



KNA Leidraad

Verkennend onderzoek

G.R. Ellenkamp (RAAP) en E. van der Klooster (KSP Archeologie)

Inhoudsopgave

<i>Inhoudsopgave</i>	2
1. <i>Inleiding</i>	4
1.1 Waarom een leidraad?	4
1.2 Leidraad als mentor	4
1.3 Doelgroepen	5
1.4 Leeswijzer	5
1.5 Woord van dank	6
2. <i>Bepalen doel en vraagstelling</i>	7
2.1 Doel	7
2.2 Kritische analyse van het bureauonderzoek	7
2.3 Te toetsen aspecten en te verzamelen gegevens	9
2.4 Verdiepende onderzoeksvragen	10
Voorbeeld van verdieping van een algemene onderzoeksvraag	10
2.5 Afstemming met de bevoegde overheid	11
3. <i>Bepalen methode(n)</i>	12
3.1 Introductie	12
3.2 Beknopte toelichting op de technieken	12
3.3 Bepalen van de optimale mix aan methoden	17
4. <i>Bepalen strategie</i>	19
4.1 Inleiding	19
4.2 Puntwaarnemingen (boringen)	19
4.3 Puntwaarnemingen (profielputjes)	21
4.4 Vlakdekkende beeldvorming (geofysisch onderzoek en remote sensing)	21
4.5 Aanvullende waarnemingen/voortschrijdend inzicht	22
4.6 Kleine plangebieden	22
5. <i>Evaluatie en uitwerking</i>	24
5.1 Inleiding	24
5.2 Uitvoering veldonderzoek	24
5.3 Uitwerking	25
5.4 Advies	26
<i>Literatuur</i>	27
Bijlage 1 Verkennde fase in het archeologische bestel	28

Verkennde fase in KNA 4.2	28
Tabel 1 KNA specificaties en relatie tot de verkennde fase	28
Relatie met andere KNA-leidraden en producten van SIKB en RCE.	29
Doelgroep	29
Tabel 2 Betrokken partijen verkennde fase	30
Een logische gang van zaken	31
Bijlage 2 Grondslagen verkennd onderzoek	32
Tabel 3 Landsdekkende aardwetenschappelijke bronnen	33
Tabel 4 Voor de verkennde fase relevante aandachtspunten per bodemtype	39
Bijlage 3 Overzicht verkennde methoden en technieken	51
Handmatig booronderzoek	51
Tabel 4 Boorkoppen handmatig booronderzoek en voor- en nadelen	51
Mechanisch booronderzoek	54
Tabel 5 Mechanische boorkoppen en voor- en nadelen	54
Geofysische methoden (vlakdekkend)	55
Tabel 6 Geofysische methoden en hun voor- en nadelen	56

1. Inleiding

1.1 Waarom een leidraad?

Sinds 2006 zijn er leidraden voor de karterende fase van het Inventariserend Veldonderzoek, maar een leidraad voor de verkennende fase ontbreekt. Dat is opmerkelijk, want binnen de verkennende fase valt het grootste aantal van alle veldonderzoeken die jaarlijks worden uitgevoerd in het kader van de Archeologische Monumentenzorg (AMZ). Het gaat hier dan ook om een cruciale stap in het AMZ-proces. In de verkennende fase wordt immers de verwachting uit het bureauonderzoek op basis van landschappelijke kenmerken aangevuld, getoetst en aangescherpt met velddata. Ook wordt bepaald of verder onderzoek nodig is om vindplaatsen op te sporen. Bovendien kan het verzamelen van de landschappelijke velddata intussen op veel meer manieren dan met booronderzoek, waarvan de mogelijkheden niet bij eenieder even bekend zijn.

Hoogste tijd dus voor een leidraad verkennend onderzoek. Daarmee gaat een wens vanuit de KNA gebruikersgroep en het CCvD Archeologie in vervulling.

1.2 Leidraad als mentor



Deze leidraad wijkt af van andere leidraden, doordat niet uitputtend alle opties, grids, dichtheden, opsporingskansen, etc. zijn uitgewerkt. Daarvoor bestaan drie hoofdredenen: (1) de landschappelijke variatie is simpelweg te groot om voor heel Nederland in standaardmethoden uit te werken, (2) gemeenten stellen verschillende eisen aan verkennend onderzoek, maar vooral (3) is het de bedoeling om de 'verkenner' zelf tot denken aan te zetten en maatwerk te laten leveren, niet om werkwijzen op te leggen. Goed verkennend onderzoek staat of valt immers bij een kritische onderzoeker en een scherpe vraagstelling.

De archeologische landschappenkaart van Nederland toont de enorme variatie aan landvormen. Dat vraagt om maatwerk bij het verkennend onderzoek.

De leidraad voor het verkennend onderzoek is daarom bedoeld als een mentor die de gebruiker op de juiste weg helpt, aanzet tot nadenken en het instrumentarium aanreikt voor het uitvoeren van een goed doordacht verkennend / *archeo-landschappelijk*¹ onderzoek. Niet zwart-wit, maar open met afwegingskaders. Dit sluit aan bij het doel van een leidraad door de SIKB als *best practice* voor deze fase van onderzoek. Het gebruik van een KNA Leidraad is niet verplicht,² het vormt een hulpmiddel en aanvulling op de verplichte protocollen.

Het gaat er om de gebruiker bewust te maken van het hoofddoel van de verkennende fase: het middels verkennend veldonderzoek toetsen, aanvullen en aanscherpen van de archeologische verwachting. Het geeft dus ook geen harde minimum eisen. Daarvoor wordt verwezen naar de reeds bestaande veelheid aan eisen van de diverse bevoegde overheden. Wel beoogt de leidraad aan te zetten tot een kritische reflectie op diezelfde eisen. Het verkennend onderzoek moet immers focussen op het doel, niet op het middel. Met een goed onderbouwd plan moet het altijd mogelijk zijn om (in afstemming met de bevoegde overheid) af te wijken van de eisen als het onderzoeksdoel

¹ Met de term 'archeo-landschappelijk' wordt bedoeld op de (veronderstelde) relatie tussen archeologische vindplaatsen en de specifieke locatie daarvan in het landschap. In de verkennende fase kunnen deze twee niet los van elkaar worden gezien. *Archeo-landschappelijk* staat zodoende min of meer synoniem voor *verkennend*.

² <https://www.sikb.nl/archeologie/kna-leidraden>

daar baat bij heeft of de praktische randvoorwaarden daarom vragen. Verkennend onderzoek vindt immers vrijwel altijd plaats vanuit een ruimtelijk initiatief in een ontwikkelgebied dat in gebruik is, wat betekent dat behalve met de archeologische doelstelling ook rekening moet worden gehouden met zaken als planning, omvang van de opdracht, huidig en toekomstig grondgebruik en grondgebruikers.

1.3 Doelgroepen

De leidraad is met name bedoeld voor KNA actoren die verkennend onderzoek uitvoeren. Daarnaast helpt de leidraad KNA actoren die betrokken zijn bij het formuleren van verkennende onderzoeksstrategieën in bureauonderzoeken en het opstellen van PVA's en/of PvE's.³ Ook biedt deze leidraad handvatten voor (archeologisch adviseurs van) opdrachtgevers en overheden (archeologisch adviseurs of in bredere zin erfgoedambtenaren, directievoerders en projectleiders) die betrokken zijn bij het opstellen van eisen voor en het uitvragen van verkennend onderzoek, het beoordelen van onderzoeksplannen en het toetsen van de resultaten. In het verlengde daarvan kan de leidraad de 'verkenner' en 'toetsers' helpen bij het afstemmen van een passend onderzoeksplan. Daarnaast kan deze leidraad overheden ondersteunen in het opstellen, actualiseren of herijken van de eigen eisen ten aanzien van de verkennende fase van het inventariserende veldonderzoek. Tot slot kan de leidraad aanknopingspunten bieden voor actoren die nader archeo-landschappelijk onderzoek doen als onderdeel van gravend onderzoek (het geeft een overzicht van verkennende technieken en hoe die zijn in te zetten, ook als onderdeel van gravend onderzoek).

Bijlage 1 gaat dieper in op de betrokkenen bij het verkennend onderzoek volgens de KNA.

N.B. Verkennend onderzoek valt volgens de KNA onder het IVO-Overig. Daarbij hoort ook karterend onderzoek. Dat valt buiten de scope van deze leidraad, daarvoor bestaan afzonderlijke leidraden.

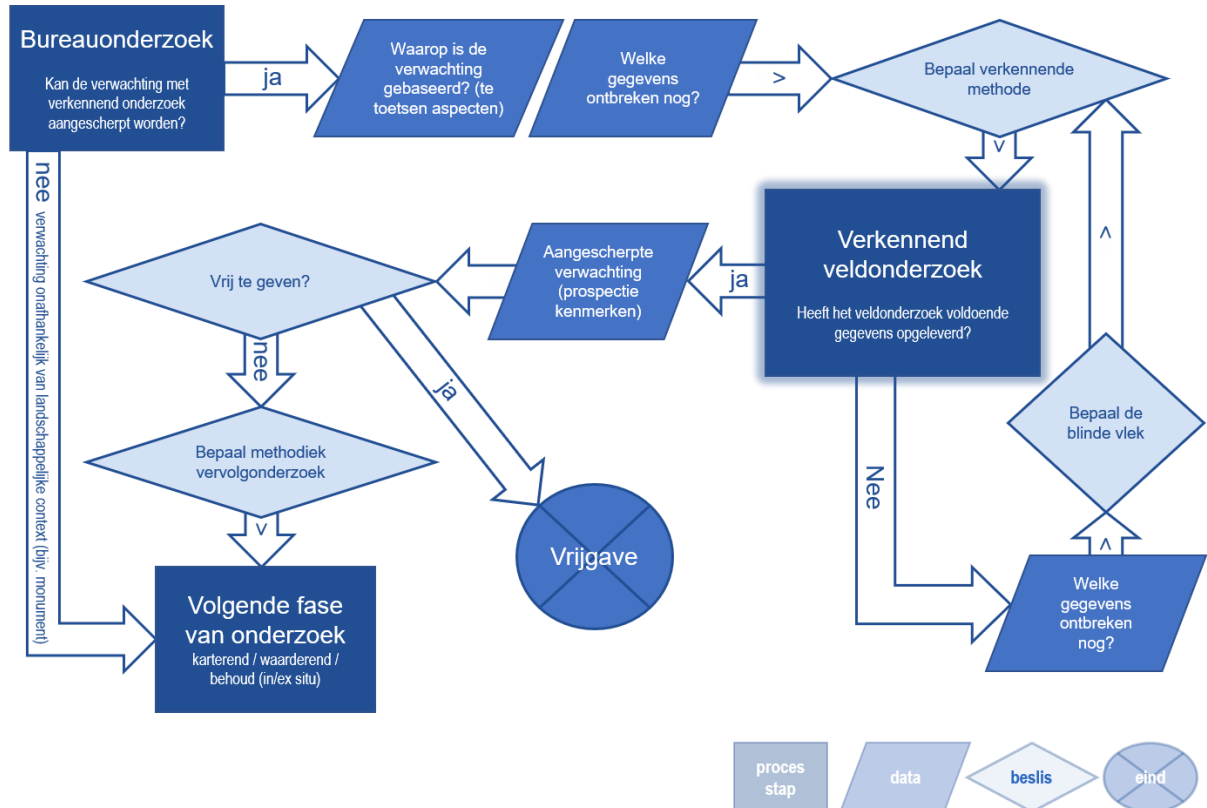
1.4 Leeswijzer

Deze leidraad is bewust geen technisch of statistisch onderbouwd document. Het is vlot en beknopt geschreven met als doel de gebruiker ervan te inspireren. In de navolgende hoofdstukken wordt een aantal stappen doorlopen die de 'verkenner' helpen om scherp te krijgen waar het verkennend onderzoek voor dient en hoe het onderzoeksdoel bereikt kan worden. Het onderstaande stroomdiagram vormt beknopt de leidraad van het verkennend onderzoek als onderdeel van het AMZ-proces en de KNA. De stappen hierin zijn in de volgende hoofdstukken verder uitgewerkt. In hoofdstuk 2 wordt beschreven wat in zijn algemeenheid het doel van verkennend onderzoek is en hoe dit voor het specifieke onderzoek valt te formuleren en om is te zetten in een gerichte vraagstelling. Hoofdstuk 3 gaat in op de keuze van methoden en technieken voor verkennend onderzoek. In Hoofdstuk 4 worden deze nader uitgewerkt in strategieën. Hoofdstuk 5 geeft handvatten voor de evaluatie en uitwerking van het veldwerk.

Er zijn bijlagen opgenomen die meer verdiepende informatie bieden. De bijlagen bevatten kennis en methoden die onderhevig zijn aan verandering en kunnen periodiek geactualiseerd worden, los van de leidraad. Een overzicht van de positie van het verkennend onderzoek binnen de KNA, de daarbij betrokken actoren en de relatie met andere leidraden is opgenomen in bijlage 1. Wie inhoudelijke verdieping zoekt kan terecht in bijlagen 2 en 3, waarin respectievelijk de grondslagen van verkennend onderzoek en de beschikbare methoden en technieken nader zijn toegelicht. De bijlagen bevatten ook verwijzingen naar verdiepende bronnen. De bijlagen zijn te beschouwen als naslagwerk voor de kritische analyse van het bureauonderzoek (conform BRL 4003 deelproces 1.1)

³ In tegenstelling tot gravend archeologisch onderzoek is voor Inventariserend Veldonderzoek Overig (verkennend of karterend) enkel een door de archeologisch uitvoerder opgesteld Plan van Aanpak (PvA) vereist. In aanvulling op de KNA kan een bevoegde overheid eisen dat het PvA goedgekeurd moet zijn door de bevoegde overheid. Sommige gemeentes en adviseurs van opdrachtgevers verlangen in aanvulling op de KNA een Programma van Eisen (PvE) bij een IVO-O. Volgens de KNA moet een PvE gebaseerd zijn op een KNA conform bureauonderzoek (of een eerder uitgevoerd veldonderzoek in het plangebied). Als er een PvE wordt opgesteld, dan is het conform de KNA niet toegestaan om het bureauonderzoek gecombineerd te rapporteren met het veldonderzoek.

en het vormgeven van een effectief en doelgericht verkennend onderzoek waarvoor deze leidraad de mentor vormt.



