



**Vervaardiging van hoogtemodellen en
landschapskaarten naar periode en diepte
voor archeologisch gebruik in
Holoceen-afgedekte delen van Nederland.**

Opleggerrapport bij project RCE-10A/B



**Vervaardiging van hoogtemodellen en
landschapskaarten naar periode en diepte
voor archeologisch gebruik in
Holoceen-afgedekte delen van Nederland.**

Opleggerrapport bij project RCE-10A/B

Dr. K.M. Cohen
R. Dambrink MSc
R. De Bruijn MSc
Dr. J. Schokker
Dr. M.P. Hijma

Gezamenlijk rapport
Deltares & TNO Geologische Dienst van Nederland
i.s.m. Universiteit Utrecht, Dept. Fysische Geografie
Deltares-project 1210450
TNO-project 060.12484



Universiteit Utrecht

1210450-000

Titel

Vervaardiging van hoogtemodellen en landschapskaarten naar periode en diepte voor archeologisch gebruik in Holoceen-afgedekte delen van Nederland.

Opdrachtgever	Project	Kenmerk	Pagina's
Ministerie van OCW Inkoop Uitvoeringscentrum Noord Rijksdienst voor het Cultureel Erfgoed (RCE)	1210450-000	1210450-000-BGS-0012	65

Trefwoorden

Landschapskartering, Archeologie, Geologie, Holoceen, Pleistoceen, Nederland

Samenvatting

Ten behoeve van gebruik in een later door de opdrachtgever, de Rijksdienst voor Cultureel Erfgoed (RCE) op te zetten digitaal portaal met informatie voor archeologische professionals, zijn een landsdekkend kaartbestand (T0123.shp) met begraven landschappen uit de laatste 14.000 jaar en een bijbehorende serie paleohoogtemodellen gemaakt. De kartering bestrijkt vier archeologisch relevante tijdsneden en verwerkt daartoe bestaande digitale geologische kaartbestanden zoals die door de betrokken partijen, TNO - Geologische Dienst van Nederland (TNO-GDN), de Universiteit Utrecht (UU) en Deltares, worden onderhouden. Naast deze digitale bestanden is ook de geautomatiseerde wijze van productie (een serie scripts) onderdeel van het voltooide product.

Uitgaande van de dataproducten zijn in een serie selectie- en combinatiebewerkingen nieuwe kaartbeelden *per tijdsnede* gegenereerd, met een op landelijk archeologisch gebruik gerichte opbouw en indeling (legenda). De kaarten en paleohoogtemodellen zijn door Deltares, TNO-GDN en de UU volgens een geïntegreerd Plan van Aanpak geproduceerd, in het kader van project 'Verwachtingen in Lagen' binnen het programma 'Kenniskaart' van de RCE. Geheel nieuw is daarbij dat de methodiek van productie zodanig is opgezet, dat het geleverde in de toekomst eenvoudig reproduceerbaar en te actualiseren is. Er zijn geen nieuwe primaire gegevens verzameld. Er hebben wel voorbereidende en afstemmende bewerkingen op de verschillende te combineren dataproducten plaatsgevonden.

Dit opleggerrapport beschrijft de standaardopmaak van digitale kaartlaag 'T0123' in aansluiting op de door RCE voor het huidige oppervlak ontwikkelde Archeologische Landschappenkaart. In het projectgebied dekt die laatste kaart tijdsnede 'T4': 900 na Chr. tot heden. Het opleggerrapport beschrijft ook de samenhang met de hoogtemodellen ('attentiediepte') voor landschappen uit prehistorische perioden T0, T1, T2 en T3 (van 12.000 voor Chr. tot 900 na Chr.). Samenvattingen van deelrapporten over de vervaardiging van de hoogtemodellen (RCE-10A, TNO-GDN), de vervaardiging van de Begraven Landschappenkaart T0123 (RCE-10B, Deltares), en die van de Archeologische Landschappen kaart (RCE) zijn opgenomen.

Versie	Datum	Auteur	Paraaf Review	Paraaf Goedkeuring	Paraaf
5	Aug 2017	Dr. K.M. Cohen	Dr. A. Oost(Deltares)	Dr. H. van der Klis (Deltares)	
		R. Dambrink MSc	Dr. S. van Heteren (TNO)	Dr. M. van der Meulen (TNO)	
		R. De Bruijn MSc	K. Koster MSc (TNO)		
		Dr. J. Schokker			
		Dr. M.P. Hijma			

Status

Definitief

Inhoud

1	Inleiding	1
1.1	Kader, Aanleiding, Doelstelling, Uitvoeringscontext	1
1.2	Projectverloop: fasering, uitvoering	3
1.3	Personale inzet	5
1.4	Opzet rapportage, Leeswijzer	6
2	Opzet van de Begraven Landschappen-kaartproducten	7
2.1	Dekking in ruimte en tijd	7
2.2	Basisbestanden, geautomatiseerde productie en onderhoudbaarheid	10
2.3	Resulterende landschapskaartbeelden per tijdsnede	11
2.4	Kartering van preservatiegraad ('Erosiestatus')	17
2.5	Hoogtemodellen van begravingsdiepte ('Attentiediepte')	20
2.6	Resolutie, Nauwkeurigheid, Gebruiksschaal	22
2.7	Archeologische uitgangspunten: Relatie landschap en mens	24
3	Overzicht inhoud deelrapporten	26
3.1	Samenvatting deelrapport Vervaardiging Landschapskaarten	27
3.1.1	Basisbestanden RCE-10B	27
3.1.2	Karteermethode RCE-10B	28
3.1.3	Eindproduct: Gebundelde shapefile T0123.shp	29
3.2	Samenvatting deelrapport Beschrijving indelingen Landschapskaarten	31
3.2.1	Indeling Begraven Hoofdlandschappen	32
3.2.2	Indeling Landschapszones	33
3.3	Samenvatting deelrapport vervaardiging Hoogtemodellen RCE-10A	38
3.3.1	Basisbestanden RCE-10A	38
3.3.2	Modelleermethode RCE-10A	39
3.3.3	Eindproduct: Bundel hoogtemodellen	40
3.4	Samenvatting Totstandkoming Archeologische Landschappenkaart (RCE)	41
3.4.1	Basisbestanden	41
3.4.2	Kaartbeeld en legendaopzet	42
4	Overzicht digitale producten	44
4.1	Bestandenoverzicht	44
4.1.1	Groepen bestanden	44
4.1.2	Versienummering synchroon met Archeologische Landschappenkaart	44
4.2	MXD 'KLEIN' als ingang	45
4.3	Digitale ontsluiting Landschapskaarten (RCE-10B)	46
4.3.1	Water en Bebouwing	47
4.3.2	Opgesplitst – samengesteld	48
4.3.3	Gebiedsindeling	48
4.4	Digitale ontsluiting Hoogtemodellen	49
4.4.1	Paleohoogtemodellen	49
4.4.2	Maaiveld en top-Pleistoceen	49
4.4.3	Grondwaterspiegels	49
4.5	Verdere groepen kaartlagen	50
4.5.1	Basisbestanden	50
4.5.2	Kaartserie Nederland in het Holoceen	50

5	Vooruitblik op gebruik	51
5.1	Landelijk dekkende karteringen in lokale PvE's en PvA's	51
5.2	Gebruiksgedachten bij opname in kennisportalen	51
5.3	Gebruik tijdens bouw van RCE's Kenniskaartportaal	53
5.4	Erosiestatus troeft landschapszoning bij basaal gebruik	54
5.5	Peilschaal- en cursor-uitlezing van hoogtemodellen	54
6	Conclusies en aanbevelingen	56
6.1	Conclusies	56
6.1.1	Hoofdproducten Begraven Landschappen naar periode en diepte	56
6.1.2	Vervaardigingsmethodiek	57
6.1.3	Aansluiting op Archeologische Landschappenkaart	58
6.2	Aanbevelingen	59
6.2.1	Organiseren van kaartonderhoud	59
6.2.2	Uitvoeren van kaartonderhoud	60
6.2.3	Opname en ontsluiting in het Kenniskaartportaal	60
7	Referenties	61
8	Bijlagen	65

1 Inleiding

1.1 Kader, Aanleiding, Doelstelling, Uitvoeringscontext

In opdracht van de Rijksdienst voor Cultureel Erfgoed (RCE) is door Deltares en TNO - Geologische Dienst Nederland (TNO-GDN) in samenwerking met de Universiteit Utrecht (UU) gewerkt aan een serie digitale kaartproducten en haar documentatie (oktober 2014 – mei 2015; april-augustus 2016; augustus 2016 – mei 2017). Dit gebeurde in het kader van het deelproject 'Verwachtingen in Lagen' binnen het programma 'Kenniskaart' van de RCE.

De opdracht diende landschapsinformatie uit het Holoceen-geologische werkveld behapbaar aan te leveren aan het archeologische werkveld. De kaartproducten zijn bedoeld als bouwstenen in een door RCE op te tuigen nationaal portaal, dat toegang moet bieden tot 'in de archeologische praktijk bruikbare kennis, onderzoeksmethodieken en kaartbeelden'. Opdrachtgever RCE zal in een volgende fase van 'Verwachtingen in Lagen' (2016-2017) archeologische informatie toevoegen, aan de landschappelijke informatie koppelen, en het portaal inrichten.

De nieuwe kaartproducten dienen als gegevensdrager voor archeologische informatie over 'begraven landschappen' uit de jongste 14.000 jaar (de periode vanaf 12.000 v. Chr.). Het gaat er daarbij om te informeren waar bewoonbare oppervlakken uit begraven landschappen tot op heden gepreserveerd zijn, op welke diepte zij zich bevinden en welk type landschap bewaard is gebleven. Het projectgebied is het laaggelegen 'Holocene' deel van Nederland.

Waar voor hooggelegen 'Pleistoceen' Nederland één landschapskaart als informatiedrager in archeologische informatiesystemen voldoet (de Archeologische Landschappenkaart; Rensink et al. 2016a,b), waren voor laaggelegen 'Holoceen' Nederland aanvullende kaarten nodig die oudere landschapsoppervlakken op enige diepte in de ondergrond visualiseren (Begraven Landschappenkaart T0123 en bijbehorende paleohoogtemodellen; opdrachten RCE-10B en RCE-10A). Op de overwegingen achter deze splitsing wordt in §1.3 nader ingegaan.

De producten hebben als gebruiksdoel te ontsluiten waar en uit welke perioden gave landschappen met archeologische relevantie te verwachten zijn. Dit is uitgesplitst naar vier archeologische hoofdperioden (T1-T4; hier verder tijdsneden genoemd) zoals die in het programma Kenniskaart door RCE zijn onderscheiden (Groenewoudt & Smit 2014) én voor de 'Top Pleistoceen' (T0) als de uitgangssituatie (Box 1.1).

Box 1.1 Gebruikte periodisering: tijdsneden T0 t/m T4

T4:	900 na Chr. tot heden.	Staatssamenlevingen	Ontginningslandschap	parallel RCE
T3:	1500 v. Chr. tot 900 na Chr.	Late Landbouwers	Begraven landschap	dit project
T2:	3400 tot 1500 v. Chr.	Vroege Boeren	Begraven landschap	dit project
T1:	7000 tot 3400 v. Chr.	Jagers en Verzamelaars	Begraven landschap	dit project
T0:	12.000 tot 7000 v. Chr.	Jagers en Verzamelaars	'Top Pleistoceen'	dit project

Naar Groenewoudt & Smit (2014, 2017). Hun tijdsnede T1 is T0+T1 in dit project.

De kartering betrof specifiek die van *begraven* landschappen uit Tijdsneden T0 tot en met T3 (12.000 v. Chr. tot 900 n. Chr.), zoals in de ondergrond op enige diepte aanwezig zijn. De kartering was aanvullend op de parallel door de RCE geproduceerde Archeologische

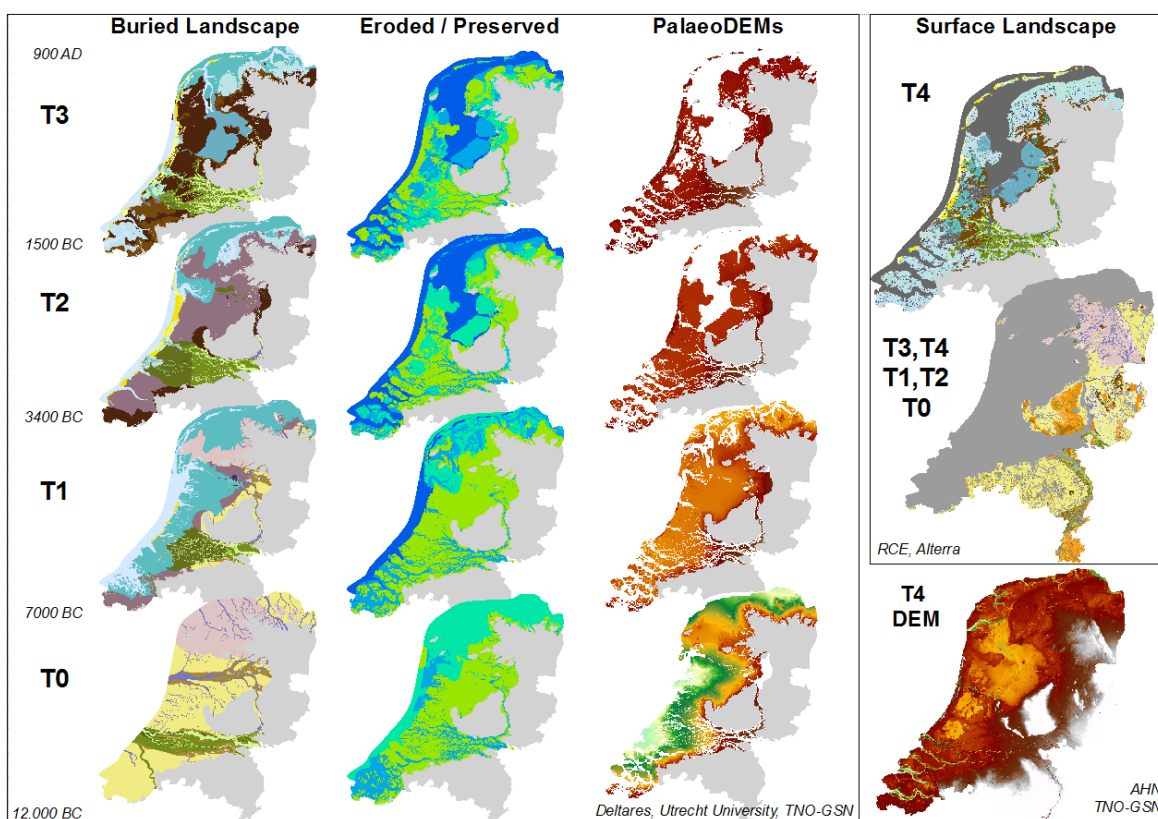
Landschappenkaart (Rensink et al. 2016a,b), van het huidige landschap zoals dat aan het oppervlak bestaat. Beide karteringen worden in het Kenniskaart-portaal opgenomen, om gezamenlijk over heel Nederland in alle tijdsneden dekking te bieden. De karteringen dienen zowel in de gehanteerde legenda, als in de fijnmazigheid van het kaartbeeld op elkaar aan te sluiten.

Bij het karteren van begraven landschappen voor gedefinieerde tijdsneden zou logischerwijs door verschillende oorzaken naar voren gaan komen (Cohen & Schokker 2014) dat over aanzienlijke arealen van het gebied, oude landschapsoppervlakken niet bewaard zijn gebleven (non-preservatie). Dit maakt dat als onderdeel van de kartering van begraven landschappen steeds ook expliciet worden vastgesteld of de afzettingen en begraven landschapsoppervlakken nog wel aanwezig zijn, en op welke diepte ze zouden voorkomen, en de kartering van deze deelaspecten dienden onderling ook weer goed aan te sluiten.

De opdracht behelsde het ontwerpen en ontwikkelen van een reproduceerbare methodiek (werkproces) tot samenvoeging van gegevens uit deze digitale geologische kaarten (met in technisch detail een verschillende opzet), met de gewenste landschapskaarten en hoogtemodellen naar periode en diepte als resultaat. Het uitgangspunt is steeds geweest de kaarten via herhaalbare digitale procedures af te leiden van reeds beschikbaar digitaal geologisch bronkaartmateriaal. Dat dient zowel kwaliteitszorg van het product (herleidbaar op bronmateriaal en in beslisregels in scripts) als toekomstige actualisatie. Eenmaal ontworpen en als scripts opgeslagen kan zo een afleiding betrekkelijk eenvoudig herhaald worden bij het verschijnen van updates van de uitgangsmaterialen (Cohen & Schokker 2014).

Het geologische bronkaartmateriaal in digitale vorm ('basisbestanden') bestaat voor Nederland uit de over de jaren heen opgebouwde resultaten van karteringsactiviteiten van TNO-GDN en van het Departement Fysische Geografie van de Universiteit Utrecht. TNO-GDN slaat karteringsresultaten digitaal op als verbredingskaarten van geologische eenheden en laagvlakken, ten behoeve van het bouwen van ondergrondmodellen zoals GeoTOP en DGM (Stafleu et al. 2011, 2012; Van der Meulen et al. 2013). De Universiteit Utrecht (Dept. Fysische Geografie, Faculteit Geowetenschappen) slaat hun karteringsresultaten digitaal op in paleogeografische basisbestanden, ten behoeve van fysisch geografisch onderzoek naar het ontstaan van het landschap (Cohen et al. 2012; Pierik et al. 2016). Beide instituten beheren ook gegevensbestanden die toestaan de diepte van voorkomen van begraven landoppervlakken te karteren (Cohen & Schokker 2014). Aan het diverse primaire kaartmateriaal voor Nederland vindt regelmatig handmatig onderhoud en actualisatie plaats, dat dan meestal gebiedsgewijs wordt uitgevoerd. Enige achtergrond wordt geboden in §2.2.

De 'Basisbestanden→Afgeleide kaart'-methode in dit project hebben willen toepassen op landelijke schaal mag als ambitieus gekenschetst worden. In zekere tijd (§1.6) is het project geslaagd (Figuur 1.1) in haar opzet de Begraven Landschappenkaart (§3.1, Bijlage 2A) en hoogtemodellen (§3.3; Bijlage 1A) als van bronkaarten afgeleide producten te vervaardigen en dit op geprotocolleerde wijze en overdraagbaar te doen. Het ontwerp van de reproduceerbare methodiek achter de Begraven Landschappenkaart mag als innovatief gekenschetst worden. In Nederland is ze door dit project landelijk operationeel geworden, en zowel voor het landschapskaarten onderdeel als voor de paleohoogtemodellen daarmee uit eerdere academische inzetsferen getrokken (Berendsen & Stouthamer 2001; Cohen 2005; Berendsen et al. 2007; Stouthamer et al. 2011; Koster et al. 2016; Pierik et al. 2016,2017a,b).



Figuur 1.1 De serie kaartbeelden voor de Begraven Landschappen in het projectgebied (Landschapskartering, Erosiekartering, Attentiediepten – dit rapport; Deltares, UU, TNO-GDN), in aansluiting op de oppervlaktekaartbeelden uit de Archeologische Landschappenkaart (RCE, o.b.v. Alterra) en het actuele hoogtemodel van maaiveld en waterbodems (TNO-GDN, o.b.v. Actueel Hoogtemodel Nederland). De figuur is overgenomen uit Bijlage 5 (Cohen et al. 2017b; engelstalige hoofdstukbijdrage NAR 55).

Internationaal – of meer specifiek: onder andere landen met Holocene kustvlakten en vragenstellingen over aanwezigheid, aard en trefdiepte van begraven landschapsoppervlakten – is het hebben van een landelijke set kaartbeelden en hoogtemodellen voor tijdsneden een unieke situatie. Haar vervaardiging en de keuze voor de digitaal-reproduceerbare methodiek daarbij, zijn naar opvatting van de auteurs vooral aan een voorsprong toe te schrijven die in Nederland bestaat ten aanzien van de omgang met digitale gegevens binnen en tussen instituten. Die maakte dat het bij het begin van het project opportuun was de kaarten langs de gekozen weg te gaan produceren. Het adopteren van de methodiek wordt des te belangrijker naarmate de hoeveelheden brongegevens groeien. Naar verwachting zal de methodiek onder druk van een groeiende portfolio aan digitale informatie uit meerdere bronnen, ook in andere landen inzet kunnen vinden bij het compileren van kaarten voor archeologische, fysisch geografische, hydrologische en geologische doeleinden (Cohen et al. 2017b; Bijlage 5).

1.2 Projectverloop: fasering, uitvoering

In het project is gewerkt volgens een Geïntegreerd Plan van Aanpak (PvA, Bijlage 3), naar aanleiding van twee offerteverzoeken (RCE-10A en RCE-10B) aan TNO resp. Deltares. Het PvA (Bijlage 3: Cohen & Schokker 2014) plaatste de vanuit archeologisch perspectief geformuleerde doelstellingen uit de offerteverzoeken in een geologisch kader, en gaf een beknopte geologische beschouwing van de landschapsontwikkeling en stand van kartering voor de opeenvolgende tijdsneden. Het maakte verder concreet hoe compleet de bestaande digitale geologische karteringen zijn en welke elementen (kaartlagen) hieruit meegenomen

kunnen worden in een praktische opzet van de landschapskartering en hoogtemodellering. In hoofdstuk 2 van dit opleggerrapport zijn deze beschouwingen naar aanleiding van de projectervaringen verder aangevuld. De volgende projectfasering is aangehouden:

Fase 1: Synchronisatie 'basiskaarten' (onder opdracht RCE-10B)

Fase 2: Productie van landschapskaarten en hoogtemodellen (opdrachten RCE-10A en -10B)

Fase 3: Documentatie van deelwerkzaamheden, rapportage en oplevering eindproducten

Meerwerk bij opdracht RCE-10A: Nakomende updates van hoogtemodellen.

Meerwerk bij opdracht RCE-10B: Beschrijvingen gebieds- en legenda-indelingen.

Aan de Begraven Landschappenkaart is in eerste instantie in de periode oktober 2014 tot en met mei 2015 op de systemen bij Deltares gewerkt. Aan de hoogtemodellen is in de periode januari 2015 tot en met mei 2015 op de systemen bij TNO-GDN gewerkt. In deze periode werd bij de RCE in een parallel project aan de Archeologische Landschappenkaart gewerkt. Dit leidde tot de eerste conceptversies van hoogtemodellen en begraven landschappenkaart, opgeleverd in mei/juni 2015. Bestandsinrichting en coderingssysteem van de digitale kaarten zijn daarna niet meer gewijzigd. Vanaf dit moment is RCE begonnen met het technisch inrichten van het Kenniskaartportaal, en opname daarin van de kaartproducten.

Tekstuele reacties op de conceptrapportage zijn in oktober 2015 en in februari 2016 binnengekomen. Deze reacties zijn in mei-juni 2016 verwerkt. In deze periode is ook de slag van geautomatiseerde ('scripted') productie omwille van herhaalbaarheid en toekomstig onderhoud gemaakt, welke in 2015 buiten de conceptoplevering was gehouden. Op dat moment was versie 2.1 van de Archeologische Landschappenkaart beschikbaar gekomen (Rensink et al. 2016a,b) en is de Begraven Landschapskartering daarop afgestemd. Dit werk was in augustus 2016 voltooid. Vanaf augustus 2016 is gewerkt aan het beschrijvingendeelrapport (Bijlage 2B, RCE-10B meerwerk). Toen dat klaar was, is het werken aan de rapportage over de vervaardiging (Bijlage 2A) en deze oplegger weer opgepakt (Deltares+UU+TNO, RCE-10B uitgestelde afronding). Dit is in April-Juni 2017 voltooid. Interne reviews zijn in augustus 2017 verwerkt. Tussen augustus 2016 en maart 2017 is ook aan een Engelstalige overzichtspublicatie gewerkt, waarin bovengenoemde onderling verbonden kaartproducten en indelingen e.d. de revue passeren (Lauwerier et al. 2017 en hoofdstukken daarin).

Eerder in 2017 is ook een update van de hoogtemodellen gemaakt en uitgeleverd (TNO, RCE-10A meerwerk; Bijlage 1B). Ze vervangen in de digitale bijlage de oorspronkelijke oplevering, en lopen zo synchroon met versie 2.1 van de Archeologische Landschappenkaart en versie 2.1.4 van de Begraven Landschappenkaart.

Fase 1 heeft gelopen van oktober 2014 tot in maart 2015 (Bijlage 4).

Fase 2 heeft bij TNO (RCE-10A) gelopen van januari 2015 tot mei 2015,

met voltooiing in november 2015 (Bijlage 1A - Hoogtemodellen)

en nalevering van een update in maart 2017 (Bijlage 1B – Hoogtemodellen meerwerk)

Fase 2 heeft bij Deltares (RCE-10B) oorspronkelijk gelopen van januari 2015 tot mei 2015,

met een tweede ronde van activiteiten ('scripting') in mei-juni + augustus 2016

en een voltooiingsronde in april-juni 2017 (Digitale Bijlage)

Fase 3 heeft eerst gelopen van maart 2015 tot en met mei 2015

met een tweede ronde van activiteiten in mei-juni+aug 2016

met ingevoegd meerwerk tussen augustus 2016 en maart 2017 (Bijlage 2B)

met ingevoegd meerwerk schrijven engelstalige hoofdstukbijdrage NAR 55 (Bijlage 5)

en met een voltooiingsronde in mei-juni + aug 2017 (Bijlage 2A).

Er is op twee momenten formeel tussenoverleg met de opdrachtgever gevoerd: op 3 Februari ('O1') en op 9 april ('O2'). Begin juni 2015 zijn de TNO en Deltares deelrapporten, en dit oplegger rapport in concept aan RCE geleverd. Daarna is op twee momenten verder overlegd: 15 oktober 2015 (presentatie NOoA lezingenserie) en 3 februari 2016 (doornemen concept rapportage en vooruitblik op de implementatie ervan in het Kenniskaartportaal). In de fase van rapportage voltooiing is volstaan met emailcontact (Cohen, Hijma, Schokker, Smit).

1.3 Personele inzet

De personele inzet is conform sectie 4 van het Plan van Aanpak (Bijlage 3) geweest. De volgende personen hebben aan de totstandkoming van de kaarten bijgedragen:

Dr. K.M. Cohen	Plan van Aanpak (2014), Werkzaamheden RCE-10B (2014-2017) Werkzaamheden RCE-10A (2015-2017) Afstemming tussen projecten RCE-10A en RCE-10B, Uitwisseling Basisbestanden Afstemming met productie Archeologische Landschappenkaart 'T4', Aanleg Gebiedskaart, ArcGIS model-builder / scripting RCE-10B Legendaontwerp, Rapportage RCE-10B. Meerwerk beschrijvingen-deelrapport (Bijlage 2B) Meerwerk engelstalige hoofdstukbijdrage (Bijlage 5).
R. De Bruijn MSc	Werkzaamheden RCE-10B, Rapportage RCE-10B (tot september 2016)
R. Dambrink MSc	Projectleiding RCE-10A (2015-2016), Werkzaamheden RCE-10A, Afstemming met project RCE-10A, Uitwisseling Basisbestanden, Rapportage (tot september 2016)
Dr. J. Schokker	Plan van Aanpak (2014), Werkzaamheden RCE-10A, Rapportage RCE-10A (2015-2017)
Dr. M.P. Hijma	Projectleiding RCE-10B (2015-2017), Uitvoering RCE-10B, Rapportage RCE-10B
Drs. V. Marges	Werkzaamheden RCE-10B, ArcGIS model-builder / scripting (2016)
S. de Vries	Werkzaamheden RCE-10B (2014-2015)
Dr. J. Stafleu	Werkzaamheden RCE-10A, Rapportage RCE-10B (2015, 2017)
Dr. P.C. Vos	Advisering RCE-10B; Review beschrijvingenrapport Aansluiting kaartserie 'Nederland in het Holoceen'
Dr. G. Erkens	Projectleiding RCE-10B (opstartfase 2014)
H.J. Pierik MSc	Basisbestanden kustgebied (inbreng/uitwisseling UU-Deltares; 2015)
K. Koster MSc	Grondwaterspiegel 3D interpolaties (inbreng/uitwisseling UU-TNO; 2015)

Voor wat betreft de uitwisseling met RCE – als opdrachtgever en als makers van de Archeologische Landschappenkaart 'T4' – waren betrokken:

Dr. B. Smit	Opdrachtgevercontact Projectleiding Verwachtingen in Lagen. Werkzaamheden T4, Advisering T4
Drs. M. Kosian	Werkzaamheden T4, Uitwisseling bestanden
Dr. H.J.T. Weerts	Werkzaamheden T4, Advisering T4
Dr. R. Feiken	Werkzaamheden T4, Advisering T4
Dr. E. Rensink	Projectleiding Archeologische Landschappenkaart; Werkzaamheden T4, Advisering T4
Dr. R. Lauwerier	Programmaleiding Kenniskaart

1.4 Opzet rapportage, Leeswijzer

Dit opleggerrapport is bedoeld als samenvatting van doel en vorm van het project, haar uitvoering en de opgeleverde producten.

De technische documentatie van de productie van de set landschapskaarten (Opdracht RCE-10B) en de hoogtemodellen (Opdracht RCE-10A) is te vinden in deelrapporten door Deltares (Cohen et al. 2017, Deltares rapport 1210450-000-BGS-0013; Cohen 2017, Deltares rapport 1210450-000-BGS-0014 – Bijlagen 2A en 2B) en TNO (Dambrink et al. 2015, TNO rapport 2015-R10685; Schokker & Stafleu 2017 – Bijlagen 1A en 1B). Er is ook een Engelstalige samenvatting van het project beschikbaar in RCE's serie Nederlandse Archeologische Rapporten, deel 55 (Cohen et al. 2017; hier toegevoegd als Bijlage 5).

Het opleggerrapport heeft een brede groep professionals die zich met landschapsarcheologie, fysische geografie en Holocene geologie van Nederland bezig houden als doelgroep. De technische vervaardigingsrapporten hebben GIS-vaardige professionals binnen die bredere groep als doelgroep. De rapportages zijn daarmee bedoeld voor specialisten, als onderbouwing van inhoud en vervaardiging van de geleverde digitale kaartproducten.

Vertaling naar bredere doelgroepen (algemeen publiek, professionals buiten het specialistische landschaps-archeologische werkveld) is aan de orde via opname van de kaartbeelden in het Kenniskaartportaal zoals RCE dat aan het inrichten is. De projectrapportage dient wat dat betreft de personen die de archeologische informatie bij de onderscheiden begraven landschaps-eenheden zullen rubriceren, en zij die een en ander GIS-technisch in het informatieportaal Kenniskaart zullen opnemen.

De indeling van dit opleggerrapport is als volgt:

- Hoofdstuk 2 vat de opzet van de set kaartproducten samen.
- Hoofdstuk 3 vat de inhoud van de serie deelrapporten samen.
- Hoofdstuk 4 dient als gids ter verkenning van de digitale bijlage.
- Hoofdstuk 5 blikt vooruit op het gebruik van de kaarten.
- Hoofdstuk 6 somt de conclusies en aanbevelingen op.

De uitgebreide digitale bijlage bevat de kaartlagen, paleohoogtegrids en de kaartopmaak- en legendabestanden (layer files, MXD's).

