waaronder de Lauwerszee en het voormalige veenlandschap in centraal Groningen dat pas in de Middeleeuwen werd ontgonnen. Deze verwachtingsgebieden zijn overgenomen op de kaart van NOZ TNW. In het noordelijke deel van de gemeente Westerkwartier, waar het onderzoeksgebied binnen valt, is aan de jonge getijdesystemen een lage verwachting toegekend.

Vindplaatsen uit de Bronstijd – Romeinse tijd kunnen in grootte variëren van enkele honderden tot duizenden vierkante meters. De oppervlakte wordt waarschijnlijk beperkt door de grootte van de desbetreffende oever-/kwelderwal. Vanwege de afdekkende kleilaag is de kans groot dat archeologische grondsporen en vondsten goed bewaard zijn gebleven. De nederzettingen worden gekenmerkt door permanente woningen die vaak diep in de grond gefundeerd waren. Waterputten werden gegraven voor de watervoorziening terwijl in en nabij de nederzetting afvalkuilen werden gegraven om afval te begraven. Naast nederzettingsresten kunnen ook begravingen voorkomen. Restanten hiervan kunnen bestaan uit kringgreppels, fragmenten aardewerk (urnen), crematieresten, inhumaties e.d. De sporen kunnen diep in de bodem reiken. De top van het archeologische niveau/ kwelderafzettingen wordt naar verwachting gekenmerkt door een humeus bodemniveau. In deze bodem kunnen archeologische indicatoren aanwezig zijn zoals fragmenten aardewerk en houtskool.

Vindplaatsen uit de (late) Middeleeuwen en de Nieuwe tijd bestaan voornamelijk uit huiswierdes/terpen. Terpen kunnen in grootte variëren van enkele duizenden vierkanten meters tot meerdere hectares (dorpsterpen). Binnen het onderzoeksgebied worden geen dorpsterpen verwacht, dus het zal om relatief kleine vindplaatsen gaan. De terp zelf bestaat uit diverse (humeuze) ophogingslagen met archeologische indicatoren zoals fragmenten bouwmateriaal, aardewerk, houtskool, verbrande leem, fosfaat en dergelijke. In en onder de terplagen kunnen sporen aanwezig zijn zoals afvalkuilen, greppels en paalkuilen. Indien de terphoging nog geheel intact is, zullen de archeologische resten naar verwachting goed bewaard zijn gebleven, maar de meeste terpen zijn aangetast door afgravingen en/of nieuwbouw of zelfs geheel verdwenen ten behoeve van grondwinning (zie paragraaf 2.4.4).

De dijken/kades in het plangebied zijn nauw verbonden met de bewoningsgeschiedenis vanaf de Late Middeleeuwen en de Nieuwe tijd. De structuren en sporen die samen met deze elementen zijn ophogingslagen, overblijfselen van mogelijke wegen, dijkgreppels en sporen van gebruik en bewoning op en langs de dijk. Met name aansluitlocatie Vierverlaten kruist veel dijktrajecten. Ter plaatse van tracéalternatief Burgum oost heeft in het verleden een dijkdoorbraak plaatsgevonden waarvan een wiel bewaard is gebleven ten zuiden van het Dokkumer Grutdjip langs de Wâlddyk.

3 Conclusie en advies

3.1 Conclusie

Op basis van de gegevens uit het bureauonderzoek is voor het onderzoeksgebied NOZ TNW een gespecificeerde archeologische verwachting opgesteld en is een verwachtingskaart gemaakt (Bijlage 8).

In grote lijnen worden binnen het onderzoeksgebied vier landschapstypen onderscheiden: waddengebied, kwelderlandschap, veenmoeras, pleistocene zandgronden. De pleistocene zandgronden liggen in het zuidelijke deel van het onderzoeksgebied (dicht) aan het oppervlak. Richting het noorden komt het pleistocene oppervlak geleidelijk dieper te liggen. In het pleistocene oppervlak zijn dalsystemen ontwikkeld, die later een belangrijke invloed hebben gehad op de ontwikkeling van het kwelder- en waddengebied. In het zuidelijke deel van het onderzoeksgebied ligt op het pleistocene zand nog een restant van het veenmoeras dat oorspronkelijk een veel groter gebied besloeg. Richting het noorden gaat pleistocene zand-/veengebied over in het kweldergebied. Aan de noordzijde van de kwelders ligt het waddengebied. Deze ontwikkelingen hebben geleid tot een grote verscheidenheid aan landschapselementen waarbij op verschillende dieptes potentiële archeologische niveaus voorkomen.

Op basis van de landschappelijke ontwikkeling in het gebied en de bekende archeologische vindplaatsen is de verwachting opgesplitst in twee periodes: Laat-Paleolithicum – Vroege Bronstijd en Late Bronstijd – Middeleeuwen. Het potentiële niveau voor de periode Steentijd – Vroege Bronstijd wordt gevormd door het pleistocene oppervlak. De top van het pleistocene oppervlak heeft voor de afdekking met holocene afzettingen vele duizenden jaren droog gelegen. De lager gelegen delen van de oude pleistocene dalsystemen werden eerder afgedekt door veen en mariene afzettingen dan de hoger gelegen delen, zoals bijvoorbeeld het 'Hoog van Winsum'. Het pleistocene zandlandschap was geschikt om te wonen totdat het afgedekt raakte met veen en overstroomd werd. Het holocene kustlandschap was een lange periode niet of nauwelijks geschikt voor bewoning door de natte omstandigheden (veengebied) en veel voorkomende overstromingen (mariene gebied). In de loop van de Holoceen nam de snelheid van de holocene zeespiegelstijging af. Deze ontwikkeling zorgde ervoor dat de midden en hoge kwelders gunstige vestigingslocaties voor de mens werden. De bewoningsgrens schoof als gevolg van de opslibbing in de loop van de tijd in zeewaartse richting op. Het is zeker dat de kwelders in Noord-Nederland vanaf de Vroege IJzertijd zijn bewoond, maar mogelijk was dit ook al het geval in de Bronstijd. De bewoningsgeschiedenis van deze terpen-/wierden gaat terug tot in de Late IJzertijd – Romeinse tijd. Bij continuïteit in de bewoning werden deze terpen verder opgehoogd in de Late Middeleeuwen en Nieuwe tijd. Ook werden in deze periode nieuwe opgehoogde woonplaatsen aangelegd. De dijken/kades in het plangebied zijn nauw verbonden met de bewoningsgeschiedenis vanaf de Late Middeleeuwen en de Nieuwe tijd.

De diepte waarop archeologische lagen kunnen voorkomen, varieert van (dicht) aan het oppervlak tot enkele meters diep. Voor de aanleg van de bekabeling op land ten behoeve van het windpark op zee zal een werkstrook nodig zijn van ca. 27 tot 35 m breed (zie paragraaf 1.4). De aanleg en gebruik van de werkwegen en strook gronddepot vormen een bedreiging voor het archeologische bodemarchief in het bovenste deel van de bodem. Ter plaatse de kabels die door middel van een open ontgraving worden aangelegd, kunnen archeologische resten verloren gaan die binnen 2,1 m diepte in de bodem liggen. Dieperliggende archeologische resten kunnen worden aangetast bij de aanleg van de kabels door middel van een HDD-boring.

3.2 Aanbevelingen

Het advies is om bij de keuze van het voorkeursalternatief (VKA) rekening te houden met het archeologische bodemarchief door bekende archeologische vindplaatsen en hoge verwachtingszones zoveel mogelijk te vermijden (zie hoofdstuk 4 en 5).

Bij elk tracé zullen op diverse locaties HDD-boringen worden uitgevoerd om de kabels aan te leggen om doorgaande wegen, spoorlijnen en waterwegen e.d. te ontzien. Hierbij moet worden gelet op de diepteligging van potentiële archeologische niveaus. Bij voorkeur wordt ruim boven of beneden (minimaal 1 meter) potentiële archeologische lagen geboord. Wanneer dit niet mogelijk is, zal aanvullend archeologisch onderzoek nodig zijn (zie volgende paragraaf). Ook dient bij de in- en uittredepunten rekening worden gehouden met mogelijk vervolgonderzoek. De noodzaak van onderzoek hangt af van de omvang van deze ontgravingen in combinatie met de archeologische verwachtingszones waar ze zijn gepland (zie paragraaf 3.2.1).

3.2.1 Het archeologisch vervolgtraject

Nadat de VKA is gekozen, zal nader archeologisch onderzoek nodig zijn. Dit bureauonderzoek kan als basis worden gebruikt en worden aangevuld met detailinformatie. Aanvullende informatie wordt onder andere verwacht van het nog uit te voeren vooronderzoek niet-gesprongen explosieven en het bodemonderzoek. Ook een AHN-analyse kan aanvullende informatie opleveren, bijvoorbeeld over verwachte bodemverstoringen, (voormalige) dijktrajecten/kades, opgehoogde woonplaatsen en dekzandruggen- en kopjes in een afgedekt veenlandschap.

Wanneer wordt gekozen voor een VKA in Friesland dan zal het onderzoek dat in het kader van Pingo Project Fryslân is uitgevoerd, worden bekeken. Dit onderzoek betrof een geo-archeologisch booronderzoek dat is uitgevoerd om 45 (potentiële) pingoruïnes te waarderen (Jans 2014). Er zal worden gekeken of een of meer onderzoekslocaties binnen het VKA liggen.

Vervolgens zal de noodzaak van veldonderzoek door middel van boringen worden bepaald aan de hand van de verwachtingskaart NOZ TNW in combinatie met de gemeentelijke beleidsregels. Dit betekent dat de omvang van de geplande bodemingrepen wordt afgezet tegen de oppervlaktegrenzen ten aanzien van een onderzoeksplicht (zie paragrafen 2.5.13 t/m 2.5.16).

In eerste instantie zal een verkennend booronderzoek nodig zijn. Voor de open ontgravingen en werkstroken zullen verkennende boringen tot diepte van 2,5 m beneden maaiveld voldoende zijn. Ter plaatse van HDD-boringen kunnen diepe boringen nodig zijn, die met een mechanische boorinstallatie moeten worden uitgevoerd. Wanneer in de verkennende boringen potentiële niveaus binnen de verstoringsdiepte worden aangetroffen, zullen aanvullende karterende boringen nodig zijn.

Als tijdens het karterend booronderzoek aanwijzingen worden gevonden voor een archeologische vindplaats dan zal vervolgonderzoek nodig zijn door middel van proefsleuven om vast te stellen of daadwerkelijk sprake is van een vindplaats en zo ja, de aard en omvang daarvan vast te stellen. Als een behoudenswaardige vindplaats aanwezig is en deze niet door planaanpassing in de bodem behouden kan blijven, dan is een opgraving noodzakelijk om de archeologische resten veilig te stellen.

3.2.2 Voorbehoud

De resultaten van dit onderzoek zullen worden beoordeeld door de bevoegde overheid.

Het uitgevoerde onderzoek is op zorgvuldige wijze verricht volgens de algemeen gebruikelijke inzichten en methoden. Het onderzoek is erop gericht om de kans op het aantreffen dan wel vernietigen van archeologische waarden bij bouwwerkzaamheden in het plangebied te verkleinen. Aangezien het onderzoek is uitgevoerd door middel van het raadplegen van bronnen, kan op basis van de onderzoeksresultaten, de aan- of afwezigheid van eventuele archeologische waarden niet met zekerheid gegarandeerd worden. Indien bij (graaf)werkzaamheden, die zijn vrijgesteld van een onderzoeksplicht, archeologische waarden worden aangetroffen, dienen deze conform de Erfgoedwet 2016, artikel 5.10, bij de minister gemeld te worden. In de praktijk kan de vinder terecht bij de Rijksdienst voor het Cultureel Erfgoed (T 033 – 4217 456 of info@cultureelerfgoed.nl) zodat de vondst geregistreerd wordt in het

centraal archeologisch informatiesysteem. Daarnaast wordt het advies gegeven om de vondst ook bij de gemeente te melden.

4 MER beoordelingskader en -criteria

De effectcriteria zijn gekoppeld aan het verwachtingsmodel op basis waarvan een verdeling is gemaakt in twee groepen: de gebieden met een bekende (archeologische) waarde en de gebieden met een archeologische verwachtingswaarde.

Op basis van de ingrepen zijn de volgende ingreep-effectrelaties te verwachten:

- effect van graafwerkzaamheden op bekende archeologische waarden
- effect van graafwerkzaamheden op archeologische verwachtingswaarden
- effect van tijdelijke grondwaterpeilverlaging op bekende archeologische waarden
- effect van tijdelijke grondwaterpeilverlaging op archeologische verwachtingswaarden
- effect van grondbelasting op bekende archeologische waarden
- effect van grondbelasting op archeologische verwachtingswaarden

Het effect van de bovengenoemde ingrepen varieert. De maatlat waarlangs de ingrepen worden gelegd voor de effectboordeling bestaat uit drie gradaties:

- Neutraal (0)
- Negatief (-)
- Sterk negatief (--)

Hieronder volgt een korte toelichting hoe de ingrepen langs deze maatlat worden gelegd voor het aspect archeologie.

- Neutraal (0): lage archeologische verwachtingszones zullen onafhankelijk van de geplande ingrepen (graafwerkzaamheden, grondwaterpeilverlaging, grondbelasting) als neutraal worden beoordeeld, omdat de kans op aantasting van archeologische waarden klein is.
- Negatief (-):
    - ter plaatse van middelhoge en hoge archeologische verwachtingszones kunnen negatieve effecten optreden wanneer graafwerkzaamheden plaatsvinden. Het betreft echter een verwachtingszone dus of daadwerkelijk archeologische resten verloren zullen gaan, is in dit stadium nog niet bekend. Daarom wordt het effect van graafwerkzaamheden op archeologische verwachtingswaarden als negatief beoordeeld. Vanwege dit negatieve effect zal in een later stadium inventariserend veldonderzoek nodig zijn om archeologische vindplaatsen op te sporen. Op die manier kan rekening worden gehouden met de vindplaatsen en indien nodig worden veiliggesteld.
    - Bij tijdelijke grondwaterpeilverlaging en grondbelasting kunnen archeologische waarden worden aangetast. Vanwege de tijdelijke aard van deze ingrepen, zal de aantasting in de meeste gevallen als gering worden beoordeeld zodat de gevolgen zijn te accepteren. In uitzonderingsgevallen zal nader onderzoek nodig zijn en mogelijk aanvullende maatregelen nodig zijn om de negatieve effecten te beperken.
    - Sterk negatief (--): graafwerkzaamheden ter plaatse van bekende archeologische waarden wordt als sterk negatief beoordeeld, omdat de archeologische resten verloren zullen gaan. In dat geval zullen de mogelijkheden voor behoud in-situ (planaanpassing) moeten worden onderzocht of het veiligstellen van de archeologische resten door een opgraving.

5 Effectbeschrijving per criterium

5.1 Tracéalternatieven Burgum

5.1.1 Effect van graafwerkzaamheden op bekende archeologische waarden

Binnen de tracéalternatieven van Burgum zijn bekende archeologische vindplaatsen aanwezig in de vorm van huisplaatsen en een kloosterpad. Wanneer het kabeltracé ter plaatse van deze locaties wordt aangelegd, is het effect sterk negatief.

5.1.2 Effect van graafwerkzaamheden op archeologische verwachtingswaarden

Binnen de tracéalternatieven van Burgum komen zowel lage, middelhoge als hoge verwachtingszones voor. Voor de lage verwachtingszone geldt dat de kans dat archeologische waarden worden aangetast, klein is. Ook in de zones waar in het kader van eerdere projecten archeologisch onderzoek heeft plaatsgevonden, is de kans klein dat archeologische waarden worden aangetast. Het effect van bodemingrepen in de lage verwachtingszone en waar terreinen zijn vrijgegeven na onderzoek is daarom als neutraal beoordeeld.

Ter plaatse van middelhoge en hoge archeologische verwachtingszones kunnen negatieve effecten optreden wanneer graafwerkzaamheden plaatsvinden. Het betreft echter een verwachtingszone dus of daadwerkelijk archeologische resten verloren zullen gaan, is in dit stadium nog niet bekend. Daarom is het effect van graafwerkzaamheden op archeologische verwachtingswaarden als negatief beoordeeld. Vanwege dit negatieve effect zal in een later stadium inventariserend veldonderzoek nodig zijn om archeologische vindplaatsen op te sporen. Op die manier kan rekening worden gehouden met de vindplaatsen en indien nodig worden veiliggesteld.

Daarnaast zijn er in het noorden van de tracéalternatieven Burgum zones waar de verwachting nog onbekend is, omdat er te weinig gegevens beschikbaar zijn over de bodemopbouw. Het potentiële archeologische niveau in deze zones liggen dieper dan 2,0 m -NAP. De graafwerkzaamheden voor de aanleg van de kabels zullen tot maximaal 2,1 m beneden maaiveld reiken. Het huidige maaiveldniveau varieert hier gemiddeld tussen 0,5 – 1,5 m +NAP. Het archeologische bodemarchief wordt dus niet bereikt door de graafwerkzaamheden. Het effect van de graafwerkzaamheden op de onbekende verwachtingszones is daarom als neutraal beoordeeld.

5.1.3 Effect van tijdelijke grondwaterpeilverlaging op bekende archeologische waarden

Binnen de tracéalternatieven van Burgum zijn bekende archeologische vindplaatsen aanwezig in de vorm van een huisplaatsen en een kloosterpad. Deze vindplaatsen bevinden zich binnen 1,0 m beneden maaiveld. Dit betekent dat de archeologische resten in natte perioden onder water kunnen staan, maar in droge periode boven het grondwaterniveau liggen. Deze natuurlijke fluctuerende grondwaterbewegingen zorgen op de lange termijn voor aantasting van de archeologische resten. Onder water blijven de archeologische resten goed bewaard vanwege het gebrek aan zuurstof. Boven het water vindt onder invloed van zuurstof oxidatie plaats waardoor met name organische materialen worden aangetast, maar ook op metalen heeft het een negatieve invloed. Een tijdelijke grondwaterpeilverlaging op de bekende archeologische waarden is als neutraal beoordeeld, omdat deze binnen de huidige grondwaterdynamiek valt.

5.1.4 Effect van tijdelijke grondwaterpeilverlaging op archeologische verwachtingswaarden

Een verlaging van de grondwaterstand leidt er in veel gevallen toe dat de bovenste zone in de bodem die nog waterverzadigd was, gaat uitdrogen. Er dringt dan lucht (met zuurstof) de bodem in, waardoor degradatie van archeologische resten optreedt. Ook kunnen organische resten – tegelijk met de bodem – uitdrogen. Fluctuaties in vochtgehalten leiden tot aantasting van de meeste materialen doordat herhaald uitdrogen en weer vochtig worden uitmondt in scheurvorming en vervorming. De effecten van

grondwaterpeilverlaging op archeologische resten zijn echter moeilijk te voorspellen en hangt van veel factoren af (Huisman e.a. 2009).

Binnen de tracéalternatieven van Burgum komen zowel lage, middelhoge als hoge verwachtingszones voor. Voor de lage verwachtingszone geldt dat de kans dat archeologische waarden worden aangetast, klein is. Ook in de zones waar in het kader van eerdere projecten archeologisch onderzoek heeft plaatsgevonden, is de kans klein dat archeologische waarden worden aangetast. Het effect van een tijdelijke grondwaterpeilverlaging in de lage verwachtingszone en waar terreinen zijn vrijgegeven na onderzoek is daarom als neutraal beoordeeld.

Ter plaatse van de middelhoge en hoge archeologische verwachtingszones worden archeologische vindplaatsen binnen 2,0 m beneden maaiveld verwacht. Dit betekent dat de archeologische resten in natte perioden onder water kunnen staan, maar in droge periode boven het grondwaterniveau liggen. Deze natuurlijke fluctuerende grondwaterbewegingen zorgen op de lange termijn voor aantasting van de archeologische resten (zie eerste alinea). Een tijdelijke grondwaterpeilverlaging binnen de middelhoge en hoge verwachtingswaarden is als neutraal beoordeeld, omdat deze binnen de huidige grondwaterdynamiek valt.

Daarnaast zijn er zones waar de verwachting nog onbekend is, omdat er te weinig gegevens beschikbaar zijn over de bodemopbouw. Het potentiële archeologische niveau in deze zones liggen dieper dan 2,0 m. Vanwege de grote diepteligging is het archeologische bodemarchief goed geconserveerd, omdat het vermoedelijk beneden het grondwaterpeil ligt. Wanneer door een grondwaterpeilverlaging archeologische resten boven het grondwater komen te liggen, dan komen degradatieprocessen op gang. Wanneer een grondwaterpeilverlaging kortdurend is (maximaal enkele weken) dan wordt het effect als neutraal beoordeeld. Wanneer een grondwaterpeilverlaging langdurend is (maanden tot jaren) dan wordt het effect als sterk negatief beoordeeld als een vindplaats binnen het bereik van de grondwaterpeilverlaging aanwezig is.

5.1.5 Effect van (grond)belasting op bekende archeologische waarden

Door zwaar materieel en materiaal kan zetting optreden van de bodem. Met name op locaties waar de bodem uit slappe sedimenten zoals klei en veen bestaat, kan dit effect groot zijn. In grote delen van de tracéalternatieven van Burgum bestaat de bodem uit klei en/of veen. Daar waar de bodem uit zand bestaat, is het effect van (grond)belasting als neutraal beoordeeld.

In Müller e.a. (2014) hebben het ADC, Deltares en de TU Delft in het kader van de Hanzelijn onderzoek gedaan naar de invloed van tijdelijke en permanente ophoging op de conservering van archeologische vindplaatsen. De aard van de vindplaats, de laag waarin de vindplaats in ligt en het ophogingspakket zijn bepalende factoren om de gevolgen van de ophoging in kaart te brengen. Het onderzoek heeft aangetoond dat ophogingen van ca. 1 tot 2 m een zeer kleine belasting vormen. Pas vanaf 2,5 tot 3 m aan ophoging kunnen drukveranderingen leiden tot vervormingen en schade aan kwetsbare archeologische resten. Op basis hiervan is het opbrengen van een grondlichaam voor de werkwegen als neutraal beoordeeld. Een dergelijk grondlichaam zal juist bescherming bieden voor eventueel aanwezige archeologische resten in de bodem tegen verzakkingen en verdrukkingen door belasting van de bodem door zwaar materieel.

Wanneer grond in depot wordt gezet op een bekende archeologische vindplaats waarbij meer dan 2 m ophoging plaatsvindt, dan wordt het effect als negatief beoordeeld.

5.1.6 Effect van (grond)belasting op archeologische verwachtingswaarden

Door zwaar materieel en materiaal kan zetting optreden van de bodem. Met name op locaties waar de bodem uit slappe sedimenten zoals klei en veen bestaat, kan dit effect groot zijn. In grote delen van de

tracéalternatieven van Burgum bestaat de bodem uit klei en/of veen. Daar waar de bodem uit zand bestaat, is het effect van (grond)belasting als neutraal beoordeeld.

Binnen de tracéalternatieven van Burgum komen zowel lage, middelhoge als hoge verwachtingszones voor. Voor de lage verwachtingszone geldt dat de kans dat archeologische waarden worden aangetast, klein is. Ook in de zones waar in het kader van eerdere projecten archeologisch onderzoek heeft plaatsgevonden, is de kans klein dat archeologische waarden worden aangetast. Het effect van tijdelijke (grond)belasting in de lage verwachtingszone en waar terreinen zijn vrijgegeven na onderzoek is daarom als neutraal beoordeeld.

Ter plaatse van de middelhoge en hoge archeologische verwachtingszones worden archeologische vindplaatsen binnen 2,0 m beneden maaiveld verwacht. Het opbrengen van een grondlichaam (minder dan 2 m) voor de werkwegen is als neutraal beoordeeld. Een dergelijk grondlichaam zal juist bescherming bieden voor eventueel aanwezige archeologische resten in de bodem tegen verzakkingen en verdrukkingen door belasting van de bodem door zwaar materieel.

Wanneer grond in depot wordt gezet van meer dan 2 m hoog, dan kan schade optreden als sprake is van een vindplaats in de ondergrond. Het betreft echter een verwachtingszone dus of daadwerkelijk archeologische resten verloren zullen gaan, is in dit stadium nog niet bekend. Daarom is het effect van een gronddepot op archeologische verwachtingswaarden als negatief beoordeeld. Vanwege dit negatieve effect zal in een later stadium inventariserend veldonderzoek nodig zijn om archeologische vindplaatsen op te sporen. Op die manier kan rekening worden gehouden met de vindplaatsen en indien nodig worden veiliggesteld.

Daarnaast zijn er zones waar de verwachting nog onbekend is, omdat er te weinig gegevens beschikbaar zijn over de bodemopbouw. Het potentiële archeologische niveau in deze zones ligt dieper dan 2,0 m. Dit dieperliggende niveau wordt in de meeste gevallen in de top van het pleistocene zand verwacht. In de vaste zandondergrond is zetting verwaarloosbaar (Huisman e.a. 2009). Het effect van grondbelasting op mogelijke vindplaatsen dieper dan 2,0 m is daarom als neutraal beoordeeld.

5.2 Tracéalternatieven Vierverlaten

5.2.1 Effect van graafwerkzaamheden op bekende archeologische waarden

Binnen de tracéalternatieven van Vierverlaten zijn bekende archeologische vindplaatsen aanwezig in de vorm van een huisplaatsen en molens. Wanneer het kabeltracé ter plaatse van deze locaties wordt aangelegd, is het effect sterk negatief.

5.2.2 Effect van graafwerkzaamheden op archeologische verwachtingswaarden

Binnen de tracéalternatieven van Vierverlaten komen zowel lage, middelhoge als hoge verwachtingszones voor. Voor de lage verwachtingszone geldt dat de kans dat archeologische waarden worden aangetast, klein is. Ook in de zones waar in het kader van eerdere projecten archeologisch onderzoek heeft plaatsgevonden, is de kans klein dat archeologische waarden worden aangetast. Het effect van bodemingrepen in de lage verwachtingszone en waar terreinen zijn vrijgegeven na onderzoek is daarom als neutraal beoordeeld.

Ter plaatse van middelhoge en hoge archeologische verwachtingszones kunnen negatieve effecten optreden wanneer graafwerkzaamheden plaatsvinden. Het betreft echter een verwachtingszone dus of daadwerkelijk archeologische resten verloren zullen gaan, is in dit stadium nog niet bekend. Daarom is het effect van graafwerkzaamheden op archeologische verwachtingswaarden als negatief beoordeeld. Vanwege dit negatieve effect zal in een later stadium inventariserend veldonderzoek nodig zijn om archeologische vindplaatsen op te sporen. Op die manier kan rekening worden gehouden met de vindplaatsen en indien nodig worden veiliggesteld.

Daarnaast zijn er in het noorden van de tracéalternatieven Vierverlaten zones waar de verwachting nog onbekend is, omdat er te weinig gegevens beschikbaar zijn over de bodemopbouw. Het potentiële archeologische niveau in deze zones liggen dieper dan 2,0 m -NAP. De graafwerkzaamheden voor de aanleg van de kabels zullen tot maximaal 2,1 m beneden maaiveld reiken. Het huidige maaiveldniveau varieert hier gemiddeld tussen 0,5 – 1,5 m +NAP. Het archeologische bodemarchief wordt dus niet bereikt door de graafwerkzaamheden. Het effect van de graafwerkzaamheden op de onbekende verwachtingszones is daarom als neutraal beoordeeld.

5.2.3 Effect van tijdelijke grondwaterpeilverlaging op bekende archeologische waarden

Binnen de tracéalternatieven van Vierverlaten zijn bekende archeologische vindplaatsen aanwezig in de vorm van een huisplaatsen en molens. Deze vindplaatsen bevinden zich binnen 1,0 m beneden maaiveld. Dit betekent dat de archeologische resten in natte perioden onder water kunnen staan, maar in droge periode boven het grondwaterniveau liggen. Deze natuurlijke fluctuerende grondwaterbewegingen zorgen op de lange termijn voor aantasting van de archeologische resten. Onder water blijven de archeologische resten goed bewaard vanwege het gebrek aan zuurstof. Boven het water vindt onder invloed van zuurstof oxidatie plaats waardoor met name organische materialen worden aangetast, maar ook op metalen heeft het een negatieve invloed. Een tijdelijke grondwaterpeilverlaging op de bekende archeologische waarden is als neutraal beoordeeld, omdat deze binnen de huidige grondwaterdynamiek valt.

5.2.4 Effect van tijdelijke grondwaterpeilverlaging op archeologische verwachtingswaarden

Een verlaging van de grondwaterstand leidt er in veel gevallen toe dat de bovenste zone in de bodem die nog waterverzadigd was, gaat uitdrogen. Er dringt dan lucht (met zuurstof) de bodem in, waardoor degradatie van archeologische resten optreedt. Ook kunnen organische resten – tegelijk met de bodem – uitdrogen. Fluctuaties in vochtgehalten leiden tot aantasting van de meeste materialen doordat herhaald uitdrogen en weer vochtig worden uitmondt in scheurvorming en vervorming. De effecten van grondwaterpeilverlaging op archeologische resten zijn echter moeilijk te voorspellen en hangt van veel factoren af (Huisman e.a. 2009).

Binnen de tracéalternatieven van Vierverlaten komen zowel lage, middelhoge als hoge verwachtingszones voor. Voor de lage verwachtingszone geldt dat de kans dat archeologische waarden worden aangetast, klein is. Ook in de zones waar in het kader van eerdere projecten archeologisch onderzoek heeft plaatsgevonden, is de kans klein dat archeologische waarden worden aangetast. Het effect van een tijdelijke grondwaterpeilverlaging in de lage verwachtingszone en waar terreinen zijn vrijgegeven na onderzoek is daarom als neutraal beoordeeld.

Ter plaatse van de middelhoge en hoge archeologische verwachtingszones worden archeologische vindplaatsen binnen 2,0 m beneden maaiveld verwacht. Dit betekent dat de archeologische resten in natte perioden onder water kunnen staan, maar in droge periode boven het grondwaterniveau liggen. Deze natuurlijke fluctuerende grondwaterbewegingen zorgen op de lange termijn voor aantasting van de archeologische resten (zie eerste alinea). Een tijdelijke grondwaterpeilverlaging binnen de middelhoge en hoge verwachtingswaarden is als neutraal beoordeeld, omdat deze binnen de huidige grondwaterdynamiek valt.

Daarnaast zijn er zones waar de verwachting nog onbekend is, omdat er te weinig gegevens beschikbaar zijn over de bodemopbouw. Het potentiële archeologische niveau in deze zones liggen dieper dan 2,0 m. Vanwege de grote diepteligging is het archeologische bodemarchief goed geconserveerd, omdat het vermoedelijk beneden het grondwaterpeil ligt. Wanneer door een grondwaterpeilverlaging archeologische resten boven het grondwater komen te liggen, dan komen degradatieprocessen op gang. Wanneer een grondwaterpeilverlaging kortdurend is (maximaal enkele weken) dan wordt het effect als neutraal beoordeeld. Wanneer een grondwaterpeilverlaging langdurend is (maanden tot jaren)

dan wordt het effect als sterk negatief beoordeeld als een vindplaats binnen het bereik van de grondwaterpeilverlaging aanwezig is.

5.2.5 Effect van (grond)belasting op bekende archeologische waarden

Door zwaar materieel en materiaal kan zetting optreden van de bodem. Met name op locaties waar de bodem uit slappe sedimenten zoals klei en veen bestaat, kan dit effect groot zijn. In de tracéalternatieven van Vierverlaten bestaat het bovenste deel van de bodem overal uit klei en/of veen.

In Müller e.a. (2014) hebben het ADC, Deltares en de TU Delft in het kader van de Hanzelijn onderzoek gedaan naar de invloed van tijdelijke en permanente ophoging op de conservering van archeologische vindplaatsen. De aard van de vindplaats, de laag waarin de vindplaats in ligt en het ophogingspakket zijn bepalende factoren om de gevolgen van de ophoging in kaart te brengen. Het onderzoek heeft aangetoond dat ophogingen van ca. 1 tot 2 m een zeer kleine belasting vormen. Pas vanaf 2,5 tot 3 m aan ophoging kunnen drukveranderingen leiden tot vervormingen en schade aan kwetsbare archeologische resten. Op basis hiervan is het opbrengen van een grondlichaam voor de werkwegen als neutraal beoordeeld. Een dergelijk grondlichaam zal juist bescherming bieden voor eventueel aanwezige archeologische resten in de bodem tegen verzakkingen en verdrukkingen door belasting van de bodem door zwaar materieel.

Wanneer grond in depot wordt gezet op een bekende archeologische vindplaats waarbij meer dan 2 m ophoging plaatsvindt, dan wordt het effect als negatief beoordeeld.

5.2.6 Effect van (grond)belasting op archeologische verwachtingswaarden

Door zwaar materieel en materiaal kan zetting optreden van de bodem. Met name op locaties waar de bodem uit slappe sedimenten zoals klei en veen bestaat, kan dit effect groot zijn. In de tracéalternatieven van Vierverlaten bestaat het bovenste deel van de bodem uit klei en/of veen.

Binnen de tracéalternatieven van Vierverlaten komen zowel lage, middelhoge als hoge verwachtingszones voor. Voor de lage verwachtingszone geldt dat de kans dat archeologische waarden worden aangetast, klein is. Ook in de zones waar in het kader van eerdere projecten archeologisch onderzoek heeft plaatsgevonden, is de kans klein dat archeologische waarden worden aangetast. Het effect van tijdelijke (grond)belasting in de lage verwachtingszone en waar terreinen zijn vrijgegeven na onderzoek is daarom als neutraal beoordeeld.

Ter plaatse van de middelhoge en hoge archeologische verwachtingszones worden archeologische vindplaatsen binnen 2,0 m beneden maaiveld verwacht. Het opbrengen van een grondlichaam (minder dan 2 m) voor de werkwegen is als neutraal beoordeeld. Een dergelijk grondlichaam zal juist bescherming bieden voor eventueel aanwezige archeologische resten in de bodem tegen verzakkingen en verdrukkingen door belasting van de bodem door zwaar materieel.

Wanneer grond in depot wordt gezet van meer dan 2 m hoog, dan kan schade optreden als sprake is van een vindplaats in de ondergrond. Het betreft echter een verwachtingszone dus of daadwerkelijk archeologische resten verloren zullen gaan, is in dit stadium nog niet bekend. Daarom is het effect van een gronddepot op archeologische verwachtingswaarden als negatief beoordeeld. Vanwege dit negatieve effect zal in een later stadium inventariserend veldonderzoek nodig zijn om archeologische vindplaatsen op te sporen. Op die manier kan rekening worden gehouden met de vindplaatsen en indien nodig worden veiliggesteld.