Stroomdiagram voor het uitvoeren van kritisch en vraaggericht verkennend onderzoek. Dit begint met een kritische analyse van het bureauonderzoek, het uitvoeren van een doelgericht veldonderzoek en het (voortdurend) evalueren van de verkennende onderzoeksresultaten

1.5 Woord van dank

De auteurs zijn dankbaar voor de input vanuit de klankbordgroep bestaande uit Harry Pape – Luijten namens de SIKB en Jan Willem de Kort van de RCE. Daarnaast danken wij de begeleidingscommissie bestaande uit Aard-Jan Wullink (RAAP-West en lid KNA-gebruiksgroep), Bram Jansen (BAAC), Evert Boshoven (RAAP-Oost), Harm Jan Pierik (RCE), Jeroen Flamman (Antea Group), Peter de Boer (Gemeente Eindhoven, namens het Convent van Gemeentelijke Archeologen), René Isarin (Crevasse Advies) en Sandra van den Berg (Provincie Limburg).

Voor de methoden en technieken (met name de bijlagen) gaat dank uit naar Kees Teuling en Tom Harkema (Wageningen Environmental Research), Koos de Vries (Medusa Explorations BV), Dimitri Schiltmans (Archeologie Rotterdam), Daan Schrama (Daemen Milieutechniek) en Harm-Jan Pierik (RCE). Zij hebben belangeloos informatie verstrekt, gecontroleerd en/of aangevuld.

Alle afbeeldingen zijn afkomstig van de auteurs, tenzij anders aangegeven.

2. Bepalen doel en vraagstelling

2.1 Doel

Het primaire doel van de verkennende fase van archeologisch onderzoek is het aanvullen, toetsen en verder aanscherpen van de archeo-landschappelijke verwachting uit het bureauonderzoek. Dat vraagt om een kritische reflectie op die verwachting. Waar is deze op gebaseerd en hoe kan deze getoetst worden? Ook moet duidelijk worden welke gegevens nog ontbreken die vanachter het bureau niet bepaald konden worden, maar die wel nodig zijn om de verwachting aan te vullen. De focus ligt daarbij op het in kaart brengen van het (paleo)landschap, de gaafheid daarvan en het vertalen naar archeologische potentie. Hierna worden de stappen doorlopen die de 'verkenner' helpen om te bepalen waar het verkennend onderzoek voor dient en welke vragen opgesteld moeten worden om dat doel te bereiken.

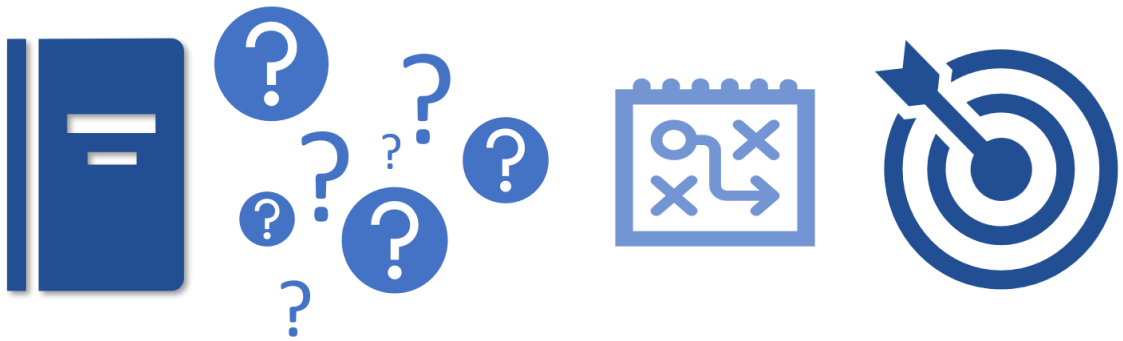
Hierbij speelt de aanleiding van het onderzoek ook mee. De meeste verkennende onderzoeken vinden plaats ter voorbereiding op een **ruimtelijk initiatief**. In die gevallen is het van belang of sprake is van een (omgevings)vergunning gericht op een specifieke ingreep of een wijziging/afwijking van het omgevingsplan voor een toekomstige gebiedsontwikkeling. Dit heeft namelijk invloed op de onderzoeksstrategie. In alle gevallen is de archeo-landschappelijke vraagstelling leidend voor de onderzoeksopzet. Op basis van de verzamelde gegevens moeten de initiatiefnemer en het bevoegd gezag immers hun afweging kunnen maken. Wanneer hier twijfel over bestaat, is het aan te raden daarover op voorhand afstemming te zoeken (zie ook §2.5). Bij een wijziging van het omgevingsplan zijn de specifieke ingrepen vaak nog niet exact bekend en is de vraagstelling naar het (paleo-)landschap bepalend voor de onderzoeksopzet. Bij een omgevingsvergunning kan in de onderzoeksopzet daarnaast rekening worden gehouden met de specifieke ingreep voor wat betreft de locatie en diepte van de ingreep. Bijvoorbeeld: wanneer op een perceel een waterbuffer wordt ontgraven waarvoor een vergunning wordt aangevraagd, dan ligt het voor de hand de nadruk te leggen op de specifieke locatie van de buffer en de diepte waarop die ontgraven wordt. Wanneer bijvoorbeeld is vastgesteld dat het pleistoceen meters beneden de maximale ontgravingsdiepte ligt, dan kan de aandacht zich richten op eventuele hogere archeologische niveaus die mogelijk wel bedreigd worden. De onderzoeksintensiteit wordt dan proportioneel afgestemd op de ingreep. **N.B.** Dit houdt echter ook in, dat het verkennend onderzoek geen uitspraken kan doen over niet onderzochte delen of niveaus, waardoor daarvoor eventueel een archeologische verwachting (en dus zorgplicht en dubbelbestemming) blijft bestaan.

2.2 Kritische analyse van het bureauonderzoek

In het bureauonderzoek is (conform protocol 4002 van de KNA⁴) informatie verzameld over diverse aspecten die samen vormgeven aan de archeologische verwachting (zoals huidig gebruik, bekende archeologische vindplaatsen, ophogingen, verstoringen, bekende aardwetenschappelijke gegevens, etc.). Deze informatie moet bekeken worden om goed voorbereid het veld in te gaan.

De *kritische analyse* gaat specifiek om de aspecten uit het bureauonderzoek die in de verkennende fase van het veldonderzoek te toetsen en/of aan te vullen zijn en die bovendien van invloed kunnen zijn op de onderzoeksstrategie. Het op voorhand bekijken van deze gegevens en daarbij stellen van de juiste vragen, is essentieel om te komen tot een gefundeerd onderzoeksplan en daarmee tot een doelgericht onderzoek. Paragraaf 2.3 en bijlage 2 kunnen helpen om te bepalen waar en hoe de gegevens uit het bureauonderzoek aangevuld kunnen worden met verkennend onderzoek. Eén van de belangrijkste kritische vragen is in hoeverre de archeologische verwachting aangescherpt kan worden met aanvullende landschappelijke informatie. Als er op basis van historische en archeologische gegevens (LS03 en LSO4) al aantoonbaar sprake is van een vindplaats, dan is verkennend onderzoek niet altijd meer nodig in (delen van) een plangebied. Het kan echter nog altijd ruimtelijke informatie bieden die nuttig is bij het ontwerp van en het opstellen van een begroting voor de kosten van een gravend vervolgonderzoek.

⁴ <https://www.sikb.nl/archeologie/richtlijnen/brl-sikb-4000>



Kritische analyse van bestaande gegevens leidt tot doelgericht onderzoek.

2.3 Te toetsen aspecten en te verzamelen gegevens

In onderstaande tabel is opgesomd welke aspecten getoetst en welke gegevens aangevuld moeten worden en waarom. In de laatste kolom is aangegeven in welke specificatie van protocol 4002 (het bureauonderzoek) meer informatie is te vinden.

Aspect	Invloed op strategie	KNA
Plan-/onderzoeksgebied en toekomstig gebruik	Is van belang voor het afbakenen van het te onderzoeken gebied en de te onderzoeken diepte.	LS01
Huidig landgebruik (incl. ophogingen en verstoringen)	Heeft invloed op de verwachte mate van verstoring of ophoging en op de onderzoeksopzet (op een akker is meer mogelijk dan in bebouwd gebied).	LS02 LS03
Bodem/grondwater verontreinigingen, Ontplobbare Oorlogsresten (OO) en kabels en leidingen	Zijn van invloed op de gaafheid en conservering van archeologisch resten. Ze vormen daarnaast een risico voor de gezondheid van het veldteam. Pas het onderzoeksplan hier indien nodig op aan.	LS03
Historisch landgebruik	Historisch landgebruik geeft aan waar eventueel bodemverstoringen of ophogingen te verwachten zijn en wat de oorzaak daarvan kan zijn. Daarnaast geeft het inzicht in hoe bruikbaar het landschap was voor menselijke ingrepen (nat/droog, schraal/vruchtbaar, goed/slecht bewerkbaar, oud/jong, etc.). De historische landgebruikspatronen geven daarmee veel informatie over de ondergrond.	LS03 LS04
Bekende archeologische en/of bouwhistorische resten	Bepaalt in hoeverre landschappelijke informatie nodig is om de verwachting verder te verfijnen en is daarmee ook van invloed op de onderzoeksstrategie. Geeft een referentie voor kansarme en kansrijke archeologische gebieden in de directe omgeving.	LS03 LS04
Geologie	Bepaalt de ouderdom en stratigrafie van het substraat en daarmee van te verwachten archeologische resten. Bepaalt daarnaast ook de (eventueel eroderende) landschapsvormende processen en de mogelijkheden voor gebruik. Geeft ook richting aan de onderzoeksdiepte.	LS04
Geomorfologie	Definieert welke landvormen aanwezig zijn. Dit bepaalt de mogelijkheden voor gebruik, maar heeft ook invloed op de onderzoeksstrategie (bijvoorbeeld de oriëntatie van boorraaien).	LS04
Bodemopbouw	Bepaalt de vruchtbaarheid (textuur, en humus- en kalkgehalte), bewerkbaarheid en hydrologische situatie en daarmee de gebruiksmogelijkheden in het verleden. Mate van bodemvorming is daarnaast een indicator voor eventuele post-depositionele processen (bijvoorbeeld het vervagen van bodemsporen) en kan een indicatie geven over de ouderdom van een landvorm aan het maaiveld. Het voorkomen of ontbreken van dieper gelegen bodemvorming (paleosols) geeft ook een beeld van erosie/sedimentatie. Bodemvariatie binnen een plangebied is van belang voor de onderzoeksstrategie (bijvoorbeeld de plaatsing en diepte van boringen).	LS04
Grondwater	Bepaalt de gebruiksmogelijkheden nu en in het verleden (paleohydrologie) en conservering van organische archeologisch resten en niveaus. Kan eveneens van invloed zijn op de methodiek wanneer archeologie beneden het huidig grondwaterpeil wordt verwacht.	
Diepteligging potentiële archeologisch niveau(s)	Van belang voor de afweging van de invloed van toekomstige ingrepen. In het bureauonderzoek is hier een inschatting van gegeven, maar de exacte diepteligging dient vastgesteld te worden met behulp van veldonderzoek.	LS05
Gaafheid en conservering van het landschap	Van belang voor de waardering van een potentieel archeologisch niveau. In het bureauonderzoek is hier een inschatting van gegeven, maar de exacte mate van verstoring en bodemcondities die van invloed zijn op de conservering kunnen alleen worden bepaald met veldonderzoek.	LS05

2.4 Verdiepende onderzoeksvragen

Als na de kritische analyse scherp is gesteld welke aspecten getoetst en welke gegevens verzameld moeten worden, dan is het tijd om onderzoeksvragen op te stellen. Voor kleine en landschappelijk eenvoudige projecten zijn de veel gebruikte en/of door de bevoegde overheid voorgeschreven standaardvragen vaak prima bruikbaar. Bij grotere en landschappelijk complexere onderzoeken helpt het opstellen van specifieke onderzoeksvragen om sturing te geven aan het onderzoek en bij het bepalen van de onderzoeksstrategie. De vragen die beantwoord moeten worden, bepalen immers welke gegevens verzameld moeten worden. In combinatie met de beperkende factoren (zoals landgebruik, bodem- en/of grondwaterverontreinigingen en de omvang van de opdracht) rolt daar een passende aanpak uit voor de verkennende fase.

Het ligt voor de hand om de aspecten uit de voorgaande tabel om te zetten in vragen: wat is het huidig landgebruik? Wat is de geomorfologie? Wat is de aard- en intactheid van de bodemopbouw? Enzovoort. Of beter: sluit het landgebruik/de geomorfologie/de bodemopbouw aan bij de verwachting uit het bureauonderzoek? Dat zijn doorgaans de standaardvragen die bij verkennend onderzoek beantwoord worden. Dit soort vragen kan echter op twee wijzen verdiept worden om het onderzoek kritischer en meer doelgericht te maken. Hoe specifieker, hoe beter. De uiteindelijk formulering hangt daarbij af van de specifieke context en is dus maatwerk.