2 Opzet van de Begraven Landschappen-kaartproducten

2.1 Dekking in ruimte en tijd

De kaartproducten (Figuur 1.1) bestrijken in vier stappen de periode vanaf het laatste deel van het Laat Paleolithicum (12.000 v. Chr.) tot halverwege de Middeleeuwen (900 n. Chr.) en volgen daarin de archeologische periodisering van Groenewoudt & Smit (2014). Daarop volgt in die indelingssystematiek (Box 1.1) nog een jongste periode (Staatssamenlevingen), waarin het huidige landschap tot stand kwam met sterke invloed van de mens. De figuur splitst de kaartbeelden uit naar de onderdelen van het project: kartering van begraven landschappen voor eerdere tijdsneden ('landschapszones'), en van de tegenwoordige preservatiegraad ('erosiestatus') en aantrefdiepte ('hoogtemodellen') van landoppervlakken uit die voormalige landschappen.

In het geologisch jongere, laaggelegen deel van Nederland zijn in de jongste 9000 jaar over zeer grote gebieden landschappen begraven geraakt (Figuur 1). Dit gebeurde primair als gevolg van zeespiegelstijging (leidend tot verdrinking), die ook het waterniveau in de benedenrivieren en kustmoerassen deed stijgen en daarmee sedimentatie bevorderde (leidend tot begraving). Het in het Holoceen successievelijk begraven raken van eerdere landschappen speelde in de kustvlakten van Zeeland, Zuid- en Noord Holland, Friesland en Groningen, in het rivierengebied van Gelderland, Utrecht en Noord-Brabant, in het Waddengebied en in en rondom het voormalige Zuiderzeegebied – in zeeklei, rivierklei en veenweidegebieden (tegenwoordig veelal polders), in het strandwallengebied en in de Rijn-Maas delta, het IJsseldal en de Kop van Overijssel.

In Box 1.2 geeft op hoofdlijnen een overzicht van het begraven raken van landschappen in vooral het laaggelegen deel van Nederland in de beschouwde perioden. Het deelrapport 'Beschrijvingen gebiedsindeling en legenda' gaat verder in op de landschapontwikkelingen, en onderbouwt de indelende keuzes die aan het systematisch karteren daarvan verbonden zijn (Bijlage 2B: Cohen 2017). Het gebruikt daarvoor een gebiedsindeling naar 'Begraven Hoofdlandschap', die met dit project geïntroduceerd is. De indeling dient zowel het inhoudelijk gebruik van de Begraven Landschappenkaart als eindproduct, als de geautomatiseerde vervaardiging van die kaart (Bijlage 2A: Cohen et al. 2017). Voor alle beschrijvingen van geologische aard in het project (Box 1.2; Bijlage 2B) geldt verder dat ze bestaande inzichten samenvatten (referenties per deelgebied in Bijlage 2B), en zich daarbij conformeren aan recente syntheses en overzichtswerken, zoals Vos et al. (2011) en Stouthamer et al. (2015).

Vanwege de grootschaligheid van antropogene structuren en ontginningsactiviteiten is in het huidige landschap en in bijbehorende kaartbeelden weinig meer te zien van de landschapsstructuren van het landschap van de kustvlakte, zoals die tot aan het begin van ontginningen aanwezig was. In 'Holoceen' laaggelegen Nederland maakt dit dat gebiedsindelingen op basis van het huidige landschap alleen zinnig en bruikbaar zijn als informatiedrager voor de jongste archeologische perioden (vooral T4). Ze verliest aan informatiewaarde voor landschappen uit eerdere perioden en dan vooral die uit tijdsneden T0, T1 en T2, en dus zijn aanvullende kaartbeelden hier nodig. Deze notie was de aanleiding om het karteringsproject voor het projectgebied laaggelegen Holoceen Nederland uit te gaan voeren.

Box 2.1 Beknopte landschapontwikkeling Nederland in vier tijdsneden

Beschrijving volgend uit archeologische periodisering in Groenewoudt & Smit (2014, 2017), geologisch-landschappelijke aangevuld (Cohen & Schokker 2014; Cohen 2017). De nadruk ligt op het laaggelegen 'Holocene' gedeelte van Nederland. Het lokaal begraven raken van kleinere oppervlakken ouder landschap in hoger gelegen 'Pleistocene' gedeelte van Nederland wordt aangestipt, maar valt buiten de karteringsopdracht in dit project.

T4 Huidige landschap (met polders van allerlei typen inrichting en verkaveling), zoals ontstaan in de periode van de Staatssamenlevingen, sinds 900 n. Chr. Op landelijke schaal bestaan voor de tijdsmomenten 800 n. Chr., 1500, 1850 en 2000 kaartbeelden, binnen de serie paleogeografische kaarten (Vos et al. 2011; Vos & De Vries 2013; Vos 2015). In deze periode is deels planmatig, deels reactief op inbraken en oeverafslag de huidige compartimentering van het tegen overstromingen beschermde landschap van laaggelegen Nederland ontstaan. Onder andere het aanleggen van dijken vond in deze periode plaats en ontdeed omdijkte gebieden daarmee van sedimentaire dynamiek. De landvormen die we op de landschapskaart T4 aantreffen zijn daardoor slechts over een beperkt oppervlak op natuurlijke wijze gedurende T4 ontstaan: delen van de uiterwaarden direct langs de grote rivieren, kustduinlandschappen, inbraak-landschappen in Zuidwest-Nederland en Noord-Nederland, en het Waddenzeegebied (als open water buiten beschouwing gelaten in de Archeologische Landschappenkaart). Het landschap in T4 is over het overgrote deel van Holoceen-afgedekt Nederland vooral een *ontginningslandschap*, door de mens gevormd door gebruik en verandering van uit eerdere tijdsneden geërfd natuurlijk landschap. Over grotere oppervlakken toont het landschap in de huidige tijdsnede daardoor (delen van) landvormen die in aanleg ouder zijn, bij aanvang van de tijdsnede veelal begraven waren, en ten gevolge van de ontginningen in de loop van de tijdsnede opnieuw aan het oppervlak zijn verschenen en in het landschap opgenomen. Voorbeelden zijn stroomgordels in de polders van het rivierengebied (rivierlopen uit T2 en T3), getijdenkreeken in droogmakerijen als de Zoetermeersche Meerpolder (uit het einde van T1), en getijdenkreeken in oude inpolderingen zoals in West Friesland (uit T2). Anderzijds zijn veenlandschappen die in T3 nog wijdverbreid ontstonden, in T4 als gevolg van hun ontginning (het graven van sloten) weer afgebroken ('verdwenen venen').

T3 Landschap van de late landbouwers, met aandacht voor de landvormen zoals die in de periode sinds de midden-bronstijd B (1500 v. Chr.), via de ijzertijd en Romeinse tijd, tot in de vroege middeleeuwen (900 n. Chr.) bestonden en gebruikt werden. Op landelijke schaal bestaan voor de tijdsmomenten 1500 v. Chr., 500 v. Chr., 100 n. Chr. en 800 n. Chr. paleogeografische kaartserie Nederland in het Holoceen. In laaggelegen Nederland (Holoceen Nederland) is een deel van de landvormen uit deze periode in jongere perioden overstromd en/of begraven, en daarmee verhuld door jongere landvormen (Stouthamer et al. 2015; Pierik et al. 2016). Een ander deel is aan jongere landschapsdynamiek verloren gegaan (zee-inbraken, rivierverleggingen), of onder antropogene invloeden verdwenen (ontginningen van veengebied, in laag en in hoger Nederland). De zeespiegelsituatie rond 900 n. Chr. verschilt nauwelijks van die van vandaag (enkele decimeters lager), de configuratie en relatieve grootte van zeegaten is in de jongste 1000 jaar nog wel aanzienlijk gewijzigd (Vos 2015; Pierik et al. 2016; Koster et al. 2016).

Vervolg BOX 2.1

- T2 Landschap van de vroege landbouwers; landvormen zoals die in de periode vanaf het midden-neolithicum B (3400 v. Chr.) tot en met de midden-bronstijd A (1500 v. Chr.) bestonden en gebruikt werden. Op landelijke schaal bestaan voor de tijdstippen 5500, 3850, 2750 en 1500 v. Chr. paleogeografische kaarten. Nog sterker dan voor T3, geldt dat landvormen uit deze tijd in laag-Nederland veelal in begraven positie in de ondergrond voorkomen. De zeespiegel steeg tussen 5400 en 3500 jaar geleden nog aanzienlijk: van ca. 5 meter naar ca. 1,5 m onder huidig niveau, d.w.z. van ruim *onder* het maaiveld van het grootste deel van laag-Nederland tot ongeveer *aan* het huidig polderpeil in gebieden als het Groene Hart en het veenweidegebied van Noord-Holland (Vos et al. 2011; Stouthamer et al. 2015; Koster et al. 2016). In de droogmakerijen dagzomen landvormen uit deze periode (maaiveld beneden 3 m –NAP). Een ander deel van afzettingen uit deze periode is aan jongere landschapsdynamiek verloren gegaan.
- Voor hooggelegen Nederland (Pleistoceen Nederland) geldt dat een groot deel van de huidige landvormen dezelfde zijn die in T2 het landschap bepaalden omdat er landschappelijk sindsdien weinig is veranderd. Zandverstuivingsgebieden, colluviale hellingen, frequent overstromingsgebied direct langs rivier- en beeklopen zijn hier uitzondering op (Vos et al. 2011; Van Beek 2009; Stouthamer et al. 2015). In het huidige landschap zijn zulke landvormen in hooggelegen Nederland vaak in de jongere tijdsneden nog actief geweest (de verstuivings-, afspoelings- en overstromingsdynamiek vergrootte er met toenemende ontbossing) en hier kunnen landoppervlakken uit T2, T1 en T0 afgedekt zijn geraakt. Anders dan in de kustvlakte en het riviereengebied is dat het hoger gelegen deel van Nederland over het algemeen nog steeds uit de huidige geomorfologie af te leiden.
- T1, T0 Landschap van de jager-verzamelaars; landvormen zoals die in de periode vanaf het laatste paleolithicum (ca. 12.000 v. Chr.), gedurende het mesolithicum, en tot in het midden-neolithicum A (3400 v. Chr.) bestonden en gebruikt werden. Op landelijke schaal bestaan voor de tijdsnede alleen voor de tijdstippen 9000 v. Chr. en 5500 v. Chr. paleogeografische kaarten. Nog sterker dan voor T2 en T3, komen deze landvormen in laag-Nederland, waar niet geërodeerd, in begraven posities in de ondergrond voor.
- Tot aan c. 7250 v. Chr. was het gebied van hedendaags Nederland een landinwaarts gelegen rivieren- en dekzandgebied zijn geweest, eerst nog ver van een snel naderende kustlijn. Zelfs in de meest westelijk en diepst gelegen onderzochte locaties zoals de Yangtzehaven in het Maasvlaktegebied (Moree & Sier, 2014) was er tot dan *geen* sprake van kustmilieus. Tussen 7250 en 3400 v. Chr. steeg de zeespiegel van ca. 24 m naar 5 m onder huidig niveau, waarbij de kustlijn landinwaarts verschoof en zich aanzienlijke pakketten zeegat-, strandwal-, en kustvlakteafzettingen opbouwden (bv. Stouthamer et al. 2015). In een groot deel van laag-Nederland vond daarbij begraving van het Pleistocene landschap binnen deze tijdsnede plaats (bv. Koster et al. 2016). Het is dus *gedurende* deze tijdsnede dat laag-Nederland het kust- en deltagebied werd dat het nog steeds is. Waar voor het laat-paleolithicum en vroeg-mesolithicum nog uitsluitend binnenlandse landschappen beschouwd hoeven te worden, horen daar vanaf het midden-mesolithicum ook delta- en de kustlandschappen bij. Net als bij T2 en T3 zijn landvormen uit deze periode in jongere perioden overstroomd, begraven en daarmee verhuuld geraakt, en is een ander deel aan jongere landschapsdynamiek verloren gegaan.

Ook in hooggelegen 'Pleistoceen' Nederland zijn plaatselijk oude landoppervlakken wel begraven geraakt onder stuifduinen en ook wel als gevolg van veenvorming (en in dat geval op haar beurt vervolgens meestal ook weer verdwenen), maar over het algemeen zijn de landvormen aan het oppervlak er ouder, dus niet begraven geraakt in het Holoceen. Er is voor gekozen om in kaartbeelden voor T0, T1, T2, T3 en T4 daar steeds dezelfde hoofdelementen terug te laten keren, omdat op basis van het huidige oppervlak er regionaal zinnige informatie voor alle beschouwde archeologische perioden kan worden afgeleid (bv. Van Beek 2009). Waar wel lokaal begraving heeft plaatsgevonden kan dit echter in het merendeel van de gevallen gevoelig afgeleid worden uit kaartbeeld en legenda van de Archeologische Landschappenkaart en analyse van de actuele maaiveldhoogte op basis van het Actueel Hoogtemodel Nederland (www.ahn.nl).

Het bovenstaande duidt nader waarom opdrachtgever en opdrachtnemers (Cohen & Schokker 2014) het projectgebied voor het vervaardigen van een Begraven Landschappenkaart hebben beperkt tot het laaggelegen deel van Nederland. Paragraaf 2.7 geeft nog verdere beschouwingen van de relatie tussen landschap en mens, vanuit het archeologische toepassing perspectief van opdrachtgever en primair gebruiksdoel van de kaartproducten in dit project (Rensink et al. 2016a, 2017; Lauwerier 2017).

2.2 Basisbestanden, geautomatiseerde productie en onderhoudbaarheid

Een doelstelling van opdrachtgever en opdrachtnemer was de kaartproducten op een zodanige manier te maken, dat onderhoud aan de onderliggende kaartlagen (uitbreidingen, detailleringen, verbeteringen, wijzigingen) efficiënt kan worden uitgevoerd. Toekomstige aanpassingen van de kaartbeelden op basis van actuele inzichten en nieuwe data moeten laagdrempelig en betaalbaar zijn. In het project is dit langs een aantal wegen bewerkstelligd.

Allereerst baseert de landschapskartering T0123 zich op zogenoemde 'Basisbestanden' die zelf met onregelmatige tussenpozen worden uitgebreid en verbeterd. Dit zijn 'levende' digitale geologische kaartlagen waarin zich met gegevenstoename ontwikkelende inzichten in de verbreiding (begrenzing) en ouderdom (datering) van geologische eenheden min of meer permanent worden bijgehouden (regelmatige actualisatie en uitbreiding van dekkingsgebied). De voor dit project relevante basisbestanden waren voornamelijk in beheer bij TNO-GDN en bij de UU. Ook de vervaardiging van de hoogtemodellen heeft zich gebaseerd op standaardproducten als uitgangsmaterialen. Ze worden vooral gebruikt in de 3D ondergrondmodellering (TNO-GDN) en in fysisch-geografische onderzoekslijnen (UU).

De aanleiding tot het aanleggen van een basisbestand is oorspronkelijk vaak een specifieke projectvraag geweest. Als opzet en ontsluiting van een het GIS-bestand bleken te voldoen, volgde daarna algemener en breder gebruik. Een voorbeeld van verbreed gebruik (Cohen & Stouthamer 2012) is dat van het UU Stroomruggen GIS (Berendsen & Stouthamer 2001) in de indicatieve kaart archeologische waarden bij RCE (vanaf versie 2; Deeben et al. 2002) en in de 3D-modellering van TNO-GDN (GeoTOP: Stafleu et al. 2012). Een ander voorbeeld is hoe de reconstructie van stijgende kustgrondwaterspiegels in het project 3D VEEN (UU-TNO; Koster et al. 2016, 2017) als onder- en bovenzijde van het te interpoleren projectgebiedsvolume gebruikt maakt van de GeoTOP-laagvlakken voor Pleistoceen oppervlak en huidig maaiveld (zogenoeten 'accommodatieruimte'). Wederzijds gebruik van elkaars basisbestanden in de ondiepe geologische kartering van Nederland met afstemming van onderhoud en versiebeheer tussen instituten, hebben in de afgelopen 10 jaar geleid tot aanzienlijke inhoudelijke verbeteringen van kaarten en bijbehorende proceskennis, maar in de vorm van basisbestanden dus ook in de manier waarop resultaten opgeslagen en gedeeld gebruikt worden (Pierik & Cohen 2017).

De samenstelling van de lijsten te gebruiken basisbestanden (§3.1.1; §3.3.1) – en het daarbij maken van de inschatting (Cohen & Schokker 2014) of ze ook met elkaar in gezamenlijkheid één logische indeling zouden blijken te volgen – is in dit project zodanig dat de verbreidingen en ouderdommen van ieder type landschapselement in een eigen basisbestand zijn opgeslagen. Welke elementen bij elkaar in hetzelfde GIS-bestand konden worden bijgehouden, en welke juist over meerdere uitgesplitst, heeft bij het opzetten van de basisbestanden in de regel sedimentaire geologische opdelende principes gevolgd (bijv. Berendsen et al. 2007; Stafleu et al. 2012; Pierik et al. 2016).

De opzet en codering van basisbestanden is zodanig dat het maken van selecties uit basisbestanden geprotocolleerd is. Daarmee kunnen de selecties in ‘scripts’ en ‘workflows’ worden vastgelegd en modulair gebruikt. Dit maakt het mogelijk een eenmaal ontwikkelde procedure voor kaartbeeldsamenstelling uit basisbestanden te automatiseren en te herhalen. Hierdoor kunnen de kaartbeelden iteratief handmatig worden verbeterd, hetzij door verbeteringen in de selectie- en combinatie-scripts, hetzij door aanpassingen in het bronbestand. Dit is ook de procedure die in project RCE-10A (workflow manager paleohoogtemodellen) en in project RCE-10B (ArcGIS Model Builder Toolbox) is gevolgd. De scripts en de workflow management-infrastructuur documenteren de methodiek (ze worden reproduceerbaar) en maken dat de opgeleverde kaartproducten opnieuw kunnen worden berekend (ze worden onderhoudbaar). Dat is aan de orde als van de gebruikte basisbestanden verbeterde versies beschikbaar komen, dan wel als onvolkomenheden in het eindproduct ontdekt worden en onderdelen van de scripts verbeterd moeten worden.

Een laatste hier te benoemen kwaliteit van de ‘Basisbestanden→Afgeleide kaart’-methode is dat ze modulair uitbreidbaar is. In de toekomst zouden extra basisbestanden kunnen worden toegevoegd. Dat vereist dan invoegingen in de script. In het betreffende vervaardigings-deelrapport (Bijlage 2A: Cohen et al. 2017) zijn de hiertoe ingebouwde handvatten in de script-structuur op een aantal plaatsen reeds specifiek benoemd.

2.3 Resulterende landschapkaartbeelden per tijdsnede

De oudste beschouwde landschapssituatie is die van het allerlaatste deel van het Pleistoceen (Laatglaciaal; 12.000 tot 9750 v. Chr.) en het vroegste deel van het Holoceen (9750 tot 7000 v. Chr.). Dit is de eerste helft van tijdsnede ‘T1’ zoals in het programma Kenniskaart gedefinieerd, en betreft het (begraven) oppervlak dat in geologische karteringen bekend staat als ‘Top Pleistoceen’. Gaande de uitvoering van het project is dit tijdsnede T0 genoemd: de uitgangssituatie. Dit is het terrestrische landschap van West- en Noord-Nederland voordat het in latere periodes geërodeerd werd of bedekt raakte (zie ook Vos et al. 2011; Vos & De Vries 2013, kaartbeeld 9000 voor Chr. in de serie Nederland in het Holoceen).

Gedurende de tijdsneden T1, T2 en T3 ontwikkelden zich in West-, Noord- en Midden Nederland natuurlijke strand-, getijde-, lagune- en deltalandschappen, waarin klei en zand werden afgezet en zich veen vormde. De sedimentatie voegde zich naar de stijgende waterspiegels in de kustzee, rivieren en moerassen, waardoor ze oudere landvormen kon begraven. Plaatselijk raakten de oudere landvormen door kustprocessen en rivierstroming omgewerkt en geërodeerd, maar in grote delen van de kustvlakte bleven de oude landoppervlakken in de nieuwe begraven positie goeddeels geconserveerd. Het verloop van de zeespiegelstijging (‘de zeespiegelcurve’) en de wat getemperde versie daarvan in landinwaartse delen van de kustvlakte (‘grondwaterspiegelcurves’) was geologisch belang voor de stapeling van begraven landschappen en het regionaal indicatief waarderen van de preservatiegraad van begraven landoppervlakken, op verschillende dieptes onder zeewaartse resp. landinwaartse delen van de kustvlakte (§2.4 en 2.5).

Begraven Landschappenkaart T0123

3400 - 1500 BC: Stabiliserend kustlandschap

T2



1500 BC - 900 AD (Prehistorische ontginning)

T3



12.000 - 7000 BC: Pre-transgressie landschap

T0



7000 - 3400 BC: Transgressielandschap

T1



N.B. Parallele kartering van erosie/preservatie voor tijdsneden T0123 hier niet weergegeven

Archeologische Landschappenkaart T4

Toegevoegde landschapszones

- 40, Verdrongen rivieruinvoet
- 41, Verdrinkend getijdengebied
- 42, Onderwaterdeel getijdengebied
- 43, Verdrinkend veenlandschap
- 44, Verlandend veenlandschap
- 45, Perimarien venig rivierlandschap

Landschapszones huidig oppervlak

'Pleistocene' eenheden

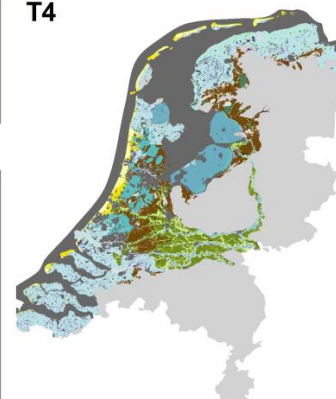
- 1, Hellingen
- 2, Terrassen
- 3, Terrasresten
- 4, Plateaus
- 5, Stuwwallen
- 6, Sandr
- 7, Smeltwatervlakten
- 8, Pingoruines
- 9, Keileemvlakten
- 10, Keileemruggen
- 11, Dekzandvlakten
- 12, Dekzandlaagtes
- 13, Dekzandruggen
- 14, Dekzandruggen en Rivierduinen
- 15, Droogdalbodems
- 16, Beekdalbodems
- 17, Beek- en Droogdalhellingen

'Holocene' en antropogene eenheden

- 18, Restgeulen
- 19, Overstromingsvlakte
- 20, Uiterwaarden
- 21, Estuarium
- 22, Overslaggronden
- 23, Rivierduinen
- 24, Stroom- en crevasseruggen
- 25, Hoge grindkoppen
- 26, Veenvlakten
- 27, Veenglooiingen
- 28, Kreken en Prielen
- 29, Kwelders
- 30, Kwelder- en kreekruggen
- 31, Kreekruggen
- 32, Strandvlakten
- 33, Strandwallen en Lage Kustduinen
- 34, Hoge Kustduinen
- 35, Zuiderzee-afzettingen
- 36, Kusttalud
- 37, Voormalige Zuiderzeebodem
- 38, Droogmakerijen

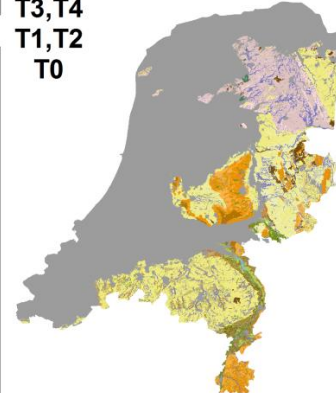
900 AD - heden (Historische ontginningen)

T4



12.000 BC - heden (Pleistocene landschappen)

**T3, T4
T1, T2
T0**



Figuur 2.1. Begraven Landschappenkaarten T0123 (dit rapport) voor vier tijdsneden, in aansluiting op de Archeologische Landschappenkaart (RCE). De figuur is identiek aan Figuur 1.1 in Bijlage 2A (Cohen et al. 2017; vervaardigingsdeelrapport RCE-10B)

Landschapszones en preservatie: areaal verandering in de tijd

3400 - 1500 BC: Stabiliserend kustlandschap

1500 BC - 900 AD (Prehistorische ontginning)

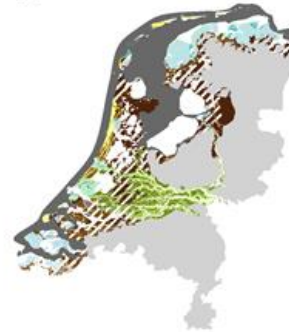
Aandeel oppervlak: naar erosiestatus gesplitst

1 Bewaard 4 Zeebodem
2 Aangetast 3 Geërodeerd

T2



T3



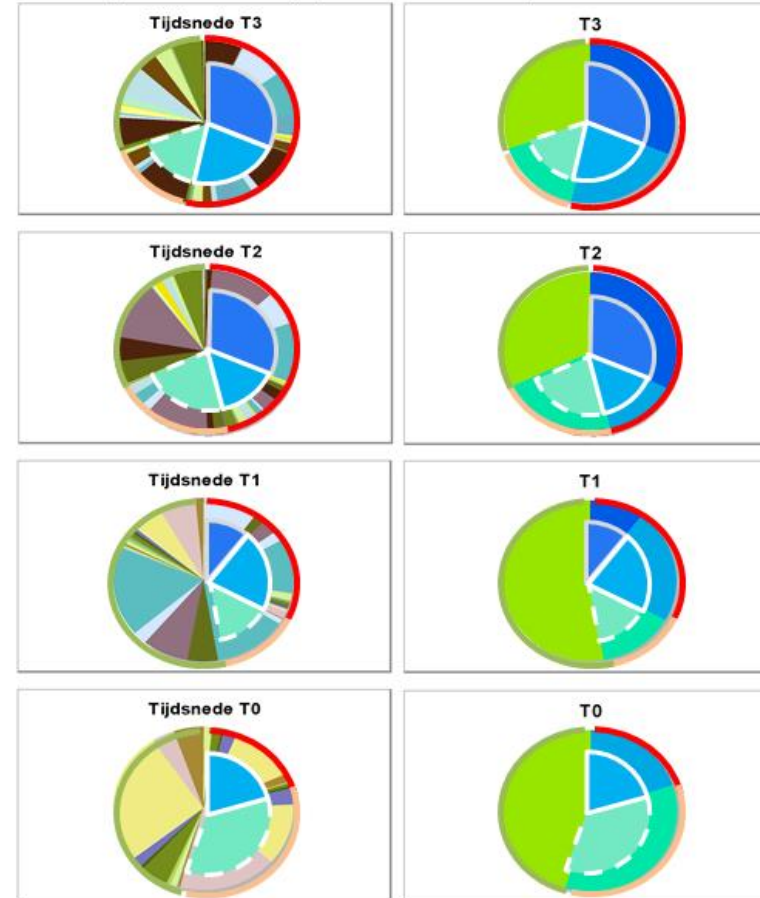
12.000 - 7000 BC: Pre-transgressie landschap

7000 - 3400 BC: Transgressielandschap

T0



T1



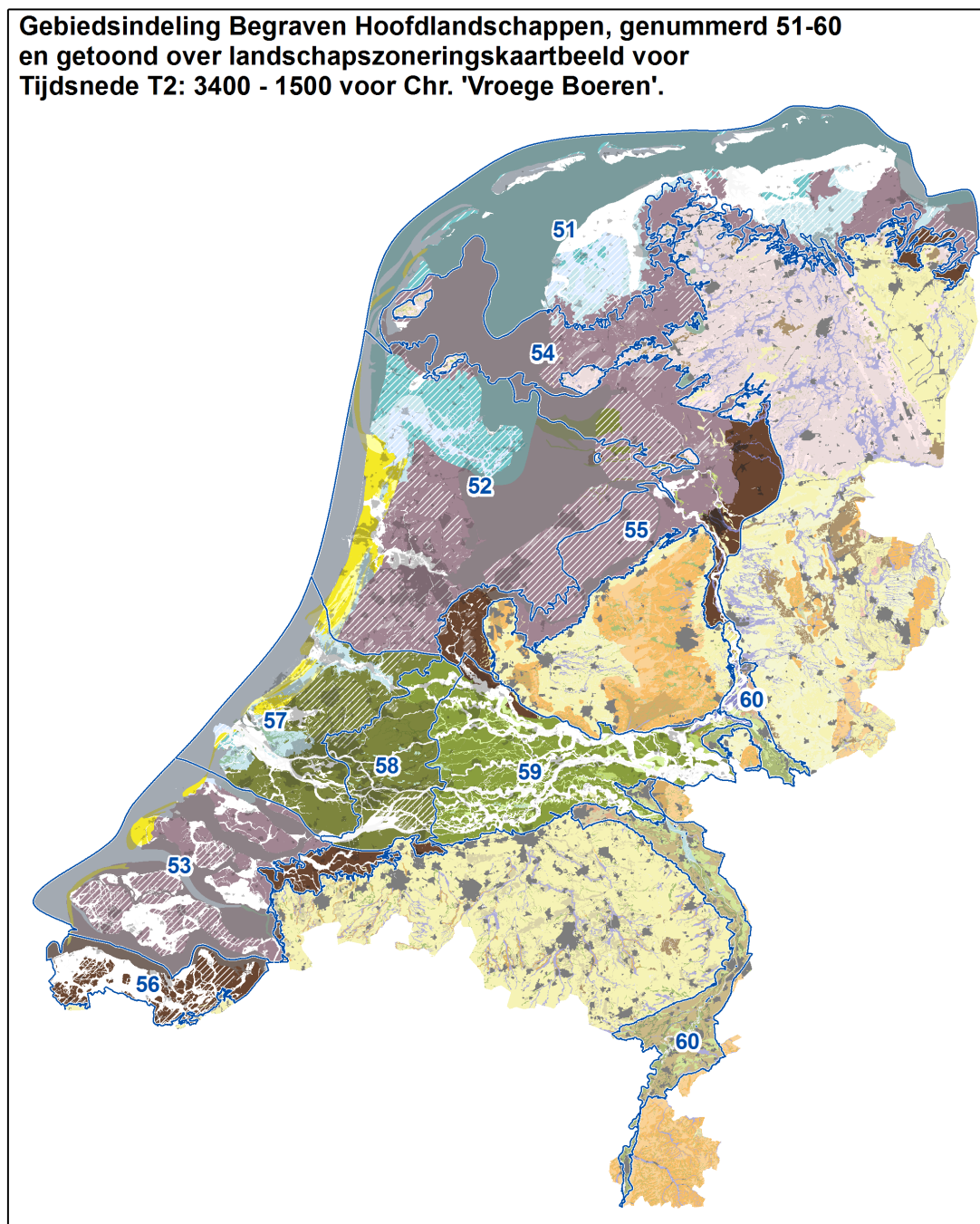
Figuur 2.2 Kaartbeelden en taartdiagrammen naar erosiestatus – per tijdsnede berekend over het hele gebied (meest rechter kolom) en uitgeplitst naar landschapszone (linker kolom diagrammen). De taartdiagrammen hebben een buitencirkel met stoplichtkleuren Groen – Oranje – Rood voor 1 ‘Bewaard, gepreserveerd’ - ‘2: Lokaal aangetast’ en - ‘3: Geërodeerd (land) + 4: Geërodeerd (noot land)’, zoals in Tabel 2.1. De figuur is identiek aan Figuur 6.5 in Bijlage 2A (Cohen et al. 2017; vervaardigingsdeelrapport RCE-10B)

De mens was al in tijdsneden T1, T2 en T3 in het evoluerende kustlandschap aanwezig, maar zij was er nog niet overheersend in haar invloed op de landschapsontwikkeling, zeker nog niet in de grote oppervlakten moerassige veen gebieden en slikkige getijdegebieden. Dit veranderde in de jongste millennia, beginnend in de IJzertijd en Romeinse Tijd en Vroege Middeleeuwen (Stouthamer et al. 2015; Vos 2015; Pierik et al. 2016), en werd vooral vanaf de overgang naar de hoge middeleeuwen steeds extensiever (de cesuur naar T4: Box 1.1). De jongste periode werd gekenmerkt door georganiseerde ontginningsacties in de kustvlakte en de aan de landzijde aangrenzende veengebieden en dijkenbouw. Dit werd gevolgd door het in gebruik nemen van polders, het afgraven van veen, verlies van polderland aan dijkdoorbraken bij stormvloed, bevordering van landaanwas en het in gebruik nemen van droogmakerijen. Zo ontstond het huidige 'ontginningslandschap' van laaggelegen Nederland. In processen en verschijningsvormen wijkt de landschapsontwikkeling in die jongste periode daarmee sterk af van die in voorgaande tijdsneden.