Daarnaast zijn er zones waar de verwachting nog onbekend is, omdat er te weinig gegevens beschikbaar zijn over de bodemopbouw. Het potentiële archeologische niveau in deze zones ligt dieper dan 2,0 m. Dit dieperliggende niveau wordt in de meeste gevallen in de top van het pleistocene zand verwacht. In

de vaste zandondergrond is zetting verwaarloosbaar (Huisman e.a. 2009). Het effect van grondbelasting op mogelijke vindplaatsen dieper dan 2,0 m is daarom als neutraal beoordeeld.

5.3 Tracéalternatieven Eemshaven

5.3.1 Effect van graafwerkzaamheden op bekende archeologische waarden

Binnen de tracéalternatieven van Eemshaven zijn geen bekende archeologische vindplaatsen aanwezig. Het effect van graafwerkzaamheden op bekende archeologische waarden is daarom als neutraal beoordeeld.

5.3.2 Effect van graafwerkzaamheden op archeologische verwachtingswaarden

Binnen de tracéalternatieven van Eemshaven geldt met uitzondering van de westelijke punt een lage verwachting. Voor de lage verwachtingszone geldt dat de kans dat archeologische waarden worden aangetast, klein is. Ook in de zones waar in het kader van eerdere projecten archeologisch onderzoek heeft plaatsgevonden, is de kans klein dat archeologische waarden worden aangetast. Het effect van bodemingrepen in de lage verwachtingszone en waar terreinen zijn vrijgegeven na onderzoek is daarom als neutraal beoordeeld.

Voor de westelijke punt van de tracéalternatieven Eemshaven geldt een onbekende verwachting, omdat er te weinig gegevens beschikbaar zijn over de bodemopbouw. Het potentiële archeologische niveau in deze zone ligt dieper dan 4,0 m -NAP. De graafwerkzaamheden voor de aanleg van de kabels zullen tot maximaal 2,1 m beneden maaiveld reiken. Het huidige maaiveldniveau varieert hier gemiddeld tussen 1,0 – 1,5 m +NAP. Het archeologische bodemarchief wordt dus niet bereikt door de graafwerk-zaamheden. Het archeologische bodemarchief wordt hier dus niet bereikt door de graafwerkzaamheden. Het effect van de graafwerkzaamheden op de onbekende verwachtingszones is daarom als neutraal beoordeeld.

5.3.3 Effect van tijdelijke grondwaterpeilverlaging op bekende archeologische waarden

Binnen de tracéalternatieven van Eemshaven zijn geen bekende archeologische vindplaatsen aanwezig. Het effect van een tijdelijke grondwaterpeilverlaging op bekende archeologische waarden is daarom als neutraal beoordeeld.

5.3.4 Effect van tijdelijke grondwaterpeilverlaging op archeologische verwachtingswaarden

Een verlaging van de grondwaterstand leidt er in veel gevallen toe dat de bovenste zone in de bodem die nog waterverzadigd was, gaat uitdrogen. Er dringt dan lucht (met zuurstof) de bodem in, waardoor degradatie van archeologische resten optreedt. Ook kunnen organische resten – tegelijk met de bodem – uitdrogen. Fluctuaties in vochtgehalten leiden tot aantasting van de meeste materialen doordat herhaald uitdrogen en weer vochtig worden uitmondt in scheurvorming en vervorming. De effecten van grondwaterpeilverlaging op archeologische resten zijn echter moeilijk te voorspellen en hangt van veel factoren af (Huisman e.a. 2009).

Binnen de tracéalternatieven van Eemshaven geldt met uitzondering van de westelijke punt een lage verwachting. Voor de lage verwachtingszone geldt dat de kans dat archeologische waarden worden aangetast, klein is. Ook in de zones waar in het kader van eerdere projecten archeologisch onderzoek heeft plaatsgevonden, is de kans klein dat archeologische waarden worden aangetast. Het effect van een tijdelijke grondwaterpeilverlaging in de lage verwachtingszone en waar terreinen zijn vrijgegeven na onderzoek is daarom als neutraal beoordeeld.

Voor de westelijke punt van de tracéalternatieven Eemshaven geldt een onbekende verwachting, omdat er te weinig gegevens beschikbaar zijn over de bodemopbouw. Het potentiële archeologische niveau in deze zone ligt dieper dan 4,0 m. Vanwege de grote diepteligging is het archeologische bodemarchief goed geconserveerd, omdat het beneden het grondwaterpeil ligt. Wanneer door een

grondwaterpeilverlaging archeologische resten boven het grondwater komen te liggen, dan komen degradatieprocessen op gang. Wanneer een grondwaterpeilverlaging kortdurend is (maximaal enkele weken) dan wordt het effect als neutraal beoordeeld. Wanneer een grondwaterpeilverlaging langdurend is (maanden tot jaren) dan wordt het effect als sterk negatief beoordeeld als een vindplaats binnen het bereik van de grondwaterpeilverlaging aanwezig is.

5.3.5 Effect van (grond)belasting op bekende archeologische waarden

Binnen de tracéalternatieven van Eemshaven zijn geen bekende archeologische vindplaatsen aanwezig. Het effect van (grond)belasting op bekende archeologische waarden is daarom als neutraal beoordeeld.

5.3.6 Effect van (grond)belasting op archeologische verwachtingswaarden

Door zwaar materieel en materiaal kan zetting optreden van de bodem. Met name op locaties waar de bodem uit slappe sedimenten zoals klei en veen bestaat, kan dit effect groot zijn. In de tracéalternatieven van Eemshaven bestaat de bodem uit klei.

Binnen de tracéalternatieven van Eemshaven geldt met uitzondering van de westelijke punt een lage verwachting. Voor de lage verwachtingszone geldt dat de kans dat archeologische waarden worden aangetast, klein is. Ook in de zones waar in het kader van eerdere projecten archeologisch onderzoek heeft plaatsgevonden, is de kans klein dat archeologische waarden worden aangetast. Het effect van tijdelijke (grond)belasting in de lage verwachtingszone en waar terreinen zijn vrijgegeven na onderzoek is daarom als neutraal beoordeeld.

Voor de westelijke punt van de tracéalternatieven Eemshaven geldt een onbekende verwachting, omdat er te weinig gegevens beschikbaar zijn over de bodemopbouw. Het potentiële archeologische niveau in deze zones ligt dieper dan 4,0 m. Dit dieperliggende niveau wordt in de meeste gevallen in de top van het pleistocene zand verwacht. In de vaste zandondergrond is zetting verwaarloosbaar (Huisman e.a. 2009). Het effect van grondbelasting op mogelijke vindplaatsen dieper dan 4,0 m is daarom als neutraal beoordeeld.

5.4 Stationslocatiealternatieven

5.4.1 Effect van graafwerkzaamheden op bekende archeologische waarden

Binnen de stationslocatiealternatieven Eemshaven Middenweg en Waddenweg en Burgum Swartsenbergsbos, Koumarweg en Westkern Kootstertille zijn geen bekende archeologische vindplaatsen aanwezig. Het effect van graafwerkzaamheden op bekende archeologische waarden is daarom als neutraal beoordeeld.

Binnen stationslocatiealternatief Vierverlaten Westpoort zijn bekende archeologische vindplaatsen aanwezig in de vorm van huisplaatsen en molens. Wanneer op deze locaties een hoogspanningsstations wordt gebouwd, is het effect sterk negatief.

5.4.2 Effect van graafwerkzaamheden op archeologische verwachtingswaarden

Binnen de stationslocatiealternatieven Eemshaven Middenweg en Waddenweg geldt een lage verwachting. Voor de lage verwachtingszone geldt dat de kans dat archeologische waarden worden aangetast, klein is. Ook in de zones waar in het kader van eerdere projecten archeologisch onderzoek heeft plaatsgevonden, is de kans klein dat archeologische waarden worden aangetast. Het effect van bodemingrepen in de lage verwachtingszone en waar terreinen zijn vrijgegeven na onderzoek is daarom als neutraal beoordeeld.

Binnen de stationslocatiealternatieven Burgum Swartsenbergsbos, Koumarweg en Vierverlaten Westpoort komen zowel lage, middelhoge als hoge verwachtingszones voor. Voor de oostelijke helft van stationslocatiealternatief Burgum Westkern Kootstertille geldt een middelhoge verwachting. Ter

plaatse van middelhoge en hoge archeologische verwachtingszones kunnen negatieve effecten optreden wanneer graafwerkzaamheden plaatsvinden. Het betreft echter een verwachtingszone dus of daadwerkelijk archeologische resten verloren zullen gaan, is in dit stadium nog niet bekend. Daarom is het effect van graafwerkzaamheden op archeologische verwachtingswaarden als negatief beoordeeld. Vanwege dit negatieve effect zal in een later stadium inventariserend veldonderzoek nodig zijn om archeologische vindplaatsen op te sporen. Op die manier kan rekening worden gehouden met de vindplaatsen en indien nodig worden veiliggesteld.

Daarnaast geldt voor stationslocatiealternatief Vierverlaten Westpoort een onbekende verwachting, omdat er te weinig gegevens beschikbaar zijn over de bodemopbouw. Het potentiële archeologische niveau in deze zones liggen dieper dan 2,0 m -NAP. De graafwerkzaamheden voor de aanleg van de kabels zullen tot maximaal 2,1 m beneden maaiveld reiken. Het huidige maaiveldniveau varieert hier gemiddeld tussen 0,5 – 1,5 m +NAP. Het archeologische bodemarchief wordt dus niet bereikt door de graafwerkzaamheden. Het effect van de graafwerkzaamheden op de onbekende verwachtingszones is daarom als neutraal beoordeeld.

5.4.3 Effect van tijdelijke grondwaterpeilverlaging op bekende archeologische waarden

Binnen de stationslocatiealternatieven Eemshaven Middenweg en Waddenweg en Burgum Swartsenbergsbos, Koumarweg en Westkern Kootstertille zijn geen bekende archeologische vindplaatsen aanwezig. Het effect van een tijdelijke grondwaterpeilverlaging op bekende archeologische waarden is daarom als neutraal beoordeeld.

Binnen stationslocatiealternatief Vierverlaten Westpoort zijn bekende archeologische vindplaatsen aanwezig in de vorm van huisplaatsen en molens. Deze vindplaatsen bevinden zich binnen 1,0 m beneden maaiveld. Dit betekent dat de archeologische resten in natte perioden onder water kunnen staan, maar in droge periode boven het grondwaterniveau liggen. Deze natuurlijke fluctuerende grondwaterbewegingen zorgen op de lange termijn voor aantasting van de archeologische resten. Onder water blijven de archeologische resten goed bewaard vanwege het gebrek aan zuurstof. Boven het water vindt onder invloed van zuurstof oxidatie plaats waardoor met name organische materialen worden aangetast, maar ook op metalen heeft het een negatieve invloed. Een tijdelijke grondwaterpeilverlaging op de bekende archeologische waarden is als neutraal beoordeeld, omdat deze binnen de huidige grondwaterdynamiek valt.

5.4.4 Effect van tijdelijke grondwaterpeilverlaging op archeologische verwachtingswaarden

Een verlaging van de grondwaterstand leidt er in veel gevallen toe dat de bovenste zone in de bodem die nog waterverzadigd was, gaat uitdrogen. Er dringt dan lucht (met zuurstof) de bodem in, waardoor degradatie van archeologische resten optreedt. Ook kunnen organische resten – tegelijk met de bodem – uitdrogen. Fluctuaties in vochtgehalten leiden tot aantasting van de meeste materialen doordat herhaald uitdrogen en weer vochtig worden uitmondt in scheurvorming en vervorming. De effecten van grondwaterpeilverlaging op archeologische resten zijn echter moeilijk te voorspellen en hangt van veel factoren af (Huisman e.a. 2009).

Binnen de stationslocatiealternatieven Eemshaven Middenweg en Waddenweg geldt een lage verwachting. Voor de lage verwachtingszone geldt dat de kans dat archeologische waarden worden aangetast, klein is. Ook in de zones waar in het kader van eerdere projecten archeologisch onderzoek heeft plaatsgevonden, is de kans klein dat archeologische waarden worden aangetast. Het effect van een tijdelijke grondwaterpeilverlaging in de lage verwachtingszone en waar terreinen zijn vrijgegeven na onderzoek is daarom als neutraal beoordeeld.

Binnen de stationslocatiealternatieven Burgum Swartsenbergsbos, Koumarweg en Vierverlaten Westpoort komen zowel lage, middelhoge als hoge verwachtingszones voor. Voor de oostelijke helft van stationslocatiealternatief Burgum Westkern Kootstertille geldt een middelhoge verwachting. Ter

plaatse van de middelhoge en hoge archeologische verwachtingszones worden archeologische vindplaatsen binnen 2,0 m beneden maaiveld verwacht. Dit betekent dat de archeologische resten in natte perioden onder water kunnen staan, maar in droge periode boven het grondwaterniveau liggen. Deze natuurlijke fluctuerende grondwaterbewegingen zorgen op de lange termijn voor aantasting van de archeologische resten (zie eerste alinea). Een tijdelijke grondwaterpeilverlaging binnen de middelhoge en hoge verwachtingswaarden is als neutraal beoordeeld, omdat deze binnen de huidige grondwaterdynamiek valt.

Daarnaast geldt voor stationslocatiealternatief Vierverlaten Westpoort een onbekende verwachting, omdat er te weinig gegevens beschikbaar zijn over de bodemopbouw. Het potentiële archeologische niveau in deze zone ligt dieper dan 2,0 m. Vanwege de grote diepteligging is het archeologische bodemarchief goed geconserveerd, omdat het vermoedelijk beneden het grondwaterpeil ligt. Wanneer door een grondwaterpeilverlaging archeologische resten boven het grondwater komen te liggen, dan komen degradatieprocessen op gang. Wanneer een grondwaterpeilverlaging kortdurend is (maximaal enkele weken) dan wordt het effect als neutraal beoordeeld. Wanneer een grondwaterpeilverlaging langdurend is (maanden tot jaren) dan wordt het effect als sterk negatief beoordeeld als een vindplaats binnen het bereik van de grondwaterpeilverlaging aanwezig is.

5.4.5 Effect van (grond)belasting op bekende archeologische waarden

Binnen de stationslocatiealternatieven Eemshaven Middenweg en Waddenweg en Burgum Swartsenbergsbos, Koumarweg en Westkern Kootstertille zijn geen bekende archeologische vindplaatsen aanwezig. Het effect van (grond)belasting op bekende archeologische waarden is daarom als neutraal beoordeeld.

Binnen stationslocatiealternatief Vierverlaten Westpoort zijn bekende archeologische vindplaatsen aanwezig in de vorm van huisplaatsen en molens. Het bovenste deel van de bodem bestaat hier uit klei en/of veen waardoor het effect van zetting door zwaar materieel en materiaal groot kan zijn.

In Müller e.a. (2014) hebben het ADC, Deltares en de TU Delft in het kader van de Hanzelijn onderzoek gedaan naar de invloed van tijdelijke en permanente ophoging op de conservering van archeologische vindplaatsen. De aard van de vindplaats, de laag waarin de vindplaats in ligt en het ophogingspakket zijn bepalende factoren om de gevolgen van de ophoging in kaart te brengen. Het onderzoek heeft aangetoond dat ophogingen van ca. 1 tot 2 m een zeer kleine belasting vormen. Pas vanaf 2,5 tot 3 m aan ophoging kunnen drukveranderingen leiden tot vervormingen en schade aan kwetsbare archeologische resten. Op basis hiervan is het opbrengen van een grondlichaam voor de werkwegen als neutraal beoordeeld. Een dergelijk grondlichaam zal juist bescherming bieden voor eventueel aanwezige archeologische resten in de bodem tegen verzakkingen en verdrukkingen door belasting van de bodem door zwaar materieel.

Wanneer grond in depot wordt gezet op een bekende archeologische vindplaats waarbij meer dan 2 m ophoging plaatsvindt, dan wordt het effect als negatief beoordeeld.

5.4.6 Effect van (grond)belasting op archeologische verwachtingswaarden

Binnen de stationslocatiealternatieven Eemshaven Middenweg en Waddenweg geldt een lage verwachting. Voor de lage verwachtingszone geldt dat de kans dat archeologische waarden worden aangetast, klein is. Ook in de zones waar in het kader van eerdere projecten archeologisch onderzoek heeft plaatsgevonden, is de kans klein dat archeologische waarden worden aangetast. Het effect van tijdelijke (grond)belasting in de lage verwachtingszone en waar terreinen zijn vrijgegeven na onderzoek is daarom als neutraal beoordeeld.

Binnen de stationslocatiealternatieven Burgum Swartsenbergsbos, Koumarweg en Vierverlaten Westpoort komen zowel lage, middelhoge als hoge verwachtingszones voor. Voor de oostelijke helft

van stationslocatiealternatief Burgum Westkern Kootstertille geldt een middelhoge verwachting. Ter plaatse van de middelhoge en hoge archeologische verwachtingszones worden archeologische vindplaatsen binnen 2,0 m beneden maaiveld verwacht. Het opbrengen van een grondlichaam (minder dan 2 m) voor de werkwegen is als neutraal beoordeeld. Een dergelijk grondlichaam zal juist bescherming bieden voor eventueel aanwezige archeologische resten in de bodem tegen verzakkingen en verdrukkingen door belasting van de bodem door zwaar materieel.

Wanneer grond in depot wordt gezet van meer dan 2 m hoog, dan kan schade optreden als sprake is van een vindplaats in de ondergrond. Het betreft echter een verwachtingszone dus of daadwerkelijk archeologische resten verloren zullen gaan, is in dit stadium nog niet bekend. Daarom is het effect van een gronddepot op archeologische verwachtingswaarden als negatief beoordeeld. Vanwege dit negatieve effect zal in een later stadium inventariserend veldonderzoek nodig zijn om archeologische vindplaatsen op te sporen. Op die manier kan rekening worden gehouden met de vindplaatsen en indien nodig worden veiliggesteld.

Daarnaast geldt voor stationslocatiealternatief Vierverlaten Westpoort een onbekende verwachting, omdat er te weinig gegevens beschikbaar zijn over de bodemopbouw. Het potentiële archeologische niveau in deze zone ligt dieper dan 2,0 m. Dit dieperliggende niveau wordt in de meeste gevallen in de top van het pleistocene zand verwacht. In de vaste zandondergrond is zetting verwaarloosbaar (Huisman e.a. 2009). Het effect van grondbelasting op mogelijke vindplaatsen dieper dan 2,0 m is daarom als neutraal beoordeeld.

6 Effectbeoordeling

Door middel van de effectbeoordeling kunnen de tracéalternatieven en stationslocatiealternatieven met elkaar worden vergeleken op het aspect archeologie. Daarbij is het aantal bekende archeologische vindplaatsen ingedeeld naar waarde en aard en zijn de verwachtingszones gekwantificeerd naar oppervlakte van het tracé. Bij het totale oppervlak aan verwachtingszones is zoveel mogelijk rekening gehouden met het feit dat deze verwachtingszones deels overlap vertonen tussen de verwachting Steentijd en Late Prehistorie – Middeleeuwen. Dit betekent dat als voor beide tijdsperioden een middelhoge of hoge verwachting geldt, die maar één keer in de berekening is meegenomen. Als voor de ene periode een lage en voor de andere een middelhoge of hoge verwachting geldt, dan is de zone meegerekend bij de respectievelijk middelhoge of hoge verwachting. Tot slot is ook aangegeven welke maatregelen genomen kunnen worden om deze effecten te beperken of te voorkomen.

6.1 Tracéalternatief Burgum west

Binnen dit tracéalternatief liggen drie bekende archeologische vindplaatsen, die een totale oppervlakte beslaan van ca. 2,1 ha. Het betreft drie huisplaatsen waarvoor een verwachting geldt op archeologische resten uit de Late Middeleeuwen – Nieuwe tijd. De locatie van beide huisplaatsen is op basis van historisch kaartmateriaal bepaald. De locatie ten noorden van de Dokkumer Ee ligt op de westelijke grens van het plangebied en beslaat een breedte van ca. 40 m (Bijlage 9c, nummer 1). Deze archeologisch waardevolle locatie kan worden vermeden binnen het tracéalternatief door het kabeltracé in de 110 m brede strook ten oosten hiervan aan te leggen. De locaties aan weerzijden van de Hearewei (nummers 2 en 3) zijn ca. 110 - 150 m breed en vallen geheel binnen het tracéalternatief. Deze archeologisch waardvolle locaties zijn binnen dit tracéalternatief niet te vermijden. Bovengrondse archeologische resten worden niet meer verwacht. Bij de sloop van de boerderijen kunnen nog wel resten in de bodem bewaard zijn gebleven. Wanneer het kabeltracé hier wordt aangelegd, zal nader onderzoek door middel van proefsleuven nodig zijn om vast te stellen of in de bodem nog (behoudenswaardige) archeologische resten van de huisplaatsen in de bodem bewaard zijn gebleven.

Het grootste oppervlak binnen tracéalternatief Burgum west wordt ingenomen door een lage verwachting of vrijgegeven terreindelen van in totaal 154 ha en een middelhoge verwachting van in totaal 151 ha. Het aandeel hoge verwachting is met 39 ha veel kleiner.

	Effect van graafwerkzaamheden	Effect van tijdelijke grondwaterpeilverlaging	Effect van (grond)belasting	Aantal	Oppervlak
Bekende archeologische waarden	--	0	-	3	2,1 ha
Hoge verwachting	-	0	-	nvt	39 ha
Middelhoge verwachting	-	0	-	nvt	151 ha
Lage verwachting/vrijgegeven terreindelen	0	0	0	nvt	154 ha
Onbekende verwachting	0	-	0	nvt	126 ha

Tabel 10: Effectbeoordeling tracéalternatief Burgum west

6.2 Tracéalternatief Burgum midden

Binnen dit tracéalternatief liggen drie bekende archeologische vindplaatsen, die een totale oppervlakte beslaan van ca. 0,35 ha. Het betreft twee huisplaatsen en een kloosterpad waarvoor een verwachting geldt op archeologische resten uit de Late Middeleeuwen – Nieuwe tijd. De locatie bij De Pezaens ligt op de westelijke grens van het plangebied en beslaat een breedte van ca. 15 m (Bijlage 9c, nummer 4). Deze archeologisch waardevolle locatie kan worden vermeden binnen het tracéalternatief door het kabeltracé in de 135 m brede strook ten oosten hiervan aan te leggen. De locatie langs de Joannes

Durksloane ligt ook op de westgrens en heeft een breedte van ca. 40 m (nummer 5). Ook hier is met ca. 110 m voldoende ruimte binnen het tracéalternatief om de waardvolle locatie te vermijden. Tot slot heeft ten noorden van de spoorlijn een kloosterpad gelegen, die het tracéalternatief geheel doorkruist (nummer 6). Het oostelijke deel van het kloosterpad over een lengte van ca. 90 m is in het kader van een eerder ontwikkelingsplan voldoende archeologisch onderzocht. De kabel kan in deze strook worden aangelegd, zodat de resten van het kloosterpad in het westelijke deel over een lengte van ca. 60 m in de bodem behouden blijft.

Het grootste oppervlak wordt ingenomen door een middelhoge verwachting van in totaal 171 ha, gevolgd door een lage verwachting of vrijgegeven terreindelen van in totaal 153 ha. Het aandeel hoge verwachting is met 19 ha relatief klein.

	Effect van graafwerkzaamheden	Effect van tijdelijke grondwaterpeilverlaging	Effect van (grond)belasting	Aantal	Oppervlak
Bekende archeologische waarden	--	0	-	3	0,37 ha
Hoge verwachting	-	0	-	nvt	19 ha
Middelhoge verwachting	-	0	-	nvt	171 ha
Lage verwachting/vrijgegeven terreindelen	0	0	0	nvt	153 ha
Onbekende verwachting	0	-	0	nvt	139 ha

Tabel 11: Effectbeoordeling tracéalternatief Burgum midden

6.3 Tracéalternatief Burgum oost

Binnen dit tracéalternatief liggen vijf bekende archeologische vindplaatsen, die een totale oppervlakte beslaan van ca. 1,3 ha. Dit betreft het eerder genoemde kloosterpad, drie huisplaatsen waarvan één is aangemerkt als Rijksmonument en één molen uit de Nieuwe tijd. Binnen het tracéalternatief is voldoende ruimte om een kabel aan te leggen en tegelijkertijd de resten van het kloosterpad in de bodem te behouden. De locatie aan de Boltawei ligt op de oostgrens van het onderzoeksgebied en beslaat een breedte van ca. 80 m (nummer 7). Aan de westkant blijft dus nog 70 m over waarbinnen het kabeltracé kan worden aangelegd, zodat deze waardevolle locatie wordt vermeden. De locaties 8 (Rijksmonument) en 9 liggen vlak bij elkaar op respectievelijk de oost- en westgrens van het onderzoeksgebied. Locatie 8 beslaat een breedte van ca. 20 m en locatie 9 ca. 50 m. Dit betekent dat hier in het midden van het onderzoeksgebied een strook van ca. 80 m overblijft waarbinnen de kabel kan worden aangelegd, zonder dat de waardevolle locaties worden geschaad. De molenlocatie ligt ten zuidoosten van Driesum en ligt op de zuidoostgrens van de onderzoekslocatie (nummer 10). De vindplaats beslaat een breedte van ca. 10 m dus er is voldoende ruimte om de kabels aan te leggen waarbij de molenlocatie in de bodem behouden blijft.

	Effect van graafwerkzaamheden	Effect van tijdelijke grondwaterpeilverlaging	Effect van (grond)belasting	Aantal	Oppervlak
Bekende archeologische waarden	--	0	-	5	1,3 ha
Hoge verwachting	-	0	-	nvt	14 ha
Middelhoge verwachting	-	0	-	nvt	198 ha
Lage verwachting/vrijgegeven terreindelen	0	0	0	nvt	106 ha
Onbekende verwachting	0	-	0	nvt	125 ha

Tabel 12: Effectbeoordeling tracéalternatief Burgum oost.

Verder heeft ten zuiden van het Grutdjip in het verleden een dijkdoorbraak plaatsgevonden, waarvan een wiel bewaard is gebleven. Dit wiel heeft een breedte van ca. 50 m, dus er is voldoende ruimte voor een werkstrook om de kabels aan te leggen.

Het grootste oppervlak wordt ingenomen door een middelhoge verwachting van in totaal 198 ha, gevolgd door een lage verwachting of vrijgegeven terreindelen van in totaal 106 ha. Het aandeel hoge verwachting is met 14 ha relatief klein.

6.4 Tracéalternatief Vierverlaten west

Binnen dit tracéalternatief liggen vier bekende archeologische vindplaatsen, die een totale oppervlakte beslaan van ca. 0,9 ha. Het zijn vier huisplaatsen waarvoor een verwachting geldt op archeologische resten uit de Late Middeleeuwen – Nieuwe tijd. De locatie van beide huisplaatsen is op basis van historisch kaartmateriaal bepaald. De twee huisplaatsen langs de Pamaweg liggen ongeveer in elkaars verlengde in respectievelijk het westelijke en oostelijke deel van het onderzoeksgebied (Bijlage 9e, nummer 11 en 12). Tussen de twee huisplaatsen is een strook van ca. 85 m breed beschikbaar om de kabel aan te leggen. De andere twee huisplaatsen liggen ook in elkaars verlengde in de buurt van de Borgweg in Nordhorn. Het toenmalige borgterrein (Bijlage 9e, nummer 13) ligt op de zuidelijke rand van het onderzoeksgebied over een breedte van ca. 30 m. Deze vindplaats kan vermeden worden door de kabel ten noorden hiervan aan te leggen. Echter in deze zone ligt de andere voormalige huisplaats (nummer 14). Deze huisplaats ligt compleet binnen het onderzoeksgebied over een breedte van ca. 100 m. Bovengrondse archeologische resten worden hier niet meer verwacht. Bij de sloop van de boerderij kunnen nog wel resten in de bodem bewaard zijn gebleven. Tussen de twee bekende vindplaatsen is binnen het tracéalternatief een werkstrook van slechts 20 m beschikbaar. Wanneer de kabel in een bocht wordt gelegd, kan de breedte van de werkstrook mogelijk worden opgerekt naar ca. 40 m. Wanneer het niet mogelijk is om de werkstrook te versmallen of de kabel in een bocht aan te leggen, dan worden bij een open ontgraving archeologische resten aangetast. In dat geval zal nader onderzoek door middel van proefsleuven nodig zijn om vast te stellen of in de bodem nog (behoudenswaardige) archeologische resten van de huisplaats in de bodem bewaard zijn gebleven.

Het grootste oppervlak wordt ingenomen door een lage verwachting van in totaal 278 ha. Het aandeel hoge en middelhoge verwachting is met respectievelijk 77 en 59 ha een stuk kleiner.

	Effect van graafwerkzaamheden	Effect van tijdelijke grondwaterpeilverlaging	Effect van (grond)belasting	Aantal	Oppervlak
Bekende archeologische waarden	--	0	-	4	0,9 ha
Hoge verwachting	-	0	-	nvt	77 ha
Middelhoge verwachting	-	0	-	nvt	59 ha
Lage verwachting/vrijgegeven terreindelen	0	0	0	nvt	278 ha
Onbekende verwachting	0	-	0	nvt	121 ha

Tabel 13: Effectbeoordeling tracéalternatief Vierverlaten west

6.5 Tracéalternatief Vierverlaten midden

Binnen dit tracéalternatief liggen vijf bekende archeologische vindplaatsen met een oppervlakte van ca. 0,15 ha. Alle vijf zijn huisplaatsen waarvoor een verwachting geldt op archeologische resten uit de Late Middeleeuwen – Nieuwe tijd. De huisplaats aan de Jensemaweg (beschermd rijksmonument) staat op historisch kaartmateriaal uit het begin van de 19^{e} eeuw, maar is in de loop die eeuw verdwenen (Bijlage 9e, nummer 15). De huisplaats ligt op de oostgrens van het onderzoeksgebied over een breedte van 12 m. Er is voldoende ruimte op de kabel buiten dit waardevolle terrein aan te leggen. De twee huisplaatsen in de buurt van de Lageweg zijn niet herkend op historisch kaartmateriaal, maar staan wel op de

gemeentelijke verwachtingskaart aangegeven en zijn als beschermd Rijksmonument aangemerkt (Bijlage 9e, nummer 16 en 17). Beide bekende vindplaatsen liggen op de grens van het onderzoeksgebied en beslaan een breedte van respectievelijk 16 en 12 m. Hiermee is er voldoende ruimte om de kabel buiten deze waardevolle archeologische terreinen aan te leggen waardoor het archeologisch bodemarchief behouden blijft. Ook de twee laatste huisplaatsen liggen op de westelijke grens van het onderzoeksgebied ten zuiden van de N366 (nummer 18 en 19). De breedte van de vindplaatsen bedraagt ca. 12 tot 14 m per stuk dus ook deze locaties kunnen worden vermeden bij de aanleg van het kabeltracé. De huisplaats op de oostgrens is een beschermd Rijksmonument.

Het grootste oppervlak wordt ingenomen door een lage verwachting van in totaal 163 ha. Het aandeel hoge en middelhoge verwachting is met respectievelijk 78 en 126 ha kleiner.

	Effect van graafwerkzaamheden	Effect van tijdelijke grondwaterpeilverlaging	Effect van (grond)belasting	Aantal	Oppervlak
Bekende archeologische waarden	--	0	-	5	0,15 ha
Hoge verwachting	-	0	-	nvt	78 ha
Middelhoge verwachting	-	0	-	nvt	126 ha
Lage verwachting/vrijgegeven terreindelen	0	0	0	nvt	163 ha
Onbekende verwachting	0	-	0	nvt	54 ha

Tabel 14: Effectbeoordeling tracéalternatief Vierverlaten midden

6.6 Tracéalternatief Vierverlaten oost

Binnen dit tracéalternatief liggen vier bekende archeologische vindplaatsen, die een totale oppervlakte beslaan van ca. 1,3 ha. Alle vier zijn het huisplaatsen waarvoor een verwachting geldt op resten uit de Late Middeleeuwen – Nieuwe tijd. De huisplaats ten zuiden van de Hornsterweg ligt op de westgrens van het onderzoeksgebied en beslaat een breedte van ca. 60 m (Bijlage 9e, nummer 20). Er blijft dus een strook over van 90 m waarbinnen het kabeltracé kan worden aangelegd zonder dat archeologische waarden worden aangetast. De huisplaats ten zuiden daarvan ligt in het centrale deel van het onderzoeksgebied over een breedte van 40 m (nummer 21). Ten oosten daarvan is een strook beschikbaar van 40 m breed en ten westen van 70 m breed. Dit betekent dat aan beide kanten ruimte is om een kabeltracé aan te leggen. Voor de huisplaats ten noorden van het Reitdiep is minder werkruimte beschikbaar (nummer 22). Deze huisplaats ligt ook in het centrale deel en is met 90 m een stuk breder. Aan de oostzijde is strook van 28 m beschikbaar en aan de westzijde van 34 m. Met een smalle werkstrook kan aan beide zijden een kabeltracé worden aangelegd, waarbij de vindplaats behouden blijft. De laatste huisplaats ligt aan de Evert Harm Woltersweg 19 op de westgrens van het onderzoeksgebied (nummer 23). De breedte van de vindplaats is maximaal 53 m dus is er voldoende ruimte binnen het onderzoeksgebied om een kabeltracé daarnaast aan te liggen.

Het grootste oppervlak wordt ingenomen door een hoge verwachting van in totaal 167 ha. Het aandeel lage en middelhoge verwachting is met respectievelijk 120 en 76 ha kleiner.

	Effect van graafwerkzaamheden	Effect van tijdelijke grondwaterpeilverlaging	Effect van (grond)belasting	Aantal	Oppervlak
Bekende archeologische waarden	--	0	-	4	1,3 ha
Hoge verwachting	-	0	-	nvt	167 ha
Middelhoge verwachting	-	0	-	nvt	76 ha
Lage verwachting/vrijgegeven terreindelen	0	0	0	nvt	120 ha

Onbekende verwachting	0	-	0	nvt	177 ha

Tabel 15: Effectbeoordeling tracéalternatief Vierverlaten oost

6.7 Tracéalternatief Eemshaven west

Binnen dit tracéalternatief geldt een grotendeels lage verwachting met een zone van 20 ha waarvoor een onbekende geldt.