- **Methodiek.** Om sturing te geven aan de onderzoeksmethodiek, helpt het om de vraag te stellen op welke wijze de veldgegevens het beste te verzamelen zijn, om de onderzoeksvragen doelgericht te kunnen beantwoorden. Deze verdieping is dus niet bedoeld om als onderzoeksvraag in het rapport te beantwoorden, maar is bedoeld om de onderzoeker te helpen bij het bepalen van een passende onderzoeksstrategie. Het gaat dan om de vraag op welke wijze de archeo-landschappelijke situatie in kaart kan worden gebracht, rekening houdend met de specifieke context van het plangebied.
- **Verwachting.** Het helpt om de algemene onderzoeksvragen direct te vertalen naar de archeologische verwachting. De makkelijke weg is de toevoeging "...en wat betekent dit voor de archeologische verwachting?". De kritische onderzoeker verdiept dit verder naar ligging, aard, datering, omvang, diepteligging en gaafheid. Deze wijze van formuleren is van belang om terug te laten komen in het onderzoeksrapport. Het uiteindelijke doel van het onderzoek is immers om de archeologische verwachting scherp te krijgen.

Voorbeeld van verdieping van een algemene onderzoeksvraag

Wat is de geomorfologische context en komt dit overeen met de verwachting uit het bureauonderzoek?



Welke geomorfologische eenheden zijn in het plangebied te onderscheiden en wat is de ouderdom hiervan?



Hoe zijn de landvormen ontstaan? Op welke wijzen kunnen ze in het verleden door de mens zijn gebruikt? Met andere woorden: wat is de archeologische potentie? (voorbeeld verdieping t.b.v. verwachting)



Wat is de omvang, oriëntatie en diepteligging van de landvormen in het plangebied en hoe kunnen deze (en de overgangen hier tussen) het beste in kaart worden gebracht? (voorbeeld verdieping t.b.v. methodiek)

N.B. Het verdiepen van de onderzoeksvragen is geen doel op zich. Het is bedoeld om de onderzoeker te helpen om het doel voor ogen te houden en daarvoor een passende aanpak te bedenken. In overduidelijke gevallen (bijvoorbeeld een klein plangebied zonder aardkundige variatie) kunnen standaard onderzoeksvragen en een standaard aanpak prima volstaan. Levert een dergelijk onderzoek toch verrassingen op ten opzichte van het bureauonderzoek, dan kan het alsnog helpen

om vragen te verdiepen en de onderzoeksaanpak eventueel aan te passen (zie ook het stroomdiagram in hoofdstuk 1).

2.5 Afstemming met de bevoegde overheid

Een deel van bevoegde overheden heeft eigen richtlijnen voor de verschillende fasen van onderzoek. Soms wordt verplicht gesteld dat een PvA voorafgaand aan de uitvoering van het booronderzoek door hen beoordeeld wordt. Ook als dat niet geëist wordt, kan het verstandig zijn om op voorhand met de bevoegde overheid de werkwijze af te stemmen. Bijvoorbeeld bij grote plangebieden, als op voorhand sprake is van archeologische lijn- of puntlocaties, als de verwachting uit het bureauonderzoek afwijkt van de verwachtingen- en waardenkaart of als sprake is van een complexe bodemopbouw. Meestal werkt het voor alle partijen beter om **op voorhand** af te stemmen, dan na afloop van het onderzoek te moeten concluderen dat het niet volgens wensen en eisen is gegaan.



Voor het veldonderzoek controleert de onderzoeker het onderzoeksplan en stelt de onderzoeksvragen scherp (AI-gegenereerde afbeelding).

3. Bepalen methode(n)

3.1 Introductie

Als het bureauonderzoek kritisch is bekeken, het doel scherp is gesteld en duidelijk is welke vragen open staan, dan kan een werkwijze worden bedacht om de vragen te beantwoorden. Daarvoor bestaat een rijk instrumentarium. De tijd dat de 'verkenners' alleen een Edelmanboor en een set verlengstangen ter beschikking stond, ligt ver achter ons. Er zijn diverse methoden en technieken bijgekomen. De gereedschapskist voor een verkennend onderzoek is goed gevuld. Van belang bij het kiezen van de juiste methode, is te weten wat de voordelen ervan zijn, maar vooral ook wat de nadelen en beperkingen zijn.

Een boring is uitermate geschikt om met minimale bodemverstoring gedetailleerde beschrijvingen van de bodemopbouw te krijgen. Het gaat daarbij echter altijd om puntwaarnemingen. De grotere ruimtelijke verbanden kunnen in beeld worden gebracht door meerdere boringen te zetten en dan nog bestaat het beeld tussen die boringen alleen bij de gratie van *interpolatie*. Daarom is het belangrijk om grip te hebben op bodemkundige factoren als (paleo)reliëf, hydrologie en land- en bodemgebruik. Interpolatie op basis van booronderzoek werkt prima als er weinig ruimtelijke variatie is, maar als die ruimtelijke variatie groot is, dan moet het aantal boringen significant omhoog om grip te kunnen krijgen op de ondergrond. Door de beperkingen van het booronderzoek ontstaan blinde vlekken in de waarneming. Deze zijn te ondervangen door de (al dan niet gecombineerde) inzet van andere technieken. Geofysisch onderzoek bijvoorbeeld brengt ruimtelijk patronen vlakdekkend in beeld, maar om het waargenomen signaal te kunnen begrijpen zal deze altijd met bodemdata vertaald moeten worden naar een specifieke bodemopbouw.

In dit hoofdstuk worden de verschillende methoden en technieken beschreven, evenals hun sterke en zwakke punten. **De kracht van goed verkennend onderzoek is een onderzoeksopzet die de blinde vlekken van de ene methode opvangt met de kwaliteiten van de andere.** Gestuurd door de vragen die voorliggen, kan dat resulteren in een onderzoek dat nauwelijks nog iets met 'sec' traditioneel booronderzoek te maken heeft, maar wel degelijk dient om te 'verkennen'. Altijd heeft de zoektocht naar de optimale onderzoeksopzet één doel voor ogen:

**Grip krijgen op de archeo-landschappelijke context,
om op basis daarvan een archeologische verwachting uit te spreken**

N.B. Dit onderdeel van de leidraad beoogt niet uitputtend te zijn. Het schetst de mogelijkheden om de gebruiker te helpen bij het komen tot een passende methodiek. In bijlage 3 is een uitgebreidere toelichting opgenomen over verschillende technieken en waar nodig zijn verwijzingen opgenomen naar bronnen waar aanvullende informatie kan worden verkregen. Daarnaast is er de SIKB-waaiër '[Te Land, ter Zee en in de Lucht](#)' met een beknopte en beeldende toelichting op verschillende onderzoekstechnieken.

3.2 Beknopte toelichting op de technieken

Boringen blijven in veel gevallen de basis van de verkennende fase van het veldonderzoek. Het is eenvoudig, non-destructief, efficiënt, relatief goedkoop en bijna altijd mogelijk. Een boring kan handmatig echter zwaar zijn, geeft slechts puntinformatie over de bodemopbouw en de ruimtelijke representativiteit ervan kan beperkt zijn. Profielputten, mechanische boringen, geofysische methoden en remote sensing kunnen deze tekortkomingen ondervangen.

Hierna volgt in alfabetische volgorde een beknopte opsomming van de verschillende technieken die voor verkennend onderzoek ter beschikking staan. In welke mix en volgorde deze technieken worden ingezet is afhankelijk van vele factoren (te verzamelen gegevens, praktische beperkingen, omvang van de opdracht, etc.) en moet in de voorbereiding op het veldwerk worden bepaald (zie paragraaf 3.3). Vaak is het logisch om eerst geofysisch onderzoek uit te voeren voordat er geboord

wordt. Voor meer informatie met de voor- en nadelen per techniek wordt verwezen naar bijlage 3 en de SIKB-waaier 'Te Land, ter Zee en in de Lucht'.

Boringen - handmatig

Handmatig booronderzoek is de meest toegepaste techniek in de verkennende fase van het veldonderzoek. Dat is niet voor niets, want te voet met een boor in de hand is bijna elk terrein te onderzoeken. De Edelmanboor is daarvoor het meest geëigende gereedschap. Deze boorkop komt in verschillende uitvoeringen en diameters, waarmee vrijwel elk sedimenttype te doorboren is. Gebruikelijk is een diameter van 7 cm, maar in sommige contexten kan ook een smallere of bredere diameter nuttig zijn. Een smallere boorkop maakt het boren fysiek eenvoudiger. Een bredere boorkop kan helpen om bodemstructuren beter te beschrijven. In combinatie met een set



verlengstangen kan bovendien meters diep geboord worden. Behalve de Edelmanboor wordt ook gebruik gemaakt van guts- en zuigerboren. Deze zijn nuttig om in slappe sedimenten of onder de grondwaterspiegel te boren, maar kunnen ook helpen om de bodemopbouw over een aaneengesloten gestoken traject in beeld te brengen. Niet zelden is een combinatie van boren nodig om het beste resultaat te behalen.

Zoals met elk gereedschap staat en valt de kwaliteit van het booronderzoek met de kwaliteiten van degene die de boor gebruikt en degene die de opgeboorde grond beschrijft. Een secure bodembeschrijving o.b.v. de Archeologische Standaard Boorbeschrijving (ASB) of een vergelijkbaar systeem is essentieel, evenals een eerste interpretatie in het veld. Het enkel beschrijven van textuur en kleur heeft weinig zin als dit niet vertaald worden in de aspecten die getoetst worden ten behoeve van de

archeologische verwachting: geologie, geomorfologie, bodemvorming, diepteligging en uiteindelijke de vertaling daarvan naar **litho- en geomorfogenese**. Dat laatste betreft de vertaling van sedimentkarakteristieken naar de processen die het hebben afgezet en gevormd (het afzettingsmilieu) en op welk moment in de tijd. Sedimentologische structuren (voor zover herkenbaar in de boor) en stilstandsfasen, te herkennen aan bodemvorming, kunnen hierbij helpen. Deze aspecten bepalen immers in hoeverre de mensen er gebruik van konden maken en daarmee de archeologische verwachting. **Dat vraagt dus om verstand van zaken in het veld.**

Hieruit volgt direct nog een belangrijk nadeel van booronderzoek: een boring is niet meer dan een piepklein kijkgaatje in de bodem. Het is een puntwaarneming. Daarom is de boorbeschrijving alleen van toepassing op de exacte boorlocatie en hooguit enkele (tientallen) meters daar omheen. Het ruimtelijk bereik is beperkt, zeker wanneer slechts één of enkele boringen worden gezet. Dat kan ondervangen worden met een passend boorgrid (zie hoofdstuk 4) of door de inzet van andere technieken.

Tot slot kleven aan handmatig booronderzoek ook praktische nadelen. Het is bovenal fysiek zwaar, waardoor het onmogelijk of ARBO-technisch onverantwoord kan zijn. Bijvoorbeeld doordat de bodem te hard is uitgedroogd om de boor de grond in te draaien of doordat het archeologisch niveau zo diep ligt, dat het met handmatig booronderzoek niet of nauwelijks bereikt kan worden. Het fysieke aspect brengt ook beperkingen met zich mee als het gaat om bodem- en/of grondwaterverontreiniging (men komt immers in contact met de grond) en obstructies die booronderzoek beperken, zoals ondoordringbare lagen, funderingen of kabels en leidingen.

Boringen - mechanisch

Met mechanisch booronderzoek wordt hier *niet* de inzet van asfalt- en betonboringen bedoeld.⁵ Het gaat hier om mechanisch booronderzoek als op zichzelf staande methode, waarmee met een mechanische booropstelling afzettingen worden opgeboord. Mechanisch booronderzoek wordt meestal ingezet om boringen te zetten tot grote diepte of tot ver beneden het grondwaterpeil. Er bestaan verschillende technieken, zoals Avegaar (wokkel), Aqualock (vacuümbuis) en Begemann (steek), elk met specifieke voor- en nadelen (zie bijlage 3). In alle gevallen geldt dat mechanisch booronderzoek de beperking van de fysieke handkracht compenseert. Het is daarmee geschikt voor het onderzoeken van harde, diepgelegen of waterverzadigde bodemlagen.

Het nadeel van mechanisch booronderzoek is dat het meestal kostbaarder is dan handmatig booronderzoek, want behalve de inzet van minimaal twee veldmensen (de boormeester en de assistent, naast de KNA Prospector) is ook een booropstelling nodig, die bovendien naar de onderzoekslocatie getransporteerd moet worden. Dat laatste brengt direct een tweede belangrijk nadeel met zich mee: een booropstelling kan niet overal komen. De inzet van mechanisch booronderzoek is bijvoorbeeld problematisch in afgelegen natuurgebieden, smalle steegjes, overdekte/inpandige onderzoekslocaties en in gebieden met veel kabels en leidingen. Een derde algemeen nadeel bij mechanisch booronderzoek is dat het sediment meer verdrukt en/of verdraaid wordt. De exacte diepteligging van bodemlagen is daardoor soms minder nauwkeurig vast te stellen.



Geofysisch onderzoek

Geofysisch onderzoek is een non-destructieve methode om de ondergrond in kaart te brengen door metingen aan het oppervlak uit te voeren, zonder te boren of te graven. Hierbij worden verschillen in de eigenschappen van de bodem, zoals elektrische weerstand en geleiding of gevoeligheid voor magnetische velden, gedetecteerd en gevisualiseerd, waardoor ondergrondse structuren, archeologische resten of obstakels kunnen worden geïdentificeerd en gekarteerd. Daardoor is deze methode ook geschikt voor het opsporen van bepaalde soorten grondsporen in de karterende fase van veldonderzoek. Verschillende technieken, zoals magnetometrie, grondradar en elektrische weerstand en geleiding, worden gebruikt, afhankelijk van de specifieke vraagstelling en de gewenste onderzoekdiepte. Hier wordt ingegaan op de technieken die kunnen bijdragen aan de verkennende

⁵ Dat is een geschikt hulpmiddel om een oppervlakteverharding te doorboren, waarna onder de verharding handmatig wordt verder geboord.

fase. Een overzicht van technieken inclusief sterke en zwakke punten is opgenomen in bijlage 3, daarnaast wordt verwezen naar de KNA leidraad geofysisch onderzoek en de factsheets geofysisch onderzoek van de RCE⁶.