Figuur 2.1 toont de complete serie kaartbeelden voor Begraven Landschappen, in aansluiting op de oppervlakte-kaartbeelden uit de Archeologische Landschappenkaart. De gebruikte coderingen voor de 'landschapszones' – d.w.z. de gehanteerde nummering van de verschillende onderscheiden landschapsvormen – zijn in beide GIS bestanden dezelfde. Ook de bereikte schaal van karteren is voor alle tijdsneden zeer vergelijkbaar met in de Archeologische Landschappenkaart. Het in de kartering in onderlinge samenhang voor vier tijdsneden (T0, T1, T2, T3) betrekken van zowel 'landschapszoning', als 'preservatiegraad' (Figuur 2.2) als 'attentiediepte', betekende wel dat bestandsinrichting en legenda-structuur ten opzichte van die van de Archeologische Landschappenkaart uitgebreid moesten worden.

Het betrof de volgende uitbreidingen:

- De setting waarin oud landschap op diverse en dynamische wijze begraven raakt (zoals het geval was met de Nederlandse kust- en riviervlakte), heeft de onhebbelijkheid dat landschapsvormen die in eerdere fasen van ontwikkeling veelvuldig voorkomen in latere fasen van ontwikkeling niet of nauwelijks meer voorkomen. Dat had tot gevolg dat de serie genummerde landschapszones die RCE's oppervlaktekartering voerde (de legenda van de Archeologische Landschappenkaart) voor gebruik in de Begraven Landschappenkaart met enkele eenheden moest worden aangevuld (Figuur 2.1). Het beschrijvingen-deelrapport werkt deze aanvullingen een voor een uit (Bijlage 2B).
- In een setting waarin oud landschap op diverse en dynamische wijze begraven raakt (zoals het geval was met de Nederlandse kust- en riviervlakte), hebben landschapsoppervlakken van enige ouderdom de onhebbelijkheid na verloop van tijd deels ten prooi te vallen aan jongere erosie. Om de preservatiegraad te kunnen uitdrukken is onder de noemer 'Erosiestatus' een tweede legendacomponent toegevoegd. Het karteren van de preservatiegraad kon parallel aan de landschapskartering worden uitgevoerd, gebruikmakend van één en dezelfde set basisbestanden. Een en ander wordt verder besproken in de volgende paragraaf (§2.4).
- Om trefdiepte te kunnen weergeven, fungeert het vector shapefile-formaat (onregelmatig mozaïek van polygonen) waarin de landschaps- en erosiekartering plaatsvonden niet, maar was kartering in raster-formaat (grid van regelmatige cellen) opportuun, gebruikmakend van de GeoTOP 3D-ondergrondmodelleringsystematiek van TNO-GDN. Een en ander wordt verder besproken in een volgende paragraaf (§2.5).



Figuur 2.3 Voorbeeldweergave van het kaartbeeld voor één van de vier tijdsneden (T2: 3400 tot 1500 v. Chr.) met daaroverheen de gevoerde gebiedsindeling en nummering in Begraven Hoofdlanshappen (§3.2.1). Legenda landschapzoneringskaart als in Figuur 2.1, 2.2 en 3.2. Witte maskering geven het in jongere tijdsneden door erosie verloren gegaan (vlak vullend wit) of aangetast (gearceerd wit) gebied aan (Tabel 2.1). De figuur is identiek aan Figuur 2.1 in Bijlage 2B (Cohen 2017; beschrijvingen-deelrapport RCE-10B).

2.4 Kartering van preservatiegraad ('Erosiestatus')

Het karteren van de begraven landschappen en hun preservatiegraad is parallel uitgevoerd, gebruikmakend van één en dezelfde set basisbestanden als uitgangsgegevens en in dezelfde GIS-projectstructuur (RCE-10B Deltares). De technische uitvoering hiervan is in het betreffende vervaardigingsdeelrapport gedocumenteerd (Bijlage 2A: Cohen et al. 2017) en samengevat in §3.1. Deze paragraaf beschrijft de gemaakte inhoudelijke afwegingen en illustreert het eindresultaat. Zie ook §5.4.1 over het gebruik van dit legendaonderdeel.

Voor het gebruik in de archeologie is het vooral van belang te weten waar gebieden die eerder een landoppervlak vormden – d.w.z. met een maaiveld hoger dan de grondwater-spiegel en de dagelijkse getijslag – door erosie verdwenen zijn (verspoeld, omgewerkt, afgeslagen) en voor enige tijd onderwaterlandschap werden (riviergeul, estuarium, lagune, veenplas). Gebeurde zoiets in Tijdsnede T1 of T2 dan is er sindsdien in de meeste gevallen ook al weer zoveel tijd verstreken dat sedimentatie in het waterlichaam tot verzanding en opslibben heeft geleid, en er inmiddels weer landoppervlak is ontstaan (stroomrug, kwelder, strandwal, kustduinen). Gebeurde de erosie in Tijdsnede T3 of in T4, dan is minder tijd verstreken en is veel areaal aan verloren landschap nog steeds open water. Dit gaat grootschalig op voor de gebieden Zuiderzee (IJsselmeer), de Zeeuwse estuaria, en delen van de Waddenzee (zuidwestelijke Waddenzee, Dollard). Die gebieden zijn in de Archeologische Landschappenkaart mede als 'groot open water' buiten het kaartbeeld gehouden. In de Begraven Landschappenkaart zijn ze wel mee gekarteerd, want op diepte bevinden zich in Estuaria, Waddenzee en IJsselmeer wel landoppervlakken uit oudere tijdsneden (Figuur 2.1-2.3).

Voor de uitvoerbaarheid van het project (en het maken van keuzes daartoe), was het dus belangrijk vast te stellen in welke deelgebieden, welke erosieve fenomenen überhaupt als kaarteenheden in basisbestanden opgenomen waren (§2.2), en voor welke erosieve fenomenen en/of voor welke andere gebieden dat niet zo is. Het al dan niet onderscheiden als kaarteenheden is de weerslag van ervaringen en beslissingen van geologische karteerders in het verleden. Sommige fenomenen zorgen voor grillige patronen van lokale aantasting van oud oppervlak, die alleen bij zeer hoge dichtheid van waarnemingen in kaart te brengen zijn. Als dat het geval is, is de neiging geweest ze in karteringen van grotere gebieden op te nemen in een ambivalente verzameleenheid, die in de legenda beschreven wordt als 'complex van fenomenen, sommige erosiever dan andere', als preservatiegraad in de legenda al expliciet aandacht kreeg. In andere gevallen is het uit de basisbestanden en geologisch conceptuele kennis wel meteen duidelijk dat ter plaatse van een jonger fenomeen oudere landschapsoppervlakken door erosie goeddeels verdwenen zullen zijn, of door begraving juist goeddeels gepreserveerd zijn gebleven. De in het project gekozen weg is daarmee om preservatiegraad de regionale karterbaarheid van erosieve fenomenen te laten volgen (Tabel 2.1).

Tabel 2.1 Legenda-ontwerp preservatiegraad begraven landschapsoppervlakken

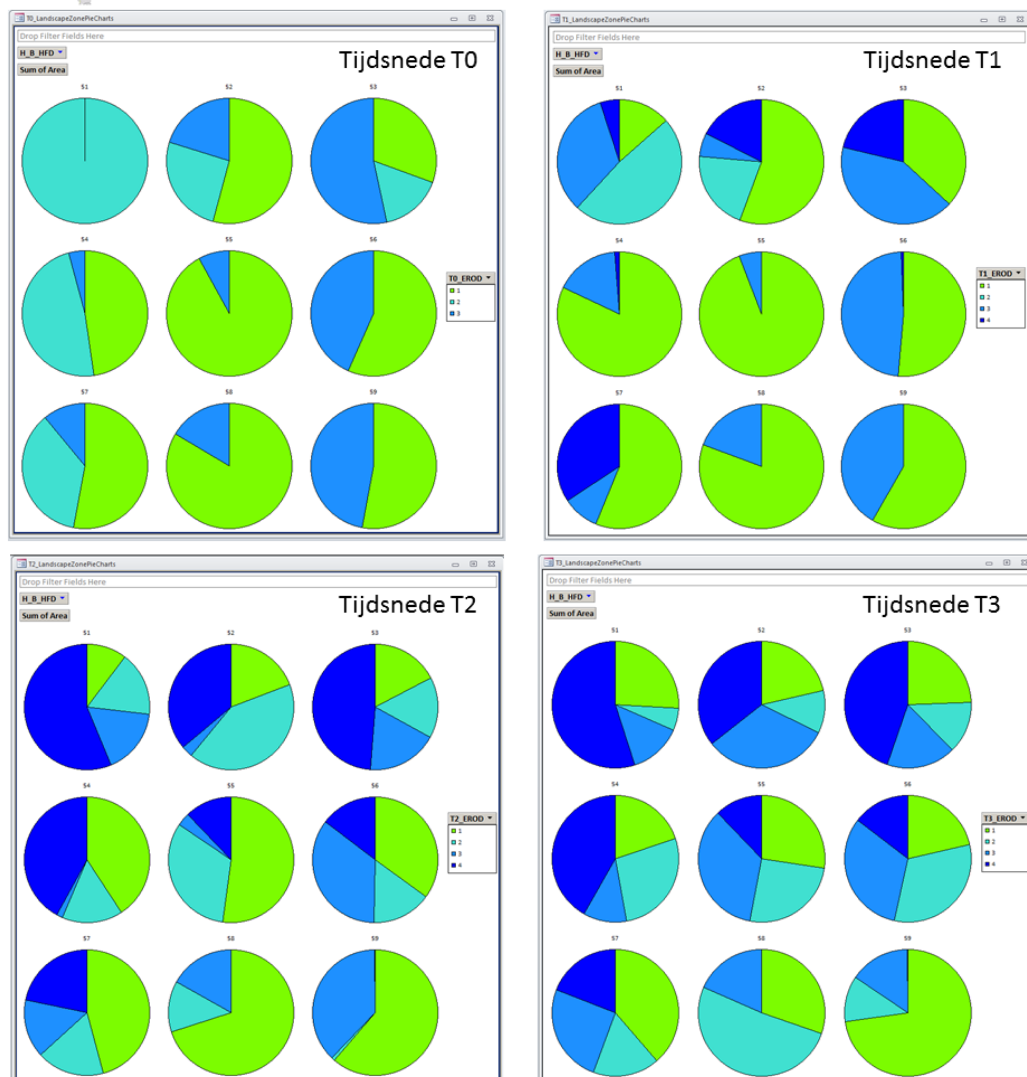
Code	Weergave
Erosiestatus naar karterbaarheidscriteria	Legendaopbouw
1 = goeddeels gepreserveerd (door begraving)	'doorzichtig', onderliggende kaart zichtbaar
2 = lokaal aangetast (en dus niet goed karterbaar)	gearceerd, onderliggende kaart deels zichtbaar
3 = regionaal geërodeerd (expliciet gekarteerd)	wit: onderliggende kaart afgedekt
4 = buitengaats/destijds onder water (nooit land)	donkergrijs, zeewaartse randzone kaartbeeld.
N.B.: In de kaartlaag 'T0123' is de erosiestatus per polygoon en per tijdsnede geadmistreerd in een eigen serie attribuutkolommen, parallel aan de serie attribuutkolommen voor de landschapszoning.	

Het vervaardigingsdeelrapport (Cohen et al. 2017:§3.1.1) onderbouwt een en ander als volgt (Bijlage 2A): Wanneer erosie op de schaal van een geologisch of archeologisch veldwerk in een detail dwarsprofiel wordt bestudeerd, dan kan zij als een ‘booleaans’ fenomeen beschreven worden: een oud oppervlak is wel of niet bewaard gebleven: het is ofwel gepreserveerd, ofwel geërodeerd – en er is geen tussenvorm. In landelijke karteringen, echter is men gedwongen erosie op een grovere schaal te bekijken. Het is dan niet langer mogelijk erosie overal feitelijk observatief vast te stellen, en in plaats daarvan wordt conceptueel gewerkt. Als voorbeeld: een zandbaan van een oude rivierloop heeft over aanzienlijke breedte (honderden meters) een aanzienlijke diepte (enkele meters), en mag daarom verondersteld worden oppervlakken met geringe begravingdiepte uit een of meer voorgaande tijdsneden omgewerkt te hebben: hier is het ouder landschap dan geërodeerd, oorspronkelijke stratigrafie vermengd, archeologie verplaatst, vernietigd of in ieder geval uit context gebracht.

Net als in geomorfologische kaarten hebben ook geologische kaarten vaak een legenda-ontwerp waarin sommige eenheden expliciet gekarteerd zijn (scherp begrensde zandbanen bijvoorbeeld), maar waar fijnschaliger fenomenen te lastig afzonderlijk te karteren waren en als een samengestelde eenheid in het kaartbeeld zijn opgenomen. Het is dan vooral de beperkte en ruimtelijk onevenredig verdeelde dichtheid van primaire ondergrondgegevens (boorbeschrijvingen, profielopnames) die maakt dat nader onderscheid binnen het gebied niet haalbaar was. Uiteindelijk baseerden zich de beslissingen over het al dan niet gepreserveerd zijn op (a) geologische inzichten zoals de opbouw van ondergrond en de versnijdingsrelaties daarin; (b) de opbouw van gebruikte digitale kaartbestanden; (c) de archeologische gebruikscontext met focus op gevormd en bewaard gebleven zijn van terrestrische landschapsoppervlakken (actief nieuw gevormde onderwaterlandschappen anders behandelen dan onder water aangetroffen verdrinken oude landoppervlakken: klasse 4 in Tabel 2.1) en, last but not least, (d) regionale karteerbaarheid van de erosiefenomenen.

Niet overal in de ondergrond zijn uit alle perioden de landschapsoppervlakken even gaaf gepreserveerd, en de diepteligging van landschapsoppervlakken uit oudere perioden is in West- en Noord-Nederland anders dan in Midden- en Zuidwest-Nederland. Als onderdeel van de evaluatie van de vervaardigde kaartbeelden naar aansluiting op de Archeologische Landschappenkaart (als oppervlaktekartering) en als verkenning van gebruiksvoordelen van het expliciet maken van de preservatiegraad in de kartering, geeft het vervaardigingsdeelrapport hiervan een eerste uitwerking (Cohen et al. 2017: §6.3).

De erosiekartering laat voor het projectgebied als geheel (inclusief Waddenzee, IJsselmeer en Zeeuwse estuaria) zien dat landschappen uit tijdsnede T1 (= jager-verzamelaars) over 55% van het gebied bewaard zijn gebleven, en landschapsoppervlakken uit tijdsnede T0 over 45% (Figuur 2.2, rechterkolom). De preservatie van landschappen uit tijdsnede T2 en T3 (vroeg boeren en late landbouwers) bestrijkt een kleiner deel van het oppervlak en is voor het hele kustgebied bij elkaar genomen dus ongunstiger. Hierbij moet wel opgemerkt worden dat het voordeel in de statistieken voor tijdsnede T1 vooral op het conto komt van grote oppervlakken aan ‘waddengebied’ (in Figuur 2.2 toont de linker kolom taartdiagrammen de uitsplitsing naar landschapszone), dat in archeologische zin niet als bewoonbaar landoppervlak zal worden gezien. Worden zulke landschapstypen en de grote open water gebieden (erosieklasse 4) buiten de oppervlakte statistieken gehouden, dan liggen de aandelen gepreserveerd begraven landoppervlak uit tijdsnede T1 en T2 dicht bij elkaar. Het is ook mogelijk zulke analyses per Begraven Hoofdlandschap uit te voeren (Figuur 2.4).



Figuur 2.4 Taartdiagrammen van de aandelen geërodeerd landschap – per tijdsnede berekend voor de negen Hoofdlanshappen (#51 tot en met #59; zie §3.2 voor de indeling) en geklassificeerd naar ‘erosiestatus’ (Tabel 2.1: 1 Bewaard, gepreserveerd; 2: Lokaal aangetast; 3: Geërodeerd, land; Geërodeerd, nooit land). De figuur is identiek aan Figuur 6.6 in Bijlage 2A (Cohen et al. 2017; vervaardigingsdeelrapport RCE-10B)

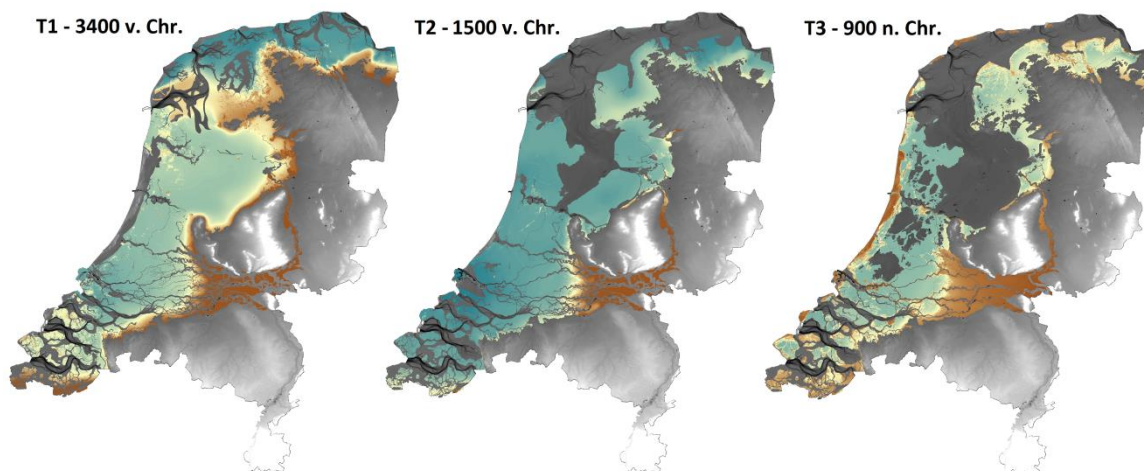
Uitleg: Kruisvergelijking kan in-de-tijd en in-de-ruimte. Hoe meer groen en lichtblauw, hoe groter het aandeel gepreserveerd landoppervlak in ieder van de negen onderscheiden Begraven Hoofdlanshappen is.

Uitgelicht contrast: Oppervlakken uit tijdsneden T0 en T1 zijn in de kustlandschappen (de bovenste rijen ‘51-52-53’ en links onder ‘57’) beter gepreserveerd dan die uit jongere tijdsneden (ten gevolge van diepe begraving en oxidatie-aantasting van oppervlakkig veenlandschap). Omgekeerd zijn in het rivierengebied (rechtsonder, ‘57’) juist jongere oppervlakken beter gepreserveerd (ten gevolge van succesievelijke avulsies en beschermend bedekt raken van oxidatie-gevoelige veenlagen met jongere kleipakketten).

2.5 Hoogtemodellen van begravingsdiepte ('Attentiediepte')

Het maken van hoogtemodellen voor de trefdiepte van begraven landschappen is in wisselwerking met de landschaps- en erosiekatering uitgevoerd. Ze baseerde zich primair op rasterbestanden (gridbestanden) van het 3D ondergrondmodel GeoTOP van TNO-GDN, en onder andere om die reden (Cohen & Schokker 2014) is de geautomatiseerde productie van de hoogtemodellen in die infrastructuur uitgevoerd (als project RCE-10A). De technische uitvoering hiervan is in het betreffende vervaardigingsdeelrapport gedocumenteerd (Bijlage 1A: Dambrink et al. 2015), en samengevat in §3.3. In 2017 is ook een attentiediepte hoogtemodel voor T0 aan de serie toegevoegd (Bijlage 1B). Deze paragraaf beschrijft de gemaakte inhoudelijke afwegingen en illustreert de eindresultaten.

De verwachte diepte van aantreffen van begraven landschapsoppervlakken uit respectievelijk tijdsnede T0, T1, T2 en T3 is voor het projectgebied opgeslagen als vier afzonderlijke hoogtemodellen. In deze raster-bestanden dragen de cellen alleen een waarde in die delen van het gebied waar begraven oppervlakken als goeddeels gepreserveerd of lokaal aangetast zijn beschouwd (klassen 1 en 2 in Tabel 2.1). In gebieden waar ze goeddeels geërodeerd geacht worden te zijn (klassen 3 en 4 in Tabel 2.1) is geen waarde uitgeleverd (Figuur 2.5). Bij haar vaststelling zijn dieptes van laagcontacten volgens geologische karteringen (diverse Holocene en Pleistocene geologische laagpakketten in het 3D model GeoTOP; Stafleu et al. 2012; Van der Meulen et al. 2013) vergeleken met grondwaterspiegelstijgingsreconstructies (afgeleid uit ¹⁴C dateringen van basisveen; Koster et al. 2016). De hoogst gelegen positie is steeds geselecteerd, en de vergelijkingen hebben betrekking op het einde van de tijdsnede (de overgang T0/T1; de overgang T1/T2; de overgang T2/T3; de overgang T3/T4). De waarden zijn steeds in meters t.o.v. NAP uitgedrukt.



Figuur 2.5: Attentiediepte t.o.v. NAP voor tijdstappen T1, T2 en T3. Figuur uit Bijlage 1A (Dambrink et al. 2015).

Voor iedere tijdsnede geven de hoogtemodellen steeds de minimale hoogte aan, waaronder bewaarde landschapsoppervlakken uit de betreffende tijdsnede verwacht mogen worden. Die waarde voor de trefdiepte is de 'attentiediepte' genoemd. Met 'attentiediepte' wordt bedoeld dat direct beneden deze diepte oppervlakken uit de bedoelde periode gedacht mogen worden aangetroffen te worden ('vanaf deze diepte, dient met attent te zijn op...').

De attentiediepte is bepaald door gebiedsdekkende interpolaties van grondwaterspiegelpositie aan het einde van iedere tijdsnede, steeds als uitgangswaarde te nemen. De NAP-hoogtes van het grondwatervlak is vervolgens vergeleken met de hoogtes van de toppen van relevante selecties geologische eenheden uit de GeoTOP modellering. De betrokken selectie

van relevante laagvlakken is voor elke tijdsnede een andere geweest (Bijlagen 1AB). De beslisregel in de vergelijking was: “Als Sedimenthoogte > Grondwaterhoogte, dan Sedimenthoogte, anders Grondwaterhoogte”. Volgens die regel is per cel in het raster steeds de meest conservatieve hoogte (het ondiepste voorkomen, het oppervlak dat het hoogst gepositioneerd was) overgenomen als de ‘attentiediepte’ in het hoogtemodel (zie ook §3.3).

In het concept van attentiediepte liggen de volgende denkwijze en afwegingen besloten:

1. Bewoonbare landvormen die landvormen zijn die reliëf tonen dat boven de jaargemiddelde grondwaterspiegel uitsteekt, en archeologische sporen en resten accumuleren vooral aan en pal onder zulke oppervlakken.
2. Zulke landvormen zijn ofwel oudere geërfde landvormen (T0 en ouder) voor zover nog niet door zeespiegel- en grondwaterspiegelstijging verdrongen en door opgekropen veenvorming en overstromingssedimentatie begraven (rivierterrassen, donken, dekzandruggen), ofwel nieuw opgeworpen vormen onder invloed van springtij-, stormvloed- en rivierhoogwaters, door opstuiven en invang door vegetatie (strandwallen kustduinen, kwelderruggen, oeverwallen).
3. De eerste groep, fossiele landvormen raakt in het projectgebied op zeker moment simpelweg verdrongen door grondwaterspiegelstijging. In de afweging speelt ouderdom van de landvorm geen belangrijke rol: ze waren er al voor de grondwaterstijging begon. Eenmaal verdrongen en/of begraven wordt zulk oppervlak als in de ondergrond verzonken beschouwd en draagt ze geen waarde meer voor de accumulatie van archeologische sporen en resten uit jongere tijdsneden. Die zouden ter plaatse wel kunnen accumuleren in afdekkende pakketten, in verticale posities decimeters tot meters boven het begraven oppervlak, rondom de grondwaterspiegel. Voor oudere tijdsneden zal de beslisregel de sedimenthoogte laten opleveren, voor jongere tijdsneden met gestegen grondwaterspiegel wordt dat de attentiediepte.
4. Bij de tweede groep, actief-opgeworpen landvormen is het kennen van de ouderdom wel van belang. Dit is waar de selectie van laagvlakken uit de GeoTOP-modellering per tijdsnede steeds een andere is geweest. Daarnaast zijn deze landvormen gevoelig voor differentiële ‘compactie’. In grote delen van Nederland is de ondergrond van oeverwallen en kweldervlakten kleiig en weinig, en dat betekent in tijdsnede T1, T2 en T3 gevormde oppervlakken sindsdien weggezakt kunnen zijn. In de GeoTOP modellering worden de toppen van eenheden in hun huidige onregelmatig verzakte posities gekarteerd. De reconstructies van de grondwatervlakken zijn echter representatief voor compactie-vrije locaties. Waar een oud oppervlak diep is weggezakt zal de beslisregel de waarde conservatief op de grondwaterspiegel als hogere van de twee mogelijkheden baseren.
5. In de lager gelegen delen van het landschap rondom de bewoonbare locaties, vindt ook betreding en gebruik plaats. Daarvan accumuleert de archeologische neerslag aan en onder de grondwaterspiegel, hetzij tamelijk ondiep in moerassige gebieden en slikkige en zandige natte oevermilieus, hetzij wat dieper in open water van meren, restgeulen of actieve geulsystemen. Door hier de grondwaterspiegel als attentiediepte te gebruiken is ook voor de landschapszones andermaal op conservatieve wijze de hoogste positie waar sedimenten uit de betreffende periode bewaard gebleven kunnen zijn geselecteerd.

De conservatief ingestoken attentiediepte (in meter t.o.v. NAP) is dus in alle gevallen de diepte vanaf waar beneden men bij ontgraven, couperen of prospecterend boren met sedimenten uit de betreffende tijdsnede te maken kan gaan krijgen. Het is de hoogst verwachte begraven positie, waarin de geachte periode nieuwe afzetting heeft kunnen

plaatsvinden en bodemvorming heeft kunnen aangrijpen. In profielen met compactievrije ondergrond zal dat relatief dicht op de attentiediepte het geval zijn, in profielen met compactiegevoeliger ondergrond al wat dieper en het diepst in profielen met onderwaterafzettingen uit de betreffende periode (meerbodems, restgeulvullingen).

2.6 Resolutie, Nauwkeurigheid, Gebruiksschaal

De kartering is uitgevoerd met een landelijke dekking (d.w.z. alle Holoceen begraven landschappen van Nederland) en gebaseerd op digitale basisbestanden met landelijke dekking. Het eindproduct erft onnauwkeurigheden uit de gebruikte basisbestanden. Het gaat daarbij niet alleen om de onzekerheid van 'kartering' (d.w.z. ligging van grenzen, definitie van eenheden) maar ook om de onzekerheid van 'datering' (d.w.z. de toegeschreven ouderdom, langs directe weg bepaald of langs indirecte weg beredeneerd).

De nauwkeurigheid waarmee in de basisbestanden – en dus ook in de daarvan afgeleide Begraven Landschappenkaart – de ligging van grenzen kan worden vastgesteld, wisselt van gebied tot gebied. Dit komt door verschillen in gegevensdichtheid en door verschillen in de diepte van voorkomen van het te karteren fenomeen. Voor de kartering van begraven landschappen in de grote wateren IJsselmeer, Waddenzee en Zeeuwse Estuaria geldt een ongunstiger situatie (minder boringen, geen houvast uit het Actueel Hoogtebestand Nederland), dan voor landoppervlak in het projectgebied.

Wat betreft de ligging van grenzen en de onderscheiden eenheden gaan veel van de basisbestanden terug op gepubliceerde analoge kaarten op schaal 1:50.000 en 1:25.000. De veldopnames waarop de karteringen achter de analoge kaartbladen zich baseerden hebben in de regel op schaal 1:10.000 plaatsgevonden. Met het beschikbaar komen van het AHN (Actueel Hoogtebestand Nederland, www.ahn.nl) is vanaf 2004 de detailkartering van veel fenomenen aanzienlijk verbeterd.

Anders dan een op papier gedrukte kaart, kent het digitaal aanleggen en gebruiken basisbestanden geen dwang tot karteren op één vaste schaal. In het basisbestand vastgelegde grenzen zijn zo nauwkeurig mogelijk overgenomen van bronkaarten en – karteringen op diverse schalen. Als kaarten met verschillende legenda's of kaarten gemaakt voor verschillende gebruiksdoelen onderling worden vergeleken kunnen de begrenzingen van dezelfde fenomenen ook om definitie-technische redenen verschillen. De stap tot het opzetten van basisbestanden is een manier om zulke gevallen te ontdekken en ze te overwinnen (Pierik et al. 2016). Als een basisbestand eenmaal is opgezet, wordt dat bij projectgelegenheid per deelgebied gecontroleerd en geactualiseerd aan nieuw betrokken observaties (bijv. UU: Cohen & Stouthamer 2012; TNO-GDN: Stafleu et al. 2012).

Gegeven deze achtergronden van de basisbestanden en in hun digitale gebruikscontext, moet ze zeker geacht worden bruikbaar te zijn voor het produceren van kaartbeelden tot een schaal 1:10.000. Dit komt overeen met een gebied van 2x2 km weergegeven in een beeldschermvenster van 20x20 cm (een A3 pagina met ruimte voor legenda). Bij visualisatie op het scherm zou inzoomen tot 1:5000 ook toegestaan moeten worden (1x1 km in hetzelfde beeldschermvenster). Het verdient aanbeveling bij die diepe inzoomniveaus als bovenste laag een semi-transparante reliëfschaduwering o.b.v. het AHN toe te passen.