	Effect van graafwerkzaamheden	Effect van tijdelijke grondwaterpeilverlaging	Effect van (grond)belasting	Aantal	Oppervlak
Bekende archeologische waarden	0	0	0	nvt	nvt
Hoge verwachting	0	0	0	nvt	nvt
Middelhoge verwachting	0	0	0	nvt	nvt
Lage verwachting/vrijgegeven terreindelen	0	0	0	nvt	426 ha
Onbekende verwachting	0	-	0	nvt	20 ha

Tabel 16: Effectbeoordeling tracéalternatief Eemshaven west

6.8 Tracéalternatief Eemshaven midden

Binnen dit tracéalternatief geldt een geheel lage verwachting.

	Effect van graafwerkzaamheden	Effect van tijdelijke grondwaterpeilverlaging	Effect van (grond)belasting	Aantal	Oppervlak
Bekende archeologische waarden	0	0	0	nvt	nvt
Hoge verwachting	0	0	0	nvt	nvt
Middelhoge verwachting	0	0	0	nvt	nvt
Lage verwachting/vrijgegeven terreindelen	0	0	0	nvt	119 ha
Onbekende verwachting	0	0	0	nvt	nvt

Tabel 17: Effectbeoordeling tracéalternatief Eemshaven midden

6.9 Stationslocatiealternatief Burgum Swartsenbergsbos

Dit stationslocatiealternatief wordt gekenmerkt door een grotendeels lage verwachting van ca. 84 ha. De hoge verwachtingszones beslaan een relatief klein oppervlak van 5 ha. De middelhoge verwachtingszone valt daar tussenin met een totaal van 42 ha. Het aandeel hoge verwachting is dermate klein dat deze zones bij de bouw van transformatorstation kunnen worden vermeden. Het is waarschijnlijk ook mogelijk om het transformatorstation geheel in de lage verwachtingszone aan te leggen.

	Effect van graafwerkzaamheden	Effect van tijdelijke grondwaterpeilverlaging	Effect van (grond)belasting	Aantal	Oppervlak
Bekende archeologische waarden	0	0	0	nvt	nvt
Hoge verwachting	-	0	-	nvt	5 ha
Middelhoge verwachting	-	0	-	nvt	42 ha
Lage verwachting/vrijgegeven terreindelen	0	0	0	nvt	84 ha
Onbekende verwachting	0	0	0	nvt	nvt

Tabel 18: Effectbeoordeling stationslocatiealternatief Burgum Swartsenbergsbos

6.10 Stationslocatiealternatief Burgum Koumarweg

Dit stationslocatiealternatief wordt gekenmerkt door een deels middelhoge en lage verwachting van respectievelijk ca. 31 en 39 ha. De hoge verwachtingszone beslaat een relatief klein oppervlak van 3 ha. Het aandeel hoge verwachting is dermate klein dat deze zone bij de bouw van transformatorstation kan worden vermeden. Het is waarschijnlijk ook mogelijk om het transformatorstation geheel in de lage verwachtingszone aan te leggen in het zuidelijke deel van dit stationslocatiealternatief.

	Effect van graafwerkzaamheden	Effect van tijdelijke grondwaterpeilverlaging	Effect van (grond)belasting	Aantal	Oppervlak
Bekende archeologische waarden	0	0	0	nvt	nvt
Hoge verwachting	-	0	-	nvt	3 ha
Middelhoge verwachting	-	0	-	nvt	31 ha
Lage verwachting/vrijgegeven terreindelen	0	0	0	nvt	39 ha
Onbekende verwachting	0	0	0	nvt	nvt

Tabel 19: Effectbeoordeling stationslocatiealternatief Burgum Koumarweg

6.11 Stationslocatiealternatief Burgum Westkern Kootstertille

Ruim de helft van het terrein van dit stationslocatiealternatief is in het verleden onderzocht en vrijgegeven. Er resteert nog ca. 12 ha waarvoor een middelhoge verwachting geldt. Voor de bouw van het transformatorstation kunnen mogelijk aanwezige archeologische waarden worden vermeden door te kiezen voor het vrijgegeven terreindeel. Voor de aanleg van het kabeltracé naar dit stationslocatiealternatief wordt een gebied doorkruist met een deels middelhoge en lage verwachting van respectievelijk ca. 36 en 21 ha. Aan de oostzijde van het tracé vlakbij het stationslocatiealternatief ligt op de noordgrens van het onderzoeksgebied een hoge verwachtingslocatie. In het verleden zijn hier scherven middeleeuws aardewerk gevonden. Deze vindplaats beslaat een breedte van ca. 20 m. Er is dus voldoende ruimte om deze vindplaats bij de aanleg van het kabeltracé te vermijden (Bijlage 9c, nummer 26).

	Effect van graafwerkzaamheden	Effect van tijdelijke grondwaterpeilverlaging	Effect van (grond)belasting	Aantal	Oppervlak
Bekende archeologische waarden	0	0	0	nvt	nvt
Hoge verwachting	0	0	0	nvt	0,1 ha (tracé)
Middelhoge verwachting	-	0	-	nvt	12 ha + 36 ha (tracé)
Lage verwachting/vrijgegeven terreindelen	0	0	0	nvt	7 ha + 21 ha (tracé)
Onbekende verwachting	0	0	0	nvt	nvt

Tabel 20: Effectbeoordeling stationslocatiealternatief Burgum Westkern Kootstertille met bijbehorend tracéalternatief

6.12 Stationslocatiealternatief Vierverlaten Westpoort

Binnen dit stationsalternatief liggen twee bekende archeologische vindplaatsen, die een totale oppervlakte beslaan van ca. 0,6 ha. Het betreft twee huisplaatsen waar archeologische resten uit de Late Middeleeuwen en Nieuwe tijd worden verwacht (Bijlage 9e, nummers 24 en 25). De begrenzing van de historische locaties is bepaald op basis van de kadastrale minuut uit het begin van de 19^{e} eeuw. De exacte omvang van het transformatorstation is nog niet bekend, maar er is voldoende ruimte binnen het locatiealternatief waar geen bekende vindplaatsen liggen. Wel dient er rekening gehouden te worden met een terrein van ca. 12 ha dat in het centrale deel van het locatiealternatief ligt (Bijlage 9e,

gele vlak). In het verleden heeft op deze locatie al een archeologisch booronderzoek plaatsgevonden. Vanwege de aanwezigheid van een intact potentieel archeologisch niveau is vervolgonderzoek door middel van proefsleuven geadviseerd om vast te stellen of een vindplaats aanwezig is. Wanneer het transformatorstation op deze locatie wordt gerealiseerd, dan zal dit proefsleuvenonderzoek moeten worden uitgevoerd.

Dit stationsalternatief wordt verder gekarakteriseerd door een overwegend middelhoge verwachting (ca. 66 ha). Gezien het kleine oppervlak aan lage verwachtingszone en/of vrijgegeven terreindelen is het niet mogelijk om bij de bouw van een transformatorstation de middelhoge verwachtingszone te vermijden. De hoge verwachtingszone ligt in het centraalzuidelijke deel, dus hier kunnen eventueel aanwezige archeologische waarden wel in de bodem behouden blijven.

	Effect van graafwerkzaamheden	Effect van tijdelijke grondwaterpeilverlaging	Effect van (grond)belasting	Aantal	Oppervlak
Bekende archeologische waarden	--	0	-	2	0,6 ha
Hoge verwachting	-	0	-	nvt	12 ha
Middelhoge verwachting	-	0	-	nvt	66 ha
Lage verwachting/vrijgegeven terreindelen	0	0	0	nvt	3 ha
Onbekende verwachting	0	-	0	nvt	78 ha

Tabel 21: Effectbeoordeling stationslocatiealternatief Vierverlaten Westpoort

6.13 Stationslocatiealternatief Eemshaven Middenweg

Binnen dit stationslocatiealternatief geldt een geheel lage verwachting. Bij de bouw van een transformatorstation is het risico op aantasting van het archeologisch bodemarchief zeer klein.

	Effect van graafwerkzaamheden	Effect van tijdelijke grondwaterpeilverlaging	Effect van (grond)belasting	Aantal	Oppervlak
Bekende archeologische waarden	0	0	0	nvt	nvt
Hoge verwachting	0	0	0	nvt	nvt
Middelhoge verwachting	0	0	0	nvt	nvt
Lage verwachting/vrijgegeven terreindelen	0	0	0	nvt	22 ha
Onbekende verwachting	0	0	0	nvt	nvt

Tabel 22: Effectbeoordeling stationslocatiealternatief Eemshaven Middenweg

6.14 Stationslocatiealternatief Eemshaven Waddenweg

Binnen dit stationslocatiealternatief geldt een geheel lage verwachting. Bij de bouw van een transformatorstation is het risico op aantasting van het archeologisch bodemarchief zeer klein.

	Effect van graafwerkzaamheden	Effect van tijdelijke grondwaterpeilverlaging	Effect van (grond)belasting	Aantal	Oppervlak
Bekende archeologische waarden	0	0	0	nvt	nvt
Hoge verwachting	0	0	0	nvt	nvt
Middelhoge verwachting	0	0	0	nvt	nvt
Lage verwachting/vrijgegeven terreindelen	0	0	0	nvt	13 ha
Onbekende verwachting	0	0	0	nvt	nvt

Tabel 23: Effectbeoordeling stationslocatiealternatief Eemshaven Waddenweg

6.15 Conclusie

Binnen aansluitlocatie Burgum zou op basis van het hoogste aantal bekende vindplaatsen (incl. een beschermd Rijksmonument) tracéalternatief oost de meeste impact hebben op het archeologische bodemarchief. De vindplaatsen beslaan echter een geringe breedte van het tracéalternatief waardoor er voldoende ruimte overblijft (meer dan 50 m) om de kabels aan te liggen zonder dat waardevolle archeologische resten verloren gaan. Ook voor tracéalternatief midden geldt dat er voldoende ruimte is om de bekende vindplaatsen te vermijden bij het ontwerp van het kabeltracé. Het oppervlak aan middelhoge en hoge verwachting ontloopt elkaar niet veel tussen de tracéalternatieven Burgum midden en oost. Tracéalternatief west heeft een grotere impact op het archeologische bodemarchief, omdat hier twee waardevolle locaties over vrijwel de gehele breedte van het tracéalternatief aanwezig zijn. Bovendien is het oppervlak aan hoge verwachting het grootst van de drie alternatieven. Wanneer Burgum west als VKA wordt gekozen, dan zal op de bekende vindplaats nader onderzoek nodig zijn door middel van proefsleuven om vast te stellen of (behoudenswaardige) archeologische resten in de bodem aanwezig zijn. Een alternatief zou kunnen zijn om te kiezen voor een gestuurde boring onder de vindplaats door, zodat deze in-situ behouden kan blijven.

Binnen aansluitlocatie Vierverlaten is het aantal bekende vindplaatsen geen onderscheidend criterium, omdat overal ruimte is om de kabels buiten deze waardevolle terreinen aan te leggen. Wel zou binnen tracéalternatief west een versmalling van de werkstrook of een bocht in het kabeltracé nodig zijn om dit doel te bereiken. Wanneer gekeken wordt naar het totale oppervlak aan hoge en middelhoge verwachting dan komt tracéalternatief west namelijk het meest gunstig naar voren. In dat opzicht is de kans op aantasting van het archeologische bodemarchief bij tracéalternatief oost hoogst vanwege het grote oppervlak aan hoge verwachting. Dit grote oppervlak aan hoge verwachting wordt veroorzaakt door een inhoudelijke keuze van de gemeente Het Hogeland. Het aangrenzende gekarteerde deel van de gemeente Westerkwartier waar de tracéalternatieven west en midden in vallen geldt namelijk een deels lage en middelhoge verwachting. Het oppervlak hoge verwachting is hier zeer gering. De kans op het aantreffen van een archeologische vindplaats is in beide gemeenten en dus voor de tracéalternatieven gelijk, maar de onderzoeksplicht/-inspanning in de gemeente Het Hogeland is groter.

Tracéalternatief	Burgum west	Burgum midden	Burgum oost	Vierverlaten west	Vierverlaten midden	Vierverlaten oost	Eemshaven west	Eemshaven midden
Bekende archeologische waarden	3*	3	5**	4***	5****	4	nvt	nvt
Hoge verwachting	39 ha	19 ha	14 ha	77 ha	78 ha	167 ha	nvt	nvt
Middelhoge verwachting	152 ha	171 ha	198 ha	59 ha	126 ha	76 ha	nvt	nvt
Lage verwachting /vrijgegeven terreindelen	154 ha	153 ha	106 ha	278 ha	163 ha	120 ha	426 ha	119 ha
Onbekende verwachting	126 ha	139 ha	125 ha	121 ha	54 ha	177 ha	20 ha	nvt

* waarvan 2 locaties niet zijn te vermijden binnen het tracéalternatief

** waarvan 1 beschermd Rijksmonument

*** waarvan 1 locatie moeilijk is te vermijden binnen het tracéalternatief

**** waarvan 3 beschermde Rijksmonumenten

Tabel 24: Vergelijking van de tracéalternatieven waarbij het risico op aantasting van archeologische waarden is ingedeeld in hoog (rood), gemiddeld (oranje) en laag (wit).

De tracéalternatieven van Eemshaven worden gekenmerkt door een lage archeologische verwachting. Het tracéalternatief Eemshaven west bevat nog een gedeelte met een onbekende verwachting, maar heeft ten opzichte van de tracéalternatieven van Burgum en Vierverlaten geen negatief effect op het archeologische bodemarchief.

Wat betreft de stationslocatiealternatieven, dan zou Vierverlaten Westpoort de grootste impact kunnen hebben op het archeologische bodemarchief. De twee bekende vindplaatsen en hoge verwachtingszone kunnen weliswaar worden vermeden bij de bouw van een transformatorstation, maar dan resteert een middelhoge verwachtingszone waar een vindplaats aanwezig zou kunnen zijn. Bij de drie stationslocatiealternatieven van Burgum is het oppervlak aan lage verwachting/vrijgegeven terreindelen voldoende om de middelhoge en hoge verwachtingszones te vermijden bij de aanleg van een transformatorstation. Stationslocatiealternatief Westkern Kootstertille zou vanuit archeologisch oogpunt de beste keus zijn wanneer het station in het westelijke deel wordt gebouwd, waar in het verleden al archeologisch onderzoek heeft plaatsgevonden en is vrijgegeven. Wel zal in dat geval een extra oppervlak aan middelhoge verwachtingszones moeten worden onderzocht in het kader van de aanleg van het kabeltracé.

Net als bij de tracéalternatieven heeft ook bij de stationslocatiealternatieven de Eemshaven de minste impact op het archeologische bodemarchief. Voor zowel stationslocatiealternatief Middenweg als Waddenweg geldt een lage archeologische verwachting. Het stationslocatiealternatief Eemshaven Middenweg in combinatie met tracéalternatief midden is vanuit archeologisch oogpunt de beste keus vanwege de kortste lengte van het tracé en de geheel lage verwachting.

Stationslocatieal ternatief	Burgum Swartsenbergsbos	Burgum Koumarweg	Burgum Westkern Kootstertille + tracé	Vierverlaten Westpoort	Eemshaven MIddenweg	Eemshaven Waddenweg
Bekende archeologische waarden	nvt	nvt	nvt	2	nvt	nvt
Hoge verwachting	5 ha	3 ha	0,1 (tracé)	12 ha	nvt	nvt
Middelhoge verwachting	42 ha	31 ha	12 ha + 36 ha (tracé)	66 ha	nvt	nvt
Lage verwachting/vrij gegeven terreindelen	84 ha	39 ha	7 ha + 21 ha (tracé)	3 ha	22 ha	13 ha
Onbekende verwachting	nvt	nvt	nvt	78 ha	nvt	nvt

Tabel 25: Vergelijking van de stationslocatiealternatieven waarbij het risico op aantasting van archeologische waarden is ingedeeld in hoog (rood), gemiddeld (oranje) en laag (wit).

Literatuur

Boeken, rapporten en artikelen

Arcadis (2007). *Inventariserend Veldonderzoek archeologie herinrichting Jistrum.* Dienst Landelijk Gebied Fryslân.

Bakker, H. de & Schelling, J. (1989). *Systeem van de bodemclassificatie voor Nederland: de hogere niveaus.* (Tweede druk bewerkt door Brus, D.J. & Wallenburg C. van) Centrum voor Landbouwpublikaties en Landbouwdocumentatie, Wageningen.

Beckers, I.S.J. & Tolsma, J. (2015). *Inventariserend onderzoek (verkennende fase) gasleiding Oldehove-Ezinge.* Antea Group Archeologie 2015/70.

Beek, J.L. van & Vos, P.C. (2008). *Regio Noord-Groningen, gemeenten De Marne, Winsum, Bedum, Ten Boer, Loppersum, Eemsmond, Appingedam en Delfzijl: archeologische verwachtingskaart en beleidsadvieskaart.* RAAP-rapport 1732.

Berendsen, H.J.A. (2005). *Landschappelijk Nederland.* Perspectief Uitgevers, Utrecht.

Boekema, Y. (2015). *Archeologisch onderzoek Station Vierverlaten* Inventariserend veldonderzoek*.* Grontmij Archeologische Rapporten 1511

Bongers, J.M.G. (2006). *Hoogkerk: Westpoort, Hoofdinfrastructuur 1 (Gr.). Een Inventariserend en Waarderend Archeologisch Veldonderzoek.* Steekproefrapport 2006-12/07.

Bongers, J.M.G. (2010). *Hoogkerk, Westpoort Fase 1b (Gemeente Groningen, Gr.). Een Inventariserend Archeologisch Veldonderzoek.* Steekproefrapport 2010-06/08.

Boon, H. (2016). *Archeologisch onderzoek ovonde Morra. Inventariserend veldonderzoek d.m.v. boringen.* Sweco Archeologische Rapporten 2032.

Bosatlas van de Wadden (2018). Noordhof Atlasproducties Groningen.

Buitenhuis, H. (2006). *Een archeologisch inventariserend veldonderzoek (IVO) ten behoeve van de korte omlegging van de N355 door middel van grondboringen te Zuidhorn, gemeente Zuidhorn (Gr.).* ARC-Rapporten 2006-80.

Buitenhuis, H. (2008). *Een archeologisch bureau-onderzoek en inventariserend veldonderzoek door middel van grondboringen aan de zuidkant van de rijksweg N355 tussen Groningen en Zuidhorn (Gr.).* ARC-Rapporten 2008-78

Centraal College van Deskundigen Archeologie (2018). *Kwaliteitsnorm Nederlandse Archeologie, versie 4.1.* Stichting voor Infrastructuur Kwaliteitsborging Bodembeheer, Gouda.

Dijk, D.A. (2014). *Veenwouden, Goddeloze Singel Gemeente Dantumadeel (Frl). Waarderend Veldonderzoek Proefsleuven en Aanvullend Booronderzoek*. Steekproefrapport 2014-05/12Z.

Dijkstra, J. (2017). *Karrensporen onder de Goddeloze Singel te Veenwouden (gemeente Dantumadiel) Een archeologische opgraving.* ADC Rapport 4072.

Exaltus, R. (2009a). *Dokkum, Westelijke rondweg. Gemeente Dongeradeel (Frl.). Een Inventariserend Archeologisch Veldonderzoek.* Steekproefrapport 2009-08/05.

Exaltus, R. (2009b). *Dokkum, Betterwird III. Gem. Dongeradeel (Frl.). Een Inventariserend Archeologisch Veldonderzoek.* Steekproefrapport 2009-01/10.

Exaltus, R. (2019). Wâlterswâld, *Zonnepark Broekloan (Gemeente Dantumadiel, Fr.). Een Archeologisch Bureauonderzoek en Inventariserend Veldonderzoek Verkennende Fase (IVO-O).* Steekproefrapport 2019-03/01.

Haartsen, A. (2009). *Ontgonnen Verleden. Regiobeschrijvingen provincie Friesland en Groningen.* Bureau Lantschap.

Heeringen, R.M. van, Pierik, H.J., Brugman, B.A. & Schrijvers, R. (2014). *Archeologie en cultuurhistorie in de Westerkwartiergemeenten Grootegast, Leek, Marum en Zuidhorn.* Vestigia Rapport V1019a.

Hekman, J.J. & Spek, E.J.M. van der (2005). *Plangebied Westpoort: Matsloot te Hoogkerk, gemeente Groningen; archeologischvooronderzoek: een bureau- en inventariserend veldonderzoek.* RAAP-RAPPORT 1294.

Hekman, J.J. & Veldhuis J.R. (2016). *Archeologisch onderzoek HS station Vierverlaten. Inventariserend veldonderzoek: proefsleuven.* GRONTMIJ ARCHEOLOGISCHE RAPPORTEN 1604.

Hielkema, J.B. (2016). *Aanleg natuurvriendelijke oever langs de Jonge Heldtocht in Groningen, gemeente Groningen; archeologische begeleiding.* RAAP-NOTITIE 5693.

Holl, J. & Zandboer, S. (2012). *Fietspad Eenrumerweg Baflo – Mensingeweer & N361 Mensingeweer – Ranum, gemeenten De Marne en Winsum. Een Inventariserend Veldonderzoek in de vorm van een verkennend en karterend booronderzoek en oppervlaktekartering.* ADC Rapport 3072.

Huisman, D.J., Bouwmeester, J., Lange, J. de, Linden, Th. van der, Mauro, G., Ngan – Tillard, D., Groenendijk, M., Ridder, T. de, Rooijen, C. van, Roorda, I., Schmutzhart, D. & Stoevelaar, R. (2011). *De invloed van bouwwerkzaamheden op archeologische vindplaatsen.* Rijksdienst voor het Cultureel Erfgoed, Amersfoort.

Jans, J.E.A. (2014). Pingo Project Fryslân, 45 (potentiële) pingoruïnes in de Noordelijke Friese Wouden. Gemeenten Achtkarspelen, Dantumadiel, Smallingerland en Tytsjerksteradiel. Archeologisch vooronderzoek: een inventariserend veldonderzoek. RAAP-rapport 2833.

Jongmans, A.G., Berg, M.W. van den, Sonneveld, M.P.W., Peek, G.J.W.C. & Van den Berg van Saparoea, R.M. (2013). *Landschappen van Nederland: geologie, bodem en landgebruik.* Wageningen Academic Publishers.

Kaptein, I.N. (2009*). Inventariserend veldonderzoek door middel van boringen op het leidingtracé tussen de NAM-locaties Ranum en Saaksum, gemeente Winsum (Groningen).* Archeologische Rapporten Oranjewoud 2009/27.

Kaptein, I.N. (2013). *Bureauonderzoek en inventariserend veldonderzoek (karterend) Klyndobbe nabij Feanwâlden, gemeente Dantumadeel.* Archeologische Rapporten Oranjewoud 2013/43.

Koeman, S.M. (2014). *Inventariserend Veldonderzoek, karterende fase. Locatie Zwartkruis te Noardburgum.* Archeodienst Rapport 309.

Kortekaas, G. (1998). *Jaarverslag archeologie in 1997. 15. Roderwolderdijk Vierverlaten, verkenning.* Hervonden Stad 1998. 3e Jaarboek voor archeologie, bouwhistorie en restauratie in de gemeente Groningen.

Kroft, P. van der & Zwet, E.J.M. van der (2014). *Twee dobben ten westen van De Westereen, gemeente Dantumadiel; archeologisch vooronderzoek: een bureauonderzoek en verkennend veldonderzoek.* RAAP-notitie 4775.

Krol, T.N. (2014). *Archeologisch proefsleuvenonderzoek en begeleiding 'De Centrale As, deelgebied Noord 2 vindplaats 36' bij de Strobosser Trekvaart en Koailoane te Dokkum, gemeenten Dantumadiel en Dongeradiel (FR).* MUG-publicatie 2014-65.

Maassen, J.H.C.M. (2015). *Archeologisch proefsleuvenonderzoek oevers Reitdiep en Winsumerdiep bij Schilligeham en Schaphalsterzijl, gemeente Winsum (Gr.).* MUG-publicatie 2015-125.

Marinelli, M. (2005). *Bureauonderzoek en veldtoets ten behoeve van de gasleidingtracées Anjum-Moddergat en Anjum-Lauwersoog, provincie Fryslân.* Oranjewoud.

Mulder, E.F.J. de, Geluk, M.C., Ritsma, I.L., Westerhof, W.E. & Wong, T.E. (2003). *De ondergrond van Nederland*. Wolters-Noordhoff, Groningen/Houten.

Nederlands Normalisatie Instituut (1990). *NEN-5104:1989 NL, Classificatie van onverharde grondmonsters.* Nederlands Normalisatie Instituut, Delft.

Nijdam, L.C. (2010). *Doniaweg 123 te Damwoude (gemeente Dantumadeel). Een Inventariserend Veldonderzoek in de vorm van een waarderend booronderzoek.* ADC Rapport 2280.

Nijdam, L.C. (2013). *Noard Burgum Locatie Zwartkruis (Gemeente Tytsjerksteradiel). Een bureauonderzoek en verkennend booronderzoek.* ArGeoBoor rapport 1233.

Noomen, P.N. (2009). *De stinzen in middeleeuws Friesland en hun bewoners.* Hilversum.

Pleszynski, A.G.S. (2017). *Plangebied de Centrale As: Noord 1, vindplaats 36, deelgebied C, gemeente Dongeradeel; archeologisch begeleiding, protocol opgraven.* RAAP-notitie 6187.

Roller, G.J. (2015). *Archeologisch bureau- en booronderzoek "Centrale As Noord 2" nabij de Koailoane te Dokkum en De Westereen, gemeente Dongeradeel (FR).* MUG-publicatie 2014-58.

Schrijer, E. (2012). *Groningen, Westpoort IVO-P (Gemeente Groningen, Gr.). Een proefsleuvenonderzoek.* Steekproefrapport 2010-08/07.

Spek, T. (2004). *Het Drentse esdorpen landschap: een historisch geografische studie*. Uitgeverij Matrijs, Utrecht.

Stouthamer, E., Cohen, K.M. & Hoek, W.Z. (2015). *De vorming van het land: geologie en geomorfologie.* Perspectief Uitgevers, Utrecht.

Stichting voor Bodemkartering (1981): *Toelichting op de Bodemkaart van Nederland, 1:50.000, blad 6 West en Oost Leeuwarden. Bladen 2 West en Oost* (vaste land). Wageningen.

Stichting voor Bodemkartering (1986): *Toelichting op de Bodemkaart van Nederland, 1:50.000, Waddeneilanden Vlieland, Terschelling, Ameland en Schiermonnikoog.* Wageningen.

Stichting voor Bodemkartering (1987): *Toelichting op de Bodemkaart van Nederland, 1:50.000, blad 3 West en Oost Uithuizen.* Wageningen.

Thijs, W.J.F (2009). *Een verkennend archeologisch inventariserend veldonderzoek door middel van boringen langs de Waddenzeedijk van Ameland, gemeente Ameland (F).* ARC-Rapporten 2009-217.

Tolsma, J. (2014). *Bureauonderzoek locaties Sippenfennen en Houtwiel-West binnen uitvoeringsplan Bûtefjild. (gemeente Dantumadiel).* Antea Group Archeologie 2014/122.

Tulp, C. (2003). *Een verkennend archeologisch onderzoek aan de Tjeerd Foekeslaan te Damwoude, gemeente Datumadeel*. De Steekproef03-7/8.

Tulp, C. (2018). De Westereen, Zonneveld De Coulissen, Gemeente Dantumadiel (Frl.). *Archeologisch Bureauonderzoek en Inventariserend Veldonderzoek IVO-O (verkennende fase).* Steekproefrapport 2018-05/10.

Ven, G.P. van de (red) (2003). *Leefbaar Laagland. Geschiedenis van de waterbeheersing en landaanwinning in Nederland.* Utrecht.

Verboom-Jansen, M. & Thijs, W.J.F. (2010). *Een archeologisch bureau-onderzoek en inventariserend veldonderzoek door middel van boringen voor gebiedsontwikkeling 'Bûtenfjild' te Veenwouden, gemeente Dantumadeel (F).* ARC-Rapporten 2010-255.

Vissers, M.J./ Asselen, S. van/ Hekman J.J (met bijdragen van M. van der Schans, M. van den Berg & J.J.W. de Moor). *Programma Kennisontwikkeling Archeologie Hanzelijn Thema 2A: Veranderingen in de waterhuishouding gerelateerd aan bodemeigenschappen, en de gevolgen daarvan voor de conservering van afgedekte archeologische vindplaatsen in Flevoland.* Grontmij Archeologische Rapporten 1314, De Bildt.

Vissinga, A. & Haar, L. van der (2013). *Archeologische begeleiding bermsloten Veenwouden, Centrale As - Vindplaats 29.* Archeologische Rapporten Oranjewoud 2013/122.

Kaartmateriaal

Actueel Hoogtebestand van Nederland (2008 – heden). AHN3, grid 0,5 x 0,5m: www.ahn.nl

Archeologische Monumentenkaart (2014). Geraadpleegd via https://zoeken.cultureelerfgoed.nl.

Basisregistratie Adressen en Gebouwen (BAG): https://bagviewer.kadaster.nl

Basisregistratie Grootschalige Topografie (2017): https://www.pdok.nl/nl/producten/pdok-downloads/download-basisregistratie-grootschalige-topografie. Kadaster.

Bestemmingsplan: www.ruimtelijkeplannen.nl

Bodemkaart van Nederland, schaal 1:50.000 (Basis Registratie Ondergrond. 2017). Wageningen Environmental Research. Geraadpleegd via https://geodata.nationaalgeoregister.nl/bodemkaart50000/atom/bodemkaart50000.xml.

Bonnebladen en Topografische kaarten van Nederland schaal 1:25.000: www.topotijdreis.nl (Kadaster).

Brouwer, F. & M.M. van der Werff, (2012). Vergraven gronden: Inventarisatie van 'diepe' grondbewerkingen, ophogingen en afgravingen. Wageningen, Alterra, Alterra-rapport 2336.

Cultuurhistorische waardenkaart, Erfgoed Gemeente Groningen: http://fleximap.groningen.nl/gnmaps/monumenten/

Data en Informatie van de Nederlandse Ondergrond: https://www.dinoloket.nl

Cohen, K.M., Stouthamer, E., Pierik, H.J. & Geurts, A.H. (2012). *Digitaal Basisbestand Paleogeografie van de Rijn-Maas Delta.* Dept. Fysische Geografie. Universiteit Utrecht. Digitale Dataset. http://persistent-identifier.nl/?identifier=urn:nbn:nl:ui:13-nqjn-zl

Geologische overzichtskaart van Nederland, schaal 1:600.000. Geraadpleegd via www.dinoloket.nl → oude Dinoloket. Referentie: Mulder, E.F.J. de, Geluk, M.C., Ritsma, I.L., Westerhof, W.E. & Wong, T.E. (2003). *De ondergrond van Nederland*. Wolters-Noordhoff, Groningen/Houten.

Geomorfologische kaart van Nederland, schaal 1:50.000 (BasisRegistratie Ondergrond 2017). Alterra, Wageningen UR. Geraadpleegd via https://geodata.nationaalgeoregister.nl/geomorfologischekaart50000/atom/geomorfologischekaart50000.xml. Legenda: Maas, G. J., S. P. J. v. Delft & A. H. Heidema. (2017). "Toelichting bij de legenda Geomorfologische kaart van Nederland 1:50 000 (2017)." http://legendageomorfologie.wur.nl/. Wageningen, Wageningen Environmental Research.

Grondwatertrappenkaart van de bodemkaart 1:50.000 (tot 2006): http://geoplaza.vu.nl/data/dataset/bodemkaart-van-nederland/resource/2398cef7-957e-4ba5-b218-08ac275d72fb.

Indicatieve Kaart Militair Erfgoed: www.ikme.nl

Kadastrale kaart van Nederland (2009) via WMS server: http://gis.kademo.nl/gs2/wms

Kadastrale kaarten 1811-1832. http://beeldbank.cultureelerfgoed.nl

Luchtfoto (2017) via WMS server: https://geodata.nationaalgeoregister.nl/luchtfoto/wms? Kadaster.

Rijksmonumenten (2016): Geraadpleegd via https://zoeken.cultureelerfgoed.nl.

Topografische kaart van Nederland schaal 1:10.000 (rasterbestand) via WMS server: https://geodata.nationaalgeoregister.nl/top10nlv2/wms?request%3DGetCapabilities. Kadaster.

Top Pleistoceen: http://archeologieinnederland.nl/bronnen-en-kaarten/paleogeografische-kaarten, zie ook Vos & De Vries 2013.

Vos, P. & Vries, S. de (2013). *2e generatie palaeogeografische kaarten van Nederland (versie 2.0).* Deltares, Utrecht. Gedownload van www.archeologieinnederland.nl

V.1 & V.2 inslagen in Nederland: vergeltungswaffen.nl

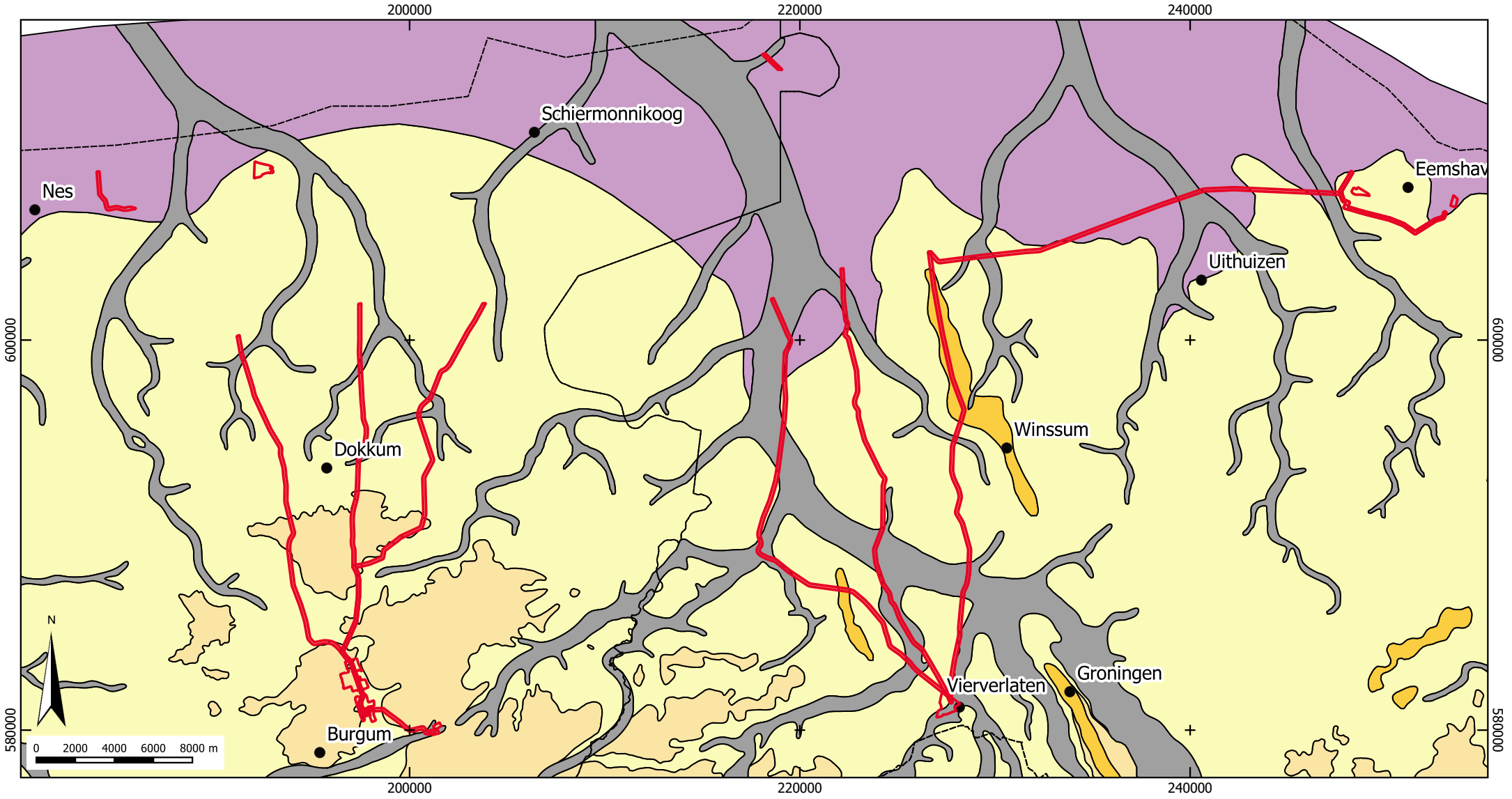
Versfelt, H.J. & Schroor, M. (2005). *De atlas van Huguenin. Militair-topografische kaarten van Noord-Nederland.* Heveskes Uitgevers, Groningen/Veendam.