Voor de verkennende fase kan geofysisch onderzoek worden ingezet om patronen in de bodemopbouw in kaart te brengen. Het uitgangspunt van alle technieken is dat textuurverschillen in de bodem worden vastgesteld en zo de patronen daarin in beeld worden gebracht. De metingen kunnen (na ijking, vaak met grondboringen) worden vertaald in textuur, zodat bijvoorbeeld inzicht wordt verkregen in het verloop van laagovergangen, veendiktes, kleivoorkomens of het verloop van een zandlichaam in de ondergrond. Geofysisch-archeologisch onderzoek kan daarnaast onder voorwaarden gecombineerd worden met funderingsonderzoek, het opsporen van kabels en leidingen en ontplofbare oorlogsresten. Er zitten beperkingen aan deze technieken als het gaat om het concreet opsporen van vindplaatsen (zie daarvoor de leidraad geofysisch onderzoek). In de verkennende fase is het echter een zinvolle methode voor het in kaart brengen van textuurverschillen en locaties waar funderingen, ontplofbare oorlogsresten (OO) of ondergrondse infrastructuur aanwezig zijn.



Er kleven echter ook enkele belangrijke nadelen aan geofysisch onderzoek in het algemeen en specifieke nadelen aan de verschillende technieken in het bijzonder (zie daarvoor bijlage 3). Zo werkt geofysisch onderzoek alleen goed waar verschillen in textuur in geografische en stratigrafische zin verwacht worden. In gebieden die bijvoorbeeld volledig uit dekzand bestaan heeft geofysisch onderzoek minder meerwaarde als het aankomt om het in kaart brengen van textuurverschillen, omdat die in het dekzandlandschap relatief beperkt zijn. Met een gerichte detailmeting kan de interne gelaagdheid in kaart gebracht worden en zo inzicht geven in de sedimentologische processen, maar dat vraagt dus een grotere inspanning. Daarnaast zijn oerlagen heel duidelijk zichtbaar in zowel grondradar als EM of magnetometrische metingen. Soms kan textuur ook een belemmerende factor zijn. Zo is het dieptebereik in een zware (zwak tot matig siltige) kleibodem met grondradar zeer beperkt. Een tweede belangrijk nadeel van geofysisch onderzoek is dat het niets zegt over de specifieke bodemkarakteristieken. Kleur of mate van bodemvorming zijn uit de

⁶ https://kennis.cultureelerfgoed.nl/index.php/Thema/Inventariserend_veldonderzoek

geofysische data doorgaans niet goed te herleiden, laat staan dat gleyvlekken of houtskoolspikkels herkend worden. Bovendien hebben veel geofysische data geen informatiewaarde zonder concrete gegevens over de bodemkarakteristieken. De data moeten geïnterpreteerd en vervolgens getoetst worden (vaak met boringen). Geofysische methoden worden daarom over het algemeen niet als losse onderzoeksmethode ingezet, maar als aanvullende techniek naast of voorafgaand aan booronderzoek (als methode om gericht een boorstrategie te maken). Tot slot kleven er praktische bezwaren aan geofysisch onderzoek die te maken hebben met verstoring van het meetsignaal. Zo kan een hoge grondwaterstand, een recent bemeste akker, een stroomdraad, oppervlakteverharding of zelfs een nabijgelegen zendmast het signaal verstoren en een meting (deels) onbruikbaar maken. Sommige geofysische onderzoeken zijn bovendien niet toepasbaar in verharde gebieden.

Remote sensing

Een speciale vorm van geofysisch onderzoek is remote sensing. In tegenstelling tot de hierboven beschreven methoden, waarbij de metingen aan het oppervlak worden uitgevoerd (proximal sensing), wordt bij remote sensing van afstand informatie over een gebied verkregen door het gebruik van sensoren aan satellieten, vliegtuigen en drones. Bekende voorbeelden van informatie die daarbij wordt ingewonnen zijn luchtfoto's, infraroodbeelden en hoogtegegevens (zoals het middels LIDAR metingen vervaardigde AHN). Ook gammaspectrometers, grondradar en magnetometers kunnen onder een drone geplaatst worden. Per techniek gelden echter specifieke beperkingen. Deze informatie kan al in het bureauonderzoek en bij het opstellen van een onderzoeksplan gebruikt worden, maar kan ook behulpzaam zijn om gegevens van booronderzoek aan te vullen of te helpen interpreteren. Op luchtfoto's kunnen bijvoorbeeld patronen in de gewassen herkenbaar zijn die helpen het verloop van een zandlichaam in de ondergrond te vervolgen en begrenzen. Om de exacte opbouw en diepteligging van het zandlichaam in kaart te brengen dient vervolgens een booronderzoek of geofysisch onderzoek uitgevoerd te worden.



Dankzij GIS-services worden steeds meer remote sensing data voor iedereen ontsloten. Dat maakt dat deze data snel en goedkoop in te zetten zijn. Er kleven zodoende nauwelijks nadelen aan het gebruik ervan. Daarbij ben je echter altijd afhankelijk van de *resolutie*, omstandigheden tijdens de opname (droogte, aanwezigheid gewas) en aard van de beschikbare data, aangezien deze door andere partijen en veelal met een ander doel verzameld zijn. In voorkomende gevallen kan het daarom helpen om zelf gerichte remote sensing data in te winnen. Bijvoorbeeld door het plangebied in kaart te brengen met een drone voorzien van een combinatie van sensoren met een hoge meetresolutie. Dit is relatief kostbaar, kan op beperkingen stuiten in 'no-fly-zones' en de uitkomst van het onderzoek en bruikbaarheid van de gegevens zijn op voorhand niet gegarandeerd.

Profielopnames

Profielopnames worden gedaan in ontsluitingen in de bodem, zoals wegcunetten, leidingsleuven, opgravingsputten of specifiek voor het doel gegraven profielputten. Het grote voordeel van een profielopname is de mogelijkheid om de bodemopbouw in optima forma te bekijken, beschrijven en (eventueel zelfs) bemonsteren (bijvoorbeeld voor micromorfologisch-, OSL- of pollenonderzoek). Behalve een nauwgezette beschrijving van kleur, textuur en alle andere parameters die bij booronderzoek ook beschreven worden, levert het inzicht in bodemstructuren en patronen. Dat zijn aspecten die met booronderzoek niet of lastig te bepalen zijn. Een smalle verstoring in de bodem kan er bijvoorbeeld toe leiden dat boringen exact op de lijn van die verstoring het beeld geven dat er sprake is van een grootschalige of complete verstoring van een plangebied, terwijl uit een profielopname direct blijkt dat de werkelijke impact van de verstoring slechts beperkt is. Conform specificatie VS08 moet een foto van ieder profielputje in het rapport afgebeeld worden, dit heeft ook als voordeel dat het profiel ook voor derden beter te begrijpen is.

Inhoudelijk kleven er eigenlijk geen nadelen aan een profielopname. Het is de optimale manier om de bodemopbouw in detail te beschrijven. De nadelen zijn vooral praktisch van aard en gelden met name voor de profielputten. Is het mogelijk en/of toegestaan om een put te graven (bijvoorbeeld op een voetbalveld)? Lukt het met de hand of is een graafmachine nodig (bijvoorbeeld bij harde lagen of bodemlagen dieper dan 80 à 100 cm-mv)? Veiligheid is ook een belangrijke beperkende factor. Instortingsgevaar, grondwater/kwelstromen, verontreinigingen, ontplofbare oorlogsresten, kabels en leidingen kunnen allemaal redenen zijn om van profielputten af te zien.



3.3 Bepalen van de optimale mix aan methoden

Uit de voorgaande paragraaf blijkt dat elke techniek sterke en zwakke punten heeft. De kunst bestaat eruit om, voor het beoogde onderzoeksdoel en rekening houdend met de specifieke context van het plangebied, te komen tot de juiste onderzoeksofzet bestaande uit een optimale mix van technieken. Dit vraagt vaak afstemming met de eventuele onderaannemer en/of andere partijen die veldonderzoek uitvoeren. Het **stroomdiagram** uit paragraaf 1.4 kan daarbij helpen. De vraagstelling en alle te toetsen aspecten zoals beschreven in paragraaf 2.3 spelen een rol. Dit kan ook betekenen dat een techniek geschikt is om het ene aspect te toetsen, maar vanwege een ander aspect toch niet toegepast kan worden. Bijvoorbeeld: de grote diepteligging van een verwacht archeologisch niveau rechtvaardigt mechanisch booronderzoek, maar de afgelegen ligging in een beschermd natuurgebied sluit dat uit.

Het ligt voor de hand om handmatig booronderzoek als uitgangspunt te nemen bij het bepalen van de optimale mix van technieken, omdat dit de meest gebruikelijke techniek is. Per te toetsen aspect (of een combinatie daarvan) is vervolgens de afweging te maken wat de voor- en nadelen van het booronderzoek zijn. Bepaal vervolgens voor de nadelen per aspect wat een alternatieve techniek is waarmee het nadeel van het booronderzoek ondervangen kan worden. Wanneer deze afweging voor alle aspecten is gedaan, wordt duidelijk waar de optimale mix uit bestaat. Onderstaande tabel geeft een theoretisch voorbeeld:

Aspect	Situatie plangebied	Afweging booronderzoek	Alternatief
Toekomstig gebruik	Zandwinning 10 hectare	Goed mogelijk, tot in het pleistoceen	-
Geo(morfo)logie, bodem, grondwater	Pleistocene dekzandrug, droog gelegen, plaatselijk stuifzand	Mogelijk lastig in stuifzand (instorting boorgat)	Boren met mantelbuis

Diepteligging potentiële archeologisch niveau(s)	Maaiveld of afgedekt onder stuifzand	Goed mogelijk	-
Historisch landgebruik	Woeste grond, deels gebruikt als productiebos (1900-1970)	Impact bosploeg lastig vast te stellen	Profielputje
Bekende archeologische en/of bouwhistorische resten	Steentijd vindplaats bekend	Goed mogelijk	-
Huidig landgebruik	Heide, deels verhard onder asfalt werkterrein naastgelegen zandwinning	Grotendeels mogelijk, behalve onder asfalt	Geofysisch onderzoek of mechanisch voorboren
Bodem- en/of grondwaterverontreinigingen, OO, KLIC	Hoogspanningstracé boven deels geasfalteerd terrein	Goed mogelijk	Geofysisch onderzoek soms niet mogelijk onder hoogspanningstracé
<p>De optimale mix bestaat hier uit handmatig booronderzoek, aangevuld met gerichte profielputjes ter plaatse van het voorheen ontgonnen gebied. Op plekken waar stuifzand is bestaat de mogelijkheid om over te schakelen op mechanisch booronderzoek. Op het geasfalteerde terrein is grondradar onderzoek mogelijk, behalve daar waar dit overlapt met het hoogspanningstracé.</p>			

Theoretisch voorbeeld van de af te wegen aspecten in relatie tot de onderzoekstechnieken.

N.B. Het mixen van technieken is geen doel op zich. Meerdere technieken samen leveren altijd meer inzicht dan één, maar als met één techniek de onderzoeksvraag voor 99% beantwoord kan worden, dan is de meerwaarde van het toevoegen van een extra techniek niet proportioneel.

Stel daarom altijd de vraag: Is er een blinde vlek in de beoogde onderzoekstechniek, kan die opgelost worden met een andere techniek en wat is daarvan de meerwaarde voor het onderzoek?



4. Bepalen strategie

4.1 Inleiding

Elke methode/techniek heeft sterke en zwakke punten. Die kunnen ondervangen worden door het inzetten van andere technieken, maar ook de wijze waarop de technieken worden ingezet kan helpen om blinde vlekken te ondervangen. Afhankelijk van de archeologische verwachting (met name de ruimtelijke dimensies van die verwachting), de vraagstelling, de toe te passen optimale mix van onderzoekstechnieken en de specifieke context van het plangebied, zijn er verschillende onderzoeksstrategieën mogelijk. Dit hoofdstuk richt zich op verschillende mogelijke strategieën met betrekking tot waarnemingsdichtheden (zoals boorgrids). Ook hierbij helpt weer het **stroomdiagram** uit paragraaf 1.4.

Het verkennend onderzoek heeft als doel bestaande geologische informatie, bodemkundige informatie aan te vullen. Bestaande boorgegevens (zoals van eerder uitgevoerd geologisch, archeologisch, bodemkundig of milieukundig onderzoek) kunnen ook betrouwbare informatie opleveren. Het benutten van deze gegevens kan mede richting geven aan de strategie.

4.2 Puntwaarnemingen (boringen)

In hoofdstuk 3 zijn verschillende technieken beschreven, maar is ook gebleken dat booronderzoek nog altijd de basis vormt voor de verkennende fase van het veldonderzoek of nodig is voor het interpreteren van geofysische onderzoeksdata en/of remote sensing beelden. Ook is gebleken dat booronderzoek puntwaarnemingen oplevert die alleen informatie geven over de exacte boorlocatie en een straal daar omheen. Dat brengt in theorie een grote blinde vlek met zich mee. Dit kan echter worden ondervangen door het toepassen van een goede boorstrategie. Wat goed is hangt af van 1) de te toetsen en verzamelen gegevens (§2.3), 2) de specifieke context van het plangebied (omvang, vorm, inrichting) en 3) de eventuele combinatie met andere onderzoekstechnieken zoals bepaald in de optimale mix (§3.3). Op hoofdlijnen is er onderscheid te maken in drie boorstrategieën: vaste grids, raaien en vrije spreiding (zie ook figuur hierna).