De classificaties van begraven landschapsvormen naar landschapszone volgen beslisregels die geautomatiseerd zijn toegepast en uitgebreid zijn gedocumenteerd en dus getraceerd kunnen worden in het vervaardigingsdeelrapport (Bijlage 2A). Voor wat betreft landschapszones betreft het hier een vertaling van *geologische* eenheden (verbreidingen van

bepaalde afzettingen, van bekende ontstaanswijze) naar gereconstrueerde *geomorfologische* eenheden (reliëfvormen, in overeenstemming met de sedimentaire ontstaanswijze). De categorieën zijn relatief breed gehouden wat misclassificaties vermindert. In sommige gevallen, in licht glooiende landschappen met tussenvormen tussen duidelijke hoogtes en laagtes is het leggen van een exacte grens arbitrair (zie ook besprekingen in Cohen et al. 2017; Cohen 2017). De vier klassen van erosiestatus (Tabel 2.1) volgen ook direct en volgens vastgelegde beslisregels uit het gebruik van basisbestanden.

De uitspraken landschapszones en erosiestatus zijn bedoeld als startpunten bij het verkennen van gebieden in fases van bureaustudie voor lokaal onderzoek. Ze zijn niet bedoeld als vervanging voor het uitvoeren van veldwerk ter vaststelling van aanwezigheid, aard en diepteligging van oude begraven oppervlakken. Ze zijn bedoeld om zulk prospecterend veldwerk gericht te kunnen voorbereiden. Gebruik in combinatie met detailkarteringen zoals gemeentelijk opgestelde landschaps- en verwachtingskaarten (juridisch leidend voor gebruik in Malta-archeologische context).

Voor kaartproducten met landelijke dekking zoals de Begraven Landschappenkaart (dit rapport) en de Archeologische Landschappenkaart als het zusterproduct (RCE), maar ook de gebruikte basisbestanden (zandbaanouderdommen: Berendsen & Stouthamer 2001; Cohen et al. 2012) en 3D geologische modellen zoals GeoTOP (TNO-RGD), geldt vrijwel altijd dat ze voor wat betreft brongegevens wat achterlopen op het detailniveau dat lokaal bereikt kan worden. Voor kaartproducten met lokale dekking zoals per gemeente opgestelde kaarten, geldt dat ze zeer divers zijn in wijze en onderbouwing van de karteringen.

De hoogtemodellen zijn gebaseerd op regionale geologische modellen (GeoTOP, 3D VEEN) en hebben hierdoor een regionale gebruiksschaal, bedoeld als opvolging van voorheen gepubliceerde 1:50.000 geologische kaartbladen. De individuele gridcellen zijn 100 x 100 m, maar bij gebruik van deze diepte-indicaties is het aan te raden ook de waarden van omliggende gridcellen mee te nemen. Het mee-inspecteren van de omliggende waarden geeft informatie over de landschappelijke patronen in de hoogteligging.

De attentiedieptes uit de hoogtemodellen zijn indicatief en bedoeld voor het verkennen van gebieden in fases van bureaustudie voor lokaal onderzoek. Ze zijn niet bedoeld als vervanging voor het uitvoeren van veldwerk ter vaststelling van aanwezigheid, aard en diepteligging van oude begraven oppervlakken. Ze zijn bedoeld om zulk prospecterend veldwerk gericht te kunnen voorbereiden.

Door de paleohogtemodellen te combineren met maaiveldhoogtegegevens op dezelfde 100x100 m rasters zijn ook rasters met de begravingdiepte berekend (attentiediepte t.o.v. maaiveld). Verder zijn verschilkaarten berekend van de attentiedieptes per tijdsnede, die een benadering geven van de totale dikte aan afgezet sediment gedurende een tijdsnede (bijvoorbeeld: van de overgang T0/T1 tot aan de overgang T1/T2). Merk op dat op deze wijze berekende dikte-grids geen exacte benadering van de dikte, maar een lichte overschatting zullen zijn, vanwege de in 'attentiediepte' besloten keuzes voor een minimale diepte.

2.7 Archeologische uitgangspunten: Relatie landschap en mens

Deze paragraaf is een aangevulde versie van passages in Rensink et al. (2016a: §3.2).

Het Nederlandse landschap toont aanzienlijke variaties in ontstaanswijze. Ten gevolge van de werking van landijs, wind, water (zee, rivieren, grondwater), maar ook nadrukkelijk door de werking van de mens (grootschalige ontginningen), heeft het in de loop van vele duizenden jaren zijn huidige vorm gekregen. Op verschillende wijzen draagt het landschap in Nederland kenmerken uit opeenvolgende fasen van de ontstaansgeschiedenis, en heeft het daarmee een schakering aan ouderdommen (Stouthamer et al. 2015). Een illustratieve opsomming: de stuwwallen in Midden-Nederland (landijs in het Saalien), het dekzandlandschap van Oost-Nederland en rivierduinen langs Rijn en Maas (wind in het Weichselien), de rivierterrassen langs de Maas (insnijding door de rivier, laatstelijk in het Laat-Glaciaal en Vroeg-Holoceen), de stroomruggen van de Rijn-Maasdelta, veengebieden in West-Nederland, strandwalkust van Holland en Zeeland, de Waddenzee van Noord-Nederland (zeespiegelstijging en opbouw van delta en kustvlakte in het Holoceen), de Middeleeuwse polders en dijken, de Nieuwe Tijdse droogmakerijen en hoogveenontginningen (mens in jongste 1000 jaar).

De variatie waardoor het landschap n de loopt der tijd is gevormd en is blijven liggen, heeft sterk meebepaald hoe de mens het landschap in het verleden gebruikte. In talrijke regionale archeologische studies is het belang van het natuurlijke landschap voor de wijze van gebruik in prehistorische en historische tijd benadrukt (bijvoorbeeld Groenewoudt & Ankum 1990; Deeben et al. 1997; 2002; Van Beek 2009; Peeters 2007; Spek 2004; Spek et al. 2015). Landschappelijke zones, zoals lössplateaus, dekzandruggen en beekdalbodems, boden zowel mogelijkheden als beperkingen voor wonen, begraven, economisch gebruik en infrastructuur, en rituele activiteiten. Het substraat (geologische bodemgesteldheid), haar vormkenmerken (geomorfologie en reliëf), haar bodemvruchtbaarheid (bodemkunde), waterdoorlaatbaarheid (hydrologie) en toegankelijkheid (begaanbaarheid), heeft de mogelijkheden van menselijk handelen in meer of mindere mate bepaald (bijvoorbeeld: Lanen et al. 2016). Zo speelde de aanwezigheid van rivieren en andere waterlopen bijvoorbeeld een belangrijke rol bij het bepalen van de locaties van verdedigingswerken en nederzettingen. De Romeinen gebruikten in laaggelegen Nederland een prominente tak van de Rijn, een duidelijk herkenbare, natuurlijke barrière, als rijksgrens en bouwden er castella, wachttorens, wegen enz. De aanwezigheid van rivierlopen van de Rijn maakte daarna de bloei van Dorestad (het huidige Wijk bij Duurstede), Utrecht, Zutphen en Deventer mogelijk (bijvoorbeeld: Groothedde 2010; Van Dinter et al. 2017).

Het natuurlijke landschap moet niet worden gezien als een 'statisch decor' van menselijk activiteit in het verleden (Zonneveld 1985; Louwe-Kooijmans 2005; Peeters 2007; Stouthamer et al. 2015). Veeleer gaat het om een continue, dynamische relatie en interactie tussen mens en het a-biotische en biotische landschap en de veranderingen die hierin vanaf de vroegste bewoning tot in de Nieuwe tijd zijn opgetreden. Het fysieke landschap stelde randvoorwaarden en bepaalde daarmee deels ons handelen. Het opwerpen van terpen en wierden in het kustgebied van Noord-Nederland in de late prehistorie en in de Romeinse tijd - en de toenmalige, landschappelijk-ingegeven locatiekeuzes daarvoor (Vos 2015) - is hiervan een goed voorbeeld. Deze kunstmatige verhogingen, preferent aangelegd op reeds natuurlijk verhoogde kwelderwallen, stelden de bewoners in staat de kustvlakte langdurig te bewonen, ook als de zee de lagere delen van het land er bij springtij en stormvloed overstroomde.

Een ander voorbeeld betreft het vlak en laag gelegen landschap van het Hollands veen- en kleigebied. Met uitzondering van de zandige hoogtes in de nabijheid van rivieren (oeverwallen van actieve en voormalige rivieren) en lokale opduikingen van Pleistoceen zand (donken: kopjes van begraven rivierduinen), was dit gebied moerassig en daarmee relatief ongeschikt

voor vroege landbouw culturen (Tijdsnede T1 en T2). Pas laat in de prehistorie (IJzertijd) en Romeinse tijd, zien we wel voor het eerst concentraties van bewoning en agrarisch gebruik van het veengebied (o.a. in de omgeving van Vlaardingen en Midden-Delfland; Eijskoot et al. 2011). Grootschalige ontginningen in de middeleeuwen waren nodig om het gebied definitief en permanent te kunnen bewonen en gebruiken, bijv. voor agrarische doeleinden. Naarmate de technologische middelen toenamen om het natuurlijke landschap naar onze hand te zetten, speelden de fysieke randvoorwaarden een steeds kleinere rol.

Vanuit het oogpunt van archeologische prospectie is het van belang dat menselijk ingrijpen in het landschap (onbedoeld) consequenties heeft gehad voor de 'zichtbaarheid' van oude landschapsrelicten en hiermee geassocieerde archeologische sporen en resten. In veenontginningen in het randgebied van de kustvlakte (Zeeuws Vlaanderen, westelijk Noord-Brabant, Utrechtse Heuvelrug, Kop van Overijssel, Fries-Drentse en Gronings-Drentse veenkoloniën) zijn delen van het pleistocene en vroeg-holocene landschap 'weer tevoorschijn gekomen' als gevolg van grootschalige ontginningen door de mens in de middeleeuwen en Nieuwe tijd.

Op vergelijkbare wijze zijn in West-Nederland (oudere droogmakerijen in Zuid en Noord-Holland) zijn delen van het midden-holocene getijdeland 'weer tevoorschijn gekomen'. In droogmakerijen zoals de Haarlemmermeerpolder en Zoetermeerpolder zijn kreekssystemen van waddegebieden van 5000-6000 jaar oud (opnieuw) zichtbaar. In middeleeuws ontgonnen gebieden rondom Staphorst-Rouveen zijn bijvoorbeeld laat-glaciale dekzandruggen en vroeg-holocene beekdalen (opnieuw) zichtbaar. Door afdekking waren deze landschapsvormen een groot deel van het Holoceen (tot ongeveer 500 jaar geleden) aan het oog onttrokken.

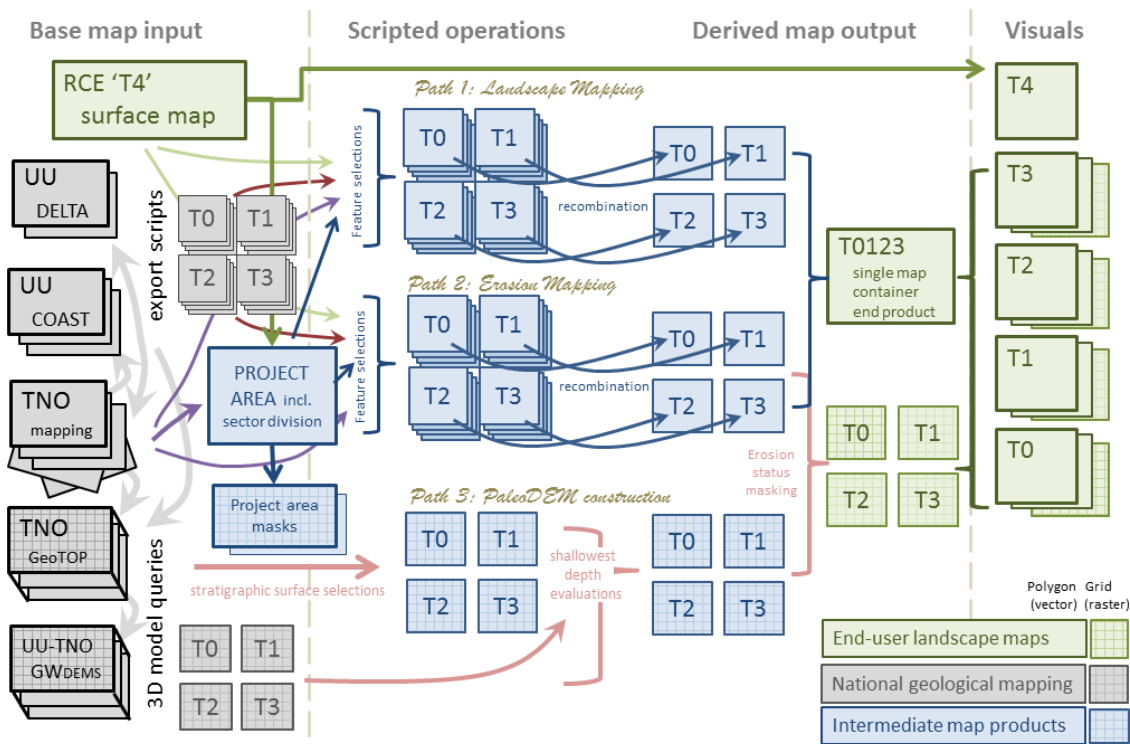
Ook op de pleistocene zandgronden buiten de Holocene kustvlakte, in relatief vlakke gebieden waar hoogveengebied vanaf de late middeleeuwen is ontgonnen en/of grootschalig afgegraven is sprake van een vergelijkbare situatie. Daar ligt nu een pleistoceen dekzandlandschap aan het oppervlak nadat het gedurende grote delen van het Holoceen was bedekt met veen. Het is duidelijk dat deze veranderingen belangrijke consequenties hebben gehad voor de zichtbaarheid van archeologische resten en sporen: van een afgedekt bodemarchief naar een bodemarchief dat zich aan of dicht aan de oppervlakte manifesteert.

In kust- en rivierafzettingen (verzanding, opslibbing), en in veengebieden waar menselijke bodemingrepen niet of alleen lokaal en kleinschalig hebben plaatsgevonden, liggen oudere landschapsvormen verborgen onder bedekkingen van jongere sediment. In en direct op deze begraven vormen kunnen oudere (en goed geconserveerde) archeologische resten aanwezig zijn. In dit verband kan worden gewezen op afgedekte vindplaatsen die in het tracé van de Betuweroute zijn opgegraven, waaronder Hardinxveld-Polderweg en Hardinxveld-De Bruin en de neolithische vindplaats Schipluiden (Louwe Kooijmans 2001a, 2001b; Louwe Kooijmans & Jongste 2006).

De Archeologische Landschappenkaart beperkt zich uitsluitend tot het weergeven van landschapseenheden, zoals die zich vandaag de dag aan of dicht aan het oppervlak manifesteren (Rensink et al. 2016ab), en haar indeling in hoofdeenheden en landschapszones houdt geen rekening met de archeologische kenmerken van zulke landschapsvormen of -zones op diepte. De op geologische karteringen gebaseerde Begraven Landschappenkaart en hoogtemodellen, met de daarin besloten uitbreidingen betreffende gebiedsindeling en legenda doet dat wel en geven daarmee aanvullend inzicht in de aanwezigheid en aard van door jongere sedimenten afgedekte landschappen (dit rapport en deelrapporten in bijlagen).

3 Overzicht inhoud deelrapporten

Het kaartproduct de Begraven Landschappenkaart 'T0123.shp' en de hoogtemodellen zijn vervaardigd volgens de in §2.2 geïntroduceerde 'Basisbestanden→Afgeleide kaart'-methode. In een serie selectie- en combinatiebewerkingen zijn uit die kaartlagen, nieuwe kaartbeelden per tijdsnede gegenereerd, met op landelijk archeologisch gebruik gerichte opbouw en indeling. In een vergelijkbare serie selectie- en combinatiebewerkingen zijn geologische laagmodellen en grondwaterspiegelinterpolaties gecombineerd tot hoogtemodellen. In twee vervaardigingsdeelrapporten door TNO (hoogtemodellen RCE-10A: Bijlage 1A, Dambrink et al. 2015) en door Deltares (landschapskaarten RCE-10B: Bijlage 2A, Cohen et al. 2017) is dit gedocumenteerd.



Figuur 3.1 'Flowchart' van de informatie uit uitgangsmaterialen (bronkaarten; base maps), via selectie en recombinate stappen, tot een digitaal eindproduct, waaruit de kaartbeelden uit Figuur 1.1. te tonen zijn. Grijs: uitgangsmaterialen, blauw: tussent stappen, geprotocolleerd, 'kaarten-algebra'. Groen: eindproducten / visualisaties per tijdsnede. De figuur is overgenomen uit Bijlage 5 (Cohen et al. 2017b; Engelstalige hoofdstukbijdrage NAR 55).

Figuur 3.1 schetst de workflow van het totale project, waarin overwegend van links naar rechts achtereenvolgende bewerkingshandelingen worden weergegeven. De gebruikte basisbestanden (*Base map input*) zijn aan de linker zijde van de figuur in grijs weergegeven. In afwijking is de Archeologische Landschappenkaart (*RCE 'T4' surface map*) in groen aangegeven, omdat deze naast uitgangsfuncties zoals het definiëren van het projectgebied (*Project Area*), ook in het eindgebruik functioneert.

In blauw wordt een serie tussenproducten benoemd (*Intermediate map products*), beginnend met de gebiedsdefinitie. Deze betreft zowel gegevens uit de TNO-basisbestanden (paarse pijlen) als uit de Archeologische Landschappenkaart. Op de UU-basisbestanden zijn aan de UU zijde een serie exportscripts uitgevoerd voor tijdsnede-specifiek gebruik uitgevoerd, alvorens ze aan het project over te dragen (rode pijlen). Het verdere verloop van de workflow kent drie paden: landschapskartering (*landscape mapping*), erosiekartering (*Erosion mapping*) en hoogtemodellering (*PaleoDEM construction*). Langs de drie paden is het principe steeds dat eerst een grote serie naar tijdsnede uitsplitsende selectie-handelingen worden uitgevoerd (*feature selections* respectievelijk *stratigraphic surface selections*) en dat vervolgens een serie recombinitie handelingen wordt uitgevoerd op basis van zekere voorrangregels (*recombination; shallowest depth evaluations*) en dat steeds volgens een geautomatiseerde procedure (*Scripted operations*). Dit levert dan de in groen weergegeven serie eindproducten (*Derived map output*) die door de eindgebruiker op het scherm per tijdsnede gevisualiseerd kan worden (*Visuals*).

De workflow volgens de blauwe pijlen is die van de landschapskaarten in vector polygoonformaat en is verder samengevat in §3.1 en betreft het deelrapport Bijlage 2A. De workflow volgens de roze pijlen is die van de hoogtemodellen in grid rasterformaat en verder samengevat in §3.2 en betreft het deelrapport Bijlage 1A. Beide samenvattingen geven eerst een overzicht van de betrokken basisbestanden, en vervolgens van de karteermethode. Twee verdere in dit hoofdstuk opgenomen samenvattingen betreffen het deelrapport Beschrijving gebiedsindeling en legenda (Bijlage 2B), en de totstandkoming van de Archeologische Landschappenkaart (gebaseerd op Rensink et al. 2016a).

3.1 Samenvatting deelrapport Vervaardiging Landschapskaarten

In de vervaardiging van de landschapskaarten voor tijdsneden T0, T1, T2 en T3 zijn gegevens en inzichten over de ouderdom van afzettingen gecombineerd met inzichten in afzettingmilieus en voormalige landschapssituaties. De kaarten geven *op regionale schaal* aan waar in de opeenvolgende tijdsneden welk landschapstype verwacht mag worden, en waar vanwege latere erosie en veenoxidatie dit juist niet het geval is (zie ook §2.6).

3.1.1 Basisbestanden RCE-10B

Er zijn gegevens uit beschikbare basisbestanden betrokken, zoals die op de instituten UU, TNO-GDN en Deltares ontwikkeld en in gebruik waren. Daarmee is de verbreiding van begraven landvormen is gereconstrueerd aan de hand van bestaande geologische karteerproducten, die veelal teruggaan op beschrijvingen van grondboringen van voldoende diepte (die in www.dinoloket.nl, maar ook die in andere institutionele databases zoals bij Alterra, bij de Universiteit Utrecht, en bij diverse gemeenten).

Het maken van nieuwe kaartbeelden uit daartoe beschikbare basisbestanden, stelt – zoals in het PVA en §2.2 reeds werd gesteld – zekere eisen van uniformiteit en compatibiliteit aan die te combineren basisbestanden. In de eerste fase van het project zijn daarom, naast het bijeenbrengen van de basisbestanden, op een aantal van de bestanden ook beperkte GIS-werkzaamheden uitgevoerd. In een serie memo's (Cohen 2015a-e; Bijlage 4) zijn details over de uitgevoerde werkzaamheden vastgelegd en per bestand gemeld aan betreffende bronhouders. Tabel 3.1 geeft een overzicht van de gebruikte basisbestanden, gebaseerd op Hoofdstuk 2 in het betreffende deelrapport (Bijlage 2A).

Tabel 3.1: Overzicht gegevensbronnen gebruikt in landschapskartering. Deelrapport RCE-10B, Bijlage 2A.

Gegevensbron	Bestand	Aanpassingen (in Fase 1 van het project)
Basisbestand Paleogeografie Rijn-Maas delta (UU)	Deltalaag ('StroomruggenGIS')	Ja, beperkt
	Dallaag	Ja, aanzienlijk
	Donkenlaag	Ja, volledig
	UIKAV-landschapsouderdom	Nee
KustGIS (UU)	Strandwallenlaag ('Barriers')	Ja, beperkt
	Getijdengeulen	Nee, versie Dec. 2014
	Waddengebieden	Nee, versie Dec. 2014
Verbreidingsbestanden GeoTOP en DGM+ (TNO-GDN)	Kweldergebieden	Nee, versie Dec. 2014
	Boxtel Fm. Lp. van Delwijnen	Ja: donkenlaag
	Drente Fm.	Nee
	Naaldwijk Fm. Lp. van Wormer	Nee
Archeologische Landschappenkaart (RCE)	Naaldwijk Fm. Lp. van Wormer-geulen	Nee
	Nieuwkoop Fm. Hollandveen Lp.	Nee
	T4 kaartbeeld landschapszoning	Parrallel aan uitvoering van project RCE-10A/10B deze versies: v1.5, v2.0, v2.1
Gebiedskaart	Projectgebiedsbegrenzing o.b.v. selectie van Archeologische Landschappen	Ja: buitenwater
	Gebiedsopdeling op geologische gronden, o.b.v. TNO-GDN verbreidingsbestanden	Nieuw gecompileerd t.b.v. het project (Fase 1)
	Uitgangswaarden voor landschapszones, waar basisbestanden geen nadere informatie bieden.	Verdere aanpassingen t.b.v. scripting (Fase 2b)

3.1.2 Kartermethode RCE-10B

De kernwerkzaamheden in de opdracht betroffen het genereren van het landschaps- en erosiekaartbeeld voor de tijdsneden T0, T1, T2 en T3, uit selecties en combinaties van elementen uit de eerder genoemde basisbestanden. Daartoe is het volgende productieproces ontworpen en doorlopen:

1. Volgorde van combineren vaststellen o.b.v. geologisch inzicht (architectuur van ondergrond)
2. Te gebruiken coderingen eindproduct vaststellen (aansluitend op kaartlaag T4)
3. Selectieregels op de attribootvelden in de diverse basisbestanden vaststellen
4. GIS-technische pragmatiek, waaronder
 - o opslaan tussenstappen in een directory-structuur,
 - o keuze tot waar in proces laten overerven/vanaf waar laten vervallen van broninformatie, o.a. instellen van gebiedskaart met dubbelfunctie (gebiedsopdeling + uitgangswaarden)
 - o splitsen (parallelliseren) of sequentieel houden werkprocessen, per tijdsnede en voor 'landschapskaart' resp. voor 'erosiestatus'.
5. Automatiseren ('scripten') van het uiteindelijke ontwerp productieproces
 - o documentatie van de werking van de scripts (paragraafnummering vervaardigingsrapport)
 - o opslag van de scripts als een ToolSet in de ArcGIS Model Builder

In het productieproces zijn de landschapkarterende en de erosiestatus-karterende stappen parallel uitgevoerd. Pas in de laatste stap van de kaartproductie worden de producten van deze deelkarteringen samengevoegd. Beide onderdelen van de kartering gebruiken wel dezelfde basisbestanden als uitgangsmateriaal, met vergelijkbare selectiecriteria.

De belangrijkste gebruikte GIS-operaties in de procedures zijn 'Dissolve', 'Union', 'Select', 'AddField' en 'Calculate Field' standaardoperaties. Het technische gedeelte van het vervaardigingsrapport (H2, H3, H4) behandelt per tijdsnede en per basiskaart de selectiecriteria en voorrangregels voor uiteindelijke opname in de kaartbeelden aan. Ten aanzien van de daarbij gemaakte selecties op basis van beginouderdom van vormelementen, dien opgemerkt te worden dat hierbij met een bepaalde tolerantie is gewerkt ten opzichte van de cesuren voor de tijdsnedes zelf (Box 1.1). Waar bijvoorbeeld een stroomgordel al vroeg in tijdsnede T1 buiten gebruik is geraakt, levert dat gegeven de omstandigheden van meters meer zeespiegel en grondwaterspiegelstijging, geen stroomrug in het landschap bij aanvang van tijdsnede T2. Waar bijvoorbeeld een veengebied zeer laat in tijdsnede T3 door een stormvloed tot kwelder verwordt, staat dat gebied voor tijdsnede T3 nog als 'veenvlakte' te boek, want dat was de overwegende status van het landschap in die periode. Hoofdstuk 3 in het vervaardigingsrapport (Bijlage 2A) specificeert alle gebruikte ouderdomselectiecriteria, in landschaps- en erosiestatusdeelprocessen en in onderling verband.

In het vervaardigingsproces heeft de zogenaamde 'Gebiedskaart' een belangrijke functie gehad. Deze digitale kaart wordt in de opzet van de landschaps- en erosiekartering als een onderleggerkaart gebruikt. Het is wenselijk het projectgebied overal door tenminste één basisbestand gedekt te hebben. Veel van de basisbestanden (Tabel 3.1) zijn in hun opzet niet voldoende vlakdekkend (zie ook Bijlage 2A: §2.2). De oplossing was aan de gebiedskaart, die toch al vlakdekkend was vanwege haar functie tot het opdelen van het projectgebied, de nodige attributkolommen toe te voegen en deze te vullen met uitgangswaarden voor de landschapstoestand in tijdsnedes T0, T1, T2 en T3. De Archeologische Landschappenkaart is ook verschillende manieren gebruikt in het karteren van landschap en erosiestatus, met name voor het kaartbeeld van tijdsnede T3 (Bijlage 2A). De aanwezigheid van 'water' (in tijdsnede T4) is bijvoorbeeld meegenomen bij het bepalen van erosiestatus voor landoppervlakken uit tijdsnede T3. Veenvlakten uit tijdsnede T4 zijn beschouwd als veengebieden in tijdsnede T3.

3.1.3 Eindproduct: Gebundelde shapefile T0123.shp

De shapefile T0123.shp is het hoofdeindproduct van het project RCE-10B. Deze ene shapefile bevat de uiteindelijke landschapszone- en erosiestatus classificaties voor de vier te bestrijken tijdsnedes. Het bestand kent de 16 attributkolommen (Box 3.1), waarmee legenda's kunnen worden opgebouwd, deelstatistieken gerubriceerd en nadere selecties gemaakt – zoals getoond in de diverse figuren in dit rapport.

Per polygoon in het kaartbeeld, wordt de informatie over landschapszoning en erosiestatus voor de vier kaartbeelden T0, T1, T2 en T3 in principe gesplitst aangeboden, als 2-cijferige in (Figuur 1.1; §3.1) respectievelijk 1-cijferige (Tabel 2.1) coderingen (Box 3.1). De visualisaties in het ArcGIS projectbestand MXD 'KLEIN' uit de Digitale Bijlage maken van deze opgesplitste codes gebruik, in het samenstellen van de kaartbeelden als gestapelde lagen (zie ook H4). De codes zijn ook tot 3-cijferige codes per tijdsnede, en tot 6-cijferige codes per twee tijdsnedes samengevoegd, wat performance voordelen kan bieden in gebruik dat gecombineerde bevraging van eigenschappen vereist. Een voorbeeld daarvan was het rubriceren van arealen landschapszone naar preservatiegraad (Figuur 2.3). Mogelijk kan ook het in het Kenniskaartportaal koppelen van archeologische aanbevelingen aan wisselend gepreserveerde landschapszones in de kartering hier gebruik van maken (Bijlage 2A: §3.8.2).

Als onderdeel van de vervaardiging en oplevering is in het deelrapport geëvalueerd of de kaartbeelden voor de Begraven Landschappen in termen van getoonde landschapsstructuren (visuele inspectie) en in polygoongrootte (oppervlakte-statistieken) aansloten op kaartbeeld en detaillering van de Archeologische Landschappenkaart (Bijlage 2A: Hoofdstuk 6), met bevredigend resultaat voor alle tijdsneden, terug te voeren op in §3.1.2 opgesomde beslissingen.

Het deelrapport geeft ook technisch-inhoudelijke voortuitblikken op het gebruik van de kaartproducten, in haar rol in het Kenniskaartportaal door bouwers (de opdrachtgever) en eindgebruikers daarvan, en als bronkaart in GIS-analyses van archeologische en/of aardwetenschappelijke aard. Deze zijn in Hoofdstuk 5 van dit opleggerrapport opgenomen. Het deelrapport geeft verder een aantal technisch-inhoudelijke en organisatorische aanbevelingen ten aanzien van versiebeheer en toekomstig onderhoud aan de Begraven Landschappenkaart, in de geest van de 'Basisbestanden→Afgeleide kaart' methodiek, en inter-institutionele samenwerking bij het nationale beheer van geologische, geomorfologische, bodemkundige en archeologische landschapskarteringen. Ze zijn verwerkt in Hoofdstuk 6 van dit opleggerrapport.

BOX 3.1 Belangrijkste digitale producten RCE-10B

Hoofdproduct: Digitale kaart T0123.SHP

Polygonenkaart met begraven landschappen, combinerend samengesteld uit selecties van polygonen uit basisbestanden. De kaart wordt als één enkele shapefile opgeleverd en de kaartbeelden voor T0, T1, T2 en T3 (landschapszoning, erosiestatus, combinaties daarvan) kunnen uit de shapefile worden geproduceerd door standaardlegenda's op de relevante velden toe te passen.

Attribuutkolommen:

[H_B_HFD]	2-cijferige code { 00, 51 – 60, 99 } – ID begraven hoofdlandschappen
[T0_EROD], [T1_EROD], [T2_EROD], [T3_EROD]	1-cijferige code { 1 – 4 } – erosiestatus
[LZ_0], [LZ_1], [LZ_2], [LZ_3]	2-cijferige code { 1 – 45 } – landschapszoning
[ELZ_T0], [ELZ_T1], [ELZ_T2], [ELZ_T3]	3-cijferige code: Erosiestatus + Landschapszone, per tijdsnede
[ET0ET1], [ET1ET2], [ET2ET3]	6-cijferige code: Erosiestatus + Landschapszone, per 2 tijdsneden
[LSCPHFDEEN]	2-cijferige code { 0, 1-26 } – ID Archeologische Landschappen

Definitie Projectgebied: Gebiedsindeling Begraven Landschappen ('RCE_GEB')

Polygonenkaart met gecodeerde indeling van het projectgebied in *begraven* hoofdlandschappen, gebaseerd op verspreidingskaarten (TNO-GDN) en de landschapsindeling *aan het oppervlak* (Archeologische Landschappenkaart RCE).