Websites

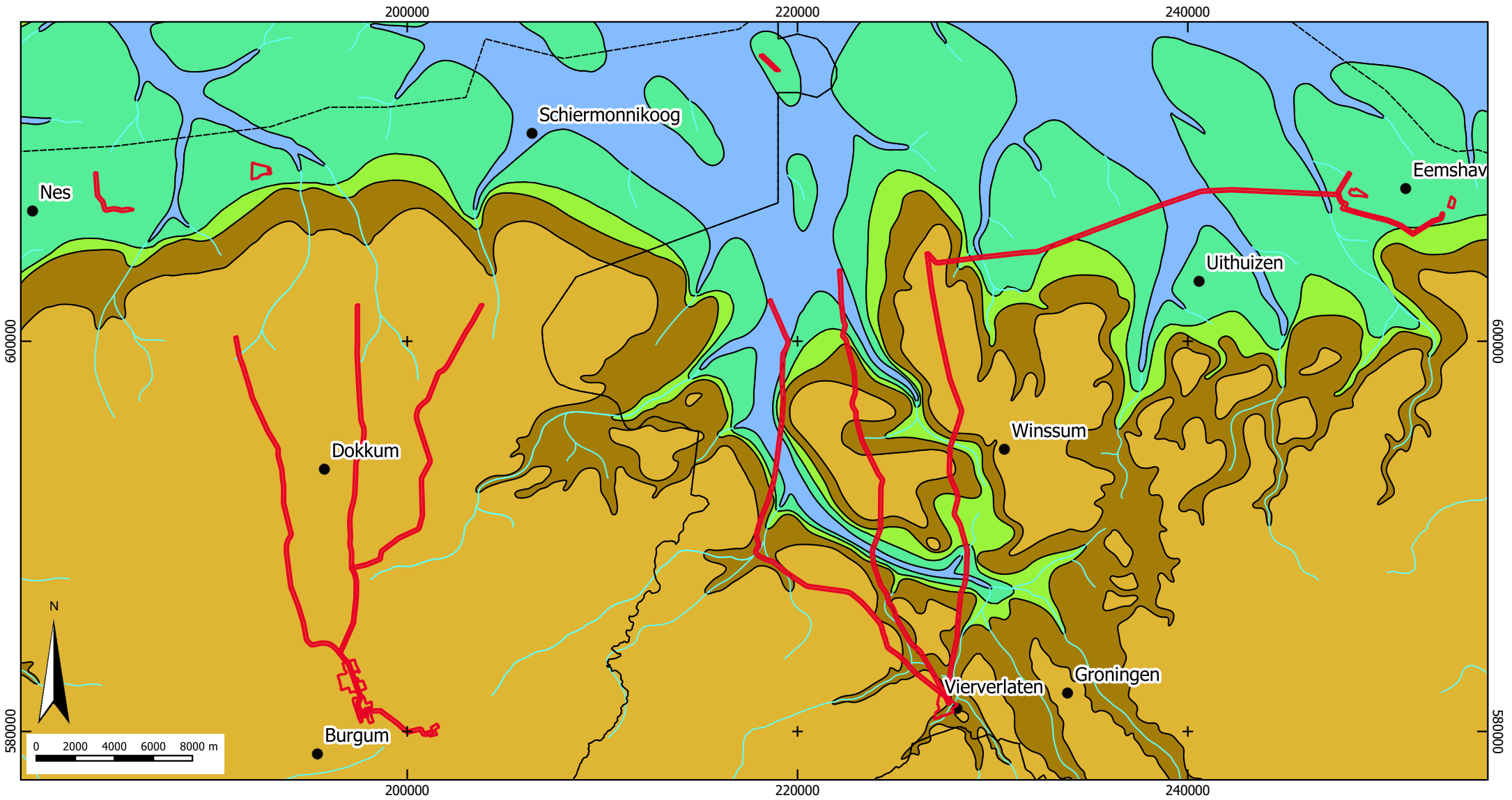
- Nederlandse Bruggenstichting: www.bruggenstichting.nl
- Stichting Historische Kring Baflo: www.bavvelt.nl
- Stichting Kastelen Buitenplaatsen Landgoederen: www.skbl.nl/borgen-staten-in-groningen-friesland-drenthe
- Stichting Staten Stinzen: https://www.statenstinzen.nl/staten-en-stinzen/
- Stinsen en Staten in Friesland: stinseninfriesland.nl
- Tweede Wereldoorlog: https://www.atlantikwall-wadden.nl/ en https://forten.nl/waterlinies/atlantikwall/
- Verdwenen molens: molendatabase.org
- https://behoudrietdal.nl/
- Waddeneiland Schiermonnikoog: https://www.schierweb.nl/verhalen/het-verdwenen-eiland-bosch/

Bijlage 1a Paleogeografische kaarten Vroeg - Mesolithicum en Laat-Mesolithicum /Vroeg - Neolithicum

9000 v. Chr.



5500 v. Chr.



Legenda

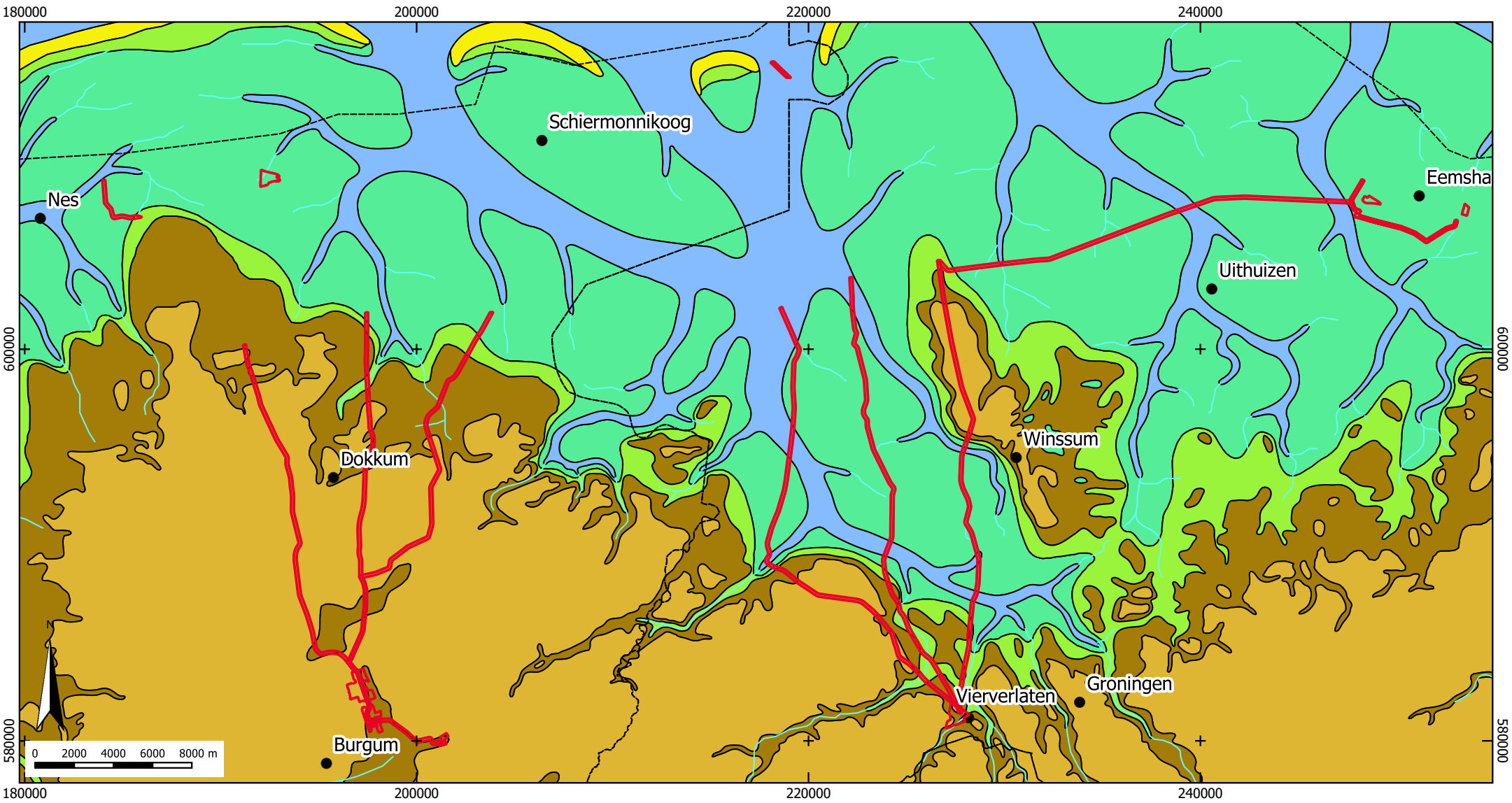
- Plangebied

landschapszone

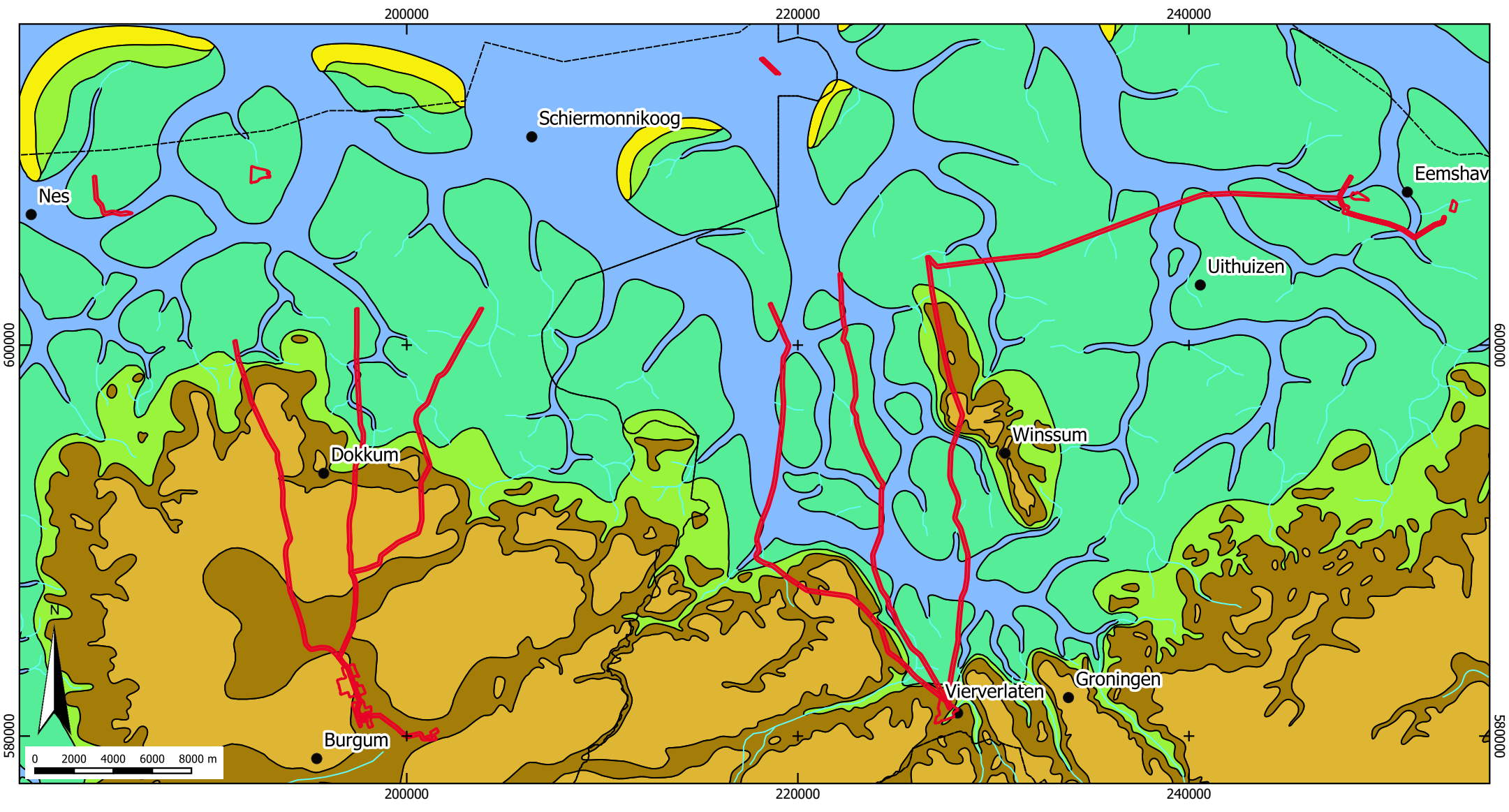
- binnenwater
- buitenwater
- wadden en slikken
- kwelder
- kwelderwal
- veen
- hoog duin
- duin
- dekzand (pleistoceen)
- beekdal
- pleistoceen zandgebied tussen 16 en 0 m -NAP
- pleistoceen zandgebied boven 0 m -NAP
- pleistoceen zandgebied beneden 16 m -NAP
- gestuwd gebied
- ingedijkt overstromingsgebied
- plaatsnamen

Bijlage 1b Paleogeografische kaarten Midden-Neolithicum

3850 v. Chr.



2750 v. Chr.



Legenda

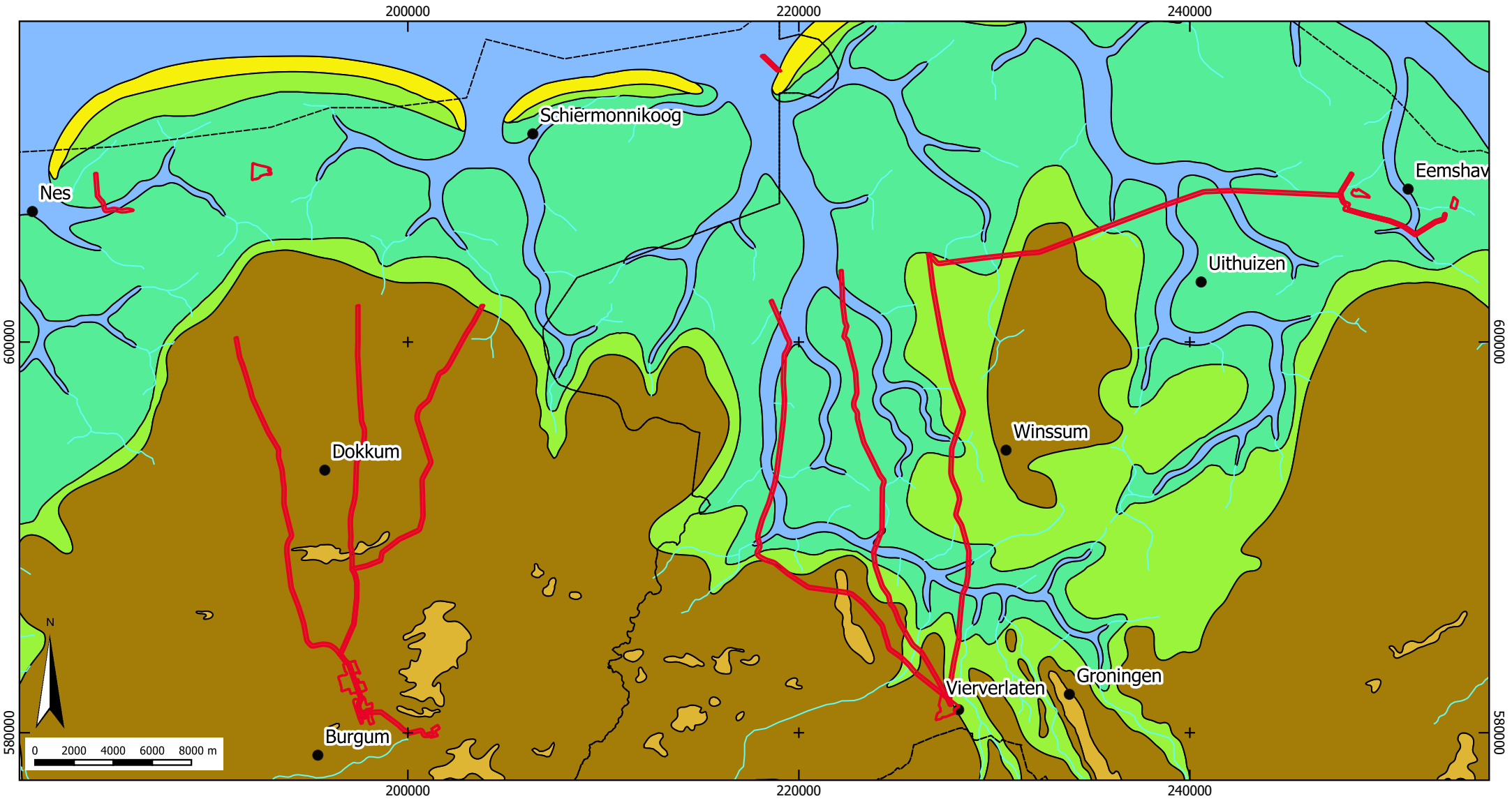
- Plangebied

landschapszone

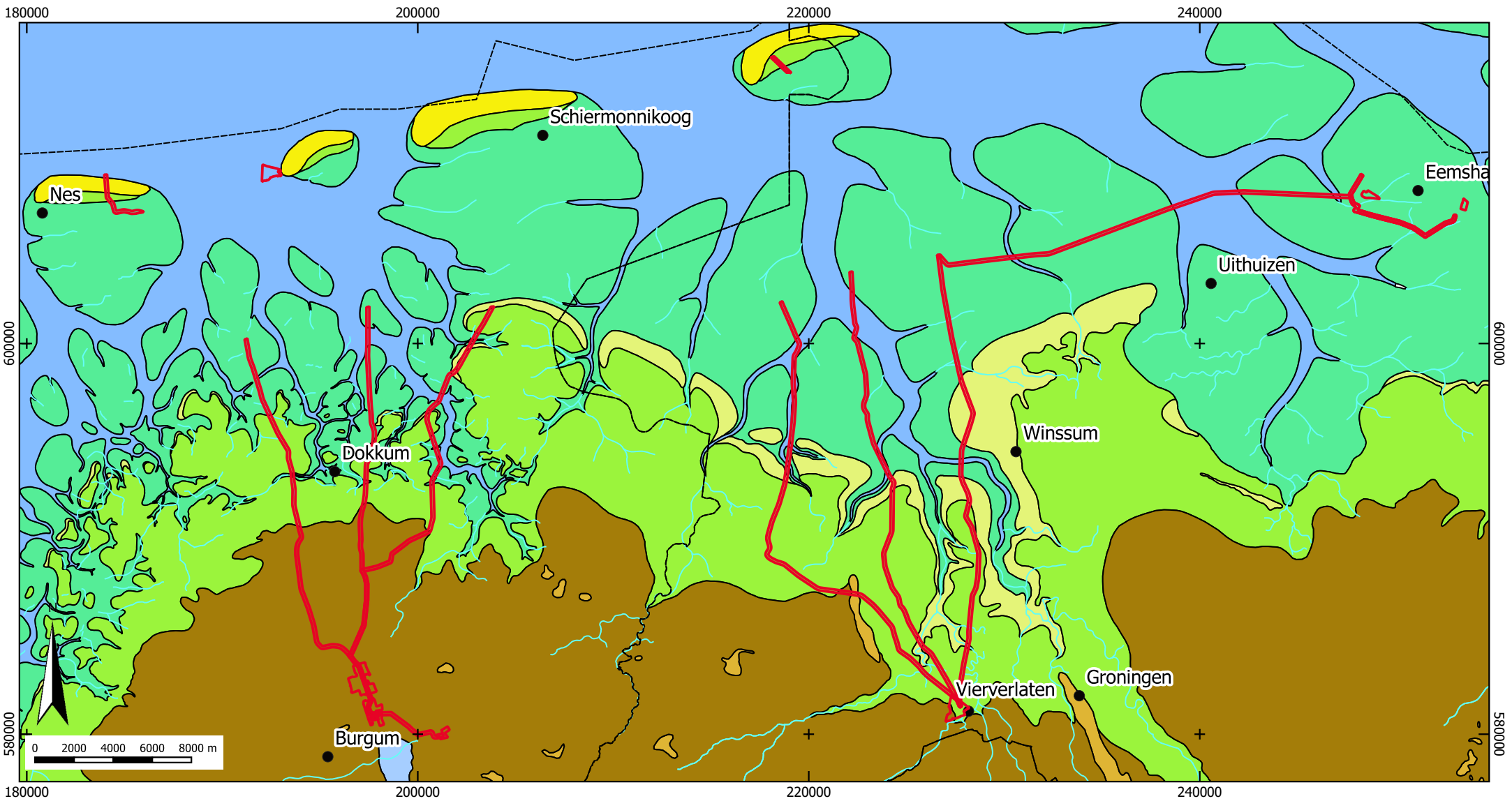
- binnenwater
- buitenwater
- wadden en slikken
- kwelder
- kwelderwal
- veen
- hoog duin
- duin
- dekzand (pleistoceen)
- beekdal
- pleistoceen zandgebied tussen 16 en 0 m -NAP
- pleistoceen zandgebied boven 0 m -NAP
- pleistoceen zandgebied beneden 16 m -NAP
- gestuwd gebied
- ingedijkt overstromingsgebied
- plaatsnamen

Bijlage 1c Paleogeografische kaarten Midden Bronstijd en Vroege tot Midden-IJzertijd

1500 v. Chr.



500 v. Chr.



Legenda

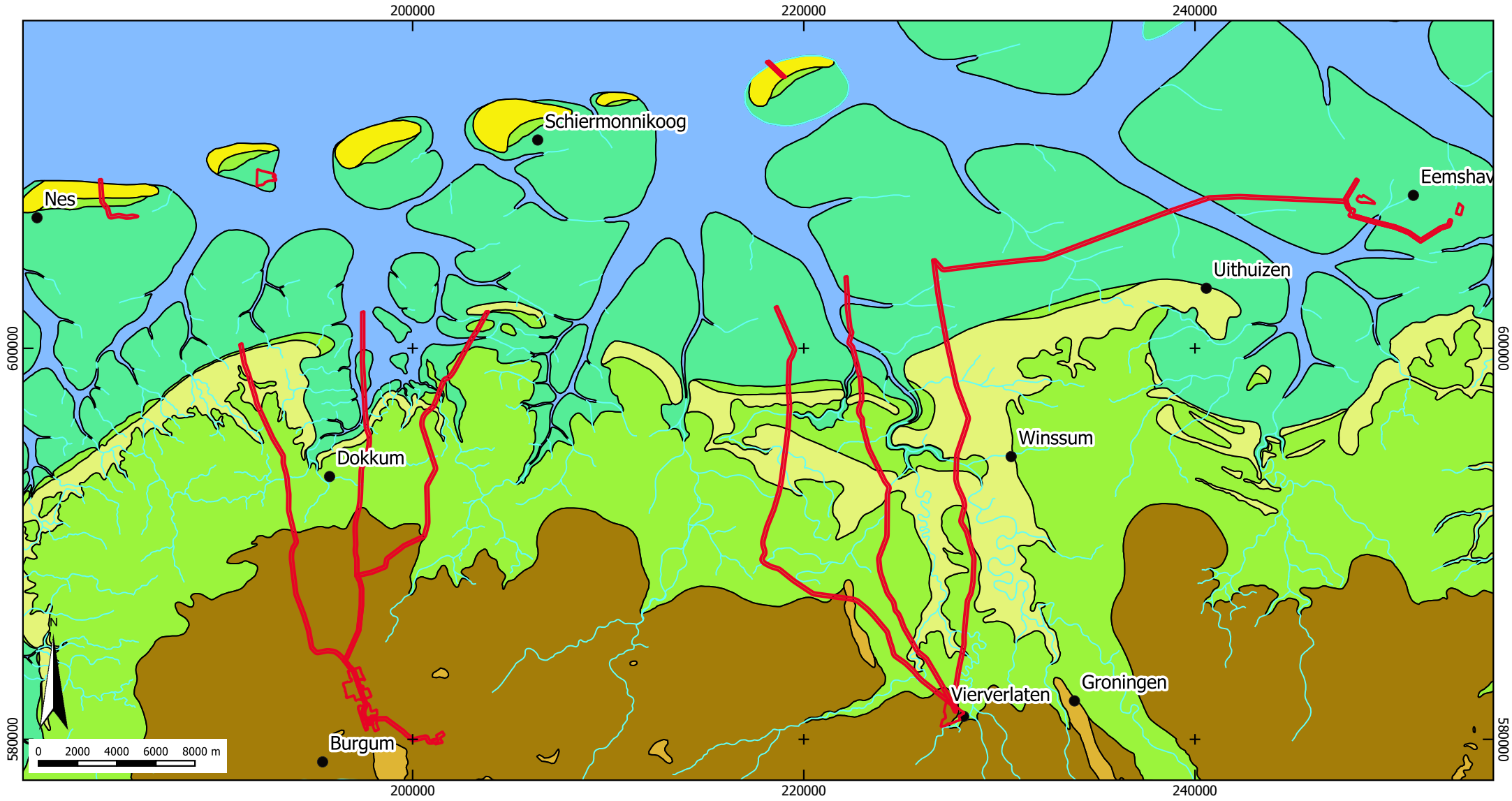
- Plangebied

landschapszone

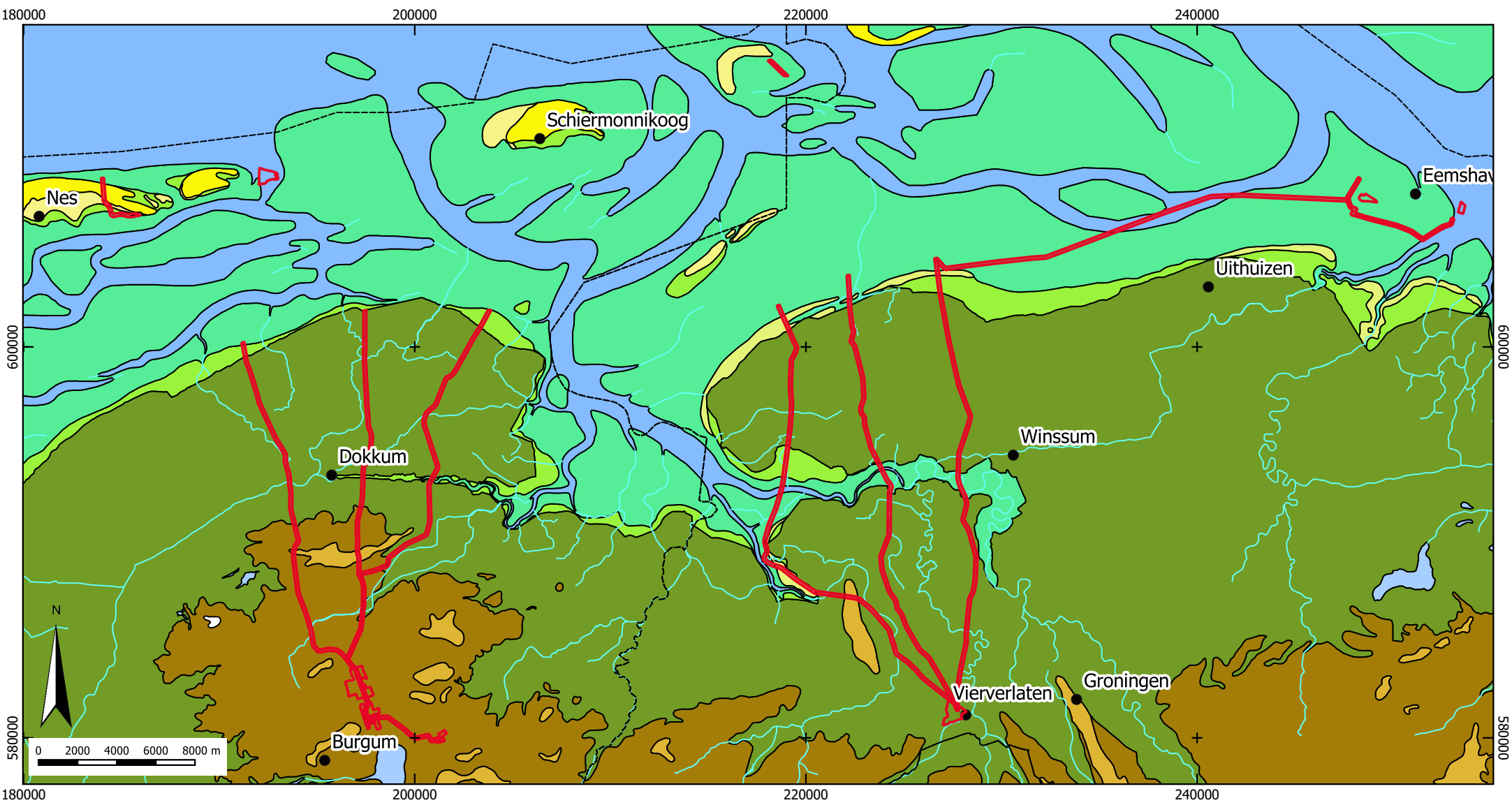
- binnenwater
- buitenwater
- wadden en slikken
- kwelder
- kwelderwal
- veen
- hoog duin
- duin
- dekzand (pleistoceen)
- beekdal
- pleistoceen zandgebied tussen 16 en 0 m -NAP
- pleistoceen zandgebied boven 0 m -NAP
- pleistoceen zandgebied beneden 16 m -NAP
- gestuwd gebied
- ingedijkt overstromingsgebied
- plaatsnamen

Bijlage 1d Paleogeografische kaarten Romeinse tijd en Late Middeleeuwen / Nieuwe tijd

100 n. Chr.



1500 n. Chr.