- **Vaste grids.** Een vast grid is gebaseerd op een evenredige spreiding van boringen over het te onderzoeken gebied. Het beoogt een zo gemiddeld mogelijk inzicht in de bodemopbouw van het gebied te krijgen. Daarin schuilt direct het risico, want slechts weinig plangebieden zijn 'gemiddeld'. Een vast grid werkt daarom vooral goed in blokvormige plangebieden met een (te verwachten) uniforme bodemopbouw.

Richtlijnen van (samenwerkingsverbanden van) gemeentes schrijven voor de verkennende fase tussen de 3 en 8 boringen per hectare voor. Bij de meest gebruikte boordichtheid van 5 à 6 boringen per hectare komt dit overeen met verspringende boorraaien om de 40 m en boringen om de 50 m in een boorraai (50 x 40 m grid).⁷ Als er veel of juist weinig variatie in sedimentatie, bodemopbouw of -verstoring te verwachten is en/of reeds betrouwbare boordata beschikbaar is uit andere bronnen, dan kunnen ook (na afstemming met de bevoegde overheid of opdrachtgever ook) dichtere of respectievelijk lichtere grids toegepast worden.

N.B. Regelmatige boorgrids vanaf ca. 7 boringen per hectare (vanaf boorgrid 34,6 x 40 m) zijn bij gebruik van een Edelmanboor met een diameter van 7 cm of een gutsboor van 3 cm geschikt om van vindplaatsen met een archeologische laag te karteren.⁸ Bij dergelijke boordichtheden én een verwachting voor een archeologische laag is het te overwegen om de verkennende en karterende fase te combineren.

⁷ De ordegrrootte van de boordichtheid van verkennend archeologisch onderzoek is vergelijkbaar met de kartering van de bodemkaart 1:10.000 voor gebieden die nog niet eerder gekarteerd zijn op een grovere schaal met 4 boringen per ha (De Bakker en Locher, 1992).

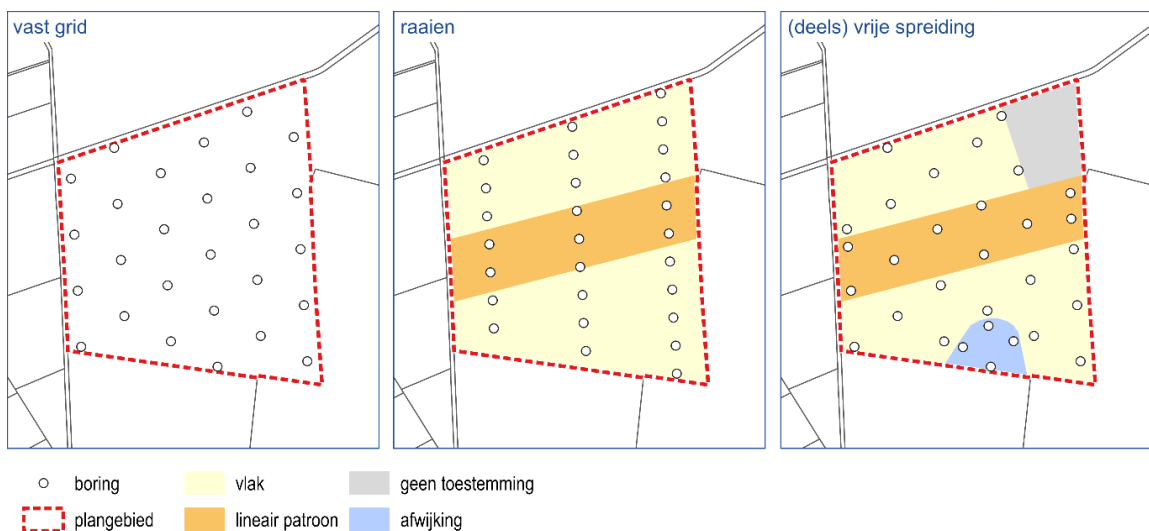
⁸ Methode D2, Tol e.a. 2026

- **Raaien.** Wanneer in de ondergrond meer variatie is te verwachten en deze zich uit in duidelijke (en relatief grootschalige) patronen, dan zijn raaien een geschikte methode om de bodemvariatie in kaart te brengen. Denk hierbij bijvoorbeeld aan lineaire landvormen zoals stroomgordels of beekdalen, maar ook aan landvormen die gefaseerd zijn uitgebouwd zoals kronkelwaarden of aanwassen. Van belang hierbij is dat de raaien haaks worden gezet op het verwachte verloop van de patronen (bijvoorbeeld stromingsrichting). Dat kan dus ook betekenen dat de richting van de raaien niet overal in het plangebied gelijk is. Als de oriëntatie van de patronen verandert, verandert de oriëntatie van de raaien mee.

Er zijn gemeenten die de afstand tussen de raaien en de afstand tussen de boringen voorgeschreven hebben. Een goed vertrekpunt bij landschappelijke lineaire fenomenen is minimaal twee boringen per raai in een fenomeen. De (verwachte) breedte van het fenomeen bepaalt dan dus de afstand tussen twee boringen.

Raaien kunnen ook toegepast worden in lineair gevormde plangebied, zoals weg- of kabeltracés. Aangezien tracés meestal smal zijn en de oppervlakte dus relatief klein, is bij tracés de boordichtheid hoger dan de eerder aangehaalde 3 à 8 boringen per hectare. Een goed vertrekpunt is het aanhouden van de boorafstand die overeenkomt een verspringend grid dat past bij de regulier voorgeschreven/gebruikte boordichtheid. Als normaal geboord zou worden in een grid van 40 x 50 m is één raai met boringen om de 50 m een logische boorafstand. Afhankelijk van te verwachten landschappelijke en bodemvariatie kan deze boorafstand bijgesteld worden. De boorafstand kan daardoor langs het tracé ook wisselen binnen één project. Is er sprake van kruisende geultjes met een breedte van 20 meter, dan heeft het natuurlijk geen zin om boringen om de 50 meter te zetten. Andersom heeft het weinig zin om elke 10 meter een boring te zetten als er sprake is van een uitgestrekte dekzandvlakte, tenzij een lokale variatie in de opbouw (zoals een verstoring) in kaart gebracht moet worden.

- **Vrije spreiding.** Een vrije spreiding van boringen is toe te passen wanneer de specifieke context van het plangebied daar om vraagt. Dat kan zijn in praktische zin, bijvoorbeeld doordat her en der alleen plantsoentjes zijn waarin geboord kan/mag worden, of omdat er alleen voor bepaalde delen van het plangebied betredingstoestemming bestaat. Er kunnen ook inhoudelijke redenen zijn om een vrije spreiding toe te passen, bijvoorbeeld om een deel van het plangebied te onderzoeken met een andere archeologische verwachting die met een vast grid gemist worden. Daarbij kunnen gaandeweg het onderzoek op basis van een grid of raaien, variaties in de bodemopbouw worden vastgesteld die beter in kaart gebracht moet worden. Dan helpt het om enkele tussen boringen (bij) te plaatsen, vrij naar het inzicht van het onderzoeksteam.



Toepassing van verschillende boorstrategieën.

N.B. De ene strategie sluit de andere niet uit. In de uitvoeringspraktijk wordt meestal een vast boorgrid toegepast, maar er zijn geen belemmeringen om dat eventueel aan te vullen met raaien of enkele vrij te plaatsen boringen. Sterker nog, vaak zit (net als bij de toe te passen technieken) de kracht in het combineren van verschillende strategieën. Ook kunnen specifieke delen van een plangebied vragen om een andere benadering, zodat in het ene deel een vast grid het beste kan werken en in het andere met raaien het beste resultaat wordt behaald.

Stel jezelf de vraag: wat is de omvang van de verwachte landvormen en met welke (combinatie van) strategie en boordichtheden kan ik deze het beste in kaart brengen? Welke strategie je ook kiest, het is altijd verstandig om enkele vrij te plaatsen boringen in het plan op te nemen, om te kunnen anticiperen op voortschrijdend inzicht.

4.3 Puntwaarnemingen (profielputjes)

Het aantal profielputjes bedraagt doorgaans enkele per hectare tot een maximum van 10 putten per hectare (bij een dergelijke hoeveelheid meestal machinaal gegraven). Indien het projectgebied kleiner is dan een hectare, dan geldt een aantal van 1-3 per projectgebied (KNA specificatie VS08).

4.4 Vlakdekkende beeldvorming (geofysisch onderzoek en remote sensing)

Vlakdekkende beeldvorming, waarbij het plangebied (meer) aaneengesloten in kaart wordt gebracht, vereist een strategie voor de wijze waarop deze wordt uitgevoerd. Daarbij spelen zowel de keuze van de geofysische methode als de bijbehorende resolutie en meetconfiguratie een belangrijke rol. Van essentieel belang is een heldere formulering van het onderzoeksdoel. Afhankelijk van de vraagstelling verschilt de benodigde aanpak aanzienlijk: het in beeld brengen van grootschalige variaties in bodemopbouw (bijvoorbeeld klei versus zand) stelt immers andere eisen aan methode en resolutie dan het detecteren van kleinschalige structuren, zoals een smalle ondergrondse restgeul. Daarnaast is de effectiviteit van geofysisch onderzoek sterk afhankelijk van de bodemopbouw en fysische eigenschappen van de ondergrond. Dit betekent dat de geschiktheid van technieken (zoals elektromagnetische methoden, resistiviteit, grondradar of magnetometrie) per locatie kan variëren. In veel gevallen kan een gecombineerde inzet van meerdere technieken meerwaarde bieden, doordat verschillende fysische eigenschappen complementaire informatie leveren. Een goede afstemming met de uitvoerende partij is hierbij van belang, zowel voor de keuze van de meest geschikte technieken als voor de praktische uitvoering en interpretatie van de data. Voor verdere uitwerking wordt verwezen naar bijlage 3, de SIKB-waaier 'Te Land, ter Zee en in de Lucht' en de factsheets van de RCE.⁹

De uitkomsten van geofysisch onderzoek en remote sensing kunnen gebruikt worden om de plaatsing van de boringen te bepalen. De resultaten kunnen helpen om heel gericht (en daarmee minder dan het aantal reguliere) boringen of boorraaien te zetten op de plaatsen waar overgangen, variaties en/of opvallende afwijkingen in de beelden te zien zijn. Of het nu gaat om een luchtfoto uit een droogtejaar waarop een donkere plek te zien is of gericht ingewonnen grondradar data die de variatie in de ondergrond toont, het benutten van deze gegevens kan enorm helpen om met andere technieken gerichtere waarnemingen te doen.

Bij het uitdenken van een strategie voor de vlakdekkende beeldvorming is het daarom van belang om goed na te denken over de meerwaarde die het biedt en de blinde vlekken die het kan opheffen. Ook wanneer als gevolg van obstructies (bijvoorbeeld kabels en leidingen) of het ontbreken van toestemmingen het niet mogelijk is om een plangebied daadwerkelijk vlakdekkend in beeld te brengen, kan het wel bijdragen aan het onderzoek. Zijn er bijvoorbeeld mogelijkheden om delen van het plangebied wel in beeld te brengen, dan kan dat in combinatie met andere gegevens toch tot een groter inzicht leiden. Voor het onderzochte deel bestaat dan immers wel een vlakdekkend beeld en de daarin herkende patronen kunnen representatief zijn voor wat in de rest van het plangebied te verwachten is.

⁹ https://kennis.cultureelerfgoed.nl/index.php/Thema/Inventariserend_veldonderzoek



Voorbeeld van een gebied waar op de luchtfoto van het ene jaar de patronen in de ondergrond herkenbaar zijn (links), terwijl in een ander jaar een vierkante structuur te herkennen is (rechts). Deze vlakdekkende beeldinformatie is waardevol bij het bepalen van de veldwerkstrategie.

4.5 Aanvullende waarnemingen/voortschrijdend inzicht

Uit de voorgaande paragraaf blijkt dat het doen van aanvullende waarnemingen bijzonder nuttig kan zijn voor het bepalen van de onderzoeksstrategie en voor het vergroten van het inzicht in de archeo-landschappelijke context van het plangebied. Bij het opstellen van een strategie, maar ook tijdens het uitvoeren ervan, is het dus van belang alert te blijven op de mogelijkheden om aanvullende waarnemingen te doen. Dat kan gaan om een extra boring binnen een bestaand boorgrid, maar ook om het graven van een profielput om de werkelijke aard van een bodemlaag of verstoring in kaart te brengen of om een oppervlaktekartering als een archeologisch niveau aan het maaiveld blijkt te liggen, waardoor verkennend en karterend onderzoek gecombineerd worden. Op basis van voortschrijdend inzicht is het vrijwel altijd te beargumenteren of aanvullende waarnemingen zinvol zijn. Binnen de context van een lopende opdracht is dat soms lastig, maar het hoeft niet persé extra werk te betekenen. Het kan ook gaan om het uitwisselen van het ene voor het andere (bijvoorbeeld het verplaatsen van een boring, of het vervangen van twee boringen in een verstoord gebied door een profielput). Wees creatief en betrek hier indien nodig een ervaren collega, de opdrachtgever of de bevoegde overheid bij. Pas de strategie echter nooit zomaar aan, maar denk er goed over na en onderbouw dit met argumenten. Het **stroomdiagram** uit paragraaf 1.4 kan daarbij helpen.