Opgemaakte kaarten: KLEIN_CONCEPT.MXD

ArcGIS-10 project-file (*.MXD) die de belangrijkste producten en brongegevens in logische samenhang presenteert, zoals verder besproken in Hoofdstuk 4 van dit rapport.

Volledig bestandenoverzicht: Bijlage 2A: Hoofdstuk 5.

Tabel 3.2 Grootte van het projectgebied

Gebied	Oppervlak		Aandeel	
	Ha	km ²	% NL incl.	% NL excl.
<i>'Holoceen' Nederland</i>				
Tegenwoordig landoppervlak	1.793.088	17.931	42%	51%
Groot open water IJsselmeer, Waddenzee, Estuaria	749.032	7490	18%	
Begraven Landschappenkaart	2.542.120	25.421	60%	51%
waarvan bebouwd en binnenwater	281.292	2813	7%	8%
<i>'Pleistoceen' Nederland</i>				
Tegenwoordig landoppervlak	1.705.102	17.051	40%	49%
waarvan bebouwd en binnenwater	142.325	1423	3%	4%
<i>Heel Nederland</i>				
Exclusief groot open water	3.498.190	34.982	82%	100%
Inclusief groot open water	4.247.222	42.472	100%	

N.B. Tabel is identiek aan Tabel 2.2 in het Vervaardigingsrapport (Bijlage 2A: Cohen et al. 2017)

3.2 Samenvatting deelrapport Beschrijving indelingen Landschapkaarten

In de kartering achter de Archeologische Landschappenkaart (zie ook §3.4) zijn 38 landschapzones benoemd en onderscheiden. De kaart kent daarnaast een gebiedsindeling in 26 (hoofd)landschappen (Rensink et al. 2016a), waarvan 11 voor het laaggelegen deel van Nederland en 15 in het hoger gelegen 'Pleistocene' deel. De Begraven Landschappenkaart heeft eenzelfde tweeledig indelingssystematiek gevolgd en de criteria bij het onderscheiden van landschappen en zones daarin zijn op hoofdlijnen dezelfde geweest. Wel zijn er vijf extra landschapzones geïntroduceerd en is een van de archeologische landschappen onafhankelijke gebiedsindeling in tien 'Begraven Hoofdlandschappen' gebruikt. Negen daarvan liggen binnen het projectgebied (vergelijk dit met de elf Archeologische Landschappen die er in de gelijknamige kaart zijn onderscheiden; §3.4); het tiende is een gebied meerdendeels bovenstrooms ervan (overstromingsvlakten van Maas, Rijn en IJssel).

De digitale kaarten en hun legenda zijn voorzien om in het programma Kenniskaart gezamenlijk gebruikt te gaan worden in een kennisportaal (Lauwerier 2013; Smit 2013; Cohen & Schokker 2014; Rensink et al. 2016a). De indelingen naar Hoofdlandschap en Landschapszone worden daarbij niet alleen gebruikt om kaartbeelden in intuïtief begrijpbare kleurstellingen te presenteren en ruimtelijke structuren in het landschap aan te lichten. Ze zijn met nadruk ook bedoeld voor het in het kennisportaal maken van database-koppelingen met relevante selecties uit bijvoorbeeld kennisoverzichten, overzichten van *best practices* (voor prospectie, bescherming, opgraving) en overzichten van beleidsformuleringen (landelijk, regionaal, lokaal/ gemeentelijk). Daarmee zouden gebruikers van het kennisportaal die informatie via de kaartinterface gebieds-, tijds- en landschapszone-specifiek kunnen raadplegen.

De reden de indelingen in het beschrijvende deelrapport (Bijlage 2B: Cohen 2017) beknopt maar volledig te beschrijven, met verwijzingen naar vakliteratuur (actuele handboeken, artikelen in vaktijdschriften, online resources), was de beschrijvingen op onderbouwde wijze in het kennisportaal te kunnen verwerken. Bij de eerste klikken in het kennisportaal zal dat op zeer beknopte wijze zijn: de naam van de landschapszone of het gebied alleen moet dan al

voldoende zeggen. Bij verder klikken zal dit al wat uitgebreider worden, en uiteindelijk zou de gebruiker moeten uitkomen op de uitgeschreven teksten per gebied en landschapszones uit hoofdstuk 2 en 3 van het beschrijvende deelrapport. De opzet van die beschrijvingen sluit om deze reden aan eerder opgestelde beschrijvingen van gebiedsopdeling en landschapszoning in de Archeologische Landschappenkaart (Rensink et al. 2016a) – zie ook §3.4.

Paragraaf 3.2.1 geeft een overzicht van de indeling van de Begraven Landschappenkaart en hoe zij overlapt met de in het zusterproduct gevoerde indeling (zie ook §3.4). Paragraaf 3.2.2 geeft een overzicht van de onder de noemer ‘landschapszone’ onderscheiden eenheden: de feitelijke legenda van de Begraven Landschappenkaart, en in het project Kenniskaart inhoudelijk en technisch de eerste ingang voor het koppelen van archeologie en landschapstoestand (Lauwerier et al. 2017; Rensink et al. 2016a, 2017; Cohen et al. 2017).

3.2.1 Indeling Begraven Hoofdlandschappen

Het projectgebied bestrijkt een serie in de Archeologische Landschappenkaart onderscheiden deellandschappen van de kustvlakte (mariene kleilandschappen), veengebieden, het riviereengebied (uitgezonderd het Maasdal) en de antropogene droogmakerijen (zie ook Figuur 3.4). Het resulterende gebied (elf deelgebieden samen ‘laag Nederland’ bestrijken) is nog uitgebreid met het ‘buitenwater’ gebied dat de Hollandse kustzone, de Waddenzee, het IJsselmeer en de Zeeuwse estuaria bevat. De zeewaartse grens is daarbij iets ruimer gelegd dan het GeoTOP dekkingsgebied (Tabel 3.2).

Het zo gedefinieerde projectgebied is vervolgens opgedeeld in Begraven Hoofdlandschappen. Dit is gebeurd op grond van geologische begrenzingscriteria die in het betreffende deelrapport formeel beschreven zijn (Bijlage 2B: Cohen 2017). Het deelrapport beschrijft ook de aansluiting ervan op de gebiedsindeling van de Archeologische Landschappenkaart voor de huidige toestand. De indeling is in attributokolom [H_B_HFD] van 51 tot 60 genummerd opgeslagen (Tabel 3.3; Box 3.1). Er zijn binnen het projectgebied negen hoofdlandschapszones onderscheiden en in Pleistoceen Nederland nog een tiende eenheid (bovenstroomse rivierdalen van Rijn en Maas).

Die gebiedsopdeling (Figuur 3.2) is om twee redenen ingevoerd. In het vervaardigingsproces is ze technisch-inhoudelijk gebruikt als mee te wegen gegeven in beslisregels van de selectie en combinatiestappen (Bijlage 2A), leidend tot de uiteindelijke kaartbeelden voor landschapszoning en preservatiegraad. Het idee hierbij was dat binnen één hoofdlandschap waar geologisch dezelfde opeenvolging wordt aangetroffen, één-en-dezelfde set beslisregels kan worden gehanteerd, terwijl tussen hoofdlandschappen het juist wenselijk kan zijn verschillende sets beslisregels te laten gelden. Daarnaast is de indeling in Begraven Hoofdlandschappen van belang als gebruiksingang tot het kaartproduct. Dit geldt de opbouw van het inhoudelijke beschrijvingenrapport (Bijlage 2B: Cohen 2017), het implementeren van koppelingen met regio-specifieke archeologische zaken in het Kenniskaartportaal (als projectdoel), en het uitvoeren van naar regio gerubriceerde analyses (zoals in Figuur 2.4 voor preservatiegraad is geïllustreerd). Daarbij was het idee, dat binnen één hoofdlandschap waar geologisch in grote lijnen dezelfde opeenvolging is aangetroffen, dezelfde landschapsontwikkeling doorgemaakt, zodat het bundelen van beschrijvingen van ontwikkelingen per hoofdlandschap nuttig is.

De indeling in Begraven Hoofdlandschappen volgt enkel het criterium uniformiteit bij natuurlijk ontstaan. Dit is een belangrijk verschil met de gebiedsopdeling in de Archeologische Landschappenkaart (§3.4). Een tweede verschil is dat de gebiedsindeling in de Archeologische Landschappenkaart slechts voor huidige situatie geldt, met grote tijdsdiepte

in het Pleistocene gedeelte van Nederland terwijl zij zich tot het Laat-Holoceen beperkt in West Nederland. Dit in tegenstelling tot de indeling in Begraven Hoofdlandschappen die juist alle landschapssituaties tussen 12,000 v. Chr. en 900 na Chr. bestrijkt. Een derde verschil is dat de Archeologische Landschapsindeling na constructie van het landschapsbeeld is ingevoerd – een indeling achteraf dus – terwijl die voor de Begraven Landschappenkaart juist vooraf is ingevoerd, als een indeling om de landschapsbeelden mee te kunnen construeren.

Het verschil in opvatting en doel van de indeling met de Archeologische Landschappenkaart is bijvoorbeeld zichtbaar in hoe het Duinen en Strandwallengebied in de Begraven Landschappenkaart behandeld zijn. Dat gebied is in de kartering niet als een apart Hoofdlandschap, maar als ‘landschapszone’ beschouwd, die in vier Begraven Hoofdlandschappen voorkomt (bijvoorbeeld Figuur 2.3).

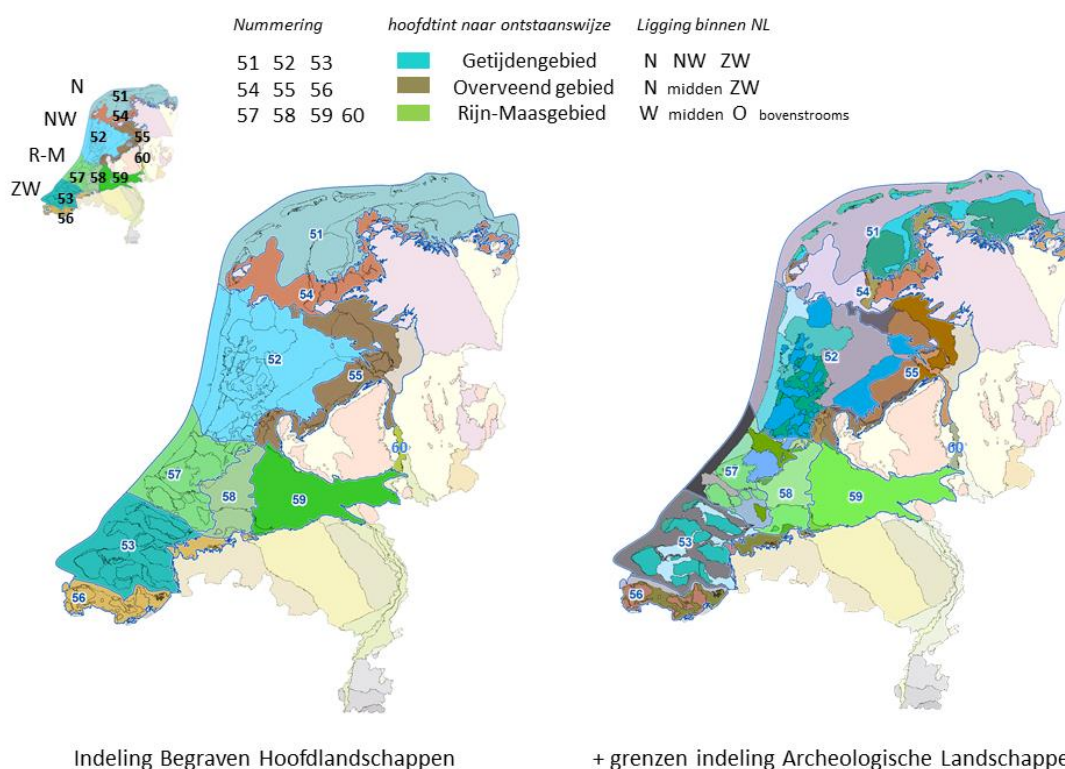
3.2.2 Indeling Landschapszones

In de selectie- en coderingssystematiek die aan de productie en legenda van de Begraven Landschappenkaart ten grondslag liggen zijn dezelfde criteria gebruikt als bij de Archeologische Landschappenkaart (Bijlage 2B: §3.1; naar Rensink et al. 2016a). Dit waren:

- 1) Vormkenmerken en ontstaanswijze van landschapselementen (morfogenese), vanwege de mogelijkheden en beperkingen voor bewoning en ontginning;
- 2) Bodemgesteldheid van landschapselementen (bodembkundige toestand), vanwege de mogelijkheden en beperkingen voor bewoning, economisch gebruik en ontginning;
- 3) Ouderdom (datering) van de landschapselementen, vanwege de relatie met tijdsdiepte van archeologische sporen en resten, en wisselend economisch en ritueel gebruik van landschap door de archeologische perioden.
- 4) Waterverzadigingsgeschiedenis (positie landvorm t.o.v. grondwaterspiegel) – alsmede, in het geval van begraven landschappen, erosiegeschiedenis –, vanwege de invloed op conservering en aantasting van archeologische resten en sporen.

Het relatief gewicht wat aan de criteria is toegekend verschilt wel tussen beide karteringen. Voor het onderscheiden van landschapszones uit de kustvlakte zoals die in de Begraven Landschappenkaart in andere vorm figureren dan in de oppervlaktekartering, waren de criteria ouderdom en verzadigingsgeschiedenis belangrijker dan in de Archeologische Landschappenkaart. Datering van de landschapselementen was in de Begraven Landschappenkaart expliciet nodig, omdat het maken kaartbeelden voor situaties uit het verleden selectie en opsplitsing ‘in de tijd’ vereist. Verder gaat het hier om een opgesplitste kartering voor het Holocene kustvlakgebied, waarvoor het uitgangspunt was dat er begraven landschappen bestaan als gevolg van de tijd-diepte relatie die zeespiegelstijging en grondwaterspiegelstijging genoemd wordt. Die stijging was leidend voor het ontstaan van de Holocene kust- en deltavlake in tijdsneden T1 en T2, en heeft ook het begraven en geconserveerd raken van oppervlakken uit tijdsnede T0. Beide criteria (tijd en waterstand) zijn daarmee nauw met elkaar verbonden.

Het criterium bodemgesteldheid (in de onverzadigde zone boven grondwaterspiegel) was juist minder belangrijk, en is bij het vertalen van geologische verbreidingen (legenda’s van de basisbestanden) tot geomorfologische landvormen (de doellegenda) feitelijk met dat van morfogenese samengenomen. De verschillen voeren terug op de in Box 1.1 en Box 2.1 algemeen geduide verschillen in het landschap van het projectgebied voor en na de ontginning van kustvlakte, veen- en rivierengebieden.



Figuur 3.2 Opdeling van het projectgebied in Begraven Hoofdlanschappen (#51-60). De indeling sluit aan op die in Archeologische Landschappen voor Pleistoceen 'hoog' Nederland (linker paneel) en heeft een complexe overlap met de in de ontgonnen kustvlakte onderscheiden Archeologische Landschappen (rechter paneel).

Tabel 3.3 Oppervlakten van de Begraven Hoofdlanschappen.

Begraven Hoofdlanschappen ## Naam	Oppervlakte		Aandeel
	ha	km ²	%
51 Fries-Gronings getijde-verdronken gebied	538.058	5381	21%
52 Noord-Hollands getijde-verdronken gebied	523.186	5232	21%
53 Zuidwestelijk getijde-verdronken gebied	279.586	2796	11%
54 Fries-Gronings overveend gebied	212.103	2121	8%
55 Midden-Nederlands overveend gebied	293.539	2935	12%
56 Zuidwestelijk overveend gebieden	120.461	1205	5%
57 Rijn-Maas estuarien-verdronken gebied	215.405	2154	8%
58 Rijn-Maas perimarien-verdronken gebied	113.939	1139	4%
59 Rijn-Maas deltaïsch begraven gebied	235.757	2358	9%
60 Bovenstrooms Rijn-Maasgebied	10.085	101	0%
voor zover binnen het projectgebied: IJsseldal			
Volledig projectgebied	2.542.120	25.421	100%

N.B. Groot open water zoals IJsselmeer, Waddenzee en de Zeeuwse Estuarium is onderdeel van de opgegeven oppervlakten. Tabel is identiek aan Tabel 2.2 in het Vervaardigingsrapport (Bijlage 2A: Cohen et al. 2017)

Ingestoken vanuit het uiteindelijke gecombineerde kaartbeeld, zou het inbouwen van erosiestatus in de legenda gezien kunnen worden als het meenemen van een extra vijfde criterium in de begraven landschappenkartering, als toevoeging op het lijstje hierboven. Maar vanuit het parallel uitgevoerde productieproces van de Begraven Landschappenkaart ingestoken (§2.4; Figuur 3.1) is het zuiverder te stellen dat net als voor de landschapszonerings, ook voor het vaststellen van erosiestatus van de vier criteria hierboven gebruik gemaakt is.

De volledige lijst onderscheiden landschapszones (attribuutkolom LSCPZONE in de Archeologische Landschappenkaart 'T4'; attribuutkolommen LZ_0, LZ_1, LZ_2, LZ_3 in de Begraven Landschappenkaart; Box 3.1) is opgenomen in Figuur 3.3 en Tabel 3.4. In deze lijsten komen eenheid 1-38 uit het ontwerp van de Archeologische Landschappenkaart en zijn eenheden 40-45 aanvullingen ten behoeve van de Begraven Landschappenkaart, vooral gebruikt in kaartbeelden voor tijdsneden T1, T2 en T3 (zie ook Figuur 2.1). Het in de Begraven Landschappenkaart T0123 onderscheiden aantal landschapszones wisselt per tijdsnede. Tabel 3.4 splitst dit per individuele landschapszone en per tijdsnede uit.

Opggeteld komt het neer op de volgende aantallen legenda-eenheden (daarbij extra eenheden die op basis van erosiestatus verder kunnen worden onderscheiden *niet* meebeschouwend):

6	nieuw toegevoegde eenheden (met uitgebreide beschrijvingen: Bijlage 2B:§3.3)
<u>19</u>	<u>overgenomen eenheden</u> (met beschrijvingsaanvullingen: Bijlage 2B:§3.4)
25	totaal

Waarvan:

12	in het kaartbeeld voor Tijdsnede T0	voor Holoceen-bedekte helft van Nederland
21	in het kaartbeeld voor Tijdsnede T1	idem
16	in het kaartbeeld voor Tijdsnede T2	idem
20	in het kaartbeeld voor Tijdsnede T3	idem

Bovenstaande totalen verhouden zich als volgt tot de Archeologische Landschappenkaart:

24	in het kaartbeeld voor Tijdsnede T4	voor Holoceen-bedekte helft van Nederland
24	in het kaartbeeld voor Tijdsnede T01234	voor 'Pleistocene' helft van Nederland
38	in het kaartbeeld voor heel Nederland	

Landschapszones

 1, Hellingen	 23, Rivierduinen
 2, Terrassen	 24, Stroom- en crevasseruggen
 3, Terrasresten	 25, Hoge grindkoppen
 4, Plateaus	 26, Veenvlakten
 5, Stuwwallen	 27, Veenglooiingen
 6, Sandrs	 28, Kreeken en Prielen
 7, Smeltwatervlakten	 29, Kwelders
 8, Pingoruïnes	 30, Kwelder- en kreekruigen
 9, Keileemvlakten	 31, Kreekruigen
 10, Keileemruggen	 32, Strandvlakten
 11, Dekzandvlakten	 33, Strandwallen en Lage Kustduinen
 12, Dekzandlaagtes	 34, Hoge Kustduinen
 13, Dekzandruggen	 35, Zuiderzee-afzettingen
 14, Dekzandruggen en Rivierduinen	 36, Kusttalud
 15, Droogdalbodems	 37, Voormalige Zuiderzeebodem
 16, Beekdalbodems	 38, Droogmakerijen
 17, Beek- en Droogdalthellingen	 40, Verdrongen rivierduinvoet
 18, Restgeulen	 41, Verdrinkend getijdengebied
 19, Overstromingsvlakte	 42, Onderwaterdeel getijdengebied
 20, Uiterwaarden	 43, Verdrinkend veenlandschap
 21, Estuarium	 44, Verlandend veenlandschap
 22, Overslaggronden	 45, Perimarien venig rivierlandschap

Figuur 3.3 Gedeelde legenda Landschapszonerings voor gecombineerd gebruik van Archeologische Landschapskaart en Begraven Landschappen kaart. Eenheden 1-38 kwamen uit het ontwerp van de Archeologische Landschappenkaart (Kosian 2015; Rensink et al. 2016ab). Eenheden 40-45 zijn aanvullingen ten behoeve van de Begraven Landschappenkaart.

Tabel 3.4 Overzicht voorkomen landschapszone-eenheden per tijdsnede.

Landschapszone [LSCPZONE]	Pleistoceen	Holoceen-Begraven					Holoceen
	aan opp.	Landschappen					aan opp.
	T01234	T0	T1	T2	T3	T4	
1: hellingen	Ja	--	--	--	--	--	
2: terrassen	Ja	Ja	Ja	<i>bedekt</i>	<i>bedekt</i>	--	
3: terrasresten	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	<i>dun bedekt</i>	
4: plateaus	Ja	--	--	--	--	--	
5: stuwwallen	Ja	--	--	--	--	--	
6: sandrs	Ja	Ja	Ja	<i>bedekt</i>	<i>bedekt</i>	--	
7: smeltwatervlakten	Ja	--	--	--	--	--	
8: pingoruïnes	Ja	--	--	--	--	--	
9: keileemvlakte	Ja	Ja	Ja	<i>bedekt</i>	<i>bedekt</i>	--	
10: keileemruggen	Ja	Ja	Ja	<i>bedekt</i>	<i>bedekt</i>	--	
11: dekzandvlakten	Ja	Ja	Ja	<i>bedekt</i>	<i>bedekt</i>	--	
12: dekzandlaagten	Ja	Nee	--	--	--	--	
13: dekzandruggen	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	
14: dekzandruggen & rivierduinen	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	
15: droogdalbodems	Ja	--	--	--	--	--	
16: beekdalbodems	Ja	Ja	Ja	<i>bedekt</i>	<i>bedekt</i>	Ja	
17: beek- en droogdalthellingen	Ja	--	--	--	--	--	
18: restgeulen	Ja	Nee	Ja	Ja	Ja	Ja	
19: overstromingsvlakte	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	
20: uiterwaarden	--	--	--	--	--	Ja	
21: estuarium	--	Nee	Nee	Ja	Ja	Ja	
22: overslaggronden	--	--	--	--	--	Ja	
23: rivierduinen	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	
24: stroomruggen	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	
25: hoge grindkoppen	Ja	Nee	Nee	--	--	--	
26: veenvlakten	Ja	--	Nee	Nee	Ja	Ja	
27: veenglooïngen	Ja	--	--	--	Nee	Ja	
28: kreken en prielen	--	--	Nee	Nee	Ja	Ja	
29: kwelders	--	--	Nee	Nee	Ja	Ja	
30: kwelder- en kreekruggen	--	--	Nee	Nee	Ja	Ja	
31: kreekruggen	--	--	--	--	Nee	Ja	
32: strandvlakten	--	--	Ja	Ja	Ja	Ja	
33: strandwallen en lage duinen	--	--	Ja	Ja	Ja	Ja	
34: hoge duinen	--	--	--	--	Nee	Ja	
35: Zuiderzeeafzettingen	--	--	--	--	Nee	Ja	
36: kusttalud	--	--	--	--	Nee	Ja	
37: voormalige Zuiderzeebodem	--	--	--	--	--	Ja	
38: droogmakerijen	--	--	--	--	--	Ja	
40: verdrinken rivierduinvoet	--	Nee	Ja	Ja	Ja	Nee	
41: verdrinkend getijdegebied (wadden)	--	Nee	Ja	Ja	Ja	Nee (Ja)	
42: open kustwater (zeegat, geul, lagune)	--	Nee	Ja	Ja	Ja	Nee	
43: verdrinkend veenlandschap	--	Nee	Ja	Ja	Ja	Nee	
44: verlandend veenlandschap	--	Nee	Ja	Ja	Ja	Nee	
45: primarien venig rivierenlandschap	--	Nee	Ja	Ja	Ja	Nee	

N.B. Tabel is identiek aan Tabel 3.1 in het Beschrijvingenrapport (Bijlage 2B: Cohen 2017)

3.3 Samenvatting deelrapport vervaardiging Hoogtemodellen RCE-10A

In de vervaardiging van de paleohoogtemodellen zijn gegevens en inzichten uit de geologische kartering met inzichten over zeespiegel- en grondwaterspiegelstijging gecombineerd. De hoogtemodellen geven de minimale diepte aan waaronder bewaarde landschapsoppervlakken uit de betreffende tijdsnede verwacht mogen worden, welke 'attentiediepte' genoemd is (§2.5).

3.3.1 Basisbestanden RCE-10A

Voor de paleohoogtemodellen is als basis het 3D ondergrondmodel GeoTOP gebruikt (Stafleu et al. 2012). GeoTOP is een 3D-geologisch ondergrondmodel van de bovenste 30 tot 50 meter van de Nederlandse ondergrond (Stafleu et al., 2011; Stafleu, 2014). GeoTOP is een detaillering van de bovenkant van de modellen DGM en REGIS II (Van der Meulen et al. 2013; Vernes & Van Doorn 2005), maar momenteel nog niet landsdekkend beschikbaar. Tabel 3.2 geeft een overzicht van de gebruikte GeoTOP-bestanden.

Een tweede uitgangbestand voor het maken van de paleohoogtemodellen bevat grondwatervlakken voor 8800 v. Chr. (Vroeg Holoceen, einde T0, gerelateerd aan Top Pleistoceen), 3400 v. Chr., 1500 v. Chr. en 900 n. Chr. (einde T1, T2, T3) die uit het promotieproject 3D VEEN betrokken zijn (Koster 2017, UU-TNO). Deze paleogroundwaterspiegels zijn uit series ¹⁴C-dateringen in een 3D-interpolatie vlakdekkend gereconstrueerd (voor methode, zie Cohen 2003, 2005; Koster et al. 2016).

Voor het maken van relevante selecties uit het ondergrondmodel en de paleogroundwaterspiegel-interpolaties zijn elementen uit de kartering in het project RCE-10B gebruikt (Figuur 3.1: *erosion status masking*). De 'erosiegrids' die in de productie van de hoogtemodellen als selectiegebieden (uitsluit-maskers) gebruikt zijn zijn geëxtraheerd uit de Begraven Landschappenkaart T0123.shp (velden T1_EROD, T2_EROD, T3_EROD).

Tabel 3.2: Overzicht gegevensbronnen gebruikt in Paleohoogtemodellen. Deelrapport RCE-10A, Bijlage 1.

Gegevensbron	Bestand	Aanpassingen
GeoTOP (TNO-GDN)	Top Fm v. Nieuwkoop, Basisveen Laag	
	Top Fm v. Naaldwijk, Lp v. Wormer	
	Top Fm v. Nieuwkoop, Hollandveen Lp	
	Basis Fm v. Naaldwijk, Lp v. Walcheren	
	Top Fm v. Naaldwijk, Lp v. Zandvoort	
	Top beddinggordelzand ('geulen') per generatie, met 0.5 meter verhoogd	GeoTOP generatie-indeling, aangepast naar cesuren T1-T3
	Huidig Maaiveld ('mv')	GeoTOP aangevuld met DGM
Top Pleistoceen ('toppl')	GeoTOP vlak, aangevuld	
Grondwatervlakken (UU-TNO)	GW-spiegel 900 n. Chr. (gw1000)	
	GW-spiegel 1500 v. Chr. (gw3400)	
	GW-spiegel 3400 v. Chr. (gw5400)	
	GW-spiegel 8800 v. Chr. (gw10800)	Dekking uitgebreid tot volledige gebiedsbegrenzing
Gebiedsbegrenzing rce_geb.shp (RCE-10B)	Gebiedsgrens, incl. 'buitenwater', afgeleid van RCE 'T4' en GeoTOP	Vergrid naar 100x100 m
Erosiemaskers T0123.shp (RCE-10B)	Erosiegrids T1, T2,T3, Maskergrids strandwallen T1, T2	Vergrid naar 100x100 m

3.3.2 Modelleermethode RCE-10A

Net als in het deelproject landschapskartering zijn gegevens uit basisbestanden betrokken en zijn de hoogtemodellen volgens een hiertoe ontwikkelde reproduceerbare 'scripted workflow' berekend. De productie is daarmee zodanig opgezet dat bij wijziging van basisbestanden met weinig moeite nieuwe paleohogtemodellen gegenereerd kunnen worden. De werkzaamheden zijn binnen deelopdracht (RCE-10A) door TNO-GDN uitgevoerd. De hier gegeven samenvatting is inclusief de aanvullingen betreffende hoogtemodellen voor Tijdsnede T0 uit 2017 (Bijlage 1B: memo Schokker & Stafleu 2017).

Voor het modelleren van de paleohogtevlakken is een werkomgeving opgezet met Python scripts die worden aangestuurd vanuit een workflow-manager in Excel. Dit helpt de paleohogtemodellen gestandaardiseerd en reproduceerbaar te kunnen berekenen en versiebeheer te kunnen toepassen. Voor elke tijdsnede wordt een minimum diepte berekend. Beneden deze 'attentiediepte' worden begraven landschapsoppervlakken uit de betreffende tijdsnede verwacht. Voor T1 (7.000-3400 v. Chr.) wordt dus de hoogte horend bij de landschapstoestand van 3400 v. Chr. gemodelleerd. Het 'Top Pleistoceen' vlak is een oppervlak dat tijdens tijdsnede T1 goeddeels begraven raakt.

De workflow van de modellering is samen te vatten in 5 stappen:

1. Kopiëren van alle basisgegevens naar de modelleeromgeving (mappenstructuur)
2. Standaardiseren van de basisgegevens (projectie, dekking, celgrootte, cel-middens)
3. Basisbestanden voorbereiden (zie 3^e kolom tabel 3.2)
4. Modelleren 'attentiediepte' landschapsoppervlakken einde T1, T2 en T3
5. *Clipping*-operaties met erosiegrids en gebiedsgrens

Stap 4 betreft de eigenlijke modellering. In deze stap wordt al uitgangspunt voor elk hoogtemodel de vlakdekkende paleogroundwaterspiegel genomen van het eind van de tijdsnede. De NAP-hoogtes van het grondwatervlak worden vervolgens vergeleken met de hoogtes van enkele geselecteerde geologische eenheden uit de GeoTOP modellering, waarbij de meest conservatieve hoogte wordt overgenomen. De basisregel voor vergelijking en overname in het paleohogtemodel is: Als Sedimenthoogte > Grondwaterhoogte, dan Sedimenthoogte, anders Grondwaterhoogte.