Legenda

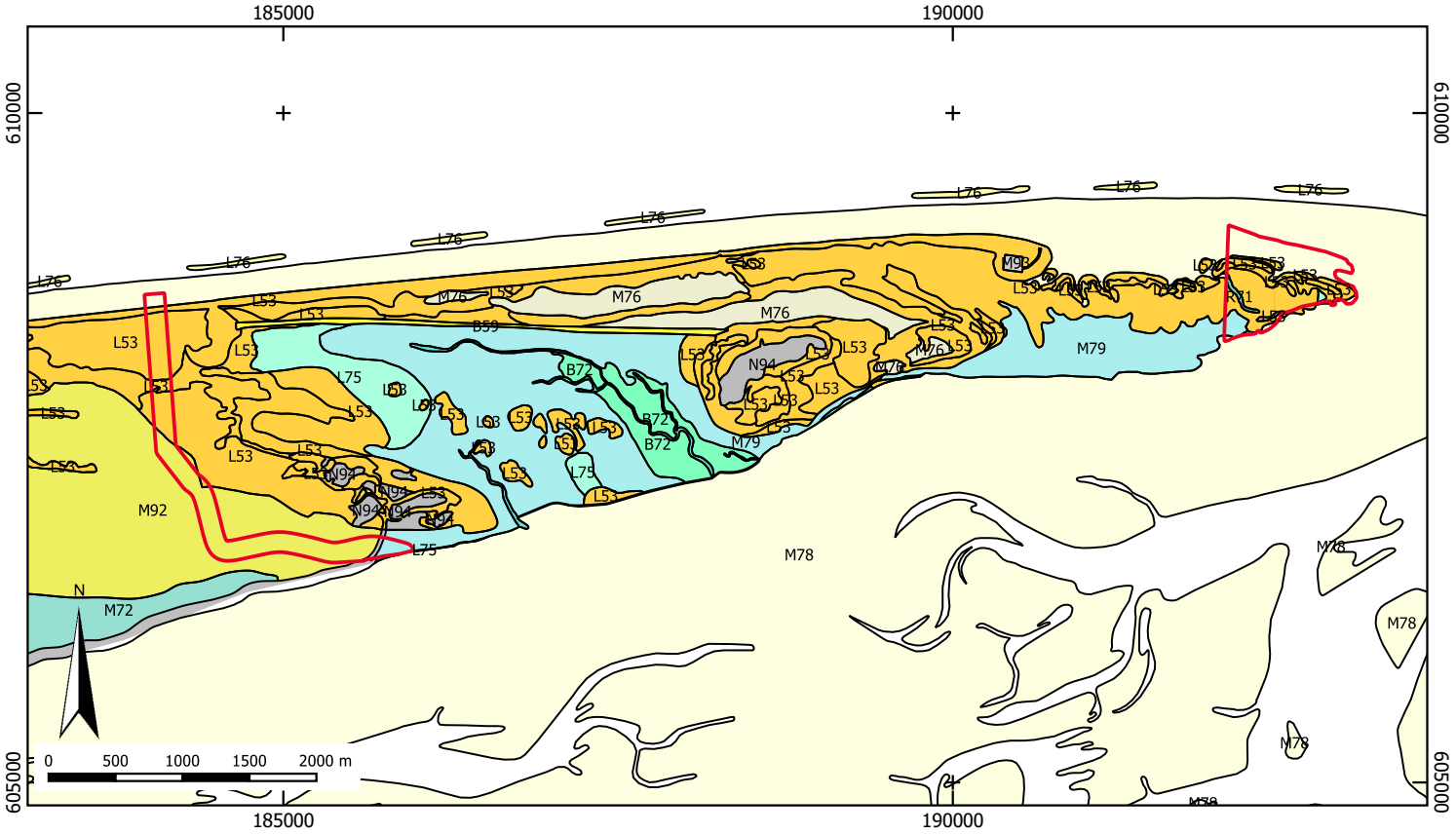
- Plangebied

landschapszone

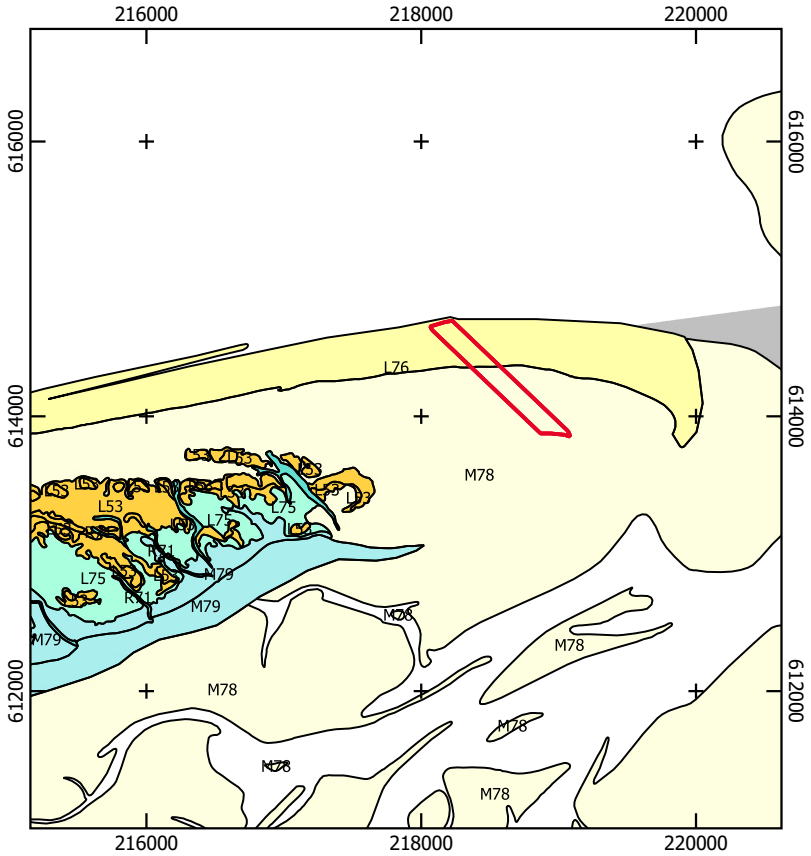
- binnenwater
- buitenwater
- wadden en slikken
- kwelder
- kwelderwal
- veen
- hoog duin
- duin
- dekzand (pleistoceen)
- beekdal
- pleistoceen zandgebied tussen 16 en 0 m -NAP
- pleistoceen zandgebied boven 0 m -NAP
- pleistoceen zandgebied beneden 16 m -NAP
- gestuwd gebied
- ingedijkt overstromingsgebied
- plaatsnamen

Bijlage 2a Geomorfologische kaart van Nederland

Tracéalternatieven Burgum west en midden - Ameland



Tracéalternatieven Vierverlaten - Schiermonnikoog

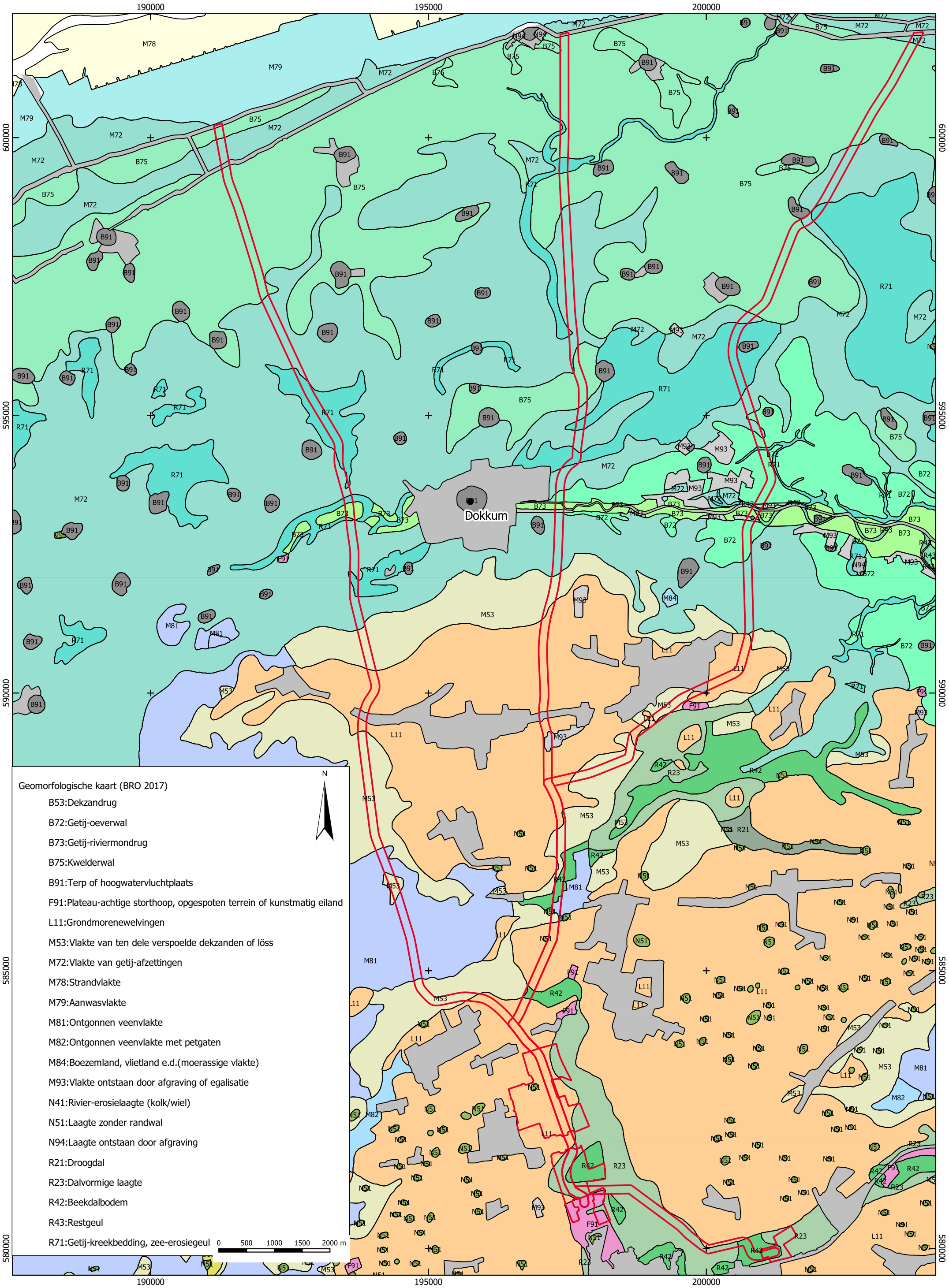


Geomorfologische kaart (BRO 2017)

- B59:Stuifdijk
- B72:Getij-oeverwal
- L53:Kustduinen met bijbehorende vlakten en laagten
- L75:Welvingen in getij-aanwassen
- L76:Welvingen in zandplaten
- M72:Vlakte van getij-afzettingen
- M76:Ingesloten strandvlakte
- M78:Strandvlakte
- M79:Aanwasvlakte
- M92:Vlakte ontstaan door afgraving en/of egalisatie van duinen of strandwallen
- M93:Vlakte ontstaan door afgraving of egalisatie
- N94:Laagte ontstaan door afgraving
- R71:Getij-kreekbedding, zee-erosiegeul

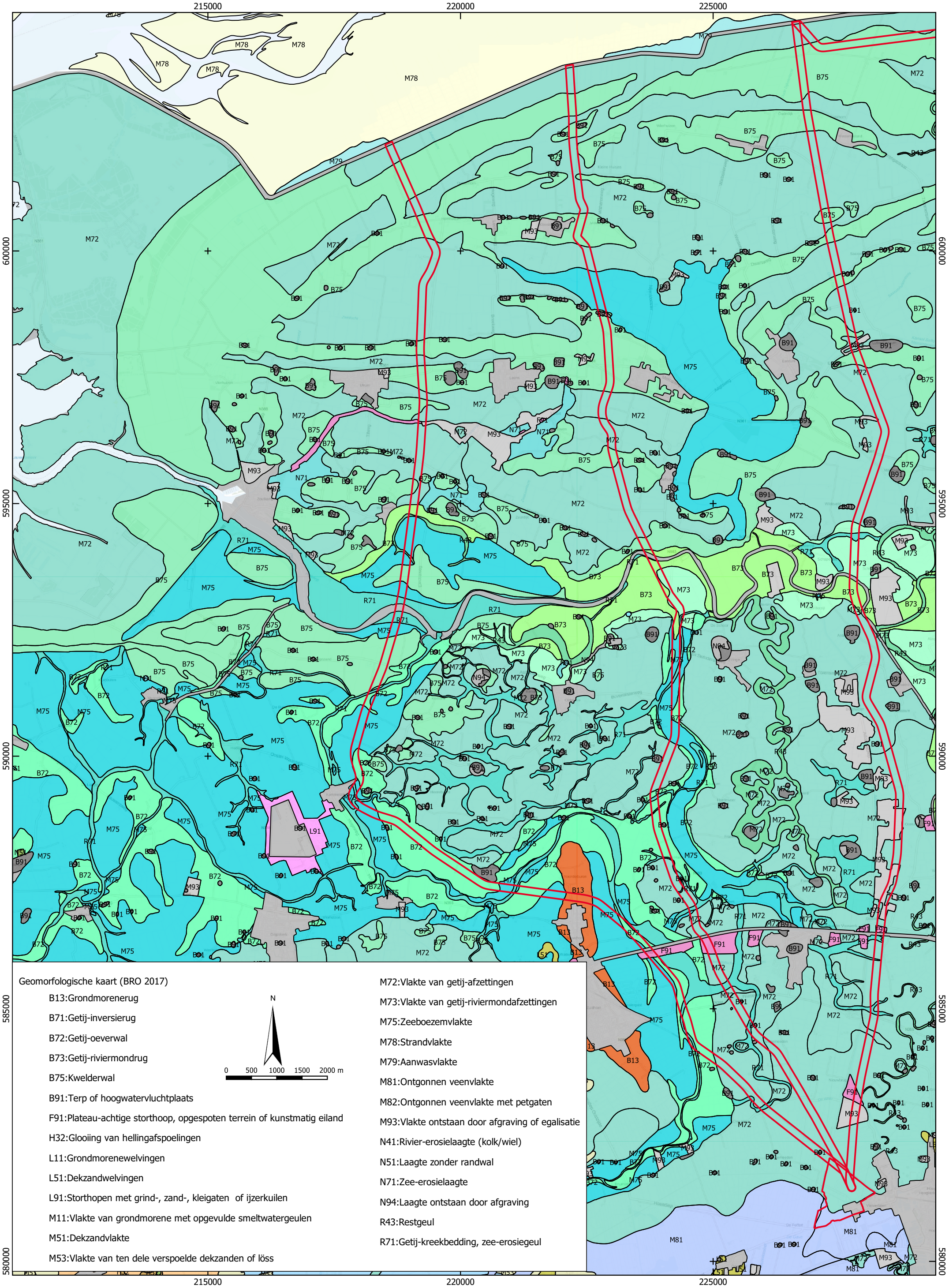
Bijlage 2b Geomorfologische kaart van Nederland

Aansluitlocatie Burgum



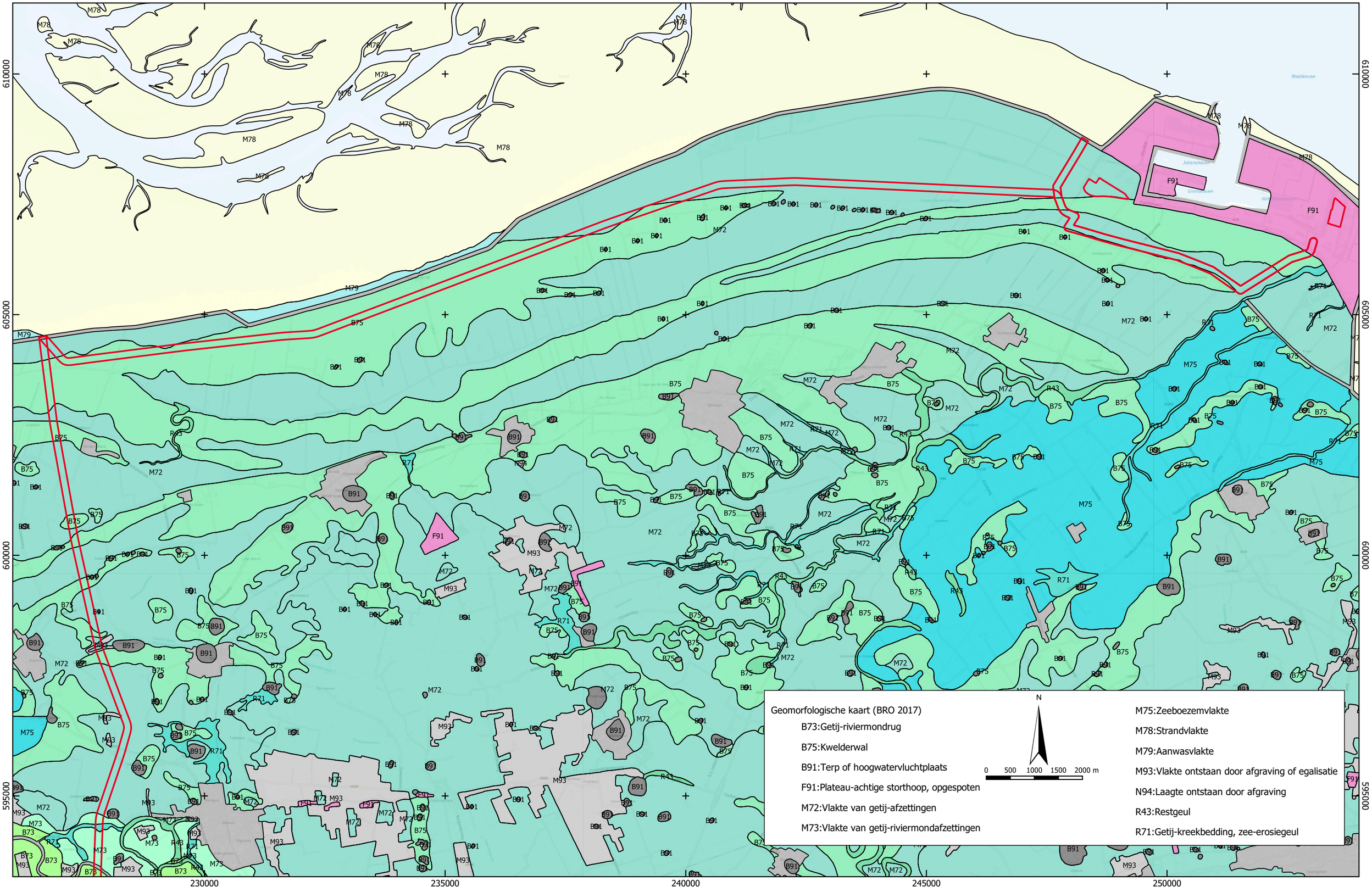
Bijlage 2c Geomorfologische kaart van Nederland

Aansluitlocatie Vierverlaten



Bijlage 2d Geomorfologische kaart van Nederland

Aansluitlocatie Eemshaven

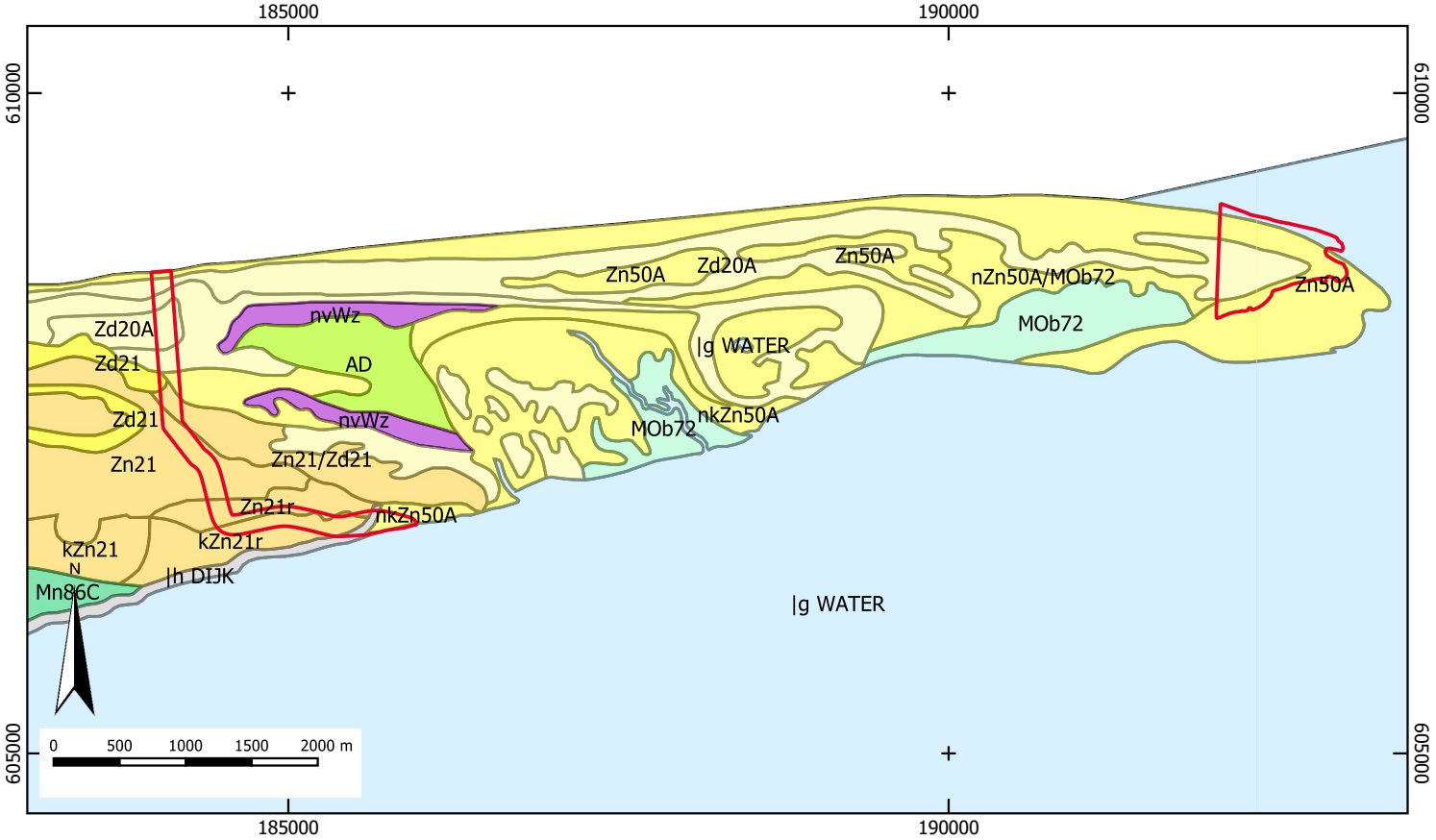


Bijlage 3 Bodemkaart

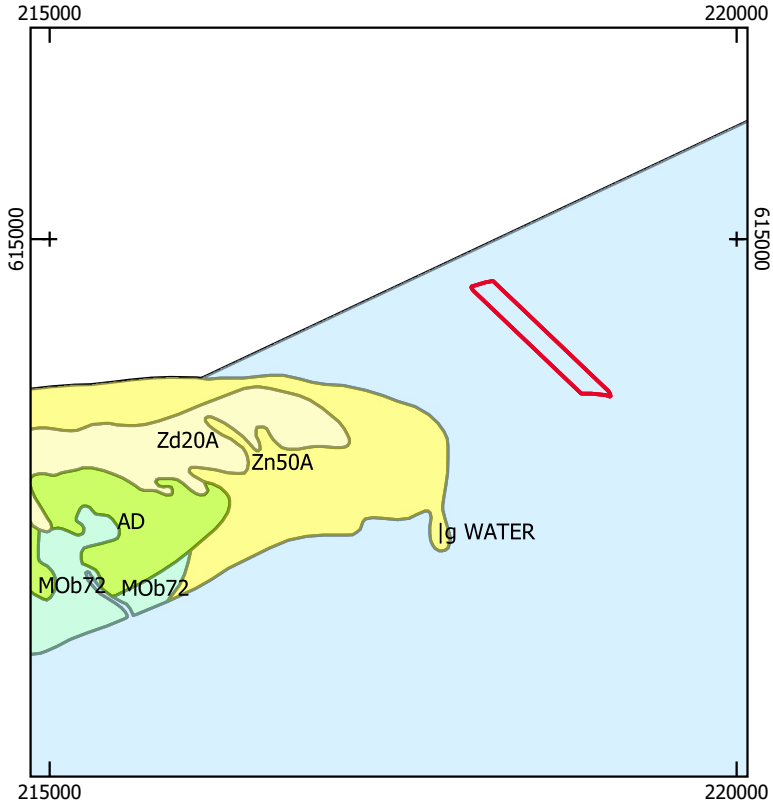
Figuur invoegen

Bijlage 3a Bodemkaart van Nederland

Tracéalternatieven Burgum west en midden - Ameland



Tracéalternatieven Vierverlaten - Schiermonnikoog



Bodemkaart 1:50.000 (BRO 2017)

AD Duin- en kweldergronden

Dijk

Mn86C Kalkarme poldervaaggronden, klei, profielverloop 3, of 3 en 4, of 4

MOb72 Gorsvaaggronden, zware zavel en klei, zand beginnend ondieper dan 80 cm

vWz Moerige eerdgronden met een moerige bovengrond op zand

Water

Zd20A Kalkhoudende duinvaaggronden, fijn zand

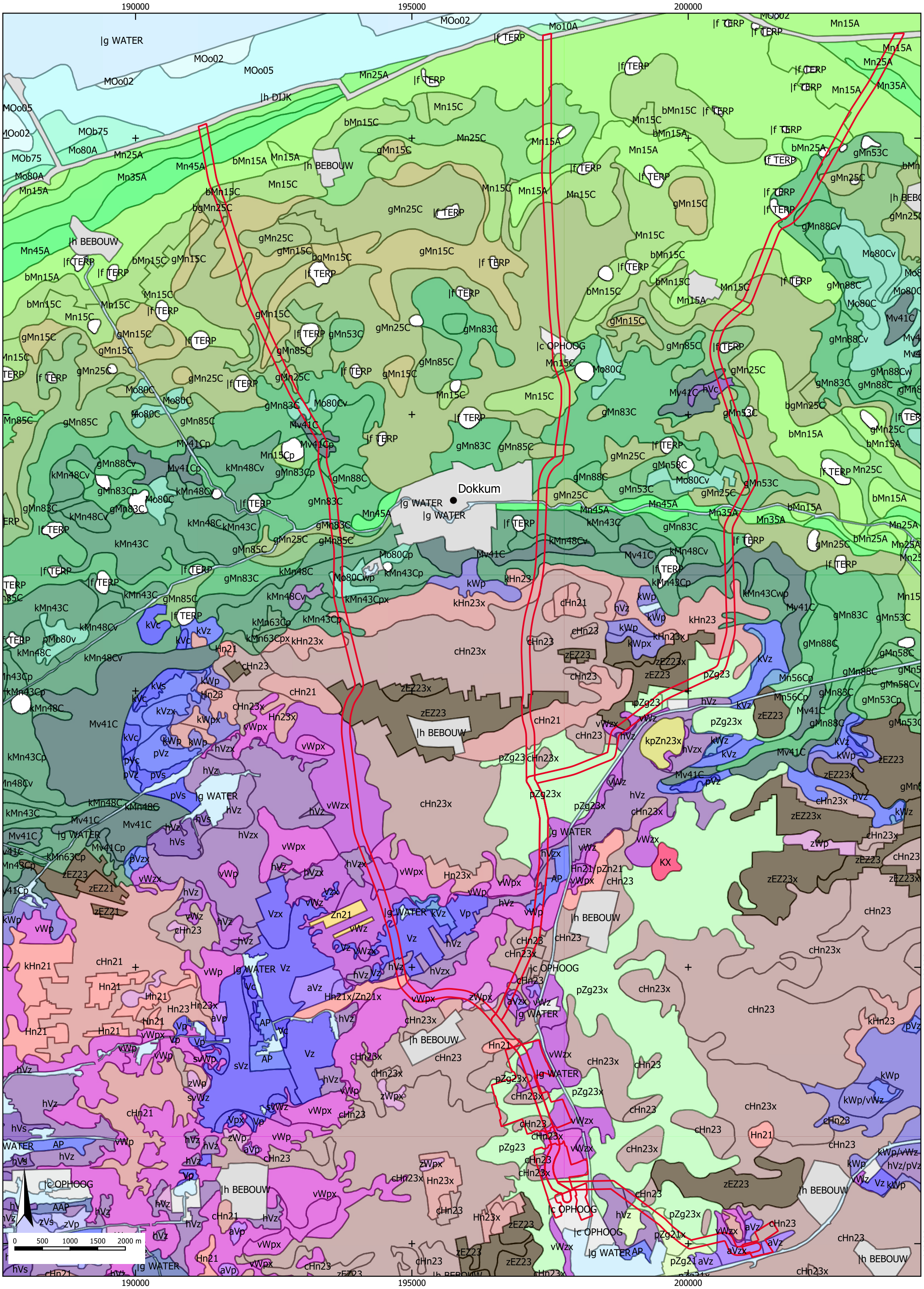
Zd21 Duinvaaggronden, leemarm en zwak lemig fijn zand