4.6 Kleine plangebieden

In de dagelijkse AMZ-praktijk vindt op basis van de in ARCHIS aangemelde onderzoeken de helft van de onderzoeken plaats in gebieden kleiner dan 0,5 ha en tweederde van de onderzoeken in gebieden kleiner dan 1 ha. Een standaard boorgrid werkt daar vaak niet, alleen al omdat de boringen dan al snel buiten het plangebied komen te liggen. Richtlijnen van (samenwerkingsverbanden van) gemeentes schrijven bij kleine plangebieden minimum aantallen van 3 tot 6 boringen voor. In die gevallen is een gelijkmatige spreiding van de boringen het meest voor de hand liggend. Bij onregelmatig gevormde gebieden kunnen al snel extra boringen nodig zijn. Bovendien wil de gelijkmatige spreiding niet zeggen dat er niet nagedacht kan worden over een optimale plaatsing van de boringen of het toepassen van andere technieken. Ook in kleine plangebieden kan sprake zijn

van een (verwachte) bodemvariatie die een strategie op maat of aanpassingen op basis van voortschrijdend inzicht nodig maakt. Bijvoorbeeld wanneer een plangebied precies ligt op de overgang van twee landvormen, of wanneer het doorkruist wordt door een voormalige sloot of een leidingtracé. De boringen moeten een representatief beeld geven van de bodemopbouw van het plangebied en eventuele afwijkingen daarop veroorzaakt door de te toetsen aspecten (zie §2.3).



Voorbeeld van een boorstrategie met gelijkmatige spreiding van vijf boringen in een klein en regelmatig gevormd plangebied met verwachte beperkte bodemvariatie.

○ boring

▭ plangebied

N.B. Bij kleine plangebied kan er met het minimum aantal boringen al sprake zijn van dermate hoge boordichtheden dat een gecombineerde verkennende en karterende fase in overweging genomen kan worden. Zo kan het onderzoek dienen om zowel de bodemopbouw als om archeologische lagen of vondsten (overwegend vuursteen en/of aardewerk) te karteren. In die gevallen is er met handmatige boringen sprake van de inzet van een grotere boordiameter (10 à 15 cm Edelmanboor) en een minimale boordichtheid van 8,5 boring per hectare (grid 32 x 37 m¹⁰). Afhankelijk van de verwachte vondstdichtheid en omvang van de vindplaats kan dit oplopen tot een grid van 2,6 x 3,0 m (ca. 1285 boringen/ha). Als met name vindplaatsen verwacht worden met een archeologische laag kunnen deze met een guts met een diameter van 3 cm of Edelmanboor met een diameter van 7 cm (diameters van verkennende fase) opgespoord worden met boordichtheden vanaf ca. 7 boringen per hectare (grid 34,6 x 40,0 m¹¹). Afhankelijk van de verwachte omvang van de zone met een archeologische laag kan dit oplopen tot een grid van 2,6 x 3,0 m (ca. 1285 boringen/ha).

¹⁰ Methode B2, Tol e.a. 2026

¹¹ Methode D2, Tol e.a. 2026

5. Evaluatie en uitwerking

5.1 Inleiding

Van groot belang voor het succesvol uitvoeren van een verkennend onderzoek, is de uitwerking van de velddata tot een inzichtelijk rapport met (zoveel mogelijk) sluitende conclusies, een concreet advies voor het type vervolgonderzoek met bijbehorende vragen waarop het verkennend onderzoek geen antwoord kon geven. Dat begint met een evaluatie van het onderzoek. In dit onderdeel van het proces wordt dus nader ingegaan op de KNA-controle vraag: zijn voldoende betrouwbare gegevens verzameld?

Niet in de zin van het opstellen van een evaluatierapport, zoals bij gravend onderzoek, maar wel in de zin van het kritisch beschouwen van de eigen data. Daarbij kan wederom het **stroomdiagram** uit paragraaf 1.4 helpen. Het dient om te bepalen of het op basis van de verzamelde gegevens daadwerkelijk mogelijk is om de vragen te beantwoorden zoals die eerder zijn opgesteld. Het gaat er ook om te bepalen of dit kan worden vertaald in de archeologische potentie van het onderzochte landschap. Die kritische analyse gebeurt niet alleen na, maar zeker ook tijdens het veldwerk.

5.2 Uitvoering veldonderzoek

De verwachting is scherp gesteld, het is duidelijk welke aspecten te toetsen zijn, de specifieke context van het plangebied is bekend en op basis daarvan is een optimale mix van onderzoekstechnieken en een optimale onderzoeksstrategie uitgedacht. Kortom, het veld in en we kunnen lekker doorwerken tot het onderzoek klaar is. Helaas! In negen van de tien gevallen doen zich afwijkingen van de verwachting voor: een deel van het plangebied is toch niet betreedbaar, de verwachte dekzandrug ligt 100 meter verder dan verwacht, het veen zit een meter dieper dan de grondradardata liet zien, met de Edelmanboor blijkt de bovengrond toch erg lastig te doorboren.

Praktische omstandigheden en voortschrijdend inzicht kunnen er voor zorgen dat een aanpassing van het onderzoek nodig is. Het heeft immers geen zin om door te boren als je door een puinlaag niet dieper komt dan 70 cm -mv, terwijl het archeologisch niveau een meter dieper ligt. Dit zijn de gevallen waarbij duidelijk is dat het onderzoek zoals vooraf gepland niet de gegevens gaat opleveren die nodig zijn om de aspecten te toetsen zoals die in paragraaf 2.3 zijn opgesomd. Dan is aanpassing van de werkwijze nodig. Daarvoor kan het helpen om opnieuw de afweging te doorlopen om te komen tot de optimale mix, zoals het voorbeeld in paragraaf 3.3.

Ook wanneer het minder evident is, helpt het de resultaten gedurende het veldwerk kritisch te beschouwen. Een veldverslag kan hiervoor een handig hulpmiddel zijn (ongeacht of dit volgens de KNA verplicht is). Door tegen het eind van elke velddag – nog in het veld – kort de bevindingen te noteren, word je als onderzoeker gedwongen even met enige afstand naar de resultaten te kijken en na te gaan of het onderzoek op koers ligt, of dat eventueel bijstellingen nodig zijn. Dat hoeft niet direct te betekenen dat compleet nieuwe onderzoekstechnieken moeten worden ingezet. Het kan al helpen om één boring iets te verplaatsen of er een boring bij te zetten om zo beter de overgang van bijvoorbeeld een beekdal naar een dekzandrug in beeld te krijgen. Dit is makkelijker gedaan als je nog in het veld bent, dan wanneer je alweer op de bureaustoel zit.

Om te komen tot die kritische analyse van de eigen data, stel jezelf tijdens en direct na het veldonderzoek de volgende vragen:

- Heeft het veldonderzoek voldoende gegevens opgeleverd om de onderzoeksvragen te beantwoorden en de archeologische verwachting te specificeren?
 - Zo ja: ga verder met de uitwerking
 - Zo nee: welke gegevens ontbreken nog?
 - Waarom zijn die gegevens niet verzameld (wat is de blinde vlek)?
 - Welke methode is geschikt om de gegevens aan te vullen?
 - Pas het veldwerk aan of adviseer een aanvullende verkennende fase.

5.3 Uitwerking

Zodra het veldonderzoek voldoende gegevens heeft opgeleverd, begint de uitwerking tot een onderzoeksrapport. Het komt er dan op aan de verzamelde en beschreven bodemgegevens te vertalen naar de aspecten die ertoe doen voor de archeologische verwachting. Dat zijn de **te toetsen aspecten zoals beschreven in paragraaf 2.3**. Het helpt om bij de uitwerking (tot een rapport met een logische en onderbouwde conclusie) van de veldgegevens voor alle aspecten de relevantie te bepalen. Of andersom, om van alle aspecten te bepalen wat de relevantie van de onderzoeksresultaten is.

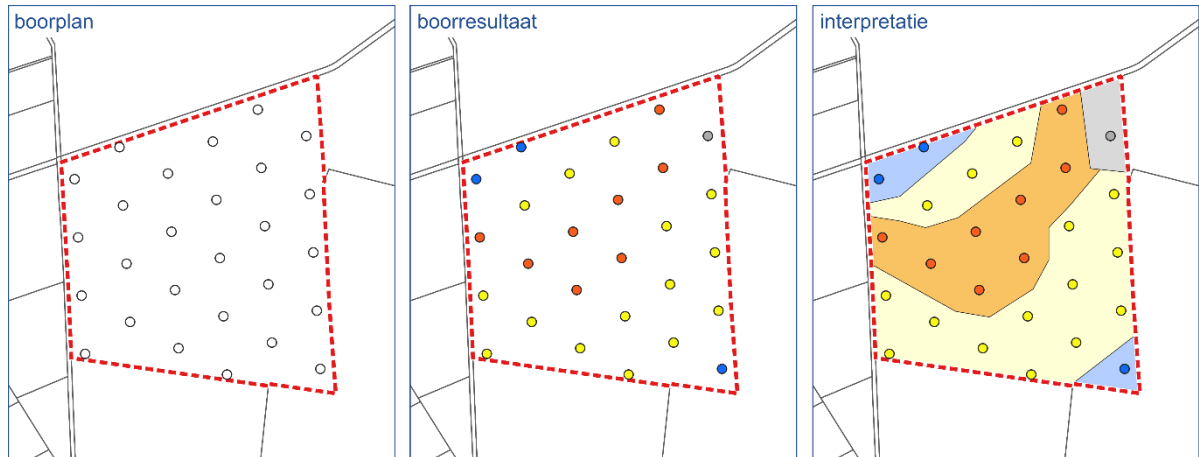
Van belang daarbij is een duidelijk gestructureerde opbouw. Dat start met een objectieve beschrijving van de resultaten, gevolgd door een interpretatie op basis van die onderzoeksresultaten in relatie tot de aannames bij aanvang van het onderzoek. Beperk je dus niet tot de melding dat een podzol is aangetroffen of het plangebied gelegen is op een oever, maar begin met een beschrijving van de kleur, textuur (lithologie), dikte, dieptes en (daaropvolgend) de combinatie van processen en factoren die tot deze bodem(horizonten) of landvorm hebben geleid. Concludeer pas daarna dat er sprake is van een bepaalde lithostratigrafische eenheid (bijvoorbeeld Laag van Wijchen), geomorfologische eenheid (bijvoorbeeld een oeverwal) of bodemvorming (bijvoorbeeld een podzol).

In algemene zin gaat dat om de beschrijving van litho- en geomorfogenese en post-depositionele processen/bodemvorming, oftewel de vertaling van sedimentkarakteristieken en bodemvorming naar de processen die het hebben afgezet en gevormd en op welk moment in de tijd. Dat bepaalt immers in hoeverre mensen gebruik kon maken van het landschap en daarmee de archeologische verwachting.

Dat klinkt wellicht overdreven voor een standaard AMZ-onderzoek, maar niets is minder waar. Het feitelijk beschrijven van de karakteristieken waarborgt reproduceerbaarheid en bovendien hebben al deze aspecten invloed op de archeologische verwachting. Dat maakt ze wel degelijk relevant, zeker wanneer dit wordt afgewogen tegen de geplande ingrepen in het plangebied. Wanneer het intacte archeologisch relevante niveau zich op 80 cm beneden maaiveld bevindt en de ingreep gaat maar 30 cm diep, dan is er weinig reden voor vervolgonderzoek.

Bij kleine plangebieden is de variatie in verzamelde veldgegevens vaker beperkt. Dan is vrij eenvoudig de slag naar interpretatie te maken. Wanneer er sprake is van meer variatie, helpt het de resultaten te rubriceren en vooral ook te visualiseren. Een kaartje van de onderzoeksresultaten is niet alleen prettig voor de lezer van het rapport, maar helpt ook om de gegevens te interpreteren en de ruimtelijke consequenties te beoordelen. Vertaal de resultaten daarom zoveel mogelijk naar ruimtelijke begrensde vlakken (in x, y en z) en lithogenetische en/of bodemkundige profielen om grip te krijgen op de laagopbouw waar het gelaagde landschappen betreft. Een archeologische verwachting voor een dieper gelegen niveau heeft immers andere consequenties voor een ruimtelijke ingreep dan een verwachting voor een niveau aan het maaiveld.

Tot slot is het van belang om je te realiseren dat de verzamelde gegevens de situatie op het moment van onderzoek weerspiegelen. Die situatie kan in het verleden anders geweest zijn. Een hoge kop kan verdrinken, een laagte kan opvullen. Het is belangrijk om na te denken over de landschappelijke ontwikkeling die een gebied heeft doorgemaakt en dit te vertalen naar de consequenties die dat had voor de gebruiksmogelijkheden voor de mens. Bijvoorbeeld: een intacte podzol duidt op een gave pleistocene bodem, maar als deze wordt afgedekt door een pakket basisveen, dan is de podzol al vroeg in het holoceen verdrongen en voor de boeren in de ijzertijd niet meer interessant geweest. Probeer daarom de verzamelde landschappelijke informatie en inzichten te vertalen naar het moment in de tijd waaruit archeologische resten worden verwacht.



Van plan via resultaat naar interpretatie.

5.4 Advies

Met alle gegevens verzameld en geïnterpreteerd volgt de laatste stap: het advies. Nu is het een kwestie van afwegen wat de impact van de toekomstige plannen op de verwachte archeologie is. Hierbij spelen alle dimensies (x, y, z) een rol. Bepaal of ingrepen (potentieel) verstorend zijn en zo ja waar en op welke diepte. Waar dat het geval is, zal verder onderzoek nodig zijn om te bepalen of er daadwerkelijk archeologische resten aanwezig zijn (karterende fase) en zo ja, wat daarvan de waarde is (waarderende fase). Met de resultaten van het gedegen archeo-landschappelijk vooronderzoek in de hand, is het mogelijk om daar gericht en op maat over te adviseren en daarbij concrete onderzoeksvragen voor het vervolgonderzoek voor op te stellen.