De hierin betrokken selectie van relevante laagvlakken is voor elke tijdsnede anders. Per paleohogtemodel waren de gebruikte gegevensbronnen:

- T0 = grondwaterspiegel 8800 v. Chr. + Top Pleistoceen
- T1 = grondwaterspiegel 3400 v. Chr. + Top Pleistoceen + Top Basisveen
+ Top T1 geulen + Top Wormer + Top Zandvoort T1
- T2 = grondwaterspiegel 1500 v. Chr. + Top Pleistoceen + Top Basisveen
+ Top Hollandveen+ Top T1&T2 geulen + Basis Walcheren + Top Zandvoort T2
- T3 = grondwaterspiegel 900 n. Chr. + Top Pleistoceen + Maaiveld
+ Top T1&T2&T3 geulen

In Stap 5 worden de geërodeerde gebieden uit de paleohogtemodellen geclipd. In gebieden waar het landschapsoppervlak verwacht wordt aangetast te zijn (lokaal geërodeerd, elders lokaal gepreserveerd; erosiestatus 2 in T0123.shp) is de hoogte uit Stap 4 behouden. De hoogtemodellen geven voor deze gebieden dus een conservatieve minimumdiepte aan.

Merk op dat voor T4 op dit moment alleen een maaiveld-bathymetrie grid beschikbaar is (zie ook §4.4), maar géén attentiediepte-grid in de zin van §2.4. Dat uitrekenen vereist eerst het compileren van een landelijk dekkend grid voor de huidige via polderpeilen gehandhaafde grondwaterstanden. In poldergebieden en droogmakerijen is het wel mogelijk de

maaiveldhoogte als attentiediepte op te vatten. Ze ligt er decimeters tot enkele meters (Erkens et al. 2016) onder de 'T3' grondwaterspiegel van ca. 900 AD (Cohen 2005; Koster et al. 2016; Pierik et al. 2017).

3.3.3 Eindproduct: Bundel hoogtemodellen

De bundel rasterbestanden met de paleohoogtemodellen ('hoogtegrids') is het hoofdproduct van het project RCE-10A (Box 3.2). De paleohoogtemodellen geven een attentiediepte (§2.5) voor die gebieden waar landoppervlakken goeddeels gepreserveerd en waar ze slechts lokaal aangetast verondersteld worden te zijn (klassen 1 en 2 uit Tabel 2.1). In gebieden waar de oppervlakken geërodeerd zijn dragen de rastercellen geen waarde. Als toch een attentiediepte gewenst is voor delen van het studiegebied waar gepreserveerde oppervlakken die dat zouden kunnen staven ontbreken kan eventueel teruggevallen worden op de grondwaterspiegelinterpolaties

De verdere producten zijn de in de vervaardiging betrokken basisbestanden (in rasterformaat) en afgeleide bestanden die attentiediepte als minimale begravingsdiepte beneden maaiveld uitdrukken, en een benadering van de geaccommodeerde dikte geven (zie §2.5). Daarbij is het GeoTOP maaiveld-grid gebruikt (§4.4.2) en de celgrootte van 100x100m aangehouden. Een gebruiker zou, in een lokale studie voor een deelgebied, zulke berekeningen ook zelf kunnen herhalen met AHN hoogtebestanden met 5x5 m of 2x2 m celgrootte.

BOX 3.2 Overzicht digitale producten RCE-10A

Hoofdproduct: T0, T1, T2, T3 hoogtegrids in meters t.o.v. NAP

De paleohoogtemodellen, berekend in meters (t.o.v. NAP) voor het begraven landschapsoppervlak uit de betreffende tijdsnede, waar deze volgens de kartering RCE-10B gepreserveerd is.

Basisbestand: Maaiveld grid ('mv') in meters t.o.v. NAP

De top van GeoTOP wordt gevormd door het maaiveldbestand. Dit bestand is voor de hoogtemodellen buiten het bereik van GeoTOP aangevuld door het maaiveld van het landsdekkende DGM.

Basisbestand: T0, T1, T2, T3 grondwaterspiegelgrids in meters t.o.v. NAP

De grondwatervlakken voor T0, T1, T2 en T3 voor het hele project gebied zijn gebaseerd op resultaten uit het UU-TNO project 3D VEEN.

Basisbestand: Top Pleistoceen grid ('toppl') in meters t.o.v. NAP

Het Top Pleistoceenbestand definieert de ondergrens van de paleohoogtemodellen. Dit vlak is samengesteld uit het gemodelleerde Top Pleistoceen van GeoTOP, aangevuld met een landsdekkend stuurvlak (versneden Top Pleistoceen).

Afgeleid product: T0, T1, T2, T3 hoogtegrids in meters beneden MV

Deze grids zijn berekend uit de paleohoogtemodellen en het maaiveldgrid.

Afgeleid product: T01, T12, T23 en T34 'accommodatie-dikte' grids

Deze grids zijn berekend uit de paleohoogtemodellen ($T01 = T1 - T0$; $T12 = T2 - T1$ etc.)

3.4 Samenvatting Totstandkoming Archeologische Landschappenkaart (RCE)

Met bijdrage van B. Smit (RCE)

De Archeologische Landschappenkaart van Nederland (Rensink et al. 2015, 2016) is door de Rijksdienst voor het Cultureel Erfgoed ontwikkeld in het kader van het programma Kenniskaart. Voor Pleistoceen Nederland levert deze kaart het landschapsbeeld voor periode T0 t/m T4 (alle beschouwde perioden), en voor Holoceen Nederland het landschapsbeeld voor periode T4 (Staatssamenlevingen). De gebiedsindeling van de Archeologische Landschappenkaart is een verfijning van die in zogenaamde Archeoregio's (Groenewoudt 1994; Lauwerier & Lotte 2002). Uitgebreide toelichting en uitleg over deze kaart (Rensink et al. 2015, 2016) en een technische handleiding (Kosian 2015) zijn beschikbaar. Een Engelstalige hoofdstukbijdrage over de kaart is ook beschikbaar (Rensink et al. 2017).

Op de Archeologische Landschappenkaart van Nederland staat de relatie tussen landschap en mens in het verleden en, als afgeleide hiervan, de relatie tussen het hedendaagse landschap en het archeologisch bodemarchief centraal (zie ook §2.7). De op de kaart afgebeelde ruimtelijke eenheden (landschappen en landschapszones) zijn daarbij op nationale schaal ook vanuit archeologisch oogpunt relevant en onderscheidend. De begrenzingen van de op de kaart afgebeelde ruimtelijke eenheden zijn gebaseerd op een combinatie van landschappelijke én archeologische kenmerken. Een zinvolle toepassing van de kaart voor archeologische doeleinden (bijvoorbeeld analyses op nationaal niveau) was een belangrijk uitgangspunt bij het samenstellen en indelend opzetten van de kaart.

3.4.1 Basisbestanden

In de keuze van bronnen voor de kaart is uitgegaan van het idee dat de Nederlandse landschappen in het verleden op verschillende wijzen zijn gebruikt en als gevolg hiervan specifieke archeologische kenmerken hebben. De volgende criteria zijn hierbij gehanteerd: de vormkenmerken van het landschap, de eigenschappen van de bodem, de ouderdom van landschappen en landschapszones en de fysische eigenschappen van landschappen en landschapszones.

Het basisbestand dat voldoet aan deze criteria en primair gebruikt is voor de Archeologische Landschappenkaart van Nederland is de digitale geomorfologische kaart van Nederland 1:50:000 (Alterra; Koomen & Maas, 2004). Deze bron is aangevuld met informatie uit digitale en analoge Bodemkaarten van Nederland (Alterra), de analoge Geologische kaarten van Nederland (RGD). Verder is een droogmakerijenbestand (intern RCE) gebruikt en voor de kleigebieden in Noord Nederland en Zuidwest Nederland is een selectie van historische kaarten geraadpleegd (Sgroten 1595: Madrileense Atlas; Aertsz 1660; Visscher 1670: 'T Hoogh-heemraetschap vande uytwaterende sluysen in Kennemerlant ende West-Frieslant, In: Germania Inferior of Kaert-Boeck van de XVII Nederlandtsche Provincien). De ligging van tektonische breuken volgt een digitaal bestand van TNO-GDN (<https://data.overheid.nl/data/dataset/breuken>).

3.4.2 Kaartbeeld en legendaopzet

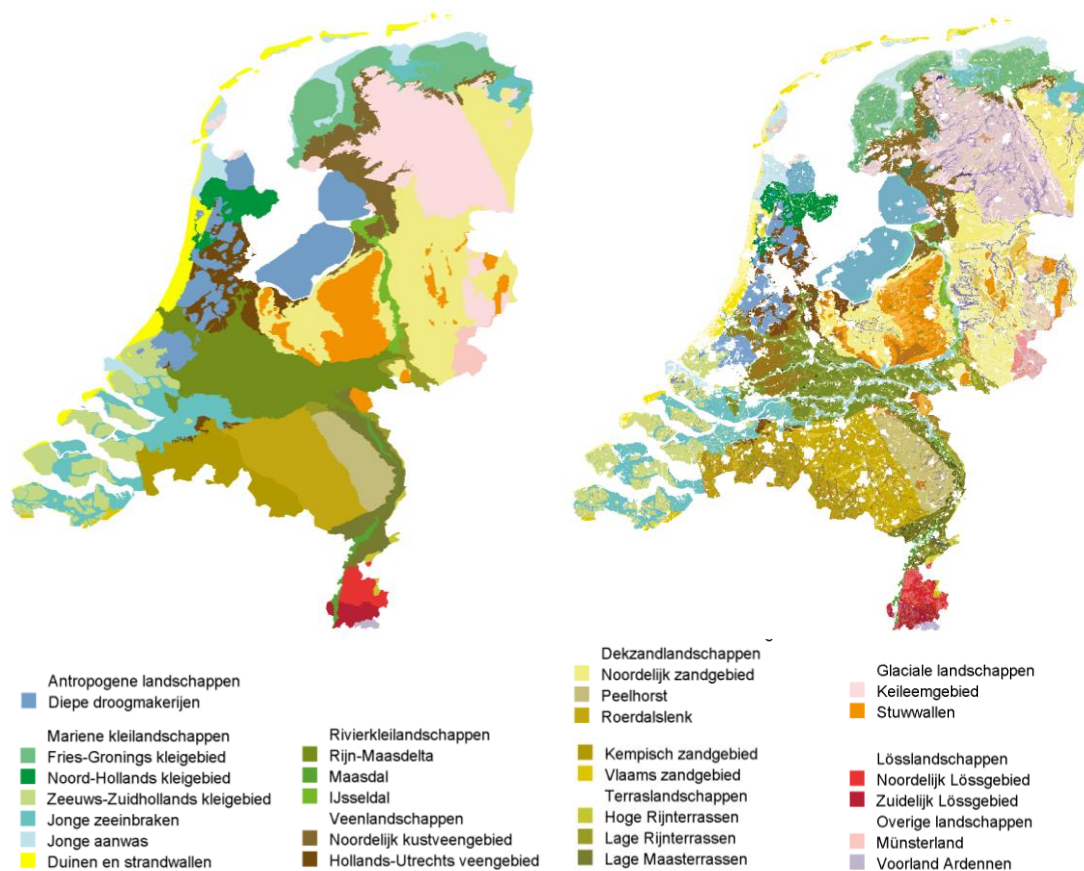
De keuze voor de definitie van landschappen en landschapszones is bepaald op basis van landschappelijke kenmerken en archeologisch informatie. De variatie waardoor het landschap is gevormd, geldt ook voor de manier waarop de mens in het verleden het landschap gebruikte. In talrijke regionale archeologische studies wordt het belang van het natuurlijke landschap voor de wijze van gebruik in prehistorische en historische tijd benadrukt (Groenewoudt & Ankum 1990; Deebe et al. 1997, 2002; Van Beek 2009; Peeters 2007; Spek 2004; Spek et al. 2015). Ondanks de belangrijke betekenis ervan, mag het natuurlijke landschap niet worden gezien als een 'statisch decor' van menselijk activiteit in het verleden. Vaak gaat het om een continue, dynamische relatie en interactie tussen mens en het abiotische en biotische landschap en de veranderingen die hierin vanaf de vroegste bewoning tot in de Nieuwe tijd zijn opgetreden (bv. Peeters 2007). De aan de hand van landschappelijke en archeologische informatie gedefinieerde landschappen en landschapszones zijn bepaald op basis van expertise van medewerkers van de RCE. De ingebrachte kennis had vooral betrekking op de landschappelijke ligging van opgegraven of tijdens archeologische begeleiding aangetroffen vindplaatsen. Op basis van deze toetsing zijn waar nodig correcties aangebracht (Rensink et al. 2015, 2016).

De uiteindelijke 'Archeologische Landschappenkaart van Nederland' kent 26 archeologische 'landschappen' (Figuur 3.4) en 39 'landschapszones' (Figuur 3.3). Hierin zijn 'landschappen' gebieden die gekarakteriseerd worden door specifieke landschappelijke genese en eigen bewoningsgeschiedenis en waarin onderlinge verschillen kleiner zijn dan die tussen verschillende landschappen. Binnen de landschappen worden verschillende geomorfologische eenheden onderscheiden, en dit zijn de archeologische *landschapszones*.

Met betrekking tot de naamgeving van de landschapszones is gekozen voor fysisch geografische / geomorfologische termen, zoals: dekzandruggen, kwelders, beekdalbodems, hoge duinen. Zie ook aanvullingen op deze indelingen opgenomen Bijlage 2B: §3.3.

De 39 typen landschapszone zijn in steeds wisselende samenstelling in de 26 landschappen vertegenwoordigd. Het betreft hier de eenheden 1-38 uit Tabel 3.1 en eenheid 41 (verdrinkend getijdegebied: wadden) voor landvormen van de Diepe Droogmakerijen in Noord en Zuid-Holland te klassificeren. Gebruik van laatste eenheid is bij de versieovergang van 1.5 naar 2.x uit de toen inmiddels ingevoerde aanvullingen voor de Begraven Landschappenkaart overgenomen. De combinatie van landschappen met landschapszones leidt tot een kaartbeeld met ruim 200 legenda-eenheden voor heel Nederland (Figuur 3.4).

De legendakleuren van de landschappenkaart volgen in de standaardopmaak (Kosian 2015; Rensink et al. 2015, 2016) een vaste structuur die aansluit bij informele conventies van de Nederlandse geomorfologische, geologische, bodemkundige en paleogeografische kartertradities. In de eerste plaats is een hoofdkleur per landschap toegekend. De landschapszones hebben binnen ieder landschap overeenkomstig een subkleur gekregen, met als doen een zo rustig mogelijk kaartbeeld (dat daarmee ook als onderlegger voor archeologische punt- en lijngegevens kan dienen).



Figuur 3.4: Indelingen Archeologische Landschappenkaart (Rensink et al. 2016ab). Het linker paneel toont de gebiedsopdeling in 26 Archeologische Landschappen. Het rechter paneel toont de ca. 200 verdere schakeringen die ontstaan na combinatie met de 39 onderscheiden landschapszones.

Als voorbeeld: de landschapszone dekzandrug heeft in landschap Noordelijk zandgebied een geeltint gekregen overeenkomstig de hoofdkleur van dat landschap. Dezelfde landschapszone in een ander landschap, bijvoorbeeld in het Kempisch zandgebied, heeft een bruintint gekregen, overeenkomstig de hoofdkleur van dat landschap. Anders dan in de weergave zoals in de MXD KLEIN en de figuren in dit rapport, verschiene de landschapszones in de Archeologische Landschappenkaart in de verspreiding door RCE dus per landschap van kleur. Voor alle duidelijkheid: in dit rapport is de kleurschaal voor landschapzonering (Figuur 2.1) wel gebaseerd op het palet dat in de Archeologische Landschappenkaart is gebruikt.

4 Overzicht digitale producten

4.1 Bestandenoverzicht

Dit hoofdstuk dient ter ondersteuning bij het (eerste) gebruik van de geproduceerde landschapskaarten, gebruik makend van een standaard kaartopmaak bestand in de Digitale Bijlage. Het maakt de lezer in stappen wegwijs in de digitaal aangeleverde kaartbestanden en hoogtemodellen. De legenda's voor 'landschapszone' en 'erosiestatus' worden uitgelegd, en er wordt getoond hoe het laagsgewijs stapelen en maskeren van kaartbeeldvisualisaties in interactieve ontsluiting in GIS uitwerkt.

4.1.1 Groepen bestanden

De belangrijkste digitale producten uit de projectoplevering zijn:

- Serie Landschapskaarten T0, T1, T2, T3 (shapefiles; vector-data)
- Serie Paleohoogtemodellen T0, T1, T2, T3 (grids; raster-data) en afgeleide producten
- ArcGIS project files (*.MXD) met de legendaopmaak en laagvolgordes, en de folderstructuur voor al het digitale kaartmateriaal.

Als brongegevens, ter documentatie en voor toekomstig onderhoud zijn verder meegeleverd:

- [kopie van] de geldende versie van de Archeologische Landschappenkaart
- [kopieën van] Basisbestanden in hun gebruikte versie (shapefiles; vector-data)
- [kopieën van] Hoogtemodellen, Top-Pleistoceen en huidig maaiveld (grids; raster-data)

Buiten de digitale kaartbestanden (shapefiles) en opmaakbestanden (ArcGIS MXD, LYR) is in de vorm van een ArcGIS Toolset de set scripts waarmee de landschapskaarten opnieuw uit de basisbestanden te genereren zijn meegeleverd.

Een en ander is conform sectie 5 van het Plan van Aanpak (Bijlage 3) en de leveringsvoorwaarden bij het aangaan van de opdracht (Arvodi-2014; met clausules): er worden nieuwe digitale kaartbestanden geleverd; er zijn kopieën van bronbestanden bijgevoegd, en de geautomatiseerde methode is opgeleverd.

De opmaakbestanden bij het digitale kaartmateriaal zijn opgeleverd in het ArcGIS 10 formaat, waarin vervaardigingsmethodiek, kaartbeeldopbouw en legenda oorspronkelijk waren ontwikkeld. Het digitale kaartmateriaal (shapefiles en hoogtegrids, Box 3.1 resp. Box 3.2) zijn ook eenvoudig te importeren en gebruiken in andere GIS softwarepakketten, zoals MapINFO en Q-GIS. Het importeren van de legenda-opmaak vanuit ArcGIS naar andere software is wat bewerklijker. Aan de GIS-gebruiker voor wie dit aan de orde is, staan de toelichtingen over bestands- en legendaopbouw in dit rapport en bijlagen ten dienste.

4.1.2 Versienummering synchroon met Archeologische Landschappenkaart

Net als voor de Archeologische Landschappenkaart is ook voor de Begraven Landschappenkaart en de paleohoogtemodellen een versienummering ingevoerd.

De mei-juni 2016 oplevering van kaartlaag T0123, gesynchroniseerd met kaartlaag T4 in versie 2.1, krijgt als nummer 2.1.1 en is na werkzaamheden aan de gebiedskaart in augustus 2016 tot versie 2.1.4 opgeklommen.

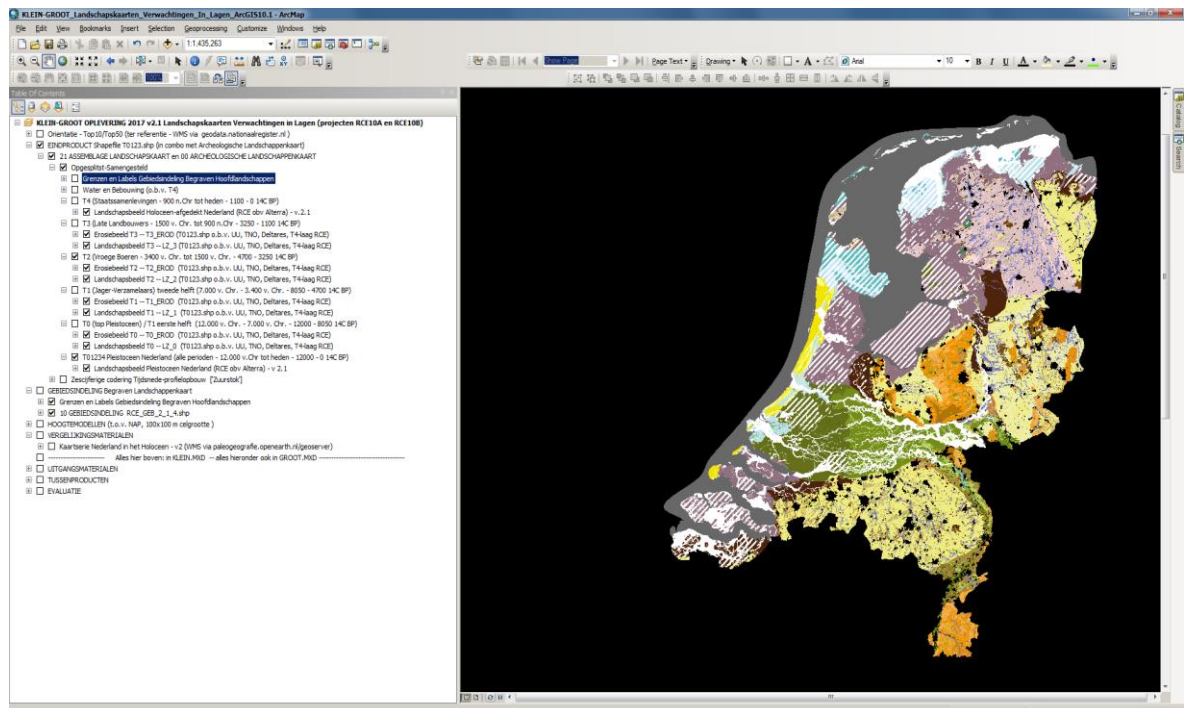
Als een nieuwe versie van de Archeologische Landschappenkaart publiek beschikbaar komt (bijvoorbeeld: versie 2.5), dan kan ook de kaartlaag T0123 in een nieuwe versie uitkomen en dit veranderd dan de eerste twee cijfers (2.1.4 wordt 2.5.1). Als om een andere reden, zoals

het beschikbaar komen van actualisaties van de geologische basisbestanden, een nieuwe versie van de Begraven Landschappenkaart T0123 wordt uitgebracht, dan gaat dat met een wijziging van het laatste cijfer gepaard (2.1.4 wordt 2.1.5).

Ook op set hoogtemodellen voor de begraven landschappen is deze systematiek toe te passen. De in 2015 opgeleverde versie (deelrapport RCE-10A; Dambrink et al. 2015) zou in het nu ingevoerde systeem versie 1.x.x moeten hebben. Op de nalevering van vervangende hoogtemodellen in 2017, op basis van Archeologische Landschappenkaart v.2.1 en Begraven Landschappenkaart v.2.1.4 kan versienummer v.2.1.4 opnieuw worden berekend en uitgeleverd (zie §4.2.3).

4.2 MXD 'KLEIN' als ingang

Bij de set GIS-bestanden (directories met shapefiles) hoort een ArcGIS projectbestand (*.MXD) met een standaard legendaopmaak en laagvolgorde. Dit hoofdstuk beschrijft het MXD-bestand 'KLEIN' (Figuur 4.1), dat de belangrijkste shapefiles en rasters ontsluit (Box 4.1) en daarmee de ingang is tot het gaan werken met de bestanden in GIS. De MXD 'Klein' ontsluit de eindproducten (T0123 + hoogtemodellen) en de beginproducten van het project ('gebiedsindeling'). De kaartbeelden in de MXD KLEIN gebruiken de legenda's zoals die in dit opleggerrapport besproken zijn in H2 en H3.



Figuur 4.1 Screenshots van de MXD KLEIN / GROOT. In de laaggroep 'Opgesplitst-Samengesteld' is het voor het projectgebied 'Holoceen' Nederland het kaartbeeld voor Tijdsnede T2 aangevinkt. Voor 'Pleistoceen' Nederland is het kaartbeeld T01234 aangevinkt (Archeologische Landschappenkaart). Vergelijk Figuur 1.1 en 2.1 en 2.2. Vergelijk met de weergave in Figuur 2.3.

BOX 4.1 Hoofdgroepen kaartlagen in MXD KLEIN

EINDPRODUCT Landschapskartering Opgesplitst-Samengesteld	Opdracht RCE-10B (dit rapport) Serie lagen per tijdsnede
T4 Water en Bebouwing	
T4 Landschapszoning ('Holoceen' NL)	§2.1, §3.4, Rensink et al. 2016b
T3 Erosiemaskering	§2.4, §3.1, Bijlage 2A
T3 Landschapszoning	§3.2
T2 Erosiemaskering	§2.4
T2 Landschapszoning	§3.2
T1 Erosiemaskering	§2.4
T1 Landschapszoning	§3.2
T0 Erosiemaskering	§2.4
T0 Landschapszoning	§3.2, §3.1, Bijlage 2A
T01234 Landschapszoning ('Pleistoceen' NL)	§2.1, §3.4, Rensink et al. 2016b
GEBIEDSINDELING	
Begrenzing en nummering	§3.2; Bijlage 2B
HOOGTEMODELLEN eindproduct Attentiedieptes per Tijdsnede	Opdracht RCE-10A (TNO-GDN) §2.5, §3.1; Bijlage 1A
GeoTOP Huidig Maaiveld & Top Pleistoceen	o.b.v. Stafleu et al. 2012
Grondwatervlakken	o.b.v. Koster et al. 2016
VERGELIJKINGSMATERIALEN	Vos & De Vries (2013)
Kaartserie Nederland in het Holoceen (WMS)	Deltares/ TNO-GDN/RCE

Naast de MXD 'KLEIN' is er ook een MXD 'GROOT'. Die bevat buiten de hoofdlagen in Box 4.1, ook een verdere serie kaartlagen die de gebruikte basisbestanden en tussenbestanden tonen. Deze MXD is bedoeld ingangen te bieden voor het andermaal visueel-controlerend kunnen doorlopen van het assemblageproces, en zo eventuele onvolkomenheden te kunnen herleiden op specifieke stappen in de geautomatiseerde procedure en de daarbij bevroegde bronkaarten. Met die insteek is een bespreking ervan opgenomen in het betreffende vervaardigingsrapport (Bijlage 2A: hoofdstuk 5).

Naast MXD's KLEIN en GROOT is ook een serie layerfiles (.LYR) digitaal meegeleverd (subdirectory Layerfiles). Dit zijn geëxporteerde versies van de laaggroepen uit die MXD's. Hun gebruikt kan het openen van de kaartlagen in een eigen GIS-projectbestand vergemakkelijken. Ze kunnen geopend worden in ESRI ArcGIS 10.1 en hoger.

4.3 Digitale ontsluiting Landschapskaarten (RCE-10B)

Ontsluiting van de Begraven Landschappenkaart (eindproduct RCE-10B) vindt plaats in een gegroepeerde kaartlaag, met daarin de verzameling van kaartbeelden voor tijdsneden T0, T1, T2 en T3, gevisualiseerd uit de shapefile 'T0123.shp'. De kartering van de Begraven Landschappen bestrijkt het Holoceen afgedekte deel van Nederland (§2.1, §3.1). Op basis ervan is zichtbaar welke afzettingen en landoppervlakken per tijdsnede van gebied tot gebied in de ondergrond van laaggelegen delen van Nederland verwacht kunnen worden.

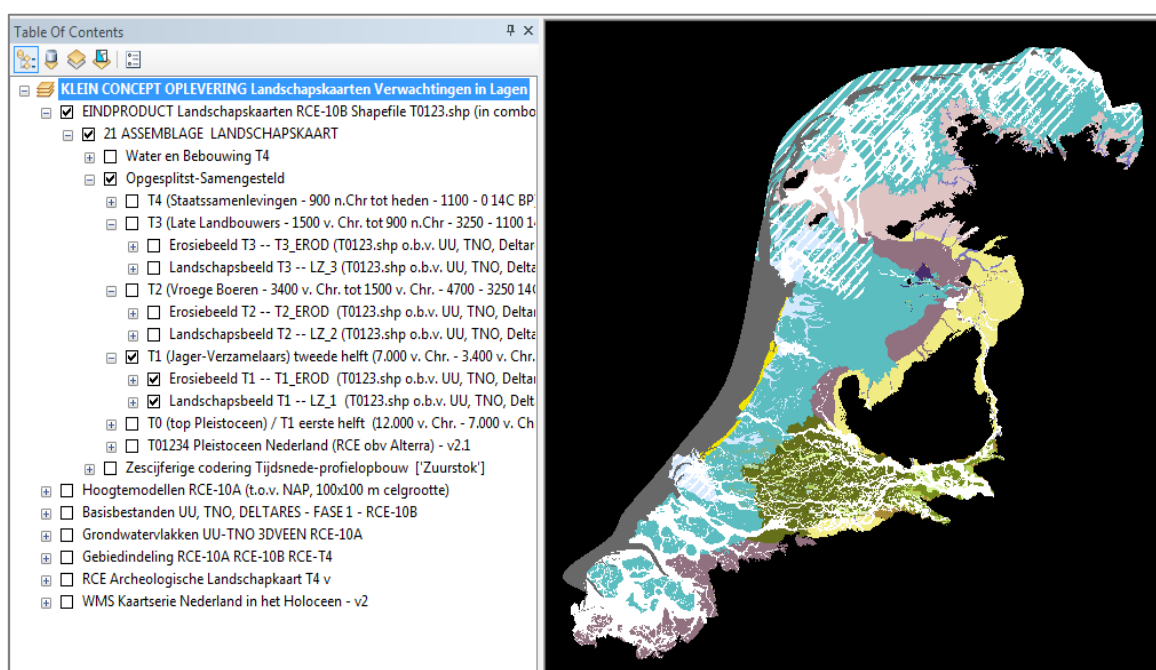
De verzameling is aangevuld met het kaartbeeld voor het huidige landschap van Holoceen laag-Nederland en dat voor Pleistoceen hoog-Nederland, op basis van RCE's Archeologische Landschappenkaart (versie 2.1), gevisualiseerd uit de gelijknamige shapefile (Rensink et al. 2016b). Dit kaartbeeld is landsdekkend, maar is ten behoeve van de samengestelde

vergelijkingen per tijdsnede (Box 4.1 – zie ook Figuur 2.1), gesplitst in aparte kaartlaag voor het ‘Holocene’ deel van Nederland (representatief voor T4) en een deel voor ‘Pleistoceen’ Nederland (voor alle tijdsneden representatief). De splitsing is dezelfde als die bij de definitie van het Projectgebied was gehanteerd (§3.1).

4.3.1 Water en Bebouwing

De weergave van ‘Water en Bebouwing’ is als een derde afgesplitste kaartlaag opgenomen, en dient ter referentie. Bebouwing en Water zijn uit de Archeologische Landschappenkaart overgenomen. Voor ‘buitenwater’ ten behoeve van projectgebiedsdefinitie een losse shapefile gebruikt, die het dekkingsgebied met het oppervlaktewater van IJsselmeer, Markermeer, Waddenzee en verdere buitenwater in het kustgebied heeft uitgebreid. De Begraven Landschappenkaart en hoogtemodellen dekken deze gebieden om moverende redenen wel (§2.1), waar de dat Archeologische Landschappenkaart niet deed.