Zn21 Vlakvaaggronden, leemarm en zwak lemig fijn zand

Zn50A Kalkhoudende vlakvaaggronden, matig fijn zand

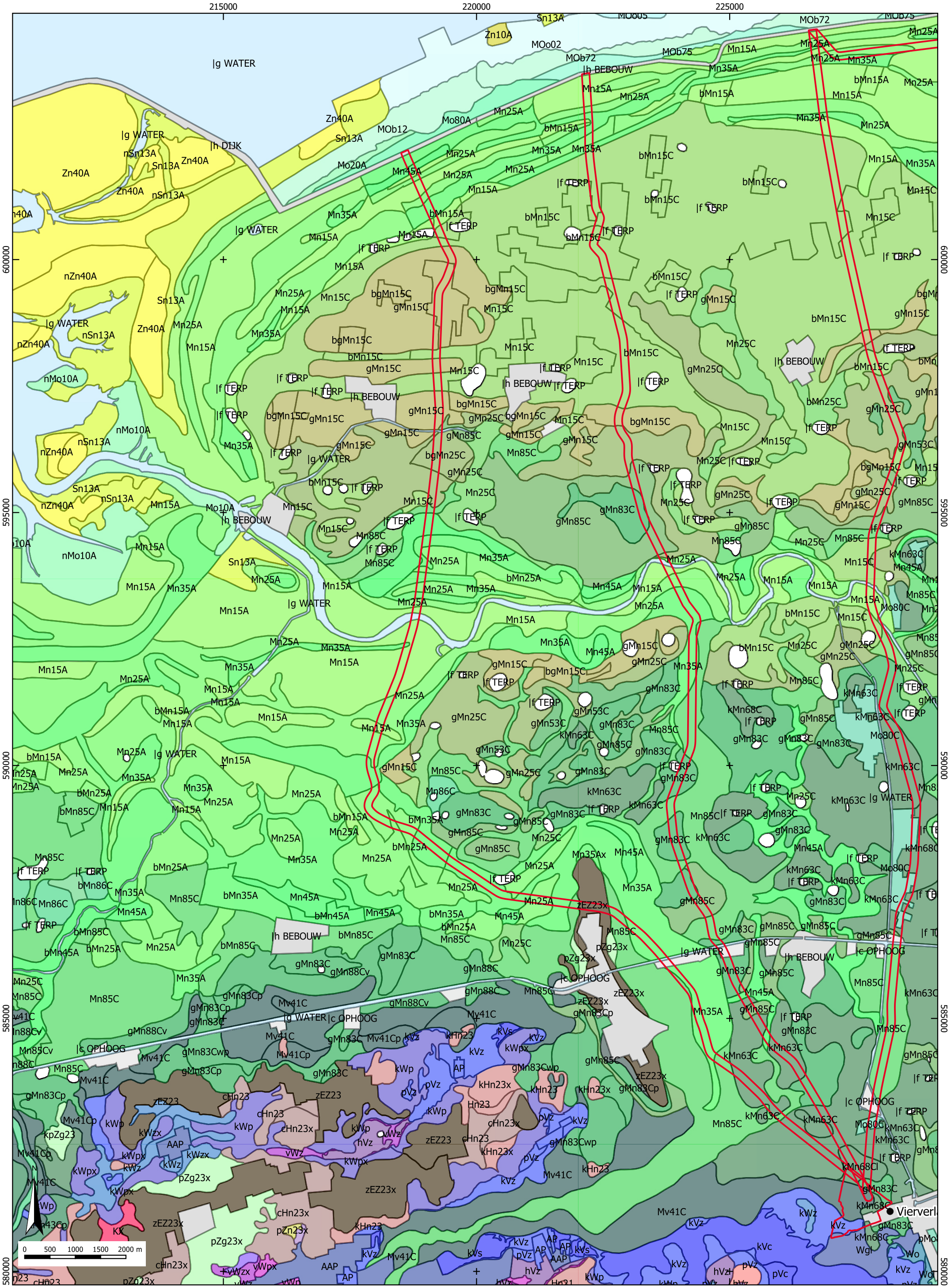
Bijlage 3b Bodemkaart van Nederland

Aansluitlocatie Burgum



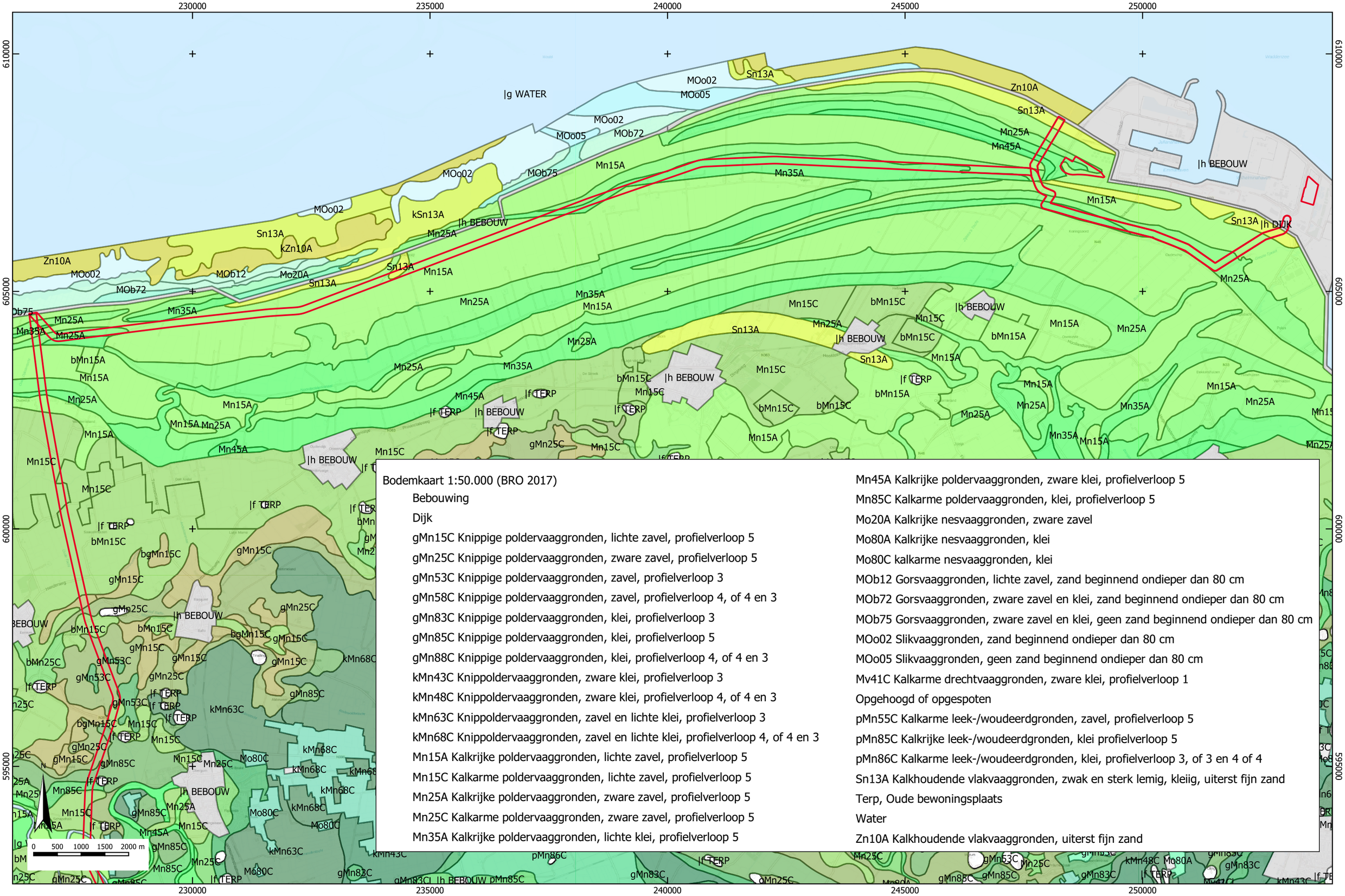
Bijlage 3c Bodemkaart van Nederland

Aansluitlocatie Vierverlaten



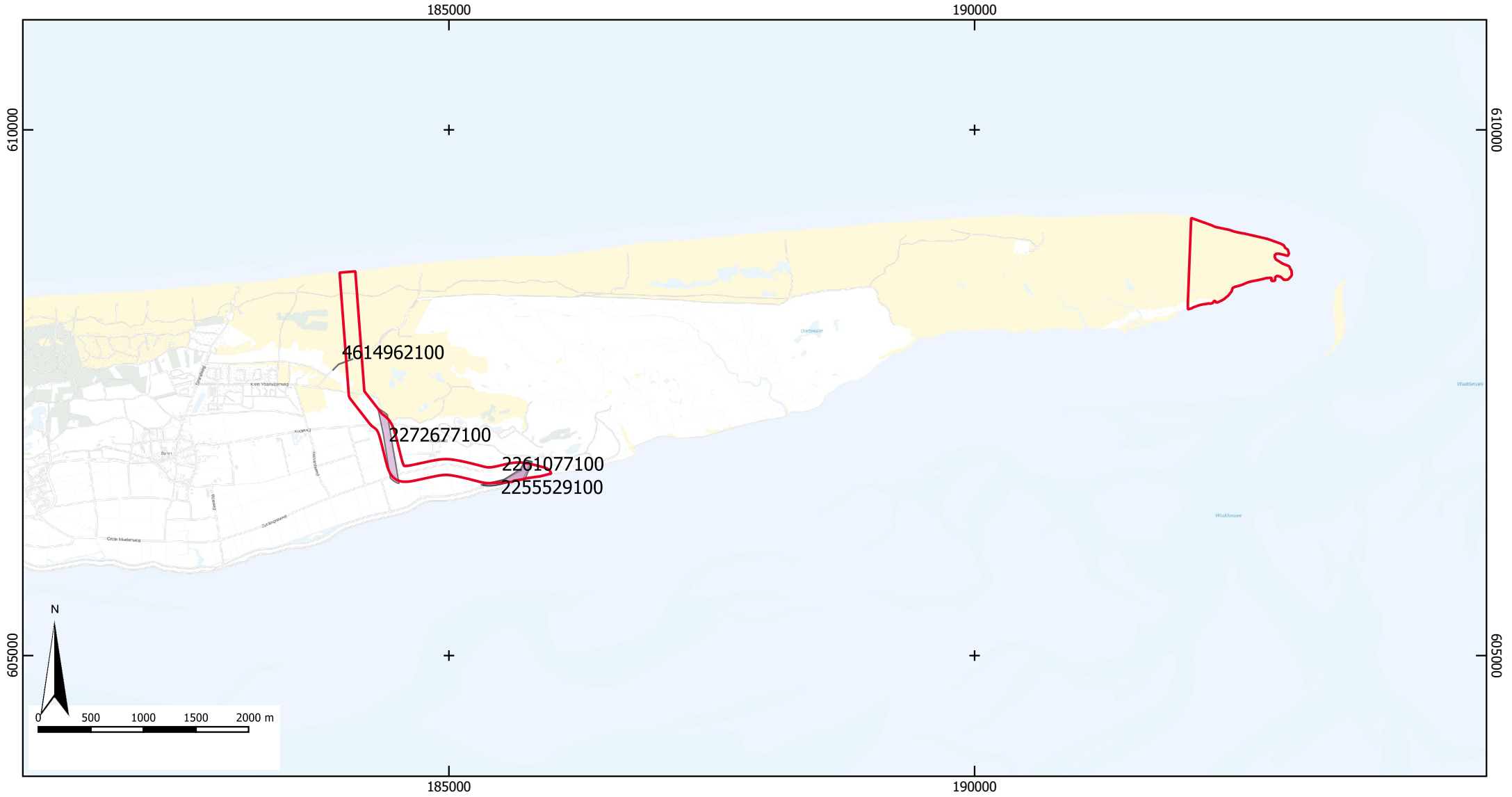
Bijlage 3d Bodemkaart van Nederland

Aansluitlocatie Eemshaven

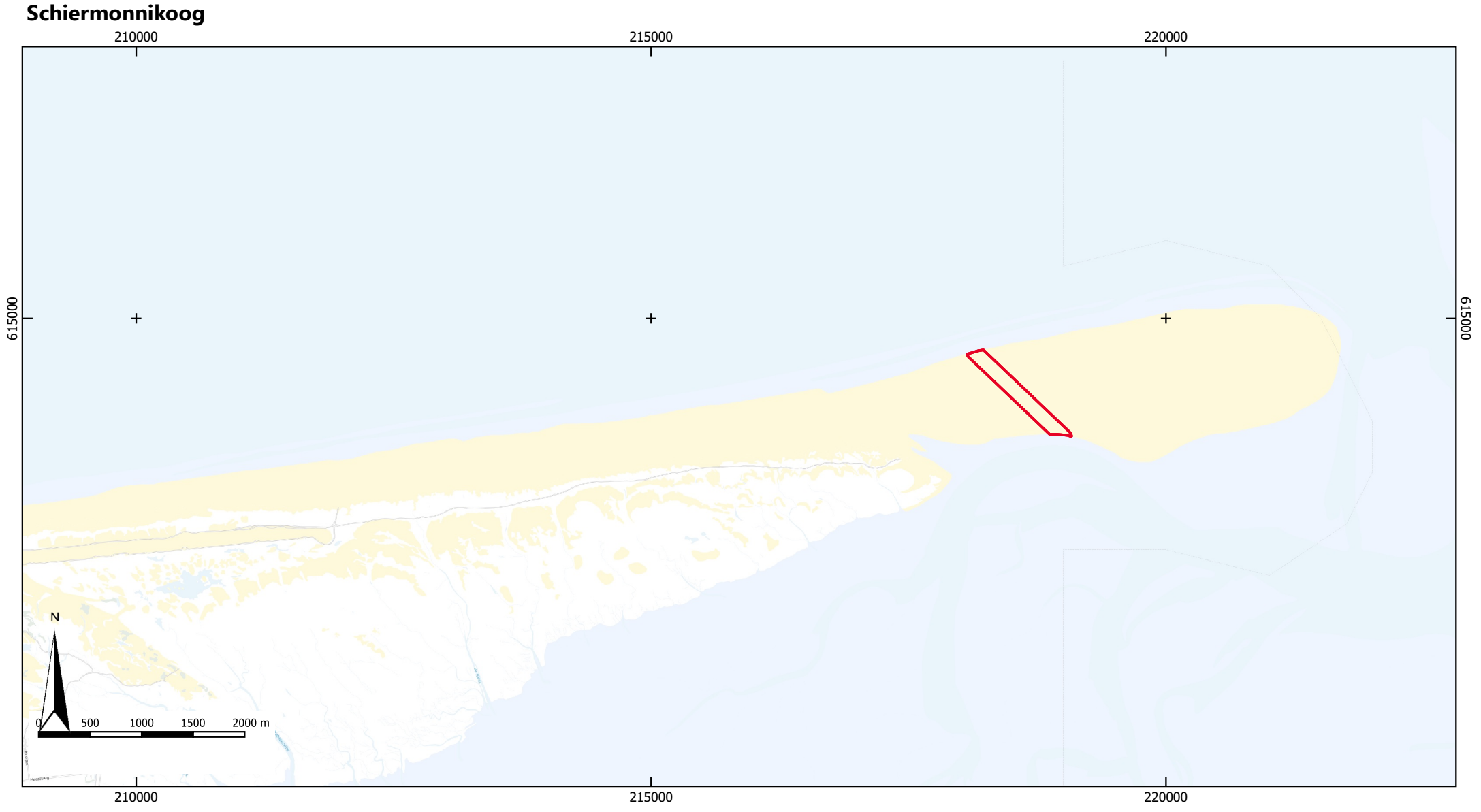


Bijlage 4a Archeologische gegevens - Tracéalternatief Burgum west en midden en Vierverlaten

Ameland

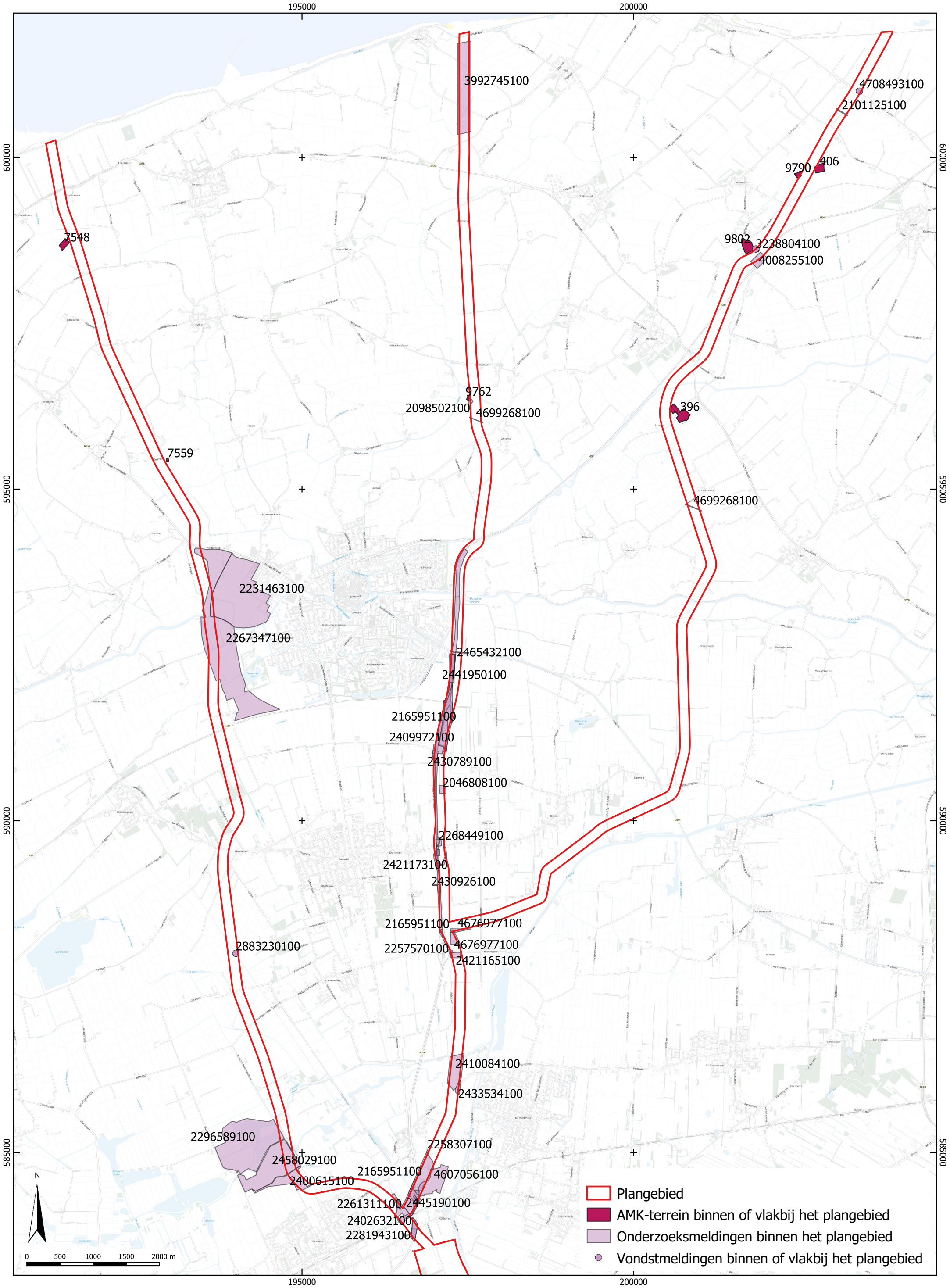


Schiermonnikoog

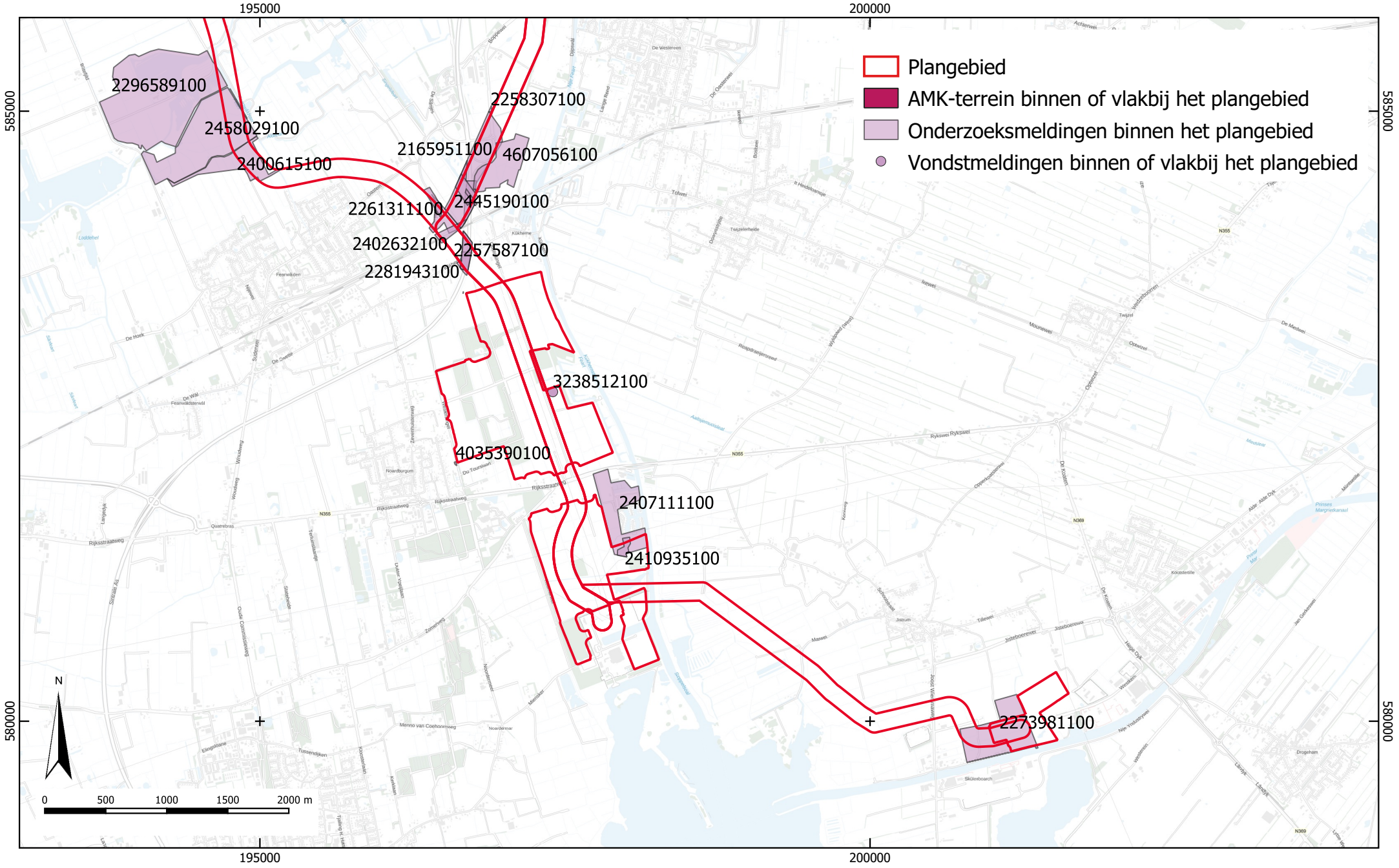


Plangebied
AMK-terreinen binnen of vlakbij het plangebied
Onderzoeksmeldingen binnen het plangebied
Vondstmeldingen binnen of vlakbij het plangebied

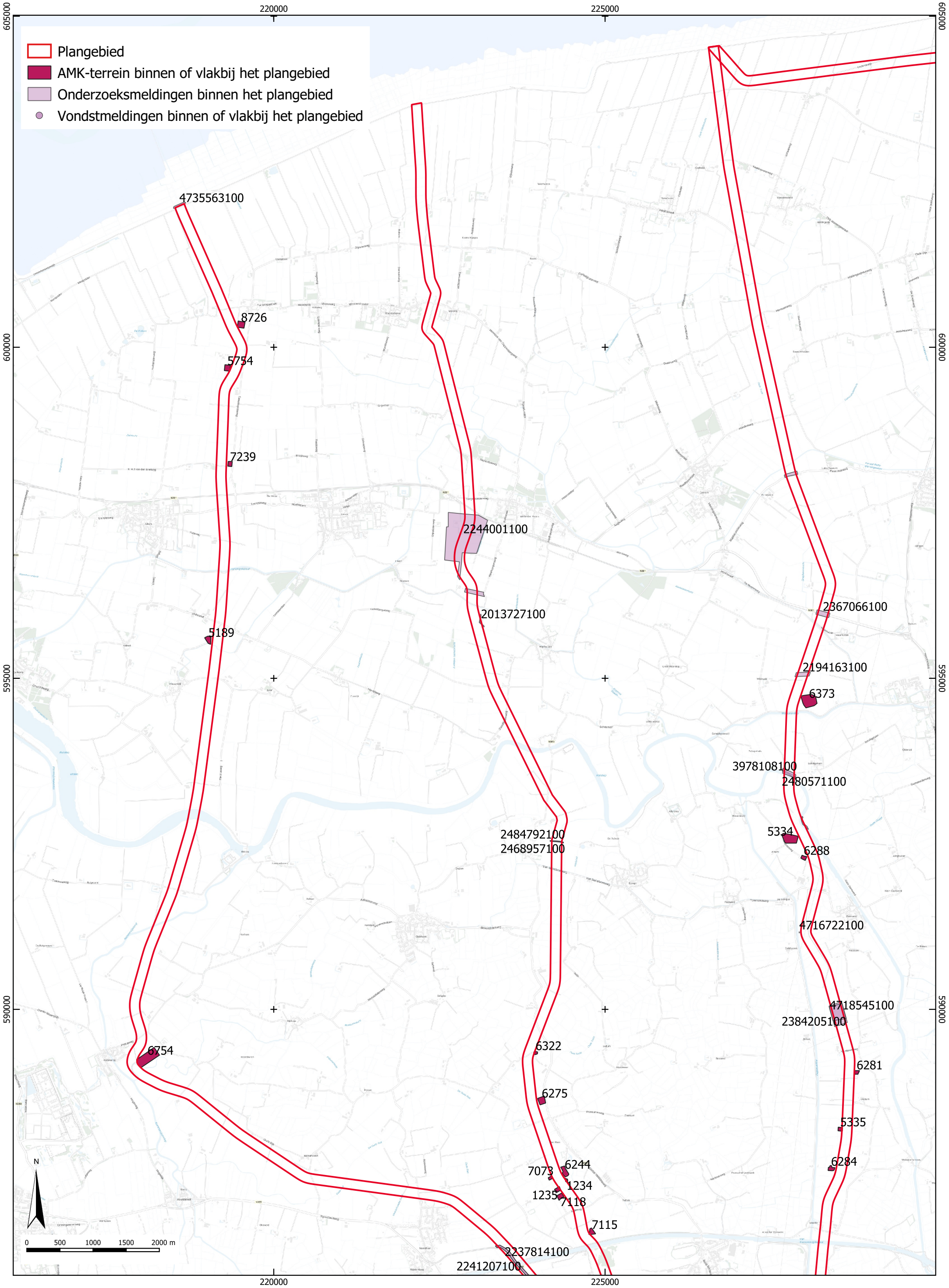
Bijlage 4b Archeologische gegevens - Tracéalternatief Burgum west, midden en oost



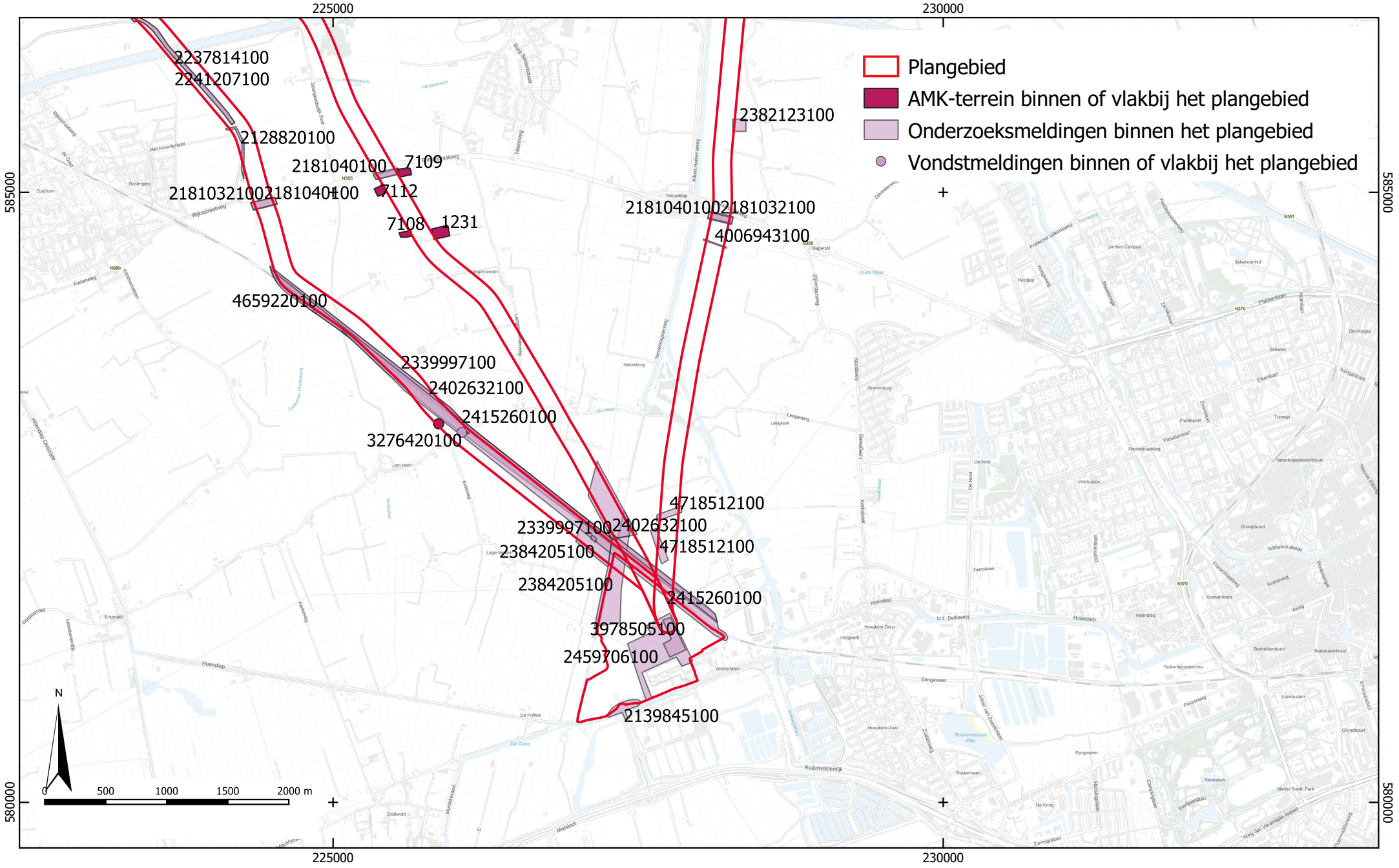
Bijlage 4c Archeologische gegevens - Stationslocatiealternatieven Burgum



Bijlage 4d Archeologische gegevens - Tracéalternatief Vierverlaten west, midden en oost