Literatuur

Bakker, H. de en W.P. Locher (1992). Bodemkunde van Nederland. Deel 2: Bodemgeografie. Den Bosch: Malmberg, tweede druk. In: Assinck F.B.T., F. Brouwer, W.J.M. de Groot en T.T.L. Harkema (2024). Handboek voor veldbodemkundig onderzoek. Wageningen Environmental Research, Wettelijke Onderzoekstaken Natuur & Milieu, BAPS-projectnummer WOT-04-013-020, Edepot.wur.nl/683470

Bodemkaart van Nederland, schaal 1:50.000 (2023) Wageningen Environmental Research. Gedownload via <https://www.broloket.nl/ondergrondmodellen/kaart> op 08-01-2024
Legenda zie <https://legenda-bodemkaart.bodemdata.nl/begrippen>

Cohen, K.M., Stouthamer, E., Hoek W.Z./Berendsen, H.J.A./Kempen, H.F.J. (2009): Zand in banen. Zanddiepte kaarten van het Rivierengebied en het IJsseldal in de provincies Gelderland en Overijssel, Arnhem (Provincie Gelderland, 3rd fully revised edition).

Cohen, K.M., Stouthamer, E., Pierik, H.J. & Geurts, A.H. (2012). Digitaal Basisbestand Paleogeografie van de Rijn-Maas Delta. Dept. Fysische Geografie. Universiteit Utrecht. Digitale Dataset. <http://persistent-identificer.nl/?identificer=urn:nbn:nl:ui:13-nqjn-zl>

Cohen, K.M. (2017): Digitalisering legacy onderzoeksboringen UU deltaonderzoek 1975-1990, easy-dataset:74935; DOI:10.17026/dans-zcv-knya).

Data en Informatie van de Nederlandse Ondergrond: <https://www.dinoloket.nl>

Geomorfologische kaart van Nederland (2023). Wageningen Environmental Research. Gedownload via <https://www.broloket.nl/ondergrondmodellen/kaart> op 08-01-2024
Legenda: Maas, G. J., S. P. J. v. Delft & A. H. Heidema. (2017). "Toelichting bij de legenda Geomorfologische kaart van Nederland 1:50 000 (2017)." <http://legendageomorfologie.wur.nl/>. Wageningen, Wageningen Environmental Research.

Grondwatertrappenkaart van de bodemkaart 1:50.000 versie tot 2006: <http://geoplaza.vu.nl/data/dataset/bodemkaart-van-nederland/resource/2398cef7-957e-4ba5-b218-08ac275d72fb>.

Tol, A.J.; J.W.H.P. Verhagen; M. Verbruggen (2026). Leidraad inventariserend veldonderzoek Deel: karterend booronderzoek en proefputtenonderzoek (Landbodems) versie 3.0.

Vos, P. (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. Barkhuis.

Vos, P., M. van der Meulen, H. Weerts en J. Bazelmans 2018: Atlas van Nederland in het Holoceen. Landschap en bewoning vanaf de laatste ijstijd tot nu, Amsterdam (Prometheus).

Zon, N. van der (2013). Kwaliteitsdocument AHN2. https://cuatro.sim-cdn.nl/ahn/uploads/AHN2_kwaliteitsdocument.pdf?cb=6FKgWAIx

Bijlage 1 Verkennende fase in het archeologische bestel

Deze bijlage gaat in op de rol van de verkennende fase in de huidige KNA en andere documenten binnen het bestel en welke partijen betrokken zijn bij het verkennend onderzoek.

Verkennende fase in KNA 4.2

In KNA protocol 4003 is het doel van de verkennende fase verwoord:

“De verkennende fase heeft als doel om inzicht te krijgen in de vormeenheden van het landschap die van invloed zijn op de locatiekeuze in het verleden. Dit kan met een eenvoudige terreininspectie, maar ook door archeo-landschappelijk booronderzoek en het graven van profielputjes. Doel daarbij het uitsluiten van kansarme zones en het selecteren van kansrijke zones voor de volgende vormen van onderzoek.” In specificatie VS08 wordt het indirect omschreven als *‘landschapsgenetisch onderzoek om het archeologische verwachtingsmodel te verfijnen.’*

Naast inzicht krijgen in de vormeenheden van het landschap (de geomorfologie) worden ook de aard van de bodemopbouw en mate van verstoring van de bodem in kaart gebracht tijdens de verkennende fase. De KNA geeft geen parameters of specificaties die kansrijke en kansarme zones onderscheiden. Hoewel met de verkennende fase niet een volledige waardering van een vindplaats gedaan kan worden zijn er wel parameters uit de waardering die al in de verkennende fase bepaald kunnen worden, zoals de ruimtelijke gaafheid, de intactheid van de stratigrafie en in hoeverre vondstmateriaal in situ te verwachten is (zie ook Tabel 1).

Tabel 1 KNA specificaties en relatie tot de verkennende fase

KNA specificatie	Toepasbaar op de verkennende fase
VS03 Uitvoeren booronderzoek	Deze specificatie is niet van toepassing op de verkennende fase. Er is wel een verwijzing naar de ASB. <i>“Booronderzoek kan, behalve voor het karteren en waarden van archeologische vindplaatsen, ook toegepast worden voor landschapsgenetisch onderzoek om het archeologische verwachtingsmodel te verfijnen. Deze specificatie is niet van toepassing op dit type onderzoek.</i> <i>Aanvullende methoden kunnen ingezet worden om ontbrekende informatie t.b.v. een waardestelling te verzamelen. Aangeraden wordt om de kwaliteitseisen in de ASB (Archeologische Standaard Boorbeschrijving) als leidend te beschouwen.”</i>
VS04 Uitvoeren geofysisch onderzoek	Ja
VS06 Waarderen	Deels, ‘Ruimtelijke gaafheid’, ‘stratigrafie intact’ en ‘mobilia in situ’ zijn parameters voor de waardering. Deze kunnen ingeschat worden in de verkennende fase.
VS08 Bepalen onderzoeksmethode IVO-O/IVO-P	Nee, <i>“Deze specificatie geldt alleen bij karterend onderzoek.”</i> De Methode profielputten heeft geen afzonderlijke specificatie, maar zit in VS08 <i>“In aanvulling op een regulier verkennend en/of karterend booronderzoek of een veldkartering kan gekozen worden voor het graven van profielputjes ... Doel van hiervan is meerledig, onder andere: 1. het verkrijgen van een beter inzicht in de bodemopbouw en de aantasting van een archeologisch relevant niveau van een onderzoeksgebied;”</i>

De KNA-specificaties voor het uitvoeren van booronderzoek (VS03) en het bepalen van een onderzoekstrategie (VS08) zijn enkel van toepassing op karterend booronderzoek. Al wordt in specificatie VS08 de methode van profielputjes/kuilen beschreven (zie Tabel 1).

Naast de in de KNA opgenomen terreininspectie, booronderzoek en profielputjes zijn ook bepaalde vormen van geofysisch onderzoek geschikt voor het in kaart brengen van de aard- en intactheid van de bodemopbouw. Het documenteren van grotere profielen tijdens of voorafgaand aan gravend onderzoek kan ook als een aanvullende verkennende fase of vorm van archeo-landschappelijk onderzoek beschouwd worden.

Relatie met andere KNA-leidraden en producten van SIKB en RCE.

Best practices van geofysische prospectiemethoden staan beschreven in de KNA-Leidraad 'Toepassen geofysisch onderzoek in de archeologie'. RAM 266 'Meten of Vergeten' geeft een voorbeeld van 10 casestudy's. Deze richten zich echter met name op het karteren van vindplaatsen en structuren, niet zo zeer op het inzicht krijgen in de vormeenheden van het landschap.

De SIKB-waaier Opkomende Onderzoekstechnieken (2022)¹² beschrijft nog enkele andere methode en geeft specifiek aan welke methoden geschikt zijn voor bijvoorbeeld het in kaart brengen van geologische lagen en stratigrafie.

De KNA-leidraad Archeologische Standaard Boorbeschrijving (ASB) geeft aan hoe boringen beschreven kunnen worden. Daar zal deze leidraad verkennend onderzoek niet op ingaan. De kwaliteitseisen in de ASB worden in VS03 aangeraden om als leidend te beschouwen bij het uitvoeren voor booronderzoeken die een ander doel dienen dan karteren en waarderen. De leidraad ASB is vooral een datastructuur met kenmerken en codes waarmee boringen beschreven kunnen worden.

De factsheets van de RCE over methoden, technieken en strategieën van inventariserend veldonderzoek (*archeologische prospectie*)¹³ geven ook informatie over booronderzoek en geofysisch onderzoek, met een focus op de karterende fase.

Doelgroep

Verkennende booronderzoeken worden vaak uitgevoerd in combinatie met bureauonderzoeken. KNA (BO) Prospectoren Ma zijn vaak betrokken bij bureauonderzoeken en hebben daardoor ook een rol in het opstellen van de gespecificeerde verwachting en het formuleren van de onderzoeksstrategie (de laatste stap van het bureauonderzoek). Dit kan ook uitgevoerd worden door KNA (BO) Archeologen Ma.

Verkennend booronderzoek en andere vormen van Inventariserend Veldonderzoek Overig mogen conform de KNA enkel uitgevoerd worden door KNA Prospectoren (Tabel 2). De KNA leidraad is met name geschreven voor **KNA Prospectoren**, maar ook voor **KNA Archeologen** die betrokken moeten worden bij het opstellen en controleren van PvA's voor Inventariserend Veldonderzoek Overig, anders dan booronderzoek.

Ook voor **archeologische beleidsmedewerkers bij overheden** biedt deze leidraad handvatten in het beoordelen van de in bureauonderzoeken geadviseerde onderzoekstrategieën of hoofdlijnen en de in Plannen van Aanpak (PvA's) nader uitgewerkte onderzoeksstrategieën.

KNA Specialisten Geofysica zijn logische actoren die betrokken zijn bij geofysisch onderzoek en **KNA Specialisten Fysische Geografie** bij het beschrijven van profielen bij profielputjes of al aanwezige ontsluitingen in de bodem (zoals wegcunetten, leidingsleuven en slootkanten) en ook bij proefsleuvenonderzoek en opgravingen, hoewel dit niet voorgeschreven is in de KNA. Formeel

¹² <https://www.sikb.nl/doc/archeo/9323%20SIKB%20waaier%20onderzoekstechnieken.pdf>

¹³ https://kennis.cultureelerfgoed.nl/index.php/Thema/Inventariserend_veldonderzoek

gezien is het inkrassen en interpreteren van profielen (stap 2.6 van het protocol opgraven) voorbehouden aan KNA-archeologen en Senior Veldtechnici. Al staat in OS05 “Het is raadzaam doch niet verplicht voor de interpretatie van de profielen het advies in te winnen van een KNA Specialist (fysisch geograaf of anders).” In OS11 staat verder “Het bemonsteren door middel van grondboren of gutsen kan het best worden overgelaten aan een specialist (bijvoorbeeld bodemkundige, geoloog, fysisch geograaf, palynoloog).” en “De selectie van dateerbaar materiaal moet daarom door of in nauwe samenspraak met de betreffende KNA Specialist (bodemkundige, archeobotanicus, palynoloog, archeozoöloog) plaatsvinden.”

Tabel 2 Betrokken partijen verkennende fase

Onderstaande tabel vat samen welke partijen conform de KNA betrokken zijn bij de verkennende fase van het archeologisch onderzoek

Deelproces		Stap (in de KNA)	Minimale status actor	
Bureauonderzoek		Opstellen gespecificeerde verwachting en formuleren onderzoeksstrategie (op hoofdlijnen)	KNA (BO)Prospector Ma of KNA (BO) Archeoloog Ma	
		KNA-controle	Senior KNA (BO) Prospector of Senior KNA (BO) Archeoloog.	
		Beoordeling onderzoekstrategie *	Medewerker bevoegde overheid*	
Programma van Eisen (PvE) (Geen verplichting, maar wel een optie bij IVO-O)		Formuleren inhoudelijke vraagstelling; motiveren methoden en technieken	Senior KNA Archeoloog	
		KNA Controle		
		Beoordeling PvE*	Medewerker bevoegde overheid*	
IVO-O	Vorbereiding	Vorbereiding / Opstellen PvA	KNA Prospector Ba (booronderzoek) KNA Archeoloog Ba (IVO-O anders dan booronderzoek)	
		KNA-controle	Senior KNA Prospector (booronderzoek), Senior KNA Archeoloog (ander IVO-O)	
		Beoordeling PvA (indien nodig)*	Medewerker bevoegde overheid*	
	Veldwerk	Leidinggeven	KNA Prospector Ma	
		Uitvoeren	KNA Prospector Ba	
		KNA-controle	Senior KNA Prospector	
	Uitwerking	Analyse, rapportage, selectieadvies	KNA Prospector Ma	
		KNA-controle	Senior KNA Prospector	
		Beoordeling rapport*	Medewerker bevoegde overheid*	
	Deponering	Interne controle	Senior KNA Prospector	
	Proefsleuven en Opgravingen		Inkrassen en interpreteren van profielen	KNA Archeoloog Ba of Senior Veldtechnicus, maar het is raadzaam het advies in te winnen van een KNA Specialist (fysisch geograaf of anders).

* Dit zijn geen KNA stappen of -actoren, maar geeft aan welke rol de bevoegde overheid kan hebben.