Deze grote kaartlaag ‘opgesplitst-samengesteld’ toont per tijdsnede twee afzonderlijke kaartbeelden: van landschapstoestand en van preservatiegraad (‘erosiebeeld’). Het eerste laat zien welk type landschap tegen het einde van de betreffende tijdsnede lokaal dominant aanwezig was (legenda uitgewerkt in Figuur 3.2 en Tabel 3.3). Het tweede geeft weer waar het landschapsoppervlak nog in de ondergrond aanwezig is en waar dit gedeeltelijk of geheel is geërodeerd (legenda uitgewerkt in Tabel 2.1).



Figuur 4.2. Erosiebeeld en landschapsbeeld voor (het einde van) tijdsnede T1. Landschapseenheden zijn weergegeven in kleur volgens de standaardlegenda. Er is bijvoorbeeld te zien dat in Noord Nederland landschapsoppervlakken behorende bij getijde-milieus uit tijdsnede T1, over grotere gebieden geërodeerd zijn. In Noord- en Zuid-Holland zijn ze juist grotendeels bewaard gebleven. Vergelijk ook Figuur 2.4.

4.3.2 Opgesplitst – samengesteld

Voor Tijdsneden T0, T1, T2 en T3 zijn alle getoonde kaartbeelden opgebouwd uit een enkele shapefile: T0123.shp, die hiertoe meerdere attributkolommen heeft (zie Box 3.1). Een viertal kolommen bevat de landschapszoneringsinformatie per tijdsnede (2-cijferige codering). Vier verdere kolommen bevatten de informatie over erosiestatus per tijdsnede (1-cijferig codering).

De opeenvolgende kaartbeelden voor tijdsnede T0, T1, T2 en T3 zijn in de MXD opgebouwd door steeds dezelfde legenda op steeds een volgende kolom toe te passen. Voor alle tijdsneden worden de kaartbeelden zo in dezelfde kleurstelling getoond (zie ook: Figuur 2.1, Figuur 2.2).

Voor de landschapszoning per tijdsnede is de gebruikte kleurstelling is afgeleid van die welke in de Archeologische Landschappenkaart was gebruikt (§3.2, §3.4). De kleurstelling (Figuur 2.3) is ook op de weergave voor het huidige landschap in de 'Holocene' en 'Pleistocene' delen van Nederland (Box 4.1: T4; T01234). De Archeologische Landschappenkaart is hiermee in een aangepaste kleurstelling weergegeven dan in haar originele vorm (§3.4, Figuur 3.4; Rensink et al. 2016a).

De erosiestatus per tijdsnede (Tabel 2.1) is in de opzet van de MXD steeds als een tweede kaartlaag over de landschapskartering heen gelegd. De legenda is daarbij zodanig ingesteld dat gebieden waarbinnen erosie volledig wordt verondersteld te zijn als wit af te dekken. Gebieden waar geen erosie wordt verondersteld te hebben aangegrepen, en landoppervlakken uit de bedoelde tijdsnede dus op diepte gepreserveerd verondersteld worden te zijn zijn in de kaartlaag volledig transparant gehouden, zodat de legendakleur van de onderliggende laag zichtbaar wordt. Gebieden waar begraven landoppervlakken uit de bedoelde tijdsnede lokaal gepreserveerd en lokaal geërodeerd geacht wordt te zijn, maar niet tot in nader detail gekarteerd kon worden, hebben een witte arcering gekregen. Figuren 2.2 en 2.3 geven hier een voorbeeld van. Het onderscheid in lokaal en regionaal is gemaakt op grond van de karteerbaarheid van fenomenen bij de huidige stand en praktijk van gegevensverzameling. Lokale fenomenen zijn in die opvatting *niet* systematisch landelijk te karteren, terwijl *regionaal* aangrijpende erosie wel systematisch te karteren is en dus op landelijke schaal in basisbestanden bij te houden (§2.4).

4.3.3 Gebiedsindeling

De 'Gebiedskaart' is als shapefile opgeslagen in directory 10_Gebiedsindeling. Van de coderingen in deze kaartlaag wordt veel gebruik gemaakt in de productie van de landschapskaarten en kaarten van erosiestatus per tijdsnede (Bijlage 2A). In de MXD Klein bestaat de hoofdgroep 'Gebiedsindeling' uit twee gegroepede kaartlagen

De eerste kaartlaag visualiseert de Gebiedsindeling naar Begraven Hoofdlandschappen, op basis van de attributkolom H_B_HFD. Dit is de indeling die in §3.2 besproken is. Ze wordt o.a. gebruikt is als ingang in het beschrijvingen-deelrapport (Bijlage 2B: Cohen 2017). De tweede kaartlaag visualiseert per tijdsnede de uitgangswaarden voor landschapszoning en erosiestatus, gebruikt in de rol van de kaart als vlakdekkende onderlegger bij het samenstellen van de kaartbeelden (§3.1 en uitgebreider besproken in Bijlage 2A: §2.2). Voor het landschapsbeeld van iedere tijdsnede is uit de onderlegger de uitgangswaarde af te lezen, en met de landschapzone in de uiteindelijke kaartbeelden te vergelijken.

4.4 Digitale ontsluiting Hoogtemodellen

4.4.1 Paleohoogtemodellen

Hoogtemodellen voor tijdsneden T0, T1, T2 en T3 zoals voor het projectgebied gemaakt binnen het deelproject RCE-10A, worden gevisualiseerd in een verder groep kaartlagen. De hoogtemodellen zijn opgeslagen als losse grid-bestanden.

De vier paleohoogtegrids geven een 'attentiediepte' (verticale positie t.o.v. NAP) voor begraven oppervlakken uit de genoemde tijdsnede. Daarvan afgeleide bestanden die de begravingsdiepte in meter t.o.v. maaiveld weergeven, en de accommodatiedikte geven zijn als verdere kaartlaag opgenomen (Box 4.1). In gebieden waar wijdverbreid erosie heeft plaatsgevonden en materiaal uit het einde van de tijdsnede is geërodeerd, bijvoorbeeld bij een ingesneden geullichaam is geen attentiediepte uitgeleverd. Zie §2.5, §3.3 en Bijlage 1A (Dambrink et al. 2015). De nalevering van op versie 2.1.4 gesynchroniseerde hoogtemodellen uit 2017 (Bijlage 1B) is in de hier besproken digitale oplevering opgenomen, en heeft de oorspronkelijk uitgeleverde bestanden vervangen.

4.4.2 Maaiveld en top-Pleistoceen

Ter referentie zijn in de hoofdgroep ook kaartlagen die de hoogte van het huidig maaiveld en diepteligging van de top Pleistoceen tonen opgenomen. De betreffende grid-bestanden zijn extracties uit TNO's GeoTOP en DGM+ modelproducten en hebben een resolutie van 100 x 100 x 0,5 meter (zie ook www.dinoloket.nl). Het maaiveldgrid voert terug op Actueel Hoogtebestand Nederland (AHN1 5x5m). Het is ten behoeve van gebruik in de GeoTOP en DGM+ 3D-kartering opgeschaald naar 100x100 meter (Stafleu et al. 2012). Daarbij zijn watergebieden, waar het AHN geen waarde of die van de waterspiegelhoogte gaf, aangevuld met bathymetrische gegevens. Dit gaat op voor de grote rivieren, de grote binnenwateren en de Waddenzee, en geldt ook lokale zandwinputten e.d. Het GeoTOP 'maaiveld'-grid heeft dus een net iets een andere opvatting over 'maaiveld' in watergebieden, dan de hoogtegrids zoals die via www.AHN.nl worden gedistribueerd. Die grids hebben namelijk in de watergebieden ofwel 'NoData', ofwel de hoogte van het wateroppervlak als waarde.

Het top-Pleistoceen grid voert terug op de karterings en geomodelleringsactiviteiten bij TNO-GDN (Stafleu et al. 2012; Van der Meulen et al. 2013). Ze is daar gebaseerd op het iteratief, geautomatiseerd begraven van boringendatabases van TNO-GDN (aangevuld met die van de UU) en interpolatiestappen daarop. Van gebied tot gebied wisselt de geologie van de top van het Pleistoceen. Het betreft een samengesteld grid van de gemodelleerde toppen van meerdere 'pleistocene' formaties (BX, KR, BE, KW, SY, DR, gestuwde formaties etc. www.dinoloket.nl; Stafleu et al. 2012; Stouthamer et al. 2015). Op veel plaatsen komt het top-Pleistoceen grid met het landoppervlak uit tijdsnede T0 overeen (ter plaatste van landvormen ontstaan door de wind en door overstromende rivieren en beken), maar op de laagste plekken in het landschap representeert het grid de bathymetrie ten tijde van T0 (rivier- en meerbodems). Dit was aanleiding een attentiediepte-grid voor T0 na te leveren (Schokker & Stafleu 2017), ander dan het PvA (Cohen & Schokker 2014) dat in eerste instantie voorzag.

4.4.3 Grondwaterspiegels

Deze groep kaartlagen toont de paleogrondwaterspiegel-grids voor tijdsneden T0, T1, T2 en T3, zoals ze gebruikt zijn binnen het deelproject RCE-10A (§3.2). Deze grids voeren terug op resultaten uit het 3D VEEN project (UU-TNO; Koster et al. 2016; Koster 2017). De totstandkoming van de grids en de relatie met het 3D VEEN project is beknopt opgenomen in Bijlage 1A (Dambrink et al. 2015: §2.2). Het gebruiksprincipe is in §2.5 samengevat.

4.5 Verdere groepen kaartlagen

4.5.1 Basisbestanden

De in deze hoofdgroep opgenomen kaartlagen visualiseren de basisbestanden die als uitgangsmateriaal in de landschaps- en erosiekartering zijn verwerkt (§2.2; §3.1; Box 3.1 en 3.2). Het vervaardigingsdeelrapport (Bijlage 2A: Cohen et al. 2017) en de series memo's van project Fase 1 (Bijlage 4: Cohen 2015a-e) geven verdere informatie.

N.B. Het idee van de oplevering van dit project is dat in het Kennisportaal alleen de shapefiles T0123 en T4 gebruikt worden, plus de attentiediepte / hoogtemodellen grids.

Kopieën van de basisbestanden zijn als onderdeel van de opgeleverde digitale bestanden opgenomen omwille van controle en vergelijking van het geleverde product door de opdrachtgever. Het is niet de bedoeling de basisbestanden via het Kenniskaart-portaal publiek te gaan verspreiden.

Zie ook de betreffende passages in het PvA, de offertes en de uitwisselingen over de opdrachtacceptatie in relatie tot Arvodi-2014.

4.5.2 Kaartserie Nederland in het Holoceen

Deze serie paleogeografische kaarten uit de Atlas van Nederland in het Holoceen (Vos et al. 2011), in de tweede generatie (Vos & De Vries 2013; Vos 2015) is in het project gebruikt als referentie- en controle materiaal. Ze zijn in de MXD klein opgenomen ter vergelijking met de Begraven Landschappenkaart. Beide kaartseries tonen de landschappelijke ontwikkelingen van het projectgebied in dezelfde perioden. De legenda's verschillen maar het hoofdkleur-gebruik komt overeen. Beide series gebruiken geel-rood voor zandlandschappen, bruin voor veenlandschappen en blauw-groen voor kustvlakte en rivierdeltalandschappen. De beeldtaal is zodanig dat kaartbeeldvergelijking intuïtief zal zijn.

De beoogde gebruiksschaal van de twee kaartseries verschilt, en ook de aantallen kaartbeelden en benadering van de in tijdsneden bestreken tijd als periodesamenvatting respectievelijk momentopname. De serie Nederland in het Holoceen is bedoeld voor overzicht op landelijke schaal ('schoolkaart'). Voor inzoomen naar regionale paleogeografische kaartseries, wordt naar maatwerkproducten per gebied doorverwezen (Vos 2015). De Begraven Landschappenkaart is bedoeld op uniforme wijze landelijk dekking te bieden voor gebruik op regionale schaal ('geologische kaart').

Het vervaardigingsrapport (Bijlage 2A: §5.2.3) benoemt verdere verschillen tussen beide kaartseries – zoals de expliciete de omgang met preservatie/erosie. De kaartseries Nederland in het Holoceen (Vos & De Vries 2013) en Begraven Landschappen (dit rapport) beogen verschillende doelen en komen voort uit verschillende vervaardigingsfilosofieën en moeten als complementaire producten worden gezien.

De kaartserie wordt weergegeven via een internetconnectie met een 'Web Map Service' (voor URL: zie Bijlage 2A §2.1.6). Dezelfde WMS wordt ook gebruikt bij de Android App versie van de kaartserie: <https://play.google.com/store/apps/details?id=io.cordova.DeltaresPaleoMaps&hl=nl>

5 Vooruitblik op gebruik

5.1 Landelijk dekkende karteringen in lokale PvE's en PvA's

Het op zo direct mogelijke wijze kunnen gebruiken van de hoogtemodellen en de kaartlagen T0123 en T4 in het te ontwikkelen Kenniskaart-portaal, heeft bij de opzet en uitvoering van dit project steeds centraal gestaan. Dat is voornamelijk archeologisch gebruik 'op en rondom een plangebied' in de 'Malta cyclus' – maar ook ander gebruik van de producten is denkbaar, al dan niet via het portaal, en al dan niet omwille van archeologische onderzoeksvragen. Opzet en uitlevering van het product zijn daartoe zo generiek en algemeen mogelijk gehouden.

De kaartproducten en hoogtemodellen zijn vervaardigd en hebben hun primaire gebruik op de 'regionale schaal' van de karteerprogramma's achter de bronbestanden, waarin landelijke dekking nagestreefd werd en word (§2.1; Box 3.1, Box 3.2). Op en rondom een plangebied worden zulke gegevens als het goed is vroeg in het project betrokken, bij het opstellen van een aanbestedingsdocument en Programma van Eisen (PvE; opdrachtgever) of bureaustudie of Plan van Aanpak (PvA; opdrachtnemer eerste fase). Het idee achter het aanleveren de in dit rapport centraal staande kaartproducten is dat zo in die eerste fase op relatief uniforme wijze inschattingen gemaakt kunnen worden ten dienste van het uit te voeren onderzoek. De kaartproducten zijn dan één van de bronnen die de opsteller betreft bij het vaststellen van type en complexiteit van het lokaal uit te voeren onderzoek, inclusief de mogelijkheid dat onderzoek al dan niet specifiek op een hoofdperiode-landschapszone combinatie te richten.

Met het kaartproduct kan er van gebied tot gebied, van periode tot periode, en naar gelang de diepte tot waar een ingreep zal reiken, een specifiek advies gegeven worden over welke gegevensbronnen nuttig zouden kunnen zijn, aan welke aanpakken van prospectief, opgravend en werkzaamheden-volgend onderzoek gedacht zou kunnen worden, en welke onderzoeksvragen er veelal spelen. De opsteller van een PvE of PvA kan op grond van het kaartbeeld bijvoorbeeld adviseren te focussen op een bepaalde gradiënt in het terrein die op grond van de landschapszoning wordt voorspeld (verkennend onderzoek dwars op een geul-as bijvoorbeeld, of er juist langs in de oeverzone).

5.2 Gebruiksgedachten bij opname in kennisportalen

Kennisportalen brengen verschillende soorten gegevens bijeen en kaartproducten zijn daarbij krachtige ruimtelijk-opdelende gegevensdragers en toegangsvormen. Als hulp bij het focussen op de voor een gebied relevante zaken kan in een daartoe ingericht portaal een automatisch advies worden samengesteld, dat dan is opgebouwd uit tekstfragmenten 'per landschaps-hoofdeenheid, -zone, en periode', die gekoppeld aan het inzoomen op de kaart gedoseerd aangeboden kunnen worden. De tekstfragmenten moeten dan komen uit een hiertoe door experts gevulde database met beknopte feitelijke informatie en aanbevelingen, met doorverwijzingen naar verdere bronnen.

In de landschaps-archeologische praktijk betreft dat landschappelijke en archeologische deelinformatie, en verwijzingen naar vakliteratuur, naar relevante gemeentelijke verwachtingskaart(en), en bijvoorbeeld de nationale onderzoeksagenda archeologie (Groenewoud et al. 2016: NOaA 2.0). De opsteller van een PvE of PvA in de Malta-cyclus, maakt dan gebruik van wat het kennisportaal aanreikt, en zal daarbuiten per geval moeten en willen aanvullen en aanpassen met locatie-specifieke en project-specifieke informatie. Daarna kan tot een zorgvuldig afgewogen beslissing op maat gekomen worden: een landschaps-

advies dat is gebaseerd op alleen de gegevens uit het Kenniskaart-portaal zal nooit meteen dat locatie-specifieke advies zijn. Het Kenniskaartportaal is bedoeld breed gedragen, *gemeenschappelijk startpunten* voor uit te werken specifieke adviezen te leveren.

Van de in het kennisportaal hierboven genoemde op te nemen informatie, stelt dit rapport verder de landschapskartering en –indelingen centraal. Het door Deltares, TNO-GDN en UU aangenomen project beperkt zich daarmee tot het aanleveren van fysisch geografische vulling voor het kennisportaal. Het daadwerkelijk verbinden van deze informatie met de verdere diverse archeologische inhoud (kennis, kunde en pragmatiek; zie ook §2.7) is de verantwoordelijkheid van de opdrachtgever. De vervaardigde digitale producten zijn overigens zo algemeen geologisch-geomorfologisch van inhoud en generiek van opbouw, dat ze bijvoorbeeld ook gebruikt zouden kunnen worden in een op polderhydrologie of geotechniek of landschapseducatie gerichte kennisportalen.

Voor wat betreft het tonen van de kaartbeelden aan bedoelde gebruikersgroepen, was het belangrijk een manier van visualiseren te vinden die de informatie in eerste instantie sterk gedoseerd aanbiedt (vier kaartlagen, met intuïtieve kleuren). Dit is nagestreefd door het hoofdkleur-gebruik in de legenda's aan te laten sluiten op de kleurstellingen in de Archeologische Landschappenkaart (§3.2, §3.4), en ook op de inmiddels bekende beeldtaal van de paleogeografische kaartserie Nederland in het Holoceen (Vos et al. 2011; Vos & De Vries 2013). Hiermee worden in een kennisportaal de basale en gevorderde professionele gebruiksniveaus gediend, zoals die in Box 5.1 onderscheiden zijn (naar Bijlage 2A: H5).

Box 5.1 Niveaus van voorzien professioneel gebruik

Basaal ingangsniveau (kaartportaal + oplegger):

- Kaartbeeld in intuïtieve kleuren, met nadruk op gepreserveerd landschap
- Vier kaartlagen voor de vier tijdsneden T0, T1, T2, T3 in zelfde portaal als T4 (Holoceen NL) en T01234 (Pleistoceen NL) op basis van de Archeologische Landschappenkaart.
- Klik op kaart geeft zeer korte omschrijving van *eerst* erosiestatus en daarna landschapszonerings- en attentiediepte, met uitnodiging door te klikken naar gesplitste langere archeologische en paleogeografische verklarende teksten.

Gevorderd gebruik (kaartportaal + MXD KLEIN + oplegger + Bijlage 2B):

- Kaartbeeld visualisatie is op gesplitst naar landschapszone en erosiestatus.
- De maskering van het landschapsbeeld door de erosiekartering kan opgeheven worden.
- Kaartbeeld informatie gecombineerd met de hoogtemodellen gebruiken.
- GIS bestanden zijn downloadbaar en/of via een webmap service in te laden.
- Gebruik in de (geo)archeologische sector (toegepast, beleid/beheer, academisch)
- Gebruik in de geologisch-geomorfologische sector (hydrologie, bodem)
- Verkennend gebruik in bredere geo-sector (planologie, civiel infrastructureel)

Expert gebruik (MXD GROOT + oplegger + Bijlage 1A + Bijlage 2A):

- Toetsende statistische beschouwingen van de kartering in combinatie met andere data.
- Combinatieberekeningen hoogtemodellen, paleogroundwaterspiegels, AHN, GeoTOP
- De vervaardigingsscripts downloaden, fundamenteel testen kwaliteit van de kartering.
- Onderhoud van de kaartproducten binnen karterende instituten (versie updates).

Verspreiding van de kaart via het Kenniskaartportaal bedient de eerste twee niveaus, en verwijst voor het derde door naar het Data Repository in EasyDANS (2017 in te richten)

NB: **oplegger** = dit rapport

Een gebruiker kan ook besluiten de informatie op eigen wijze te raadplegen en gebruiken in projecten, via download URL's naar het daadwerkelijke GIS materiaal en de bijbehorende rapporten. De in het GIS-bestand op polygoonniveau in meerdere attributkolommen per tijdsnede opgeslagen coderingen voor landschapszoning en erosiestatus dienen ook dit expert-gebruik, buiten het portaal. Als documentatie staat de gebruiker hiervoor de vervaardigingsdeelrapporten bij hoogtemodellen en Begraven Landschappenkaart ter beschikking (Dambrink et al. 2015; Cohen et al. 2017).

5.3 Gebruik tijdens bouw van RCE's Kenniskaartportaal

De geproduceerde kaarten en hoogtemodellen dienden bij de lancering van het Kenniskaartportaal in dat portaal te worden opgenomen, en daar gekoppeld aan informatie uit andere digitale kaartproducten en databases zoals de RCE die heeft opgelijnd (Lauwerier et al. 2017), met name de Archeologische Landschappenkaart (Rensink et al. 2016). Vooruitblikken op de technische implementatie van de opgeleverde producten in het Kenniskaart-portaal is steeds onderdeel van agenda en presentaties geweest in tussentijdse overleggen met de opdrachtgever (§1.2).

Bij de RCE werd met het technisch inrichten van het Kenniskaartportaal in 2015 gestart, en de laaggroep 'opgesplitst-samengesteld' in de toen reeds in concept opgeleverde MXD KLEIN (§4.2) diende voor wat betreft de implementatie van de kaartbeelden naar tijdsnede als ontwerpaanzet. De manier van weergeven kon bij het verder ontwikkelen van het portaal naar behoefte kon worden aangepast. In die ontwerpaanzet was het belangrijk een manier van visualiseren te vinden die de informatie in eerste instantie sterk gedoseerd aanbiedt (4 kaartlagen met intuïtieve kleuren; zie ook §3.2). De kaartbestanden konden verder al gebruikt worden in de bij RCE doorlopen stappen tot het vullen van verdere portaal-databases met archeologische informatie, en het afregelen van de dosering van het gekoppelde Kenniskaart-informatieaanbod aan portaalgebruikers.

Bij het legendaontwerp en het tonen van de kaartbeelden in het Kenniskaartportaal is het belangrijk dat bij zoomen en/of klikken in de viewer, ook detailinformatie interpreteerbaar gehouden wordt. Het portaal zou dan legenda's met toelichtingen op maat voor het zoomgebied, en uitleesmogelijkheden voor begravingsdiepte en voor het rouleren tussen kaartbeelden per tijdsnede moeten bieden. De informatie wordt dan als een technische kaart, met een groter aantal legenda-eenheden aangeboden. Bij zulk gebruik staan de portaalbouwer en gebruiker voor wat betreft inhoudelijke informatie over de in de kaarten getoonde Begraven Landschappen beschrijvingen ter beschikking (§3.2; Bijlage 2B: Cohen 2017).

5.4 Erosiestatus troeft landschapszoning bij basaal gebruik

De Begraven Landschappenkaart (en ook de hoogtemodellen) zijn te beschouwen als een dubbelkartering, die landschapszoning (resp. trefdiepte) *en* erosiestatus beschrijft, van in de loop van het Holoceen begraven geraakte oude oppervlakken. In deze dubbelkartering, moet die van erosiestatus gezien worden als een filter op die van landschapszoning. Met die gedachte is de erosiekartering in de kaartlaagopbouw als ‘masker’ gebruikt, dat delen van de landschapskartering afdekt (§2.4; §4.3, Tabel 2.1). Zeker bij gebruik van de kaarten op basaal ingangsniveau (zie Box 5.1) is het belangrijk de optelling van erosie en landschap in het getoonde kaartbeeld goed te communiceren. Bij gebruik op hogere niveaus (zie Box 5.1), zal naar verwachting juist de scheiding van de landschapszone- en erosie-status karteringen in aparte attributvelden nuttig blijken, zoals het dat ook in de vervaardiging was (§3.1).

Bij het uitlezen/uitgeven van informatie op basis van een klik op het deels gemaskeerde kaartbeeld, wordt aanbevolen de informatie over erosiestatus voor te laten gaan op die over landschapszoning. Als voorbeeld: Wanneer een polygoon in de kaartlaag aangeeft dat het landschap uit Tijdsnede T2 ter plaatste *niet* gepreserveerd is, moet de uitlezing zijn: “Er is *ter plaatse naar verwachting* geen oppervlak uit tijdsnede T2 bewaard, ooit lag hier *op basis van informatie uit de wijdere omgeving* vermoedelijk landschapszone X.” Met andere woorden, de kartering is ter plaatse specifiek en zekerder van het eerste dan van het tweede. Om die reden is het mogelijk helderder in het Kenniskaartportaal de 3-cijferige combinatiecoderingen (Box 3.1) voor raadpleging op ingangsniveau te gebruiken dan de gesplitste 1-cijferige erosiestatuscodering en 2-cijferige landschapszonecoderingen (naar analogie van de in de Archeologische Landschappenkaart gehanteerde combinatie-coderingen van regio-indeling en landschapszoning; Rensink et al. 2016 en digitale bijlagen).

Waar het kaartproduct stelt dat het landschapsoppervlak voor een bepaalde periode ‘lokaal aangetast’ is, zal gericht lokaal onderzoek nodig zijn (bureauonderzoek naar eerdere waarnemingen, nieuw veldonderzoek) om daadwerkelijk vast te stellen wat de situatie in het plangebied is. Het Kenniskaartportaal kan er voor kiezen in zulke situaties een andere signalerende adviserende tekst te tonen, dan in gevallen van aanzienlijke erosie (regionale schaal, landelijk karteerbaar) of vrijwel algemene preservatie (gezien de geologische geschiedenis van verdrinken en begraven raken van ‘Holoceen’ Nederland).

5.5 Peilschaal- en cursor-uitlezing van hoogtemodellen

Voor wat betreft de paleohoogtemodellen kan het kennisportaal gebruik maken van de verschillende grids (100x100 m celgrootte, midden van de cel steeds hetzelfde bij GeoTOP) met betrekking tot de attentiedieptes, het huidige maaiveldhoogte, de diepteligging van de top van het Pleistoceen, paleogroundwaterspiegels of combinaties van deze grids. In een presentatie in oktober 2015 en in een overleg op februari 2016 is doorgesproken welke grids voor het gebruik in het portaal het meest bruikbare zijn.

Hierbij speelt andermaal de omgang met (i) het verschil tussen ‘landoppervlakken’ en ‘onderwaterbodems’ en (ii) erosiestatus. In het overleg is ook gesproken over peilschaal-achtige visualisaties als ondersteunende informatie in het kennisportaal: dat de gebruiker na een klik ergens op de landschappenkaart, een verticale kolom te zien krijgt die de maaiveldhoogte en attentiedieptes visualiseert (naast getabelleerde tekstuele informatie). In die lijn gedacht zou het wenselijk kunnen zijn, op locaties waar het landschapsoppervlak uit

T0, T1, T2 of T3 niet bewaard is gebleven, toch een inschatting te geven van de toenmalige hoogte van het landoppervlak ter plaatse¹.

Voor een benadering van de oorspronkelijke hoogte kunnen de paleogroundwaterspiegelgrids gebruikt worden, volgens het principe:

Uitlezing = Als Attentiediepte = NoData Dan GWHoogte Anders Attentiediepte

In gebieden met Holoceen-ondergraven Pleistoceen reliëf (aangesneden en geërodeerd door rivier- en kusterosie) zal de oorspronkelijke maaiveldhoogte worden onderschat. En ook in gebieden met voormalige strandwallen kustduinen, die weer zijn opgeruimd, speelt die onderschatting. Oplossingen hiervoor zijn denkbaar (en handvatten zitten in halfproducten uit de GeoTOP workflow), maar vergen nadere uitwerking en ontwikkeling. De benadering via de grondwaterspiegel-geomodellering heeft hier in eerste instantie de voorkeur.

Er kan ook nagedacht worden over de wijze waarop een kennisportaal de attentiediepte uit de hoogtemodellen zou moeten uitleveren, bij een klik op de kaart bij verschillende inzoom-niveaus. In kwalitatieve zin is het idee van het programma Kenniskaart om regionale archeologische kennisoverzichten te geven 'door te klikken op een kaart'. Nu de dichtheid van informatie, de typische grootte van polygonen en mate van nuttig-onderscheidend vermogen duidelijk zijn, moet besloten worden wat 'een klik op de kaart' precies zou moeten bewerkstelligen. Hoe groot moet de zoekstraal van de cursor bijvoorbeeld zijn?

Als alleen informatie op de exacte locatie van de klik op de kaart wordt gegeven, bestaat de kans dat belangrijke omgevingsinformatie wegvalt. Een slimmere cursor zou bijvoorbeeld de oppervlakteverdeling van landschapszones in een cirkel van 250 m of 1 km rondom de kliklocatie kunnen opvragen, en deze informatie ordenen op afstand en gebiedsaandeel. Een nog slimmere cursor gebruikt een wat grotere zoekcirkel waar het informatie op groter diepte betreft (T0 en T1 in west Nederland), dan op geringe diepte. Met andere woorden: attentiediepte-informatie kan gebruikt worden voor zoekcirkel-grootte van de slimme cursor.

Ook met betrekking op de vector bestanden van de Begraven Landschappenkaart en de Archeologische Landschappenkaart kan over een slimmere cursor worden nagedacht. Met weegfactoren en op zoom-niveau afgestelde instellingen zou kunnen worden voorkomen dat bij een klik op de kaart in uitgezoomde toestand, door het portaal per tijdsnede slechts de archeologische informatie gekoppeld aan één toevallige onderliggende landschapszone gespuid wordt, waar het een geschakeerd landschap betreft waar binnen korte afstand een heel aantal landschapszones te vinden zijn.

Het is al met al aan te bevelen wat geo-ICT ontwikkelingstijd te investeren in een slimme cursor interface, als het kennisportaal echt bedoeld is als het primaire raadpleegportaal en niet slechts een sjeke toegangspoort tot het downloaden van het eigenlijke digitale materiaal.

¹ Dat via een WMS-service of API uitleveren en locatie-gebaseerd in een Mobiele App doen is helemaal mooi.

6 Conclusies en aanbevelingen

6.1 Conclusies

6.1.1 Hoofdproducten Begraven Landschappen naar periode en diepte

Het project heeft een landsdekkende digitale kartering van begraven landschappen naar periode en diepte opgeleverd, die de laatste 14.000 jaar in vier tijdsneden bestrijkt en die in aansluit op de Archeologische Landschappenkaart voor het huidige oppervlak. Als onderdeel van de kartering moet steeds expliciet worden vastgesteld of een begraven landschap nog aanwezig is, en op welke diepte ze wordt aangetroffen.

Naast de digitale bestanden is ook de geautomatiseerde wijze van productie (een serie scripts) onderdeel van het voltooide product. De wens uit het Kenniskaartprogramma van opdrachtgever RCE tot het formuleren van verwachtingen in lagen is door de opdrachtnemers aangegrepen om een toekomstbestendig systeem voor kartering en indeling van begraven landschappen te ontwerpen.