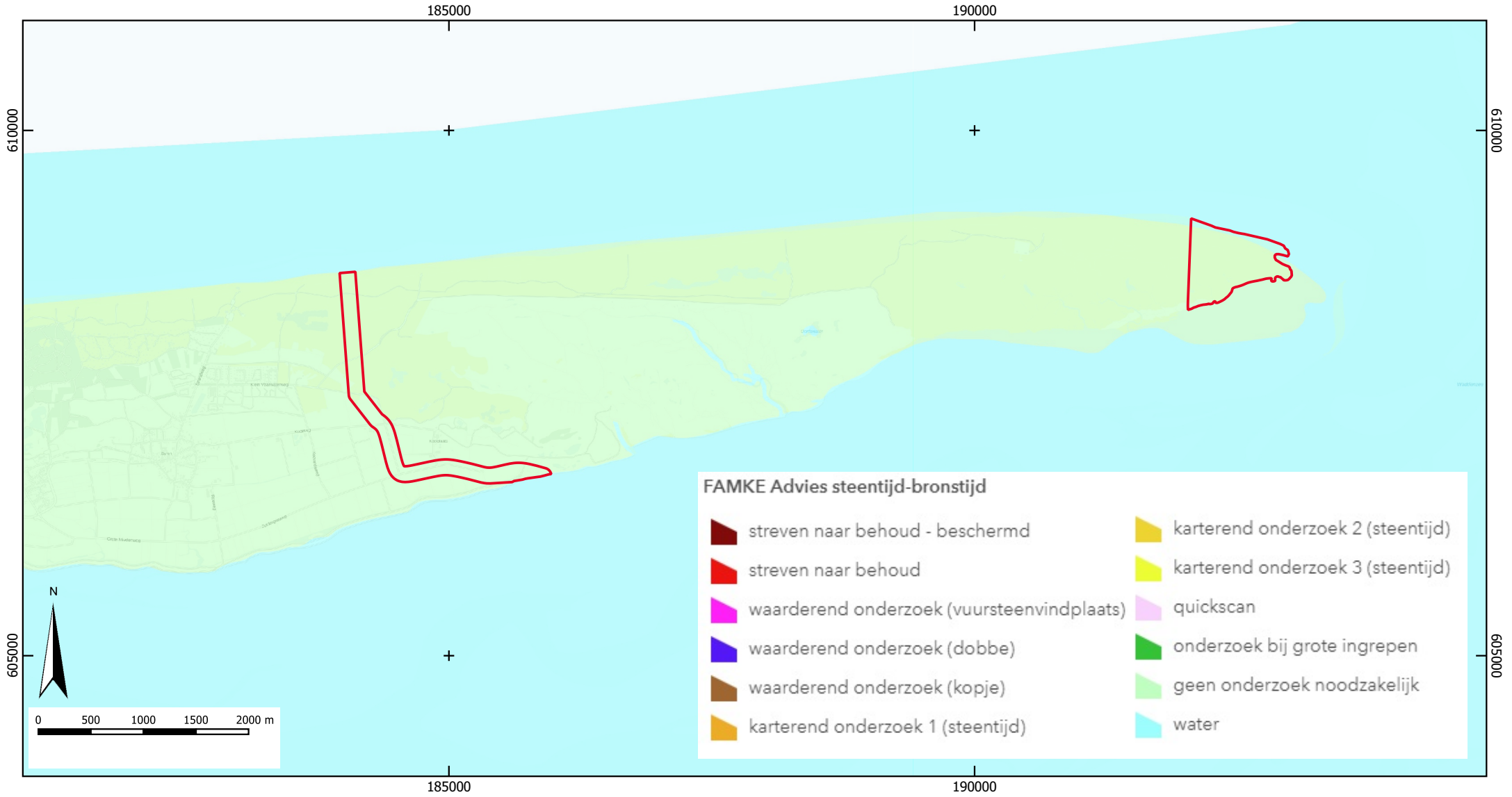


Bijlage 4e Archeologische gegevens - Stationslocatiealternatief Vierverlaten

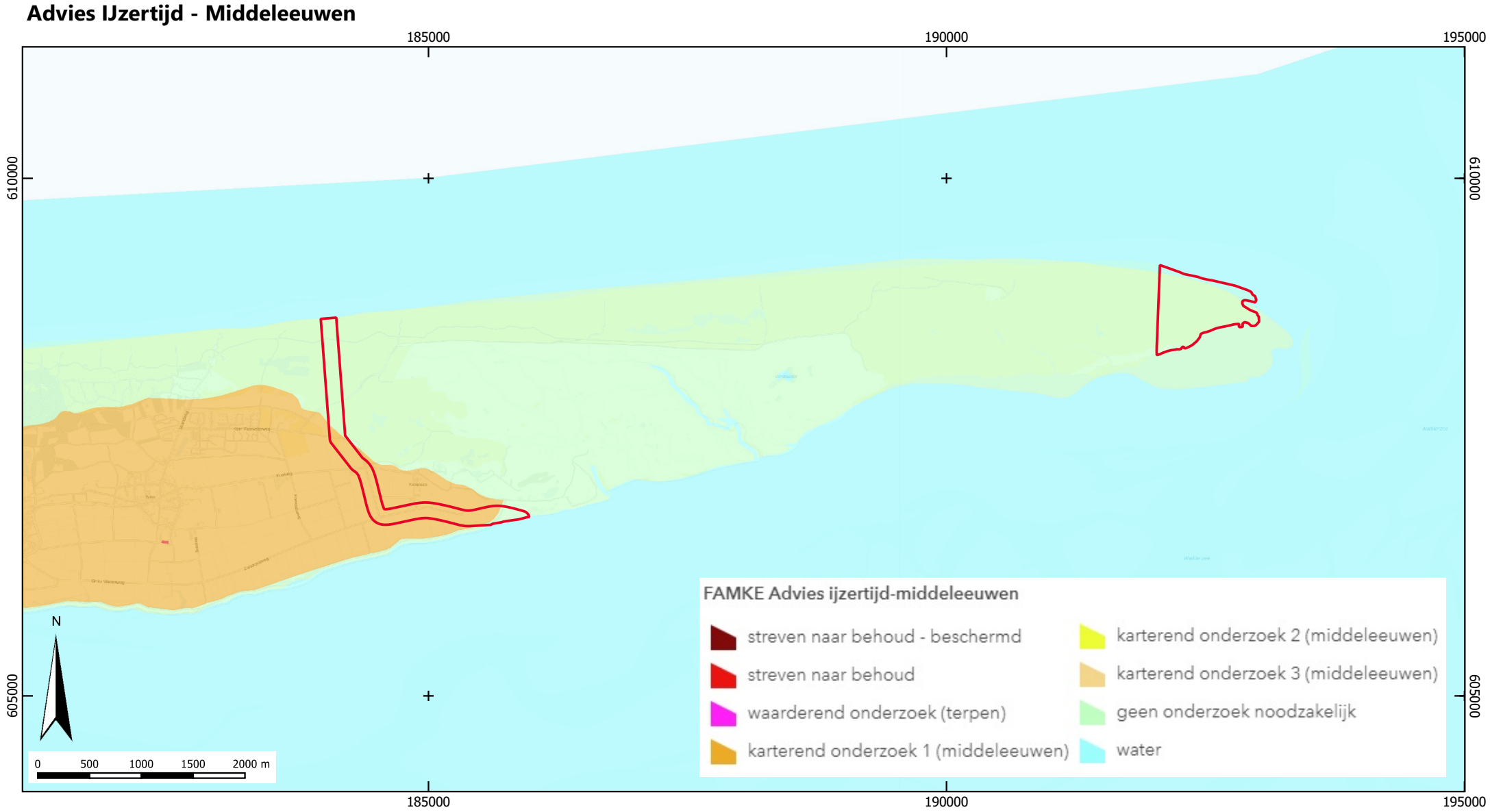


Bijlage 5a FAMKE - Tracéalternatief Burgum west en midden - Ameland

Advies Steentijd - Bronstijd



Advies IJzertijd - Middeleeuwen

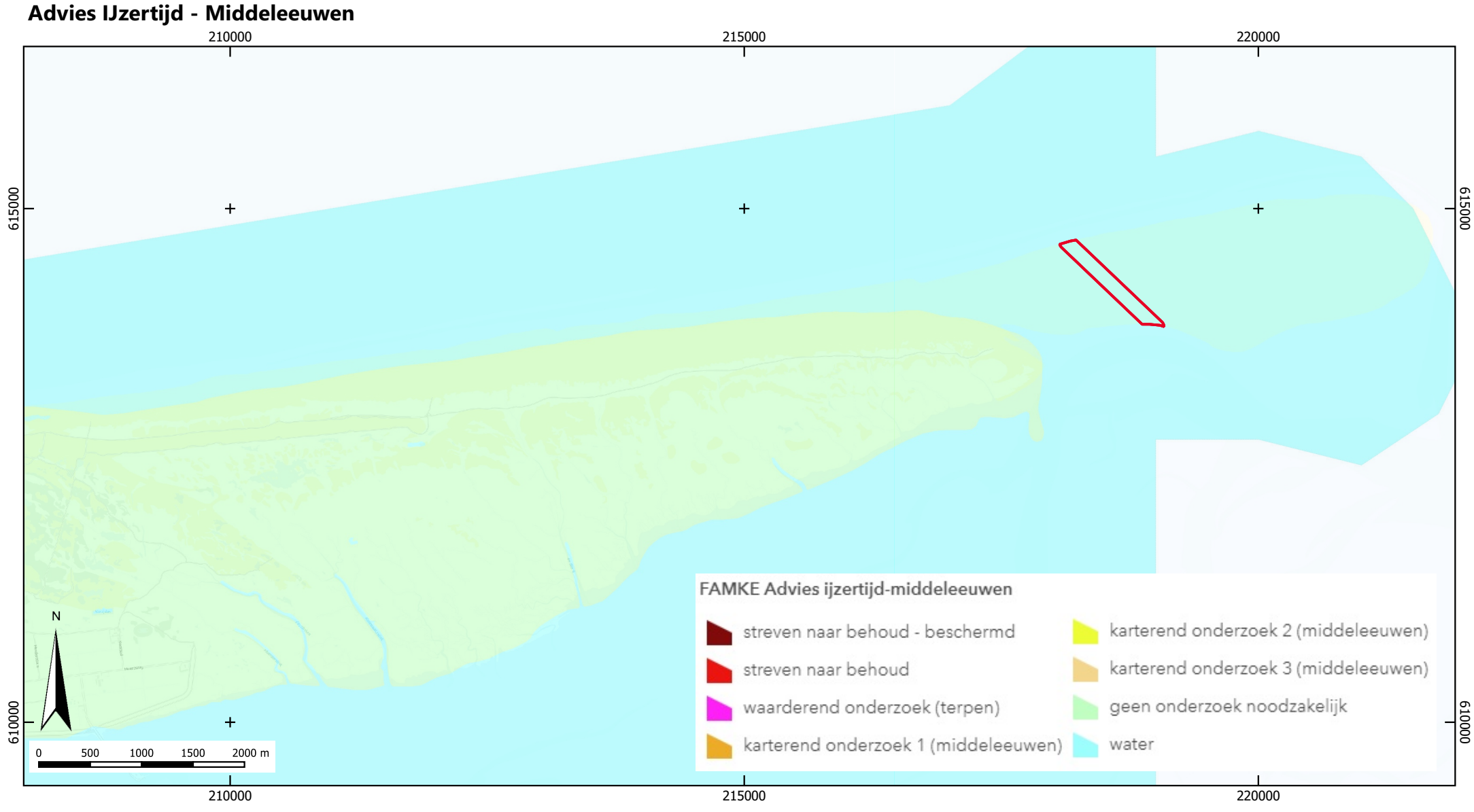


Bijlage 5b FAMKE - Tracéalternatief Vierverlaten west - Schiermonnikoog

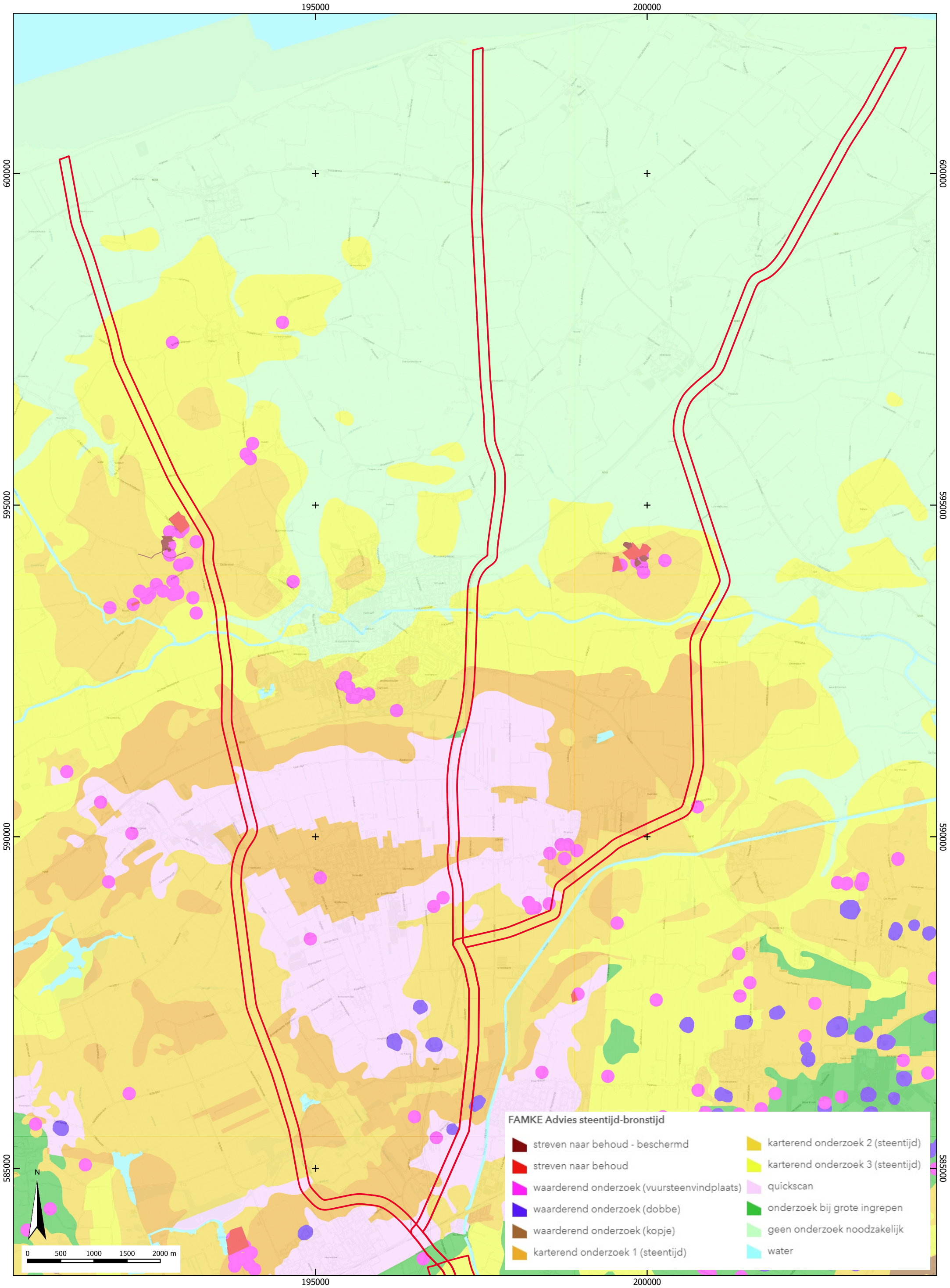
Advies Steentijd - Bronstijd



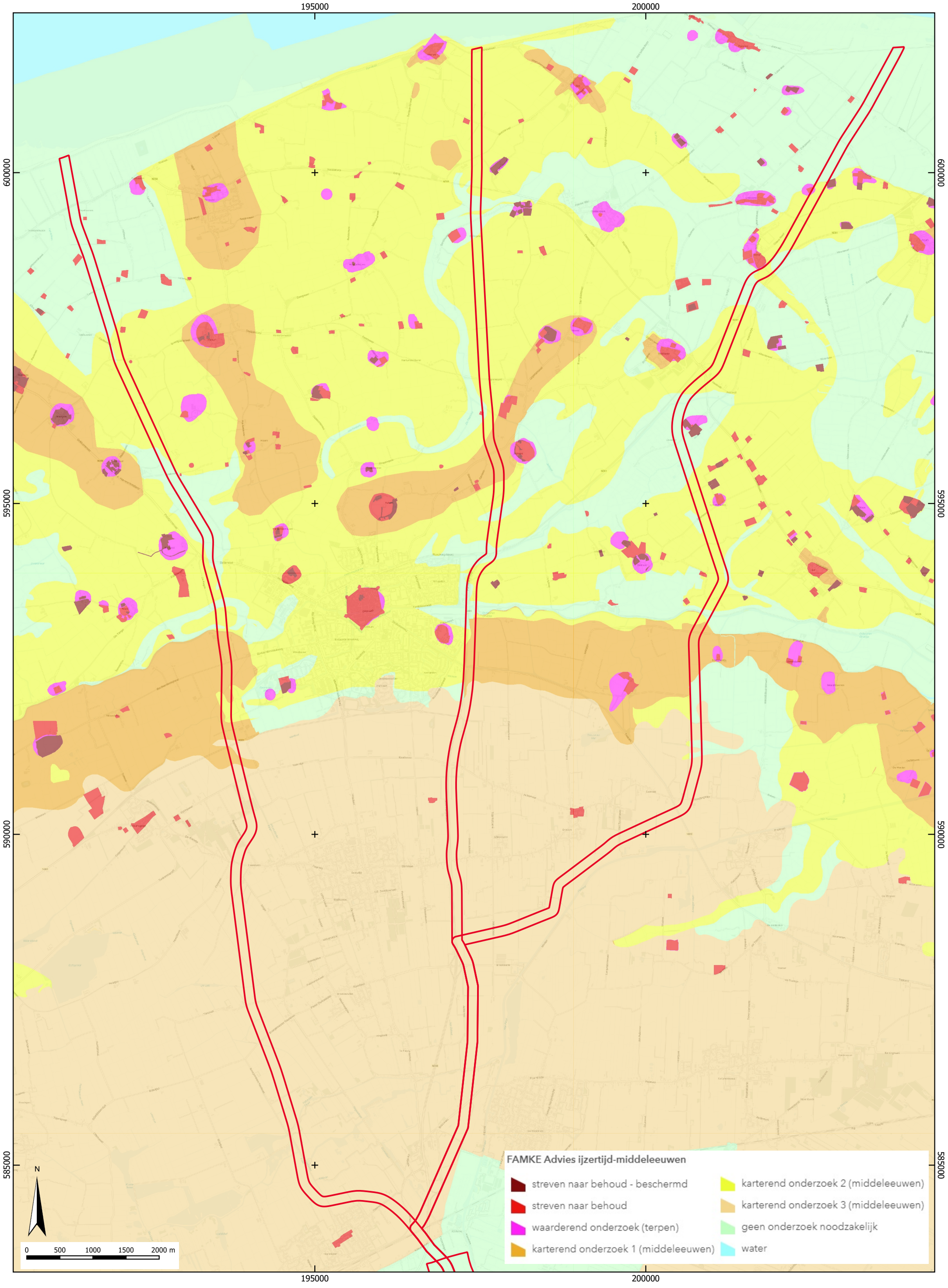
Advies IJzertijd - Middeleeuwen



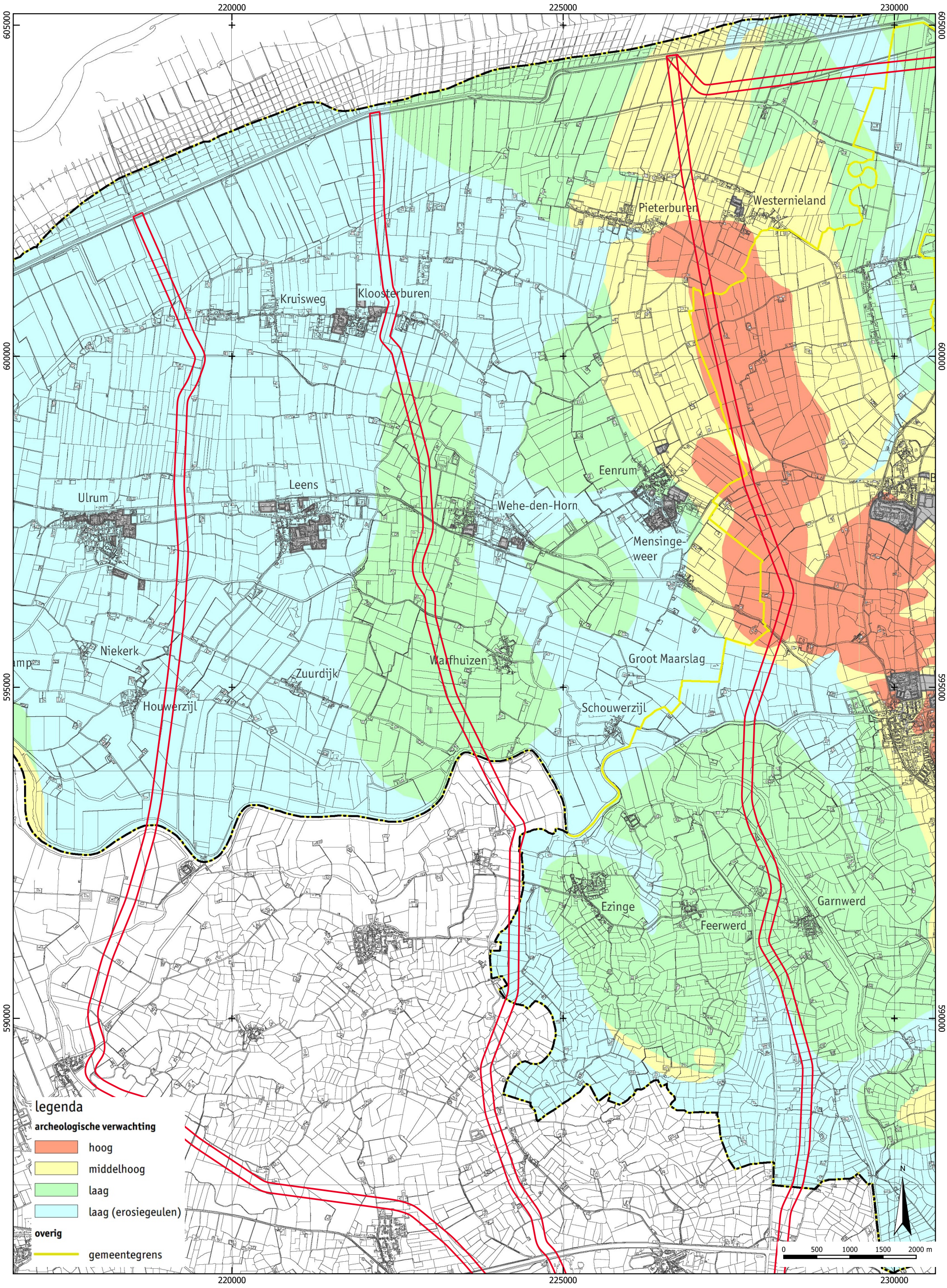
Bijlage 5c FAMKE Steentijd - Tracéalternatief Burgum west, midden en oost



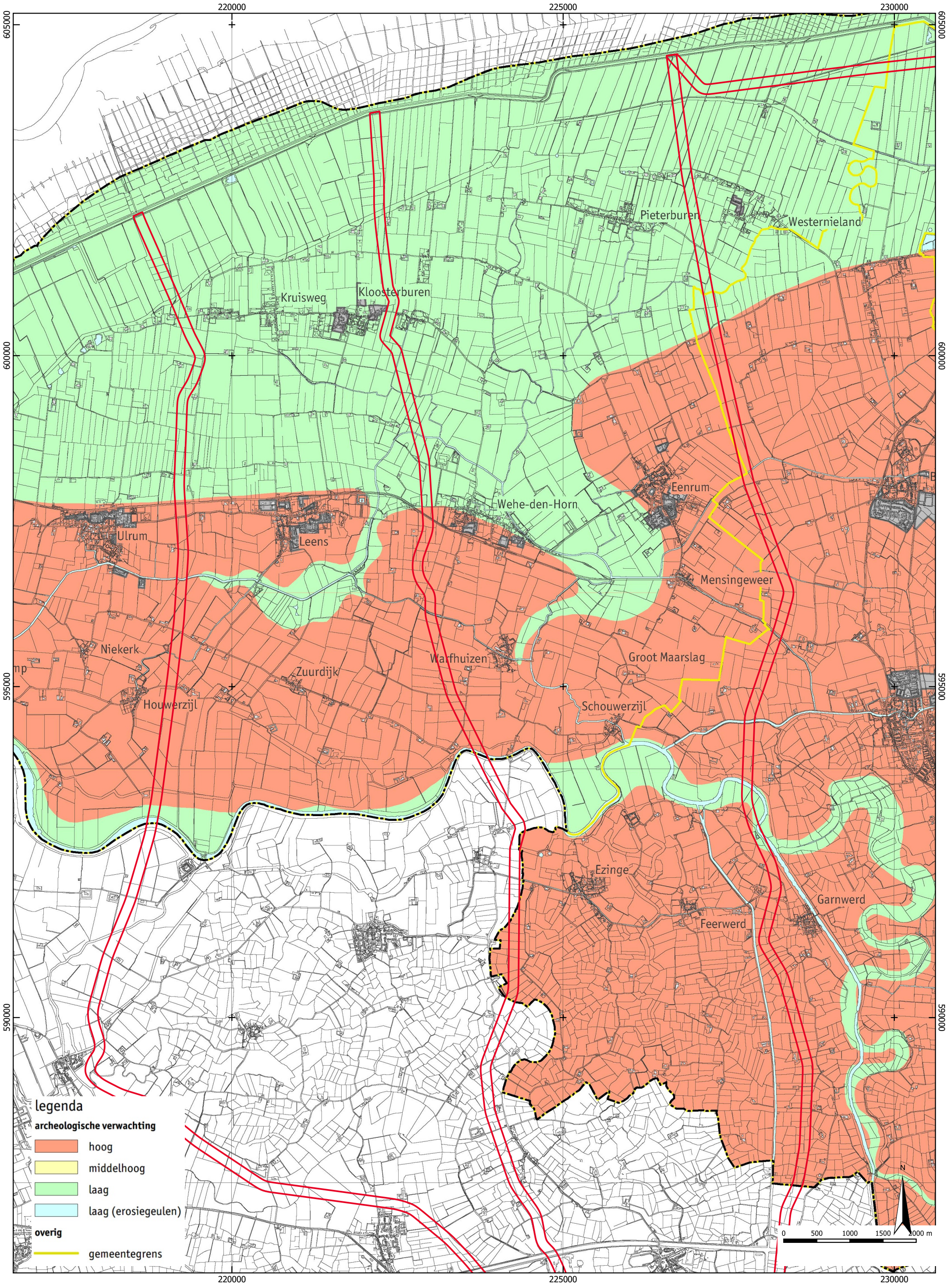
Bijlage 5d FAMKE Middeleeuwen - Tracéalternatief Burgum west, midden en oost



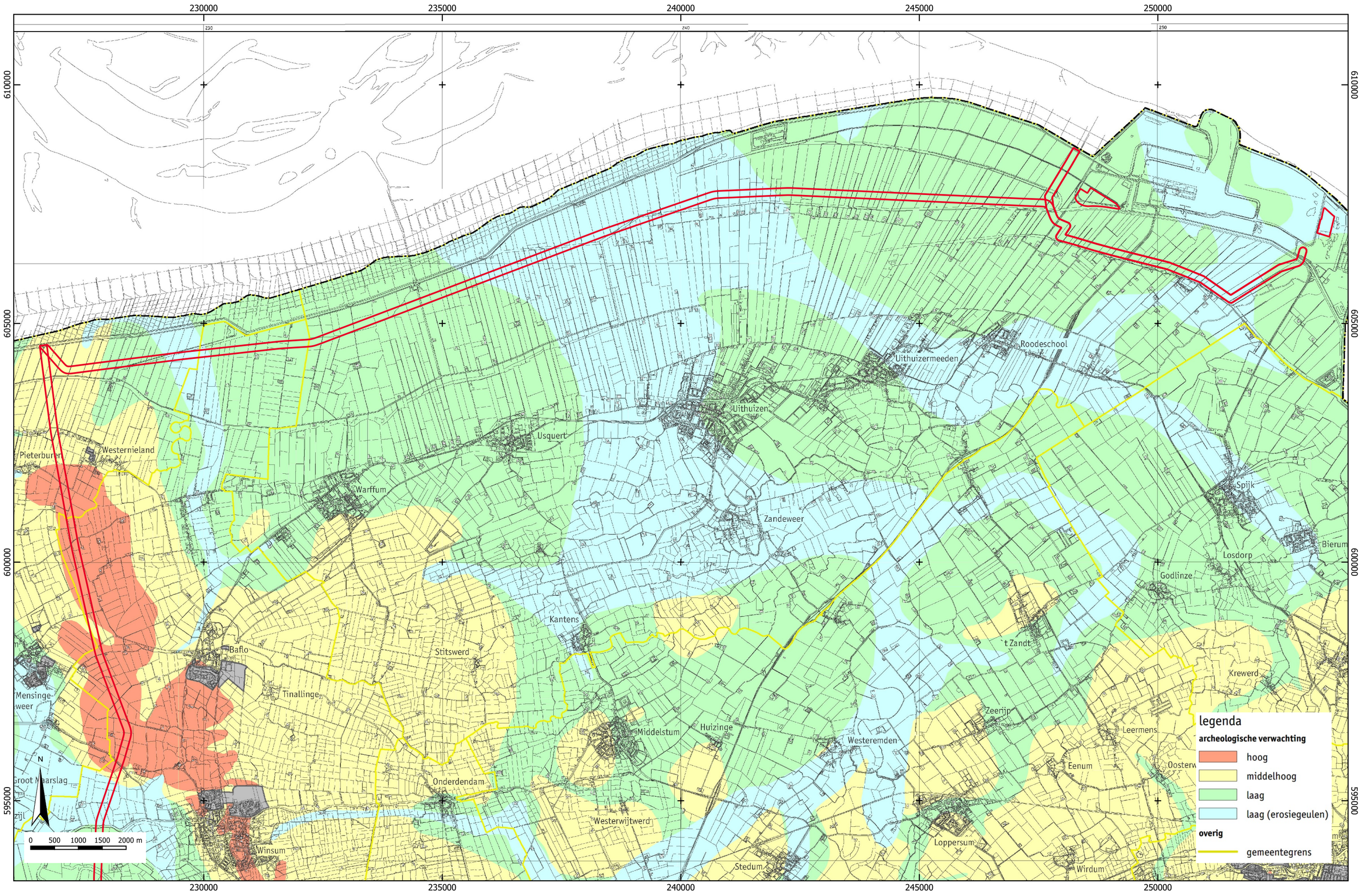
Bijlage 6a Verwachtingskaart regio Noord-Groningen Laat - Paleolithicum - Vroege Bronstijd | Tracéalternatief Vierverlaten west, midden en oost



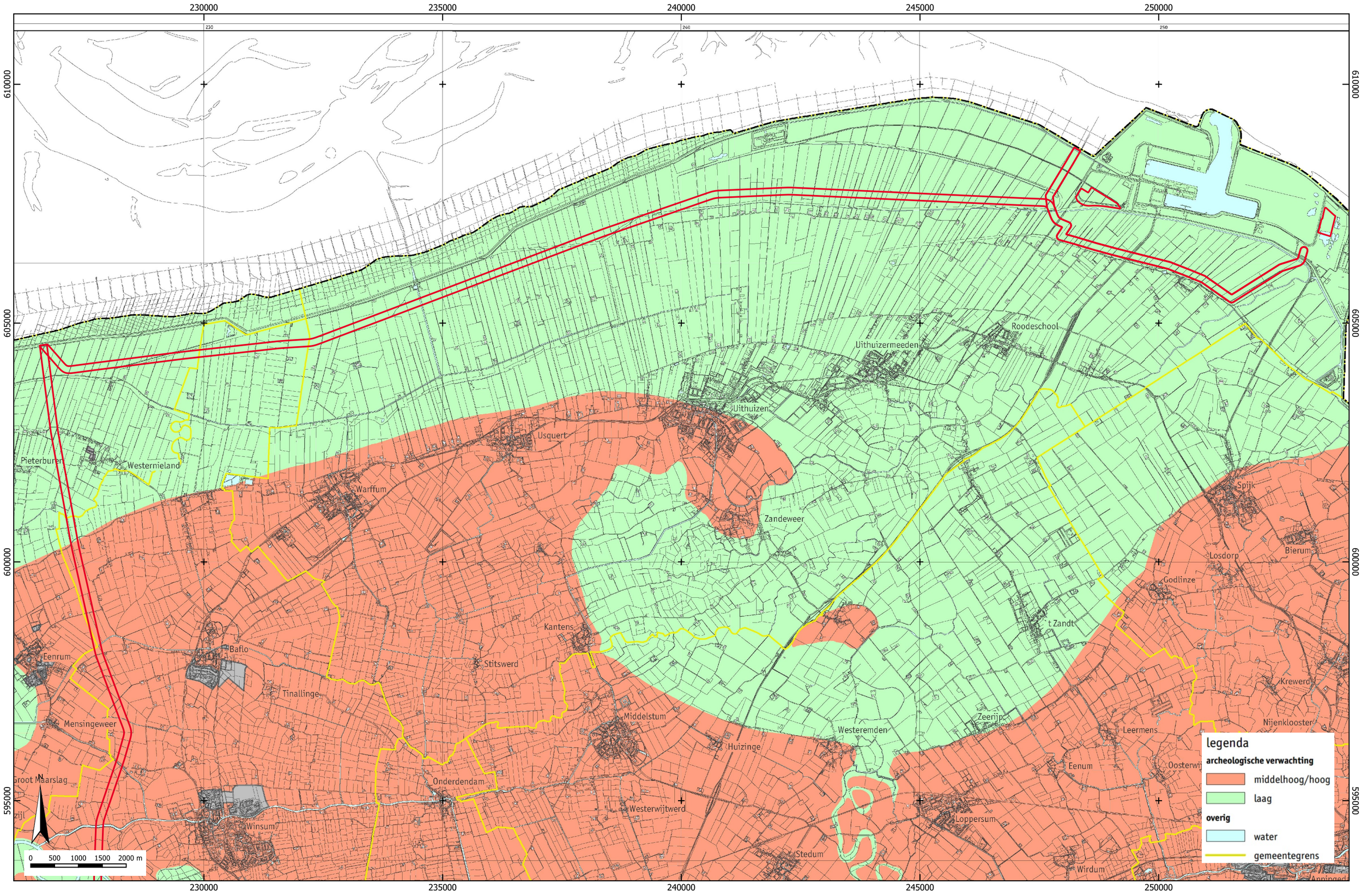
Bijlage 6b Verwachtingskaart regio Noord-Groningen Late - Bronstijd - Middeleeuwen | Tracéalternatief Vierverlaten west, midden en oost



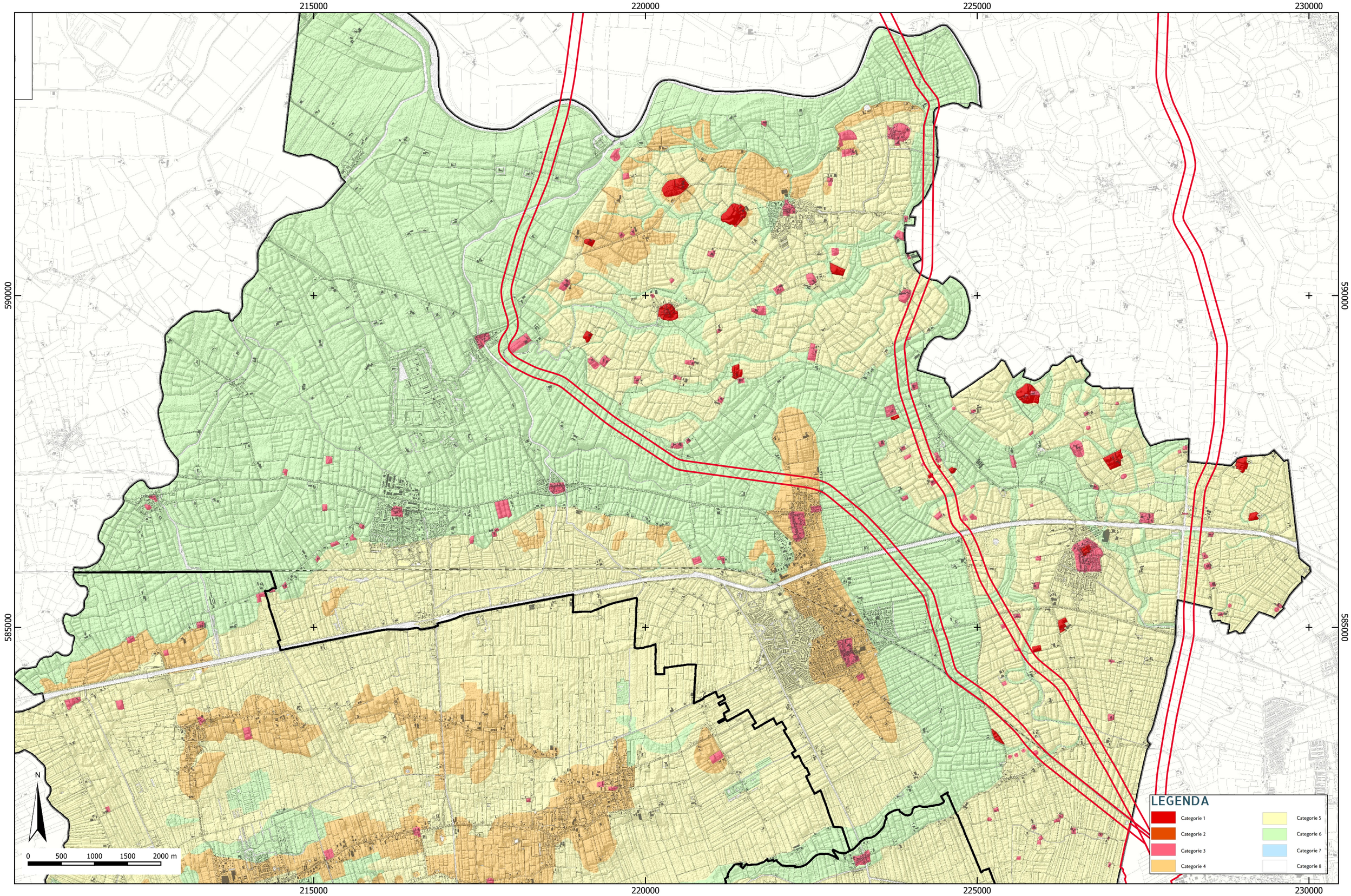
Bijlage 6c Verwachtingskaart Noord-Groningen aansluitlocatie Eemshaven Laat-Paleolithicum - Vroege Bronstijd



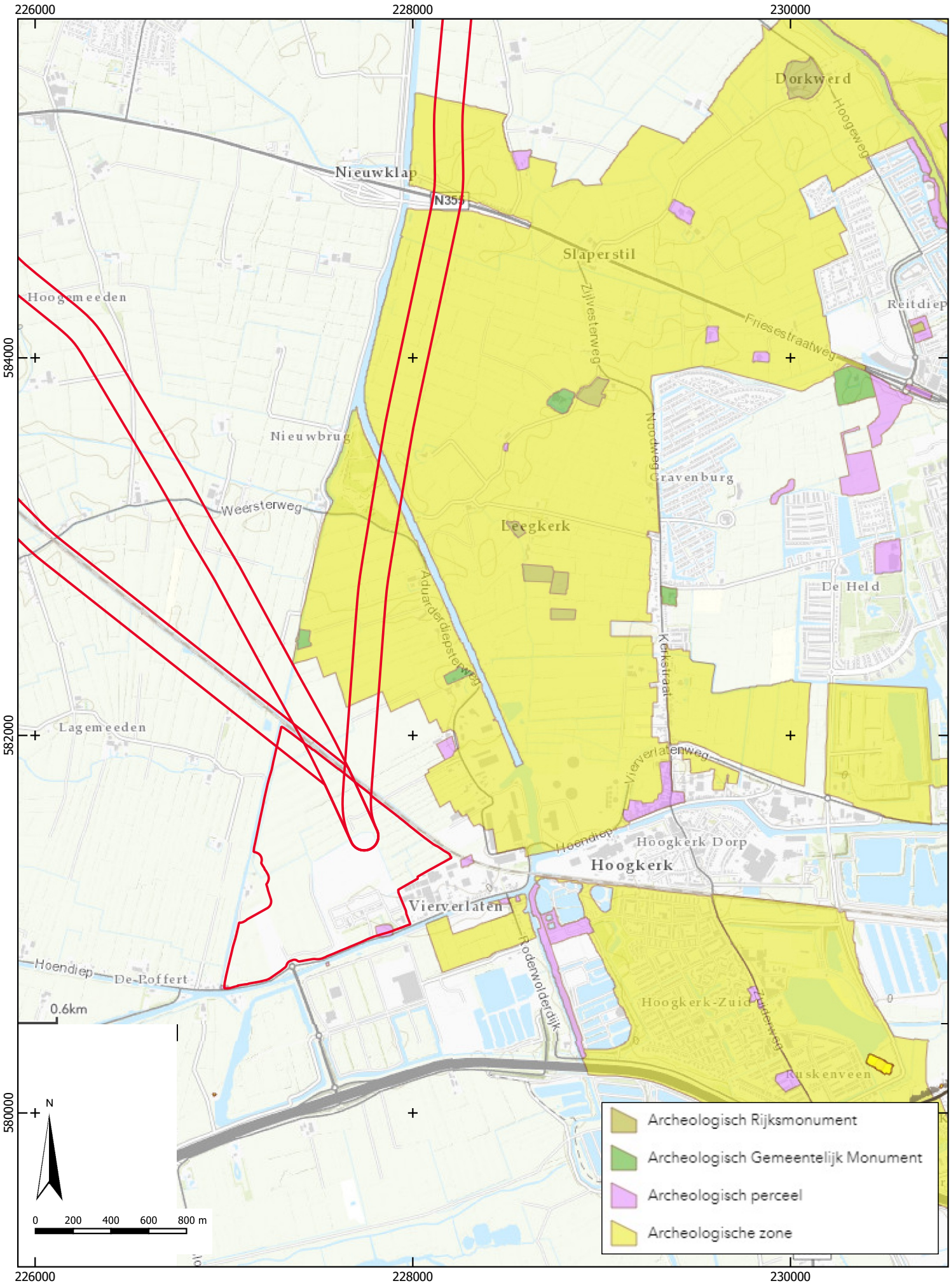
Bijlage 6d Verwachtingskaart Noord-Groningen aansluitlocatie Eemshaven Late Bronstijd - Middeleeuwen



Bijlage 7 Beleidsadvieskaart Westerkwartier | Tracéälternatieven Vierverlaten west, midden en oost

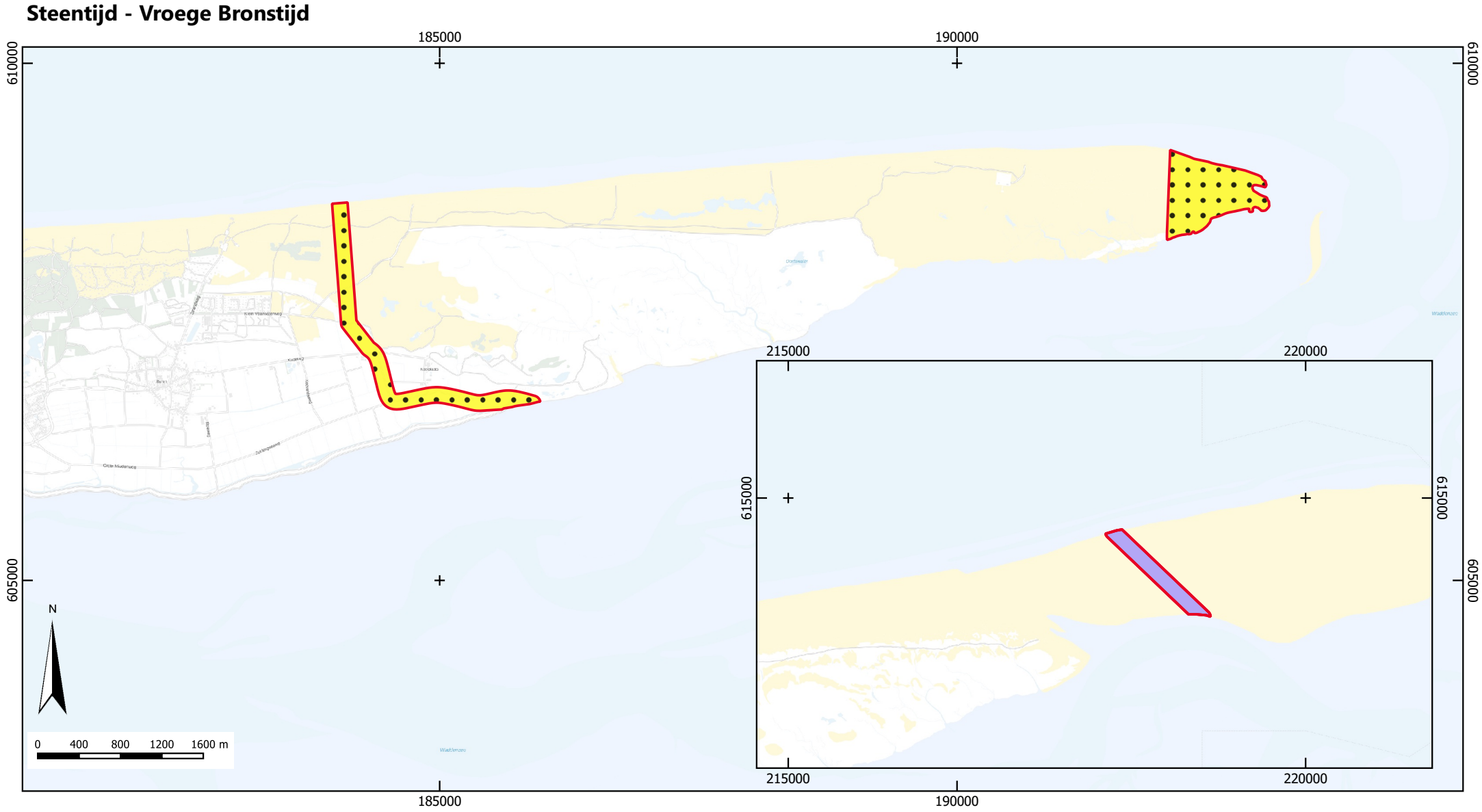


Bijlage 8 Erfgoedkaart Groningen | Tracéalternatief Vierverlaten oost en stationslocatiealternatief