Het eindresultaat is opgeslagen in een shapefile (T0123.shp; RCE-10B; Deltares) en een serie rasterbestanden (hoogtemodellen; RCE-10A; TNO-GDN). Dit is naar de opdrachtgever gezamenlijk opgeleverd als digitale bijlage, met ArcGIS MXD files (H4) als ingang tot de gegevens. Een serie deelrapporten documenteert de technische vervaardiging van de kaarten, en de daarbij ontworpen indelingsprincipes. Dit opleggerrapport dient als overall ingang op alle producten en rapportages, zoals tussen 2014 en 2017 opgesteld.

De kaarten zijn naar-landschap-ingedeelde gegevensdragers, bedoeld voor raadpleging en combinerend gebruik in GIS. De digitale producten zijn bedoeld als bouwstenen in het door RCE te ontwikkelen nationale kennisportaal 'Kenniskaart', dat toegang biedt tot 'in de archeologische praktijk bruikbare kennis, onderzoeksmethodieken en kaartbeelden'. De digitale producten zijn ook buiten het kenniskaart portaal beschikbaar en daarmee nuttig inzetbaar in het bredere fysisch-geografische, archeologische en geologische werkveld.

De kartering bestrijkt vier archeologisch relevante tijdsneden en verwerkt daartoe bestaande digitale geologische kaartbestanden zoals die door de betrokken partijen (TNO-GDN, UU, Deltares) worden onderhouden. De kaarten en paleohoogtemodellen naar een geïntegreerd Plan van Aanpak geproduceerd, waarbij uitwisseling plaatsvond tussen de onderdelen landschapkartering (op systemen bij Deltares) en hoogtemodellering (op systemen bij TNO-GDN). Er zijn ten behoeve van de kartering geen nieuwe primaire gegevens verzameld. Er hebben wel voorbereidende en afstemmende bewerkingen op de verschillende te combineren dataproducten plaatsgevonden.

De Begraven Landschappenkaart (en ook de hoogtemodellen) zijn te beschouwen als een dubbelkartering, die landschapszoning (resp. trefdiepte) en erosiestatus beschrijft, van in de loop van het Holoceen begraven geraakte oude oppervlakken. In het gebruik van de kaarten en hoogtemodellen in het kennisportaal, gaat het belangrijk zijn de optelling van erosie en landschap in het getoonde kaartbeeld goed te communiceren. De digitale opleveringsvorm biedt hier via de attribootkolommen meerdere handvatten voor.

6.1.2 Vervaardigingsmethodiek

De kaarten en hoogtemodellen kunnen op geautomatiseerde wijze worden gereproduceerd.

- De productiemethode voor de paleohoogtemodellen is zodanig van opzet, dat deze modellen makkelijk kunnen worden geüpdatet bij uitkomen van nieuwe versies van het ondergrondmodel GeoTOP en/of de grondwaterspiegel 3D-interpolaties '3D VEEN'.
- De productiemethode voor de digitale kaarten is zodanig van opzet, dat bij wijzigingen en actualisaties van basisbestanden, ook de kaartlaag T0123.shp makkelijk opnieuw kan worden gegenereerd.
- Inspectie en controle van de resultaten zal wel moeten blijven plaatsvinden en bij ontwerp wijzigingen in de basisbestanden zullen de scripts ook moeten worden aangepast. Hiertoe dient de documentatie in de vervaardigingsdeelrapporten Bijlagen 1A en 2A.

De productie van de hoogtemodellen is in scripts vastgelegd, geautomatiseerd uitgevoerd, gebruikmakend van de infrastructuur en aantappend op deelresultaten uit de GeoTOP en DGM+ 3D-modelleractiviteiten bij TNO-GDN. Hier is de noviteit dat door laagvlakkartering te combineren met paleogroundwaterspiegel-reconstructies (betrokken uit het project 3D VEEN (TNO-GDN+UU) een zogenoemde 'attentiediepte' is berekend, die conservatief representatief is voor de trefdiepte vanaf waar begraven landoppervlakken uit de beschouwde periode kunnen worden aangetroffen. Zo werden per tijdsnede gegevens en inzichten uit de geologische kartering met inzichten over relatieve zeespiegelstijging en bodemdaling gecombineerd (§2.4, §3.3; §4.4; Bijlagen 1A, 1B).

De paleohoogtemodellen onderscheiden zich van eerdere toepassingen door de grote dekking, en door de unieke combinatie van '3D ouderdomsinformatie' met 'lithostratigrafische 3D-ondergrondmodellen'. Het project heeft daarmee maximaal gebruik gemaakt van de dekking, opzet en toegankelijkheid van basisbestanden zoals die in 2014-2015 bestond.

De productie van de Begraven Landschappenkaart is opgezet volgens wat de 'Basisbestand→Afgeleide kaart' Methodiek is genoemd. In een serie selectie- en combinatiebewerkingen zijn nieuwe kaartbeelden per tijdsnede gegenereerd met een op landelijk archeologisch gebruik gerichte indeling. Die methodiek beperkt handmatig onderhoud en bevordert traceerbaarheid van beslissingen tot opname van elementen in het kaartbeeld van het eindproduct. Die zijn altijd tot beslisregels in de scripts en uitgangswaarden in de basisbestanden te herleiden. Een verdere eigenschap van de 'scripted' productiemethode is dat de kartering betrekkelijk eenvoudig reproduceerbaar en in actualiseerbaar en modulair uitbreidbaar is (§2.2, §3.1; §4.3; Bijlage 2A).

De productie van de Begraven Landschappenkaart onderscheidt zich op twee manieren van eerdere karterprojecten die van basisbestanden gebruik maakten. Ten eerste is dat in het aantal basisbestanden van verschillende makelij dat nu is gecombineerd (N>10), en ten tweede de in dit project beoogde en bereikte gebiedsdekking ('heel Holoceen Nederland').

6.1.3 Aansluiting op Archeologische Landschappenkaart

De in de digitale kartering gevoerde legenda (§2.3, §2.4, §3.2) wordt gedeeld met die van de Archeologische Landschappenkaart zoals ontwikkeld door de RCE (§3.4). Ze is ten opzichte van de aan het oppervlakte voorkomende landschapszones, met 6 eenheden die alleen in begraven posities worden onderscheiden uitgebreid. De tot 45 eenheden uitgebreide gedeelde legenda completeert zo het spectrum van landschappen zoals dat in de jongste 14.000 jaar op het grondgebied van het huidige Nederland heeft bestaan. Er wordt één kleurstelling gevoerd welke in alle tijdsneden gebruikt wordt. Zo ziet men bij digitaal bladeren door de kaartbeelden de landschapszones verschuiven en veranderen. Bij inzoomen op het kaartbeeld van landelijk overzicht naar regionale tot lokale gebruiksschalen, toont de polygoonkaart van de Begraven Landschappen kaart zich vergelijkbaar fijnmazig met de Archeologische Landschappenkaart als oppervlakte kartering.

Uitgebreide gerubriceerde beschrijvingen van de kaartbeelden en gevoerde indelingen zijn in een deelrapport opgenomen (Cohen 2017: Bijlage 2B). Dit deelrapport bespreekt dat per geologisch-begrensde regio, 'Begraven Hoofdlanschap' genoemd. In haar opzet vult dit de beschrijvingen van aan het oppervlak onderscheiden Archeologische Landschappen uit Rensink et al. (2016a) aan, in ieder geval voor wat betreft de fysische geografie (§2.7).

De serie kaartbeelden die met de Begraven Landschappenkaart en de Archeologische Landschappenkaart is samen te stellen, vertoont grote inhoudelijke overeenkomsten met de aan schoolkaarten appellerende serie landelijke paleogeografische kaarten Nederland in het Holoceen (Vos et al. 2011; Vos & De Vries 2013; Vos 2015). De beoogde gebruiksschalen verschillen echter, zoals ook de aantallen kaartbeelden en benadering van tijdsneden als periodesamenvatting, respectievelijk momentopname, en de wijze van vervaardiging en actualisatie. Beide kaartseries beogen verschillende doelen en komen voort uit verschillende vervaardigingsfilosofieën en moeten als complementaire producten worden gezien.

Het landschap wordt in het door de opdrachtgever beoogde kennisportaal bij wijze van spreken als letterbak gebruikt, om verder te vullen met archeologische kennisproducten. De archeologische informatie wordt zo aan de geologisch-geomorfologische informatie gekoppeld, op een manier die gebruikers uit specifieke regio's specifiek kan bedienen. Ook hier biedt de opleveringsvorm via de attributkolommen meerdere handvatten voor.

6.2 Aanbevelingen

6.2.1 Organiseren van kaartonderhoud

Het geautomatiseerd produceren van kaarten was de feitelijke praktijk in dit project. Ze is in deze tijd een noodzaak, omdat de hoeveelheden gegevens die gebundeld verwerkt moeten worden in kaartactualisaties zeer sterk gegroeid zijn tot onbeheerbare grootte voor traditionele handmatige interpretatie op regionale of landelijke schaal. Ten aanzien van de onderhoudbaarheid en aansluiting van nationale kaartproducten met grote publieke waarde kan gesteld worden dat daar zowel individuele (per instituut) als gedeelde verantwoordelijkheden (tussen instituten) toe bestaan.

In het vervaardigingsrapport (Bijlage 2A: §4.6) wordt vanuit dat perspectief gesteld dat ook voor de Archeologische Landschappenkaart en de Gebiedskaart het instellen van een geautomatiseerde productiewijze wenselijk en mogelijk is en dat voor Tijdsnede T0 ook een uitbreiding van het kaartbeeld naar het Nederlands Continentaal Plat een mogelijkheid is. Dit kan in principe op projectbasis met dezelfde methodiek als nu ontwikkeld is.

Het uitbreiden van de scripts voor kaartproductie naar een groter aantal tijdsneden, of zelfs als kernelement van een generieke methodiek die voor iedere opgegeven gewenste tijdsnede een kaartbeeld genereert en generaliseert is een zeer omvangrijke klus (een promotieonderzoek waardig). Hetzelfde geldt voor het expliciet geomodelleren van de diepte van erosievlakken.

Om de informatietechnische ambities met betrekking tot basisbestanden, afgeleide kaarten, periodieke updates en blijvende onderlinge aansluiting te realiseren, ligt het voor de hand een overlegcircuit in te voeren rondom het wederzijds actueel en op elkaar aangesloten houden van digitale kaartproducten t.a.v. landschap en ondergrond die van nationaal belang geacht worden. Daarbij is betrokkenheid en ondersteuning van de makers van de primaire bronkaarten nodig.

Op dezelfde wijze als TNO en UU in dit project bij werkzaamheden uitgevoerd door Deltares betrokken waren, zou ook Alterra betrokken moeten zijn bij de productie van nieuwe versies van de Archeologische Landschappenkaart. Er wordt dan ook aanbevolen om hier eens per jaar overleg over te voeren, en dan steeds te prioriteren welke basisbestanden en afgeleide kaartlagen welke actualisatieslagen behoeven.

6.2.2 Uitvoeren van kaartonderhoud

Door de gekozen opzet van kaartproductie, moet de toekomstige verwerking van aanvullende gegevens in de kaartlaag T0123 en/of de paleohoogtemodellen, gedwongen via actualisatie en/of uitbreiding van de basisbestanden verlopen. Handmatige achteraf-aanpassingen aan kaartlaag T0123 en/of de paleohoogtemodellen gaan bij automatisch herproduceren immers verloren. Met de gekozen opzet van kaartproductie is het aanhouden van een versie-nummering van zowel basisbestanden als toegepaste kaartlagen voor het Kenniskaart portaal een must.

Voor wat betreft de landschapskartering kan reproductie en aanpassing van de huidige versie van de kaart in principe op iedere locatie met de GIS-software geïnstalleerd plaatsvinden. Dus bij de opdrachtgever, bij Deltares, bij TNO-GDN, bij UU, of bij iedere derde die alle gegevens download, ArcGIS 10.x geïnstalleerd heeft en de Toolset geopend. Het hierboven aanbevolen jaarlijkse overleg is noodzakelijk om tot officiële actualisaties te komen.

De hoogtemodellering gebruikt dezelfde basiskaarten ('Gebiedsindeling') als de landschapskartering als input, en gebruikt het resultaat van de 'erosiekartering'. De geautomatiseerde productie van hoogtemodellen kan daarom het best direct volgend op de productie van landschaps- en erosiekaarten plaatsvinden. Om data-toegang en software-licentie technische redenen kan dat het best in de TNO werkomgeving, zoals voor project RCE-10A uitgevoerd.

6.2.3 Opname en ontsluiting in het Kenniskaartportaal

Voor wat betreft opname in het Kenniskaartportaal zijn de hoofdaanbevelingen:

1. Visualisatieprincipes zoals in de MXD 'KLEIN' over te nemen in het gecombineerd gebruik van Begraven Landschappen- en Archeologische Landschappenkaart.
2. In de meest basale visualisatievorm de actuele geërodeerde status te laten prevaleren op het geven van informatie over het oorspronkelijke landschap.
3. Enige geo-ICT ontwikkelingstijd te investeren in het ontwikkelen van 'Peilschaal' en 'Slimme cursor'-interfaces op de in hoogtemodellen en landschapskaarten besloten informatie.

7 Referenties

- Berendsen, H.J.A., Stouthamer, E. 2001. Palaeogeographic development of the Rhine-Meuse delta, The Netherlands, Assen: Koninklijke Van Gorcum, 268 pp.
- Berendsen, H.J.A., Cohen, K.M., Stouthamer, E. 2007. The use of GIS in reconstructing the Holocene palaeogeography of the Rhine-Meuse delta, The Netherlands. *International Journal of GIS* 21: 589-602.
- Cohen, K.M. 2003. Differential subsidence within a coastal prism: Late-Glacial - Holocene tectonics in the Rhine-Meuse delta, The Netherlands. Proefschrift Universiteit Utrecht. *Netherlands Geographical Studies* 316, pp. 172.
- Cohen, K.M. 2005. 3D geostatistical interpolation and geological interpolation of palaeo-groundwater rise within the coastal prism in the Netherlands In: Giosan, L. & Bhattacharaya, J.P. (eds.). *River Deltas: Concepts, models, and examples*. Tulsa, Oklahoma: SEPM (Society for Sedimentary Geology), 341-364 (SEPM Special Publication; no. 83)
- Cohen, K.M. 2015a. Memo betreffende werkzaamheden aan basisbestanden uit het KustGIS H.J. Pierik e.a., UU in het kader van opdracht RCE-10B. Deltares i.s.m. UU en TNO-GDN. Deltares Memo 1210450-000-BGS-0007. 7 pp.
- Cohen, K.M. 2015b. Memo betreffende werkzaamheden aan de 'Dallaag' uit het Basisbestand Paleogeografie van de RM-delta UU in het kader van opdracht RCE-10B. Deltares i.s.m. UU en TNO-GDN. Deltares Memo 1210450-000-BGS-0008. 11 pp.
- Cohen, K.M. 2015c. Memo betreffende werkzaamheden aan een gebiedsindelende geologische kaart van begraven landschapsoppervlakken uit het Laatglaciaal en Holoceen, in het kader van opdracht RCE-10B. Deltares Memo 1210450-000-BGS-0009. 9 pp.
- Cohen, K.M. 2015d. Memo betreffende werkzaamheden aan het basisbestand DONKEN in het kader van opdracht RCE-10B. Deltares i.s.m. UU en TNO-GDN. Deltares Memo 1210450-000-BGS-0010 6 pp.
- Cohen, K.M. 2015e. Memo betreffende werkzaamheden aan het StroomruggenGIS Basisbestand 'Delta', UU in het kader van opdracht RCE-10B. Deltares i.s.m. UU en TNO-GDN. Deltares Memo 1210450-000-BGS-0011. 9 pp.
- Cohen, K.M. 2017. Beschrijving gebiedsindeling en legenda kaartlaag T0123: Begraven Hoofdlansschappen en Landschapszones. Deltares Rapport 1210450-000-BGS-0014. 89 pp.
- Cohen, K.M., Stouthamer, E. 2012. Vernieuwd digitaal basisbestand paleogeografie van de Rijn-Maas Delta. Beknopte toelichting. Dept. Fysische Geografie. Universiteit Utrecht. <http://dx.doi.org/10.17026/dans-x7g-sjtw>
- Cohen, K.M., Stouthamer, E., Pierik, H.J., Geurts, A.H. 2012. Digitaal Basisbestand Paleogeografie van de Rijn-Maas Delta / Rhine-Meuse Delta Studies' Digital Basemap for Delta Evolution and Palaeogeography. Utrecht University. <http://dx.doi.org/10.17026/dans-x7g-sjtw>
- Cohen, K.M., Arnoldussen, S., Erkens, G., Van Popta, Y.T., Taal, L.J. 2014. Archeologische verwachtingskaart uiterwaarden riviereengebied. Deltares rapport 1207078-000-BGS-0005. <http://dx.doi.org/10.17026/dans-zbt-xcck>
- Cohen, K.M., Schokker, J. 2014. Geïntegreerd Plan van Aanpak: RCE-10A: Vervaardiging digitale paleo-hoogtemodellen voor de top van het Pleistoceen en tijdsnede 1, 2 en 3; RCE-10B: Landschapskartering van archeologisch relevante landschapseenheden, naar periode en diepte. Deltares & TNO Geologische Dienst Nederland. 11 pp.
- Cohen, K.M., De Bruijn, R., Marges, V.C., De Vries, S., Pierik, H.J., Vos, P.C., Erkens, G., Hijma, M.P. 2017. Vervaardiging van begraven landschapskaarten voor Holoceen afgedekt Nederland: Kaartlaag T0123 voor RCE's Kenniskaart-portaal. Deltares rapport 1210450-000-BGS-0013. 105 pp

- Cohen, K.M., Dambrink, R., De Bruijn, R., Marges, V.C., Erkens, G., Pierik, H.J. Koster, K., Stafleu, J., Schokker, J., Hijma, M.P. 2017a. Mapping buried Holocene landscapes: past lowland environments, palaeoDEMs and preservation in GIS. Chapter 3.4 In: Lauwerier et al. (Eds.) Knowledge for Informed Choices. Tools for more effective and efficient selection of valuable archaeology in the Netherlands. Nederlandse Archeologische Rapporten 55: 73-95.
- Dambrink, R., Stafleu, J., Schokker, J., Cohen, K.M., Koster, K. 2015. Vervaardiging digitale paleo-hoogtemodellen. TNO rapport 2015-R10685. c. 30 pp.
- Deeben, J.H.C., D.P. Hallewas, J. Kolen, R. Wiemer 1997. Beyond the Crystal Ball. Predictive Modelling as a Tool in Archaeological Heritage Management and Occupation History, in: Willems, W.J.H., Kars, H., Hallewas D.P. (eds.) Archaeological heritage management in the Netherlands. Fifty years State Service for Archaeological Investigations, Assen/Amersfoort, 76-118.
- Deeben, J.H.C., Hallewas, D.P., Maarleveld, T.J. 2002. Predictive modeling in archaeological heritage management in the Netherlands: the indicative map of archaeological values (2nd Generation). Berichten van de Rijksdienst voor het Oudheidkundig Bodemonderzoek 45.
- Erkens, G., van der Meulen, M.J., Middelkoop, H. 2016. Double trouble: subsidence and CO2 respiration due to 1,000 years of Dutch coastal peatlands cultivation. Hydrogeology Journal, 24, 551-568.
- Eijskoot, Y., Brinkkemper, O., De Ridder, T. 2012. Vlaardingen-De Vergulde Hand-West. Onderzoek van archeologische resten van de middenbronstijd tot en met de late middeleeuwen. Rapportage Archeologische Monumentenzorg 200.
- Groenewoudt, B.J. 1994. Prospectie, waardering en selectie van archeologische vindplaatsen: een beleidsgerichte verkenning van middelen en mogelijkheden, proefschrift universiteit van Amsterdam, Amersfoort. Nederlandse Archeologische Rapporten 17.
- Groenewoudt, B.J., Ankum A. 1990. De situering van archeologische vindplaatsen; analyse en voorspelling, Amsterdam. RAAP-rapport 42.
- Groenewoudt, B., Smit, B. 2014. Archeologisch vierperioden systeem. Programma Kenniskaart: Project *Best practices* prospectie, Project Verwachtingen in lagen. Amersfoort: Rijksdienst Cultureel Erfgoed. 6 pp.
- Groenewoudt, B., de Groot, T., Theunissen, L., Eerden M. 2016. Verantwoording NOaA 2.0. Programma Kenniskaart Archeologie. RCE Amersfoort. www.archeologieinnederland.nl; www.NOAA.nl.
- Groenewoudt, B.G., Smit, B.I., 2017. Periods, assemblage types and the Archaeological Landscapes Map. Chapter 2.1 In: Lauwerier et al. (Eds.) Knowledge for Informed Choices. Tools for more effective and efficient selection of valuable archaeology in the Netherlands. Nederlandse Archeologische Rapporten 55, 25-31.
- Groothedde, M. 2010. De 'nieuwe' IJssel. Wat vertellen de historische bronnen en archeologische vondsten. Bijdragen en Mededelingen Gelre, 101, 7-26.
- Koomen, A.J.M., Maas, G.J. 2004. Geomorfologische Kaart Nederland (GKN); Achtergrond-document bij het landsdekkende digitale bestand. Alterra-rapport 1039, 38 pp.
- Kosian, M. 2015. Archeologische landschappenkaart van Nederland, technische gebruikshandleiding (eindversie oktober 2015). Amersfoort: Rijksdienst Cultureel Erfgoed.
- Koster, K. 2017. 3D characterization of Holocene peat in the Netherlands. Proefschrift Universiteit Utrecht. (November 2017).
- Koster, K., Stafleu, J., Cohen, K.M. 2016. Generic 3D interpolation of Holocene base-level rise and provision of accommodation space, developed for the Netherlands coastal plain and infilled palaeovalleys. Basin Research, 10.1111/bre.12202, 23 pp.
- Van Lanen, R.J., Groenewoudt, B.J., Spek, T., Jansma, E. 2016. Route persistence. Modelling and quantifying historical route-network stability from the Roman period to Early-Modern

- Times (AD 100 – 1600): a case study from the Netherlands, *Archaeological and Anthropological Sciences*. 10.1007/s12520-016-0431-z
- Lauwerier, R.C.G.M. 2017 Knowledge for informed choices. Tools for decision making in archaeological heritage management in the Netherlands. Chapter 1 In: Lauwerier et al. (Eds.) Knowledge for Informed Choices. Tools for more effective and efficient selection of valuable archaeology in the Netherlands. *Nederlandse Archeologische Rapporten* 55, 11-24.
- Lauwerier, R.C.G.M., Lotte, R.M. 2002. *Archeologiebalans 2002*. Amersfoort: Rijksdienst Cultureel Erfgoed.
- Lauwerier et al. (Eds.) 2017 Knowledge for Informed Choices. Tools for more effective and efficient selection of valuable archaeology in the Netherlands. *Nederlandse Archeologische Rapporten* 55
- Louwe Kooijmans, L.P., Jongste, P.F.B. 2006. Schipluiden: a Neolithic Settlement on the Dutch North Sea Coast, ca. 3500 cal. BP.
- Louwe Kooijmans, L.P. 2001a. *Archeologie in de Betuweroute*. Hardinxveld-Giessendam Polderweg. *Rapportage Archeologische Monumentenzorg* 83.
- Louwe Kooijmans, L.P. 2001b. *Archeologie in de Betuweroute*. Hardinxveld-Giessendam De Bruin. Een kampplaats uit het Laat-Mesolithicum en het begin van de Swifterbant-cultuur (5500-4450 v. Chr.). *Rapportage Archeologische Monumentenzorg* 88.
- Louwe Kooijmans, L.P. 2005. *Nederland in de prehistorie*. Bert Bakker.
- Moree, J.M., Sier, M.M. 2014. Twintig meter diep! Mesolithicum in de Yangtzehaven-Maasvlakte te Rotterdam - Landschapsontwikkeling en bewoning in het Vroeg Holoceen. Rotterdam: BOOR Gemeente Rotterdam. c. 300 pp.
- Peeters, J.H.M. 2007. Hoge Vaart-A27 in context: towards a model of Mesolithic-Neolithic land use dynamics as a framework for archaeological heritage management, Amersfoort: Rijksdienst Cultureel Erfgoed / Proefschrift Universiteit van Amsterdam.
- Pierik, H.J. 2017. Past human-landscape interaction: reconstructions from sandbelt to coastal plain for the first millennium AD. Proefschrift Universiteit Utrecht (Oktober 2017).
- Pierik, H.J., Cohen, K.M., Stouthamer, E. 2016. A new GIS approach for reconstructing and mapping dynamic Late Holocene coastal plain palaeogeography. *Geomorphology*.
- Pierik, H.J., Cohen, K.M., Vos, P.C., van der Spek, A.J.F., Stouthamer, E. 2017a. Late Holocene coastal-plain evolution of the Netherlands: the role of natural preconditions in human-induced sea ingressions. *Proceedings of the Geologist Association*.
- Pierik, H.J., Stouthamer, E., Cohen, K.M. 2017b. Natural levee evolution in the Rhine-Meuse delta, the Netherlands, during the first millennium CE. *Geomorphology*
- Pierik, H.J., Cohen K.M. 2017. Mapping traditions in the Netherlands. Chapter 2 in Pierik H.J. 2017 Past human- landscape interaction: reconstructions from sandbelt to coastal plain for the first millennium AD. Proefschrift Universiteit Utrecht (Oktober 2017).
- Rensink, E., Weerts, H.J.T., Kosian, M., Feiken, H. & Smit, B.I. 2015. *Archeologische landschappenkaart van Nederland, methodiek en kaartbeeld* (versie 1.1 oktober 2015), Amersfoort. www.archeologieinnederland.nl
- Rensink, E., Weerts, H.J.T., Kosian, M., Feiken, H., Smit, B.I. 2016a. *Archeologische landschappenkaart van Nederland, methodiek en kaartbeeld* versie 2.1. RCE Amersfoort. 98 pp. www.archeologieinnederland.nl
- Rensink, E., Weerts, H.J.T., Kosian, M., Feiken, H., Smit, B.I. 2016b. *Archeologische landschappenkaart van Nederland GIS dataset*. DANS. [10.17026/dans-xf6-ywnd](https://doi.org/10.17026/dans-xf6-ywnd)
- Rensink, E., Weerts, H.J.T., Kosian, M., Feiken, H., Smit, B.I. 2017. The Archaeological Landscapes Map of the Netherlands. A new map for inventory and analysis at the archaeology-landscape interface. In: Chapter 2.4 In: Lauwerier et al. (Eds.) Knowledge for

- Informed Choices. Tools for more effective and efficient selection of valuable archaeology in the Netherlands. Nederlandse Archeologische Rapporten 55, 36-47.
- Schokker, J., Stafleu, S. 2017 Update Paleohoogtemodellen. Memo TNO 060.22590/01.06.01. 2 pp.
- Spek, T. 2004. Het Drentse esdorpenlandschap. Een historisch-geografische studie. Proefschrift Universiteit Wageningen.
- Spek, T., Elerie, H., Bakker, J., Noordhoff, I. 2015 Landschapsbiografie van de Drentsche Aa, Assen.
- Stafleu, J. 2014. Productspecificatie Ondergrondmodel GeoTOP. TNO-rapport 2014-R11961, 35 pp. www.dinoloket.nl
- Stafleu, J., Maljers, D., Gunnink, J.L., Menkovic, A, Busschers, F.S. 2011. 3D modelling of the shallow subsurface of Zeeland, the Netherlands. Netherlands Journal of Geosciences 90: 293-310.
- Stafleu, J., Maljers, D., Busschers, F.S., Gunnink, J.L., Schokker, J., Dambrink, R.M., Hummelman, H.J., Schijf, M.L. 2012. GeoTop modellering. TNO-rapport 2012-R10991, 216 pp.
- Stouthamer, E., Cohen, K.M., Gouw, M.J., 2011. Avulsion and its implications for fluvial-deltaic architecture: insights from the Holocene Rhine-Meuse delta. SEPM Special Publication 97, 215-232.
- Stouthamer, E., Cohen, K.M., Hoek, W.Z. 2015. De vorming van het land. Deel 1 Berendsen Fysische Geografie van Nederland. 7^e druk. Perspectief Utrecht. 434 pp.
- Van Beek, R. 2009. Reliëf in tijd en ruimte: Interdisciplinair onderzoek naar bewoning en landschap van Oost-Nederland tussen de vroege prehistorie en Middeleeuwen. Sidestone Press.
- Van der Meulen, M.J., Doornbal, J.C., Gunnink, J.L., Stafleu, J., Schokker, J., Vernes, R.W., Van Geer, F.C., Van Gessel, S.F., Van Heteren, S., Van Leeuwen, R.J.W., Bakker, M.A.J., Bogaard, P.J.F., Busschers F.S., Griffioen, J., Gruijters, S.H.L.L., Kiden, P., Schroot, B.M., Simmelink, H.J., Van Berkel, W.O., Van der Krogt, R.A.A., Westerhoff, W.E., Van Daalen, T.M. (2013). 3D geology in a 2D country: perspectives for geological surveying in the Netherlands. Netherlands Journal of Geosciences 92: 217-241.
- Van Dinter, M., Cohen, K.M., Hoek, W.Z., Stouthamer, E., Jansma, E. and Middelkoop, H., 2017. Late Holocene lowland fluvial archives and geoarchaeology: Utrecht's case study of Rhine river abandonment under Roman and Medieval settlement. Quaternary Science Reviews.
- Vernes, R.W., Van Doorn, Th.H.M. 2005. Van Gidslaag naar Hydrogeologische Eenheid. Toelichting op de totstandkoming van de dataset REGIS II. Nederlands Instituut voor Toegepaste Geowetenschappen TNO, Rapport 05-038-B, 105 pp.
- Vos, P.C., 2015. Origin of the Dutch coastal landscape. Long-term landscape evolution of the Netherlands during the Holocene, described and visualized in national, regional and local palaeogeographical map series. Utrecht University.
- Vos, P.C., Bazelmans, J.G.A, Weerts, H.J.T., Van der Meulen, M.J. (Eds.) 2011. Atlas van Nederland in het Holoceen: landschap en bewoning vanaf de laatste ijstijd tot nu. Bert Bakker. 96 pp.
- Vos, P.C., De Vries, S. 2013. Tweede generatie palaeogeografische kaarten van Nederland (versie 2.0). Deltares, Utrecht. www.archeologieinnederland.nl
- Zonneveld, J.L.S. 1985. Levend Land. Utrecht: Bohn, Scheltema & Holkema.

8 Bijlagen

Bijlage 1A	Rapport RCE-10A (TNO) Hoogtemodellen	2015
Bijlage 1B	Memo RCE-10A Meerwerk Hoogtemodellen	2017
Bijlage 2A	Rapport RCE-10B (Deltares) Vervaardiging	2017
Bijlage 2B	Rapport RCE-10B Meerwerk (Deltares) Beschrijving	2017
Bijlage 3	Geïntegreerd Plan van Aanpak RCE-10A & RCE-10B	2014
Bijlage 4	Memo's Werkzaamheden aan Basisbestanden	2015
Bijlage 5	Reprint engelstalig hoofdstuk NAR 55	2017

Digitale Bijlage

Papier is geduldig