Bijlage 9a Verwachtingskaart - Tracéalternatief Burgum west en midden - Ameland en Vierverlaten Schiermonnikoog

Steentijd - Vroege Bronstijd



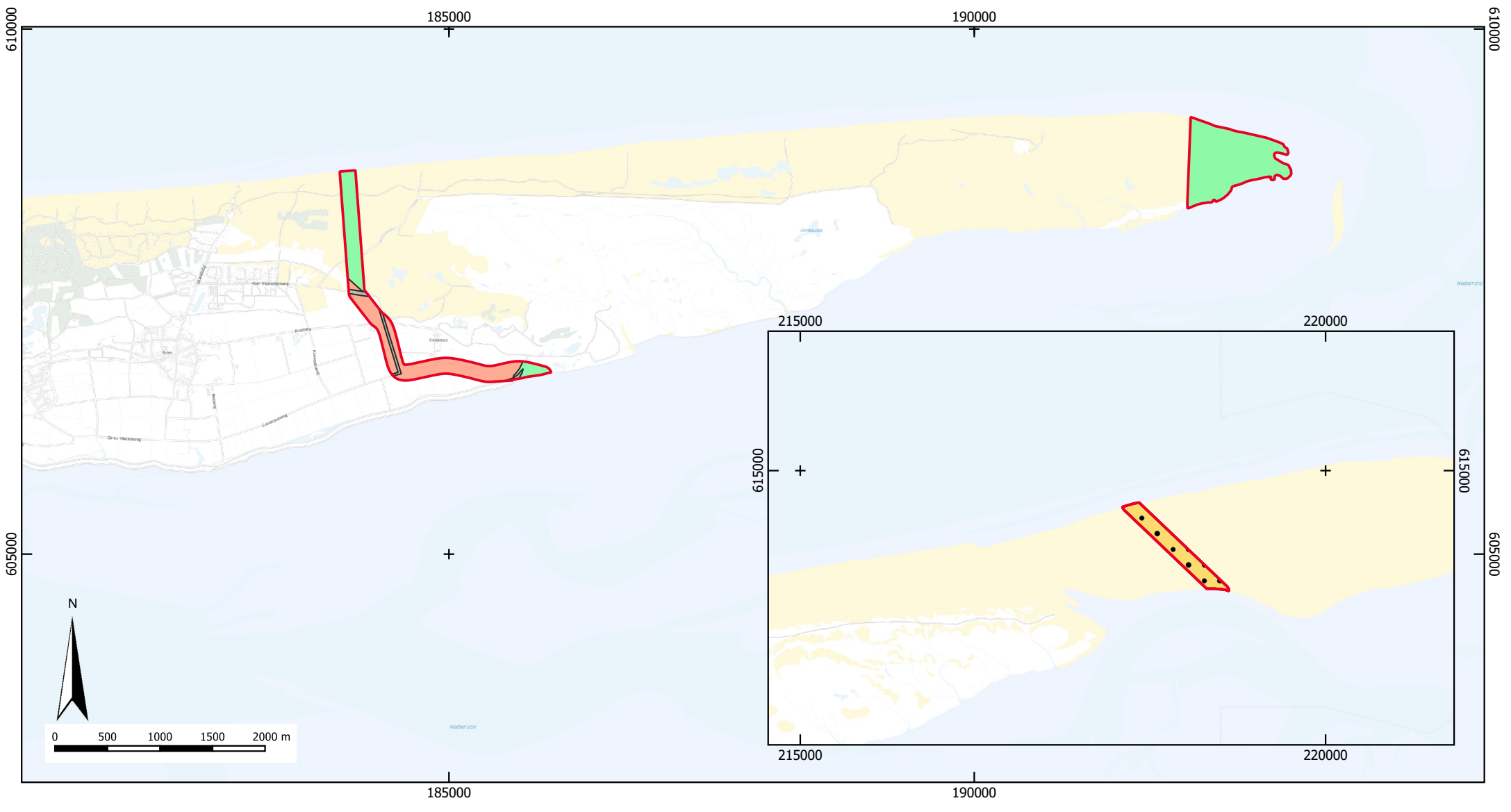
Plangebied

Verwachting Steentijd

Lage verwachting (erosiegeulen)

Onbekende verwachting, potentieel niveau tussen 4 - 6 m -NAP

Late Bronstijd - Middeleeuwen



Plangebied

Verwachting Late Prehistorie - Middeleeuwen

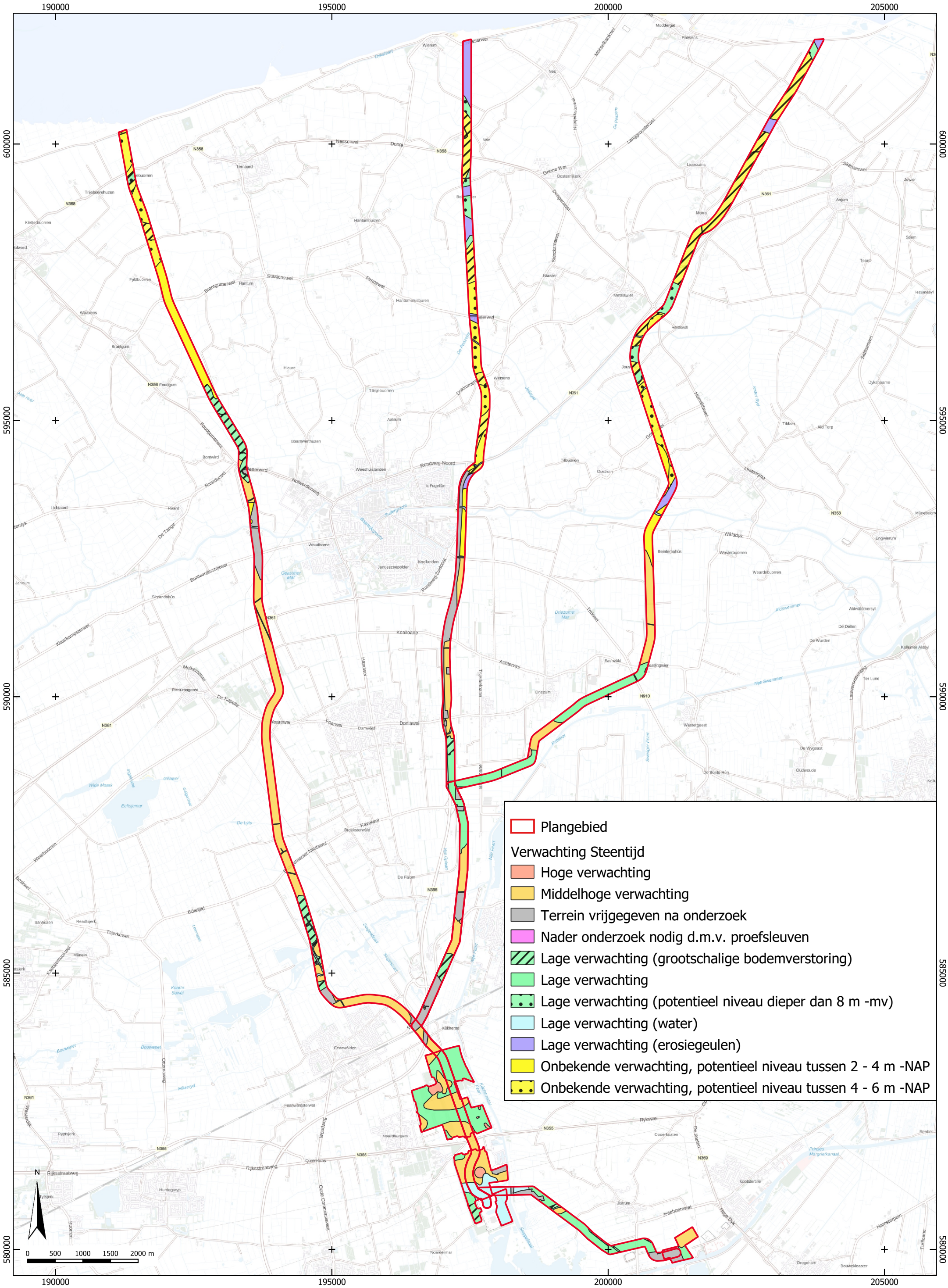
Hoge verwachting

Middelhoge verwachting vanaf 3,0 m -mv

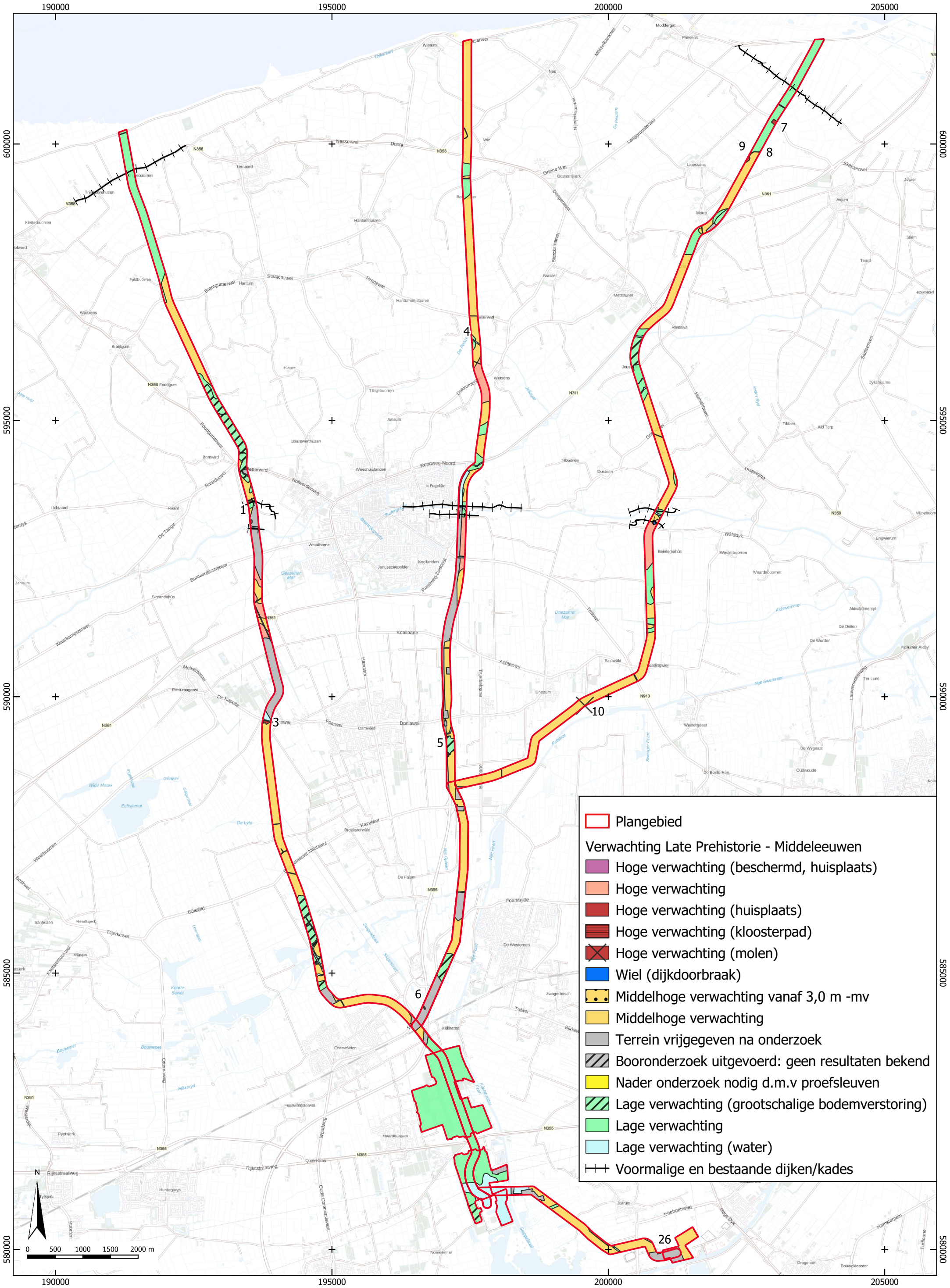
Terrein vrijgegeven na onderzoek

Lage verwachting

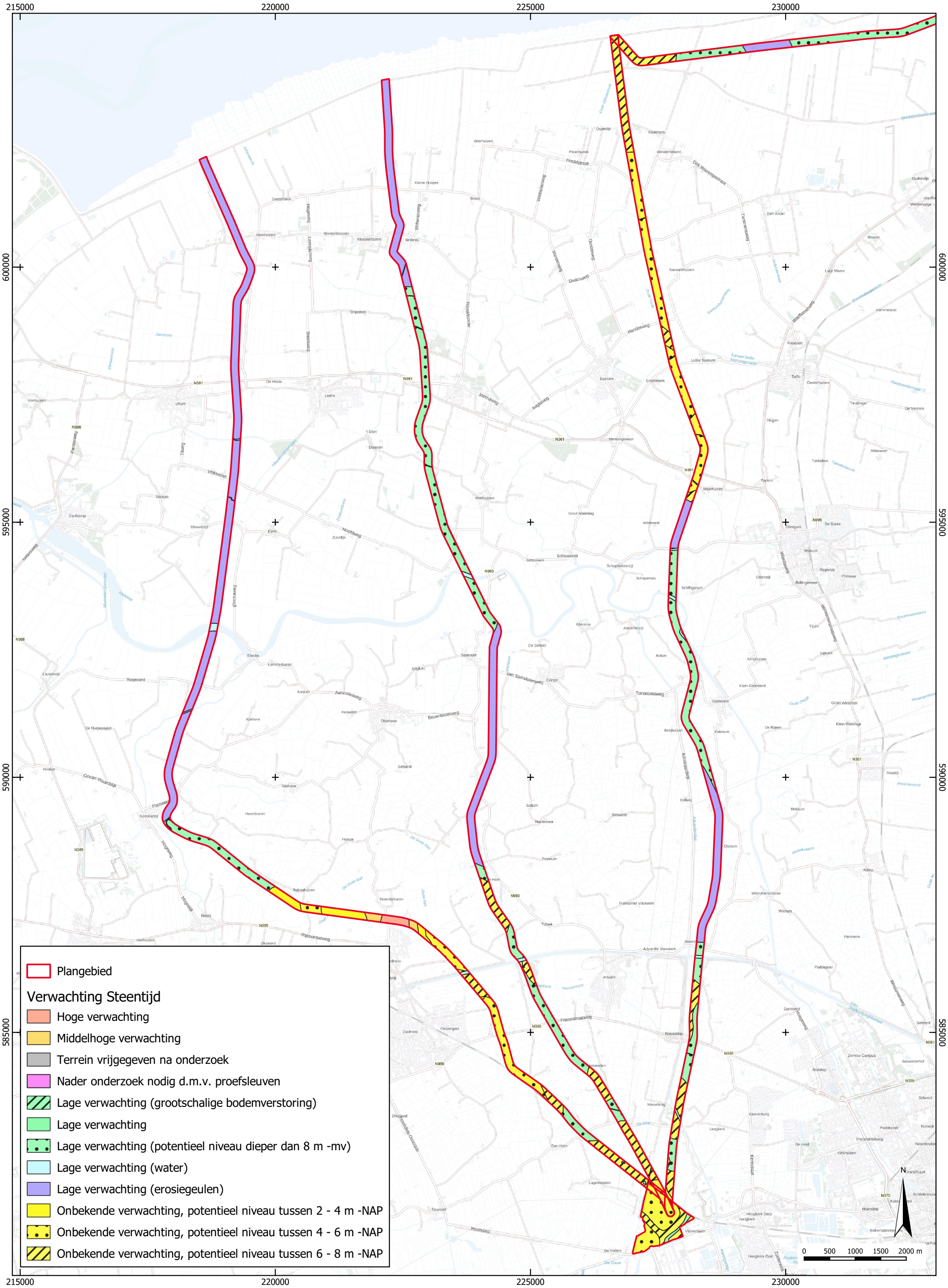
Bijlage 9b Verwachtingskaart Steentijd - Vroege Bronstijd | Aansluitlocatie Burgum



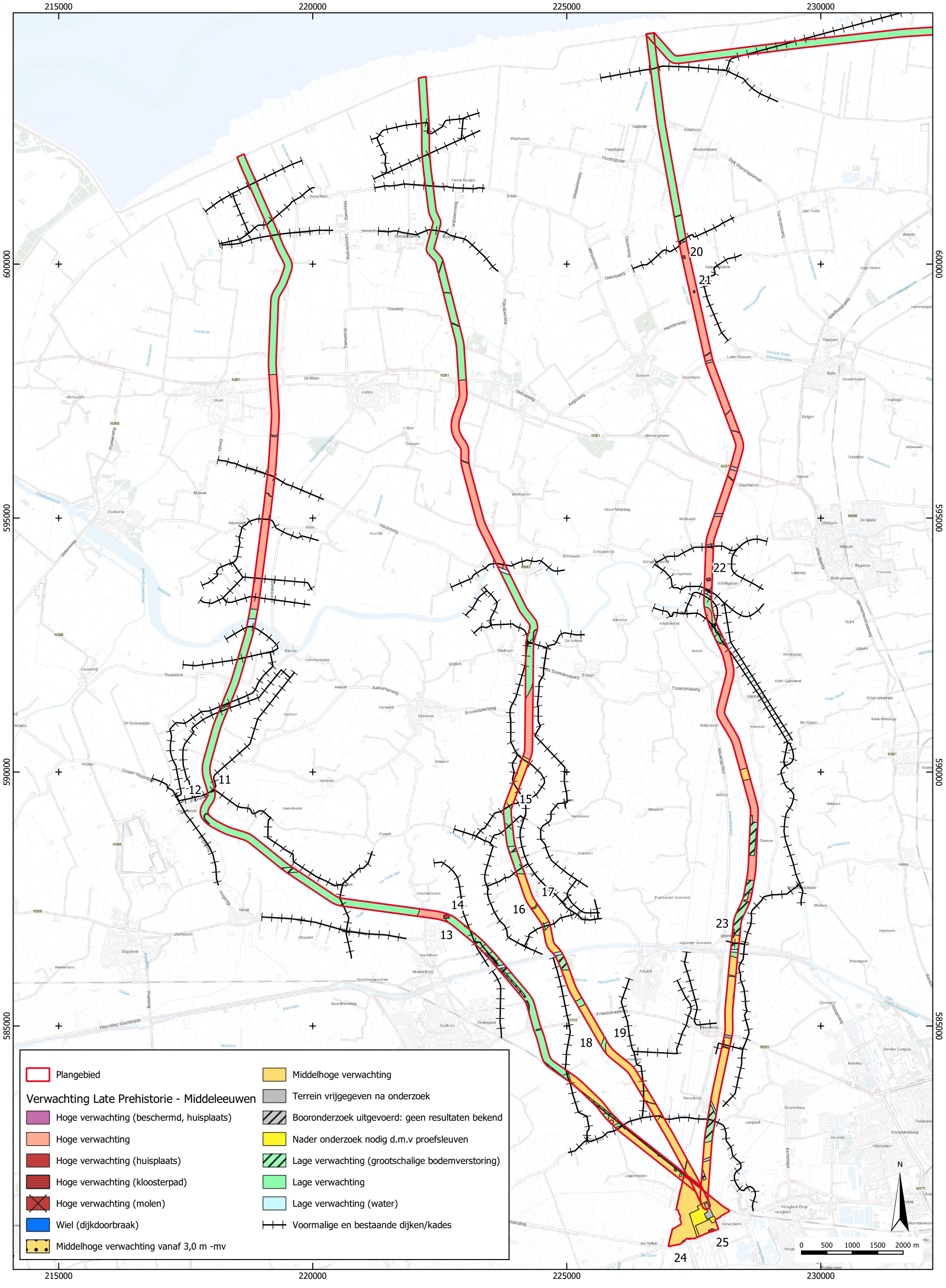
Bijlage 9c Verwachtingskaart Late Bronstijd - Middeleeuwen | Aansluitlocatie Burgum



Bijlage 9d Verwachting Steentijd - Vroege Bronstijd | Aansluitlocatie Vierverlaten

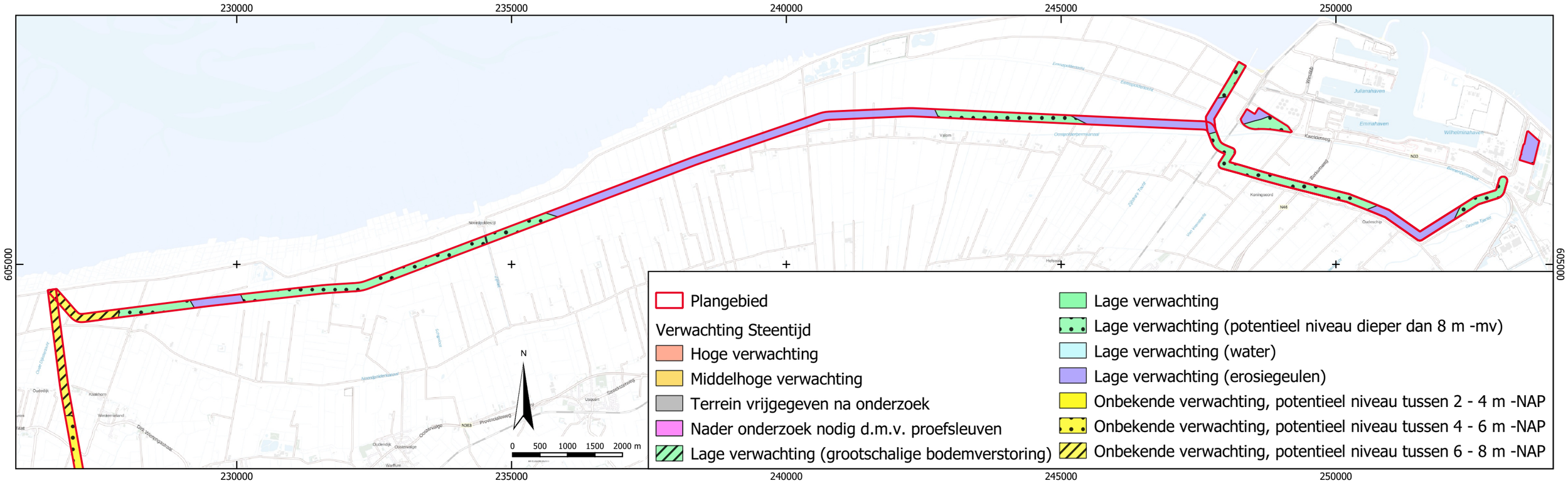


Bijlage 9d Verwachting Steentijd - Vroege Bronstijd | Aansluitlocatie Vierverlaten

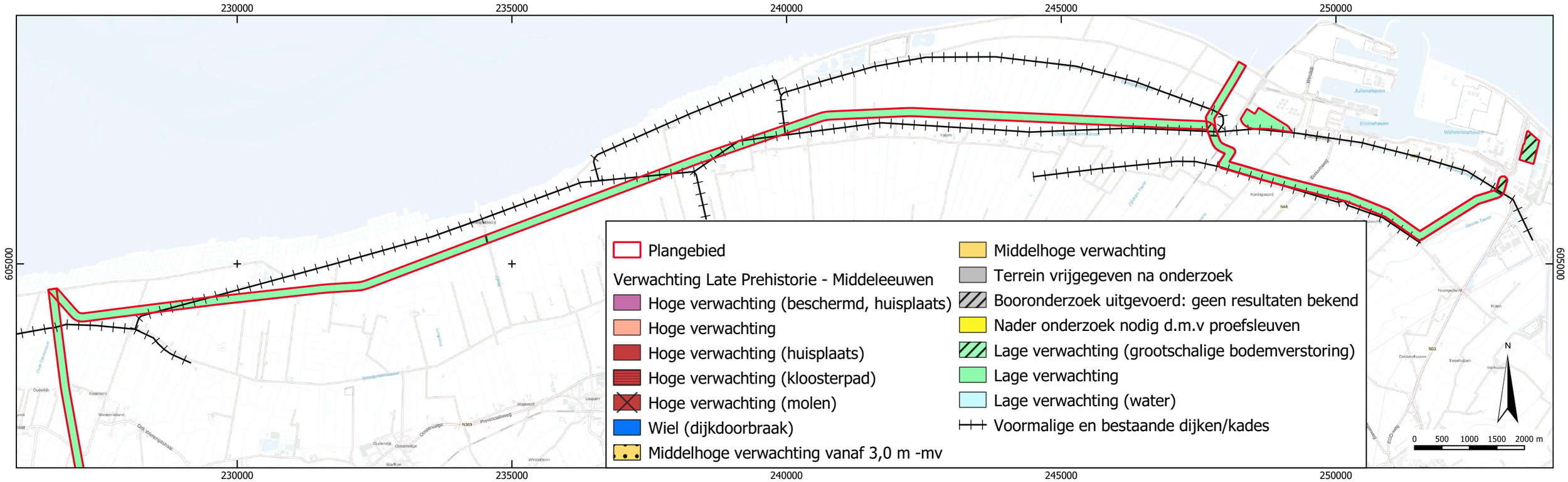


Bijlage 9f Verwachting | Aansluitlocatie Eemshaven

Steentijd - Vroege Bronstijd

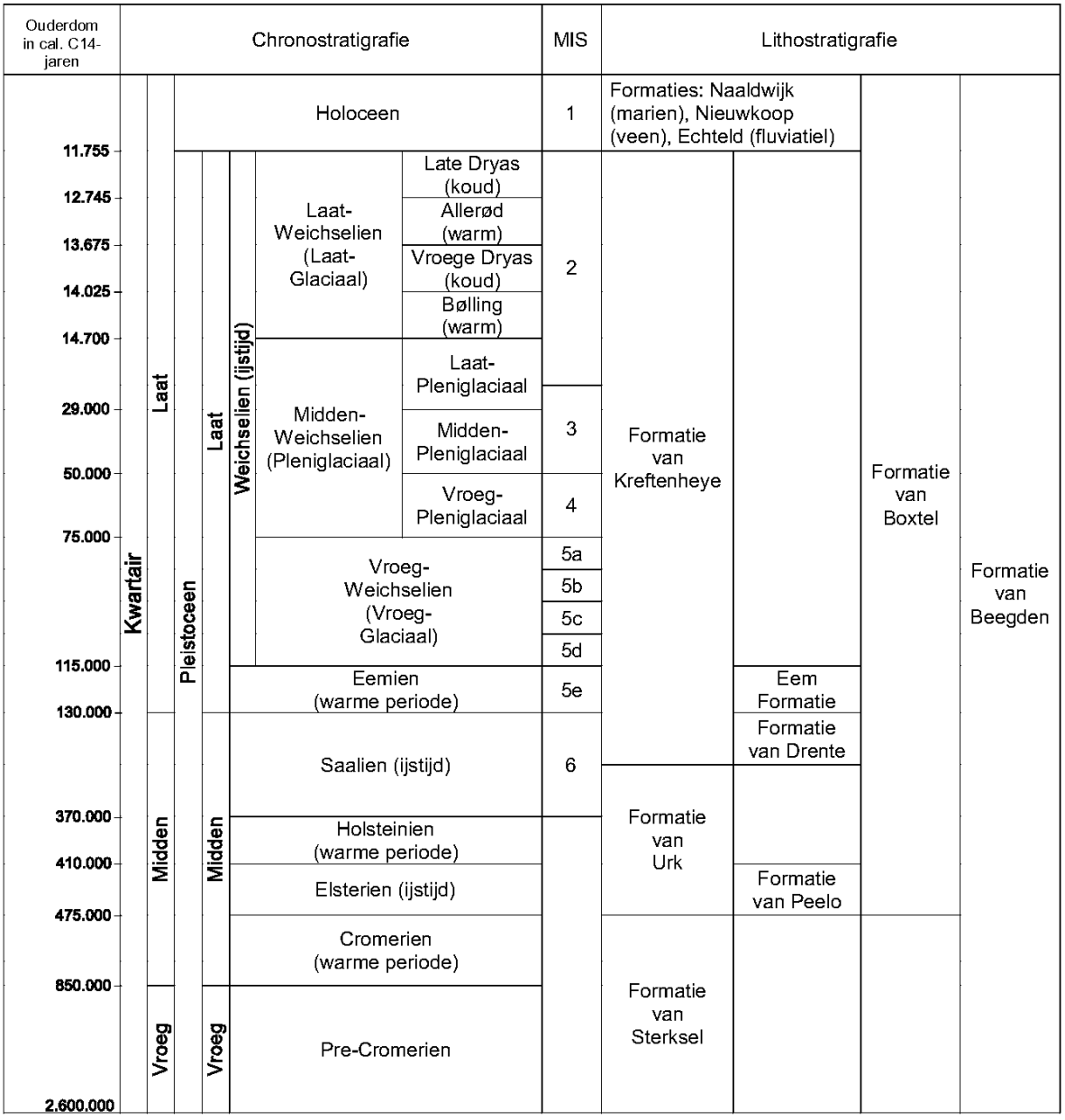


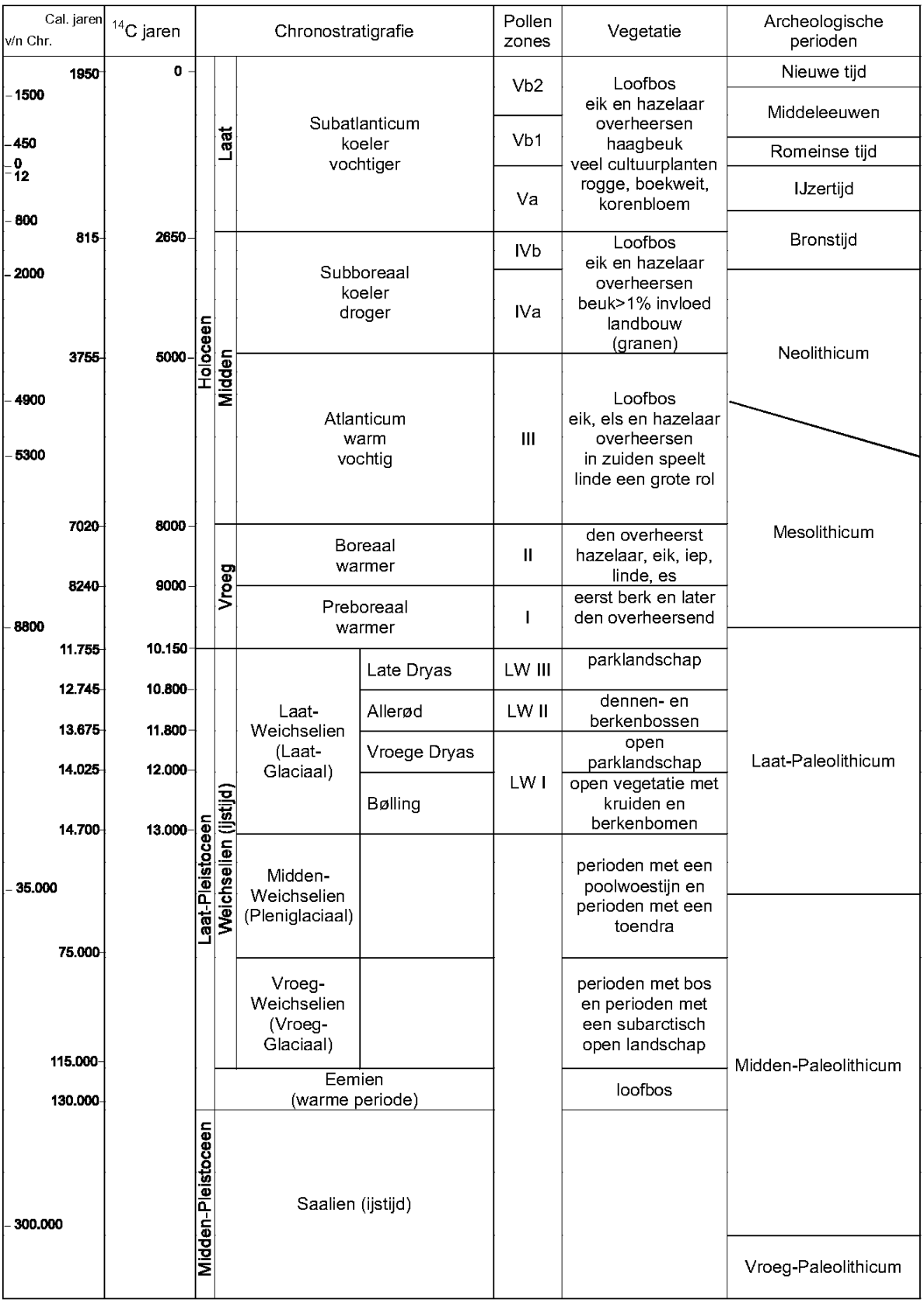
Late Bronstijd - Middeleeuwen



Bijlage 10 Overzicht geologische en archeologische tijdvakken

Samengesteld door E.A. Schorn (BAAC) naar aanleiding van de publicatie: De steentijd van Nederland (2005). Onder redactie van: Jos Deeben, Erik Drenth, Marie-France van Oorsouw en Leo Verhart.





Chronostratigrafie voor Noordwest-Europa volgens Zagwijn (1974), Vandenberghe (1985) en De Mulder *et al.* (2003). Lithostratigrafie volgens De Mulder *et al.* (2003). Mariene isotoop stadium (MIS) volgens Bassinot *et al.* (1994). Atmosferische data volgens Stuiver *et al.* (1998). Zuurstofisotoop calibratie (OxCal) versie 3.9 Bronk Ramsey (2003), toegepast op het Laat-Weichselien en het Holoceen. Archeologische periode-indeling en ouderdom volgens de Rijksdienst voor het Oudheidkundig Bodemonderzoek (ROB). Vegetatie bewerkt volgens Berendsen (2000). Pollenzones volgens P. Vos & P. Kiden (2005).

Archeologische periodes volgens het Archeologisch Basis Register
Rijksdienst voor het Cultureel Erfgoed