Een logische gang van zaken

Uit ARCHIS is te herleiden dat in de dagelijkse AMZ-praktijk de helft van de booronderzoeken plaatsvindt in gebieden kleiner dan 0,5 ha en tweederde van de booronderzoeken in gebieden kleiner dan 1 ha. In dergelijke gevallen wordt het bureauonderzoek vaak gecombineerd met een verkennend (of karterend¹⁴) booronderzoek. In sommige regio's wordt dit bij kleine plangebieden zelfs voorgeschreven. Toch kan het handig zijn om de fasen uit elkaar te trekken. Redenen hiervoor kunnen zijn:

- **Afwijken van advies bureauonderzoek.** In het bureauonderzoek wordt conform de KNA een advies gegeven voor vervolgstappen (geofysisch onderzoek, boor- of proefsleuvenonderzoek, aanvullend bouwhistorisch onderzoek) of wordt aangegeven dat er geen verder onderzoek noodzakelijk is en/of het terrein kan worden vrijgegeven. In dit advies moet conform de KNA ook aangegeven worden welke methode(n), techniek(en) en strategie(ën) van toepassing zijn. Uit de kritische analyse en op basis van veranderende omstandigheden kan blijken dat een andere methode passender is.
- **Verschillende eisen.** Veel bevoegde overheden hebben tegenwoordig eigen richtlijnen voor de verschillende fasen van onderzoek. Die zijn echter niet altijd op voorhand duidelijk. Raadpleeg de website van gemeenten en regio's in hoeverre er richtlijnen zijn. Op de website van het CGA¹⁵ zijn contactgegevens van regionaal en gemeentelijk archeologen te vinden. De richtlijnen kunnen o.a. gaan over het aantal boringen, profielputten, de boordiepte en toe te passen strategieën. Zorg dat deze duidelijk zijn voordat de verkennende fase wordt opgestart.
- **Afstemming met bevoegde overheid.** Sommige bevoegde overheden vragen standaard om een bureauonderzoek en PVA voorafgaand aan de uitvoering van het booronderzoek. Ook als dat niet geëist wordt, kan het verstandig zijn om op voorhand met de bevoegde overheid het verwachtingsmodel en de werkwijze van het veldwerk af te stemmen, bijvoorbeeld bij grote plangebieden, als de verwachting uit het bureauonderzoek afwijkt van de beleidskaart of als sprake is van een complexe bodemopbouw.

Gecombineerd onderzoek met andere bodemdisciplines. Vaak wordt naast archeologisch onderzoek nog meer bodemonderzoek gedaan (milieu, geotechniek, OOO, ecologie, etc.). Het gecombineerd uitvoeren van veldwerk kan voordelen hebben, zodat er minder kosten zijn, het veldwerk veiliger wordt uitgevoerd of er minder betredingsmomenten zijn. Door verschillende eisen, doelstellingen of een volgordelijkheid is het echter niet altijd mogelijk of wenselijk om het veldwerk gecombineerd uit te voeren. Wees er desalniettemin van bewust dat ook deze onderzoeken waardevolle informatie op kunnen leveren voor het aanscherpen van de archeologische verwachting.

¹⁴ De diameters van de boorkop en gutsboor voor de verkennende fase zijn gelijk aan de karterende technieken om nederzettingen met een archeologische laag op te sporen. Vanaf ca. 7,25 boringen per hectare (grid 34,6 x 40 m in Tol e.a. 2026) zijn de strategieën hetzelfde.

¹⁵ <https://gemeente-archeologen.nl/leden/>

Bijlage 2 Grondslagen verkennend onderzoek

In deze bijlage worden de grondslagen van verkennend onderzoek en de daarmee samenhangende termen en definities beschreven. Het geeft een bondig overzicht van gebruikelijke strategieën (boorgrid, boordieptes) voor aardwetenschappelijk onderzoek en gemeentelijke richtlijnen.

Het verkennend onderzoek wordt uitgevoerd ter toetsing van en aanvulling op de aardwetenschappelijke kenmerken en mogelijke verstoringen zoals beschreven in het bureauonderzoek om te komen tot de gespecificeerde verwachting.

In de 19^e of 20^e eeuw is veel aardwetenschappelijke data voor het eerst verzameld en zijn modellen/kaarten van deze data gemaakt. Begin 21^e eeuw zijn veel van deze kaarten digitaal (tegen betaling) beschikbaar gekomen. De Infrastructure for Spatial Information in Europe (Inspire) richtlijn en het instellen van een stelsel van basisregistraties heeft ervoor gezorgd dat deze data sinds circa 2015 kosteloos te raadplegen is. Ook zijn er daardoor verplichtingen om de aardwetenschappelijke data te **actualiseren** en binnen Europa te harmoniseren.

Deze bijlage geeft aan met welke methoden en strategieën deze landsdekkende data verzameld is, waar deze is te raadplegen en hoe deze is geactualiseerd (Tabel 3). In de tabel is het dataportaal van de bronhouder van de data aangegeven. Veel aardwetenschappelijke data komen zowel voor op BRO-loket, dinoloket, PDOK als in het overzicht van bronnen en kaarten van de RCE. Onder de tabel wordt per thema nog ingegaan op specifieke aspecten en aangegeven welke informatie vaak nog niet achterhaald kan worden uit deze data in een bureauonderzoek. Sommige verouderde geografische datasets zijn genoemd, aangezien deze de basis vormen van de verwachting op de nu nog vigerende beleidskaarten en/of meer detaillering geven in landsdekkende data.

Deze data zijn essentieel om te bepalen waar en tot welke diepte met verkennend onderzoek aanvullende data verzameld kan worden en welke data al beschikbaar is. Ook kan ingeschat worden welke data actueel is en welke data door een verandering in landgebruik sinds de laatste opname mogelijk niet meer actueel is en dus getoetst moet worden. De gaafheid en conservering van archeologisch sporen en vondsten kan sterk veranderd zijn en daarmee de kans op intacte archeologische resten tot een bepaalde diepte aangetast hebben.

De locatie van eerder uitgevoerde aardwetenschappelijke opnames en afgeleide kaarten kan meegenomen worden in het opstellen van boorplannen. Ze kunnen als historische referentie dienen indien van hoge betrouwbaarheid (om veranderingen sinds de laatste opname te beoordelen) of als indicatieve referentie (bijvoorbeeld milieu hygiënische boringen).

Tabel 3 Aardwetenschappelijke bronnen

Kaart of brondata	Afgeleid van	Actualiteit / Kwaliteit	Achtergrondinformatie/legenda
Bodemkundige boringen en wandopnames			
Bodemkundige boringen https://www.broloket.nl/ondergrondgegevens	-		Handboek voor veldbodembodkundig onderzoek (https://edepot.wur.nl/683470)
Bodemkundige wandprofielen (profielkuilen) https://www.broloket.nl/ondergrondgegevens	-		Handboek voor veldbodembodkundig onderzoek (https://edepot.wur.nl/683470)
Bodem-, grondwatertrappen en verstoringskaarten			
Bodemkaarten 1:10.000 à 1:25.000 https://bodemdata.nl/basiskaarten	Boringen (4 / ha à 1/1,56 ha)	Eenmalige opname vaak bij ruilverkavelingen	https://landschapsleutel.wur.nl/documentatie/htm/Legendas%20Bodemkaarten.htm Legenda en toelichtingen zijn niet altijd meer aanwezig bij de WUR of de systematiek van de legenda is achterhaald. De titels van de toelichtingen van de detailkarteringen staan in de toelichtingen van de bodemkaart 1:50.000 genoemd en kunnen aanknopingspunt zijn om de toelichtingen elders te achterhalen.
Bodemkaart 1:50.000 met informatie over grondwatertrap en verstoringen (analoog) (Te bestellen bij Wageningen Environmental Research)	Boringen (1/6,25 ha) Raadpleging en verwerking detailkarteringen	Eerste versies tussen 1960 en 1989 Kartering per kaartblad 1:50.000 Sommige kaartbladen kennen een actualisatie voor grondwatertrappen	https://bodemdata.nl/documentatie Bodemclassificatie conform de Bakker en Schelling (1966): https://edepot.wur.nl/278501 , later 1989: https://edepot.wur.nl/330159 Legenda van de bodemkaart is uitgebreider zie Steur e. a. (1991): https://bodemdata.nl/files/pdf/AL_GEMENE_BEGRIPPEN.pdf
Bodemkaart 1:50.000 met informatie over grondwatertrap en verstoringen (digitaal) (Te bestellen bij Wageningen Environmental Research)	Eerder versies	2003 - 2006	Toelichting Bodemkaart Digitaal: https://edepot.wur.nl/21850
Bodemkaart 1:50.000 (BRO versie). Zonder informatie over grondwatertrappen en verstoringen. Kent nog wel sterk afgegraven en geëgaliseerde en opgehoogde terreinen waar het bodemtype niet bepaald kon worden, maar minder diepe verstoringen worden niet meer aangeduid. Deze zijn te vinden in het vergraven gronden bestand https://www.broloket.nl/ondergrondmodellen/kaart	Eerdere versies met aanvullende boringen	Sinds 2018 Actualisaties landschap i.p.v. kaartblad Sinds 2024 in combinatie met actualisatie geomorfologie.	Handboek voor veldbodembodkundig onderzoek (https://edepot.wur.nl/683470)

Kaart of brondata	Afgeleid van	Actualiteit / Kwaliteit	Achtergrondinformatie/legenda
Grondwatertrappenkaart tot 2006	Gekoppeld aan (delen van) kaarteenheden op de bodemkaart.	Eerste opname per kaartblad. Kaartbladen deels geactualiseerd	Oorspronkelijke indeling uit 1960 (I-VII), legenda gewijzigd in 1977 (I-VII*), 1988 (1-VIII) Toelichting Bodemkaart Digitaal: https://edepot.wur.nl/21850
Grondwaterspiegeldiepte https://www.broloket.nl/ondergrondmodellen/kaart	Model 50 m resolutie o.b.v. veldmetingen Veldmetingen Hoog NL: 1994-2004 Laag NL: 2011-2020 Aanvullende veldmetingen voor actualisaties	Model uit 2014, 2021, 2023 en 2024	Nieuwe legenda met GWT I – VIII met verdere specificatie binnen gemiddeld laagste grondwaterstand (bijv. VII-ondiep en VII-diep)
Historische natte plakkenkaart https://www.historischwaterbeheer.wur.nl/	Von Frijtag Drabbe	Natte plekken van voor de grootschalige ruilverkavelingen	https://www.historischwaterbeheer.wur.nl/
Vergraven Gronden (2012) https://bodemdata.nl/themakaarten	Afgeleid van bodemkaart (tot 2006) en o.a. provinciale ontgrondingen en landgebruikdata	2012, geen verdere actualisatie gepland	Brouwer en van de Werff (2012) https://edepot.wur.nl/217669
AHN en (paleo) geomorfologie			
AHN https://www.ahn.nl/dataroom	Lidar 1 punt per 1 à 16 m ² Model maaiveld, 5 m resolutie	1996-2003. Hoogtemetingen 5 cm nauwkeurig met standaarddeviatie van 15 cm	https://www.ahn.nl/kwaliteitsbeschrijving
AHN2 – AHN6 via o.a. https://www.ahn.nl/ahn-viewer zijn ook hillshades, vlieglijnen etc. beschikbaar	Lidar 6-24 punten/m ² Model maaiveld en oppervlak (gebouwen, bomen etc.), ½m resolutie	AHN2: 2007-2012, AHN3: 2015-2019, AHN4: 2020-2021, AHN5: 2023-2024 (niet landsdekkend), AHN6: 2025-2027 Hoogtemetingen 5 cm nauwkeurig met standaarddeviatie van 5 cm	https://www.ahn.nl/kwaliteitsbeschrijving
Geomorfologische Kaart 1:50.000 (analoog)	Hoogtepuntenkaart en 1:10.000, bodemkaarten en geologische kaarten en aanvullende boringen	1966-1993 2/3 ^e van Nederland gekarteerd	Legenda uit 1977 https://edepot.wur.nl/40241 beschrijft kartering oude stijl
Digitale geomorfologische kaart	Oude versies of AHN	2004. Met AHN gekarteerde versie schaal 1:10.000 à 1:25.000	Legenda uit 1977 https://edepot.wur.nl/40241 beschrijft kartering nieuwe stijl
Geomorfologische Kaart (BRO)	Eerdere versies en AHN en boringen	Sinds 2017 Sinds 2024 wordt een gebied geselecteerd	Kartering volgens kwaliteitsdocument https://edepot.wur.nl/538255

Kaart of brondata	Afgeleid van	Actualiteit / Kwaliteit	Achtergrondinformatie/legenda
		waar zowel bodemkaart als geomorfologische kaart wordt geactualiseerd.	Geactualiseerde legenda https://legendageomorfologie.wur.nl/
Archeologische landschappenkaart	Digitale Geomorfologische Kaart met invulling stedelijk gebied en water o.b.v. AHN, geologische kaarten, landgebruik en lokale/regionale landschapskaarten	Versie 2.6 uit 2015, 3.0 uit 2020 Periodiek geactualiseerd	Legenda versimpeld, aanvulling stedelijke gebieden en water in 2020 Toelichtingsdocument Gebruikt nog niet de vernieuwde geomorfologische legenda.
Paleogeografische kaart van de Rijn-Maasdelta (stroomgordelkaart) http://persistent-identificer.nl/?identificer=urn:nbn:nl:ui:13-nqjn-zl	Boringen LLG, AHN, archeologisch onderzoek etc.	2001, 2003, 2012, update voorzien	Achtergrond data en oudere versies vinden op http://persistent-identificer.nl/?identificer=urn:nbn:nl:ui:13-nqjn-zl
Boringen Laaglandgenese (LLG) https://research-portal.uu.nl/en/publications/uu-llg-laaglandgenese-boringendatabase-universiteit-utrecht (locatie)			Van door docenten en assistenten (PhD- studenten) gezette boringen zijn boorstaten en 14 C monsterlocaties te achterhalen.
Paleogeografische kaart https://rce.webgis.nl/nl/map/erfgoedatlas	Geologische kaarten, bodemkaarten, Lidar, regionale paleogeografische kaarten, detailinfo uit archeologische onderzoeken	Schaal 1:100.000 Periodiek geactualiseerd	Toelichtingsdocument Vos (2015) en Vos e.a. 2018
Begraven landschappenkaart	Geologische kaarten, geologische modellen, paleogeografische reconstructies	Eerste versie 2017, actualisatie 2021	https://www.cultureelerfgoed.nl/onderwerpen/b/bronnen-en-kaarten/overzicht/begraven-landschappen documentatie: https://research-portal.uu.nl/files/100320882/Cohe_n_Pierik_2021_Geactualiseerd_V_ervaaridigingsrapport_Begraven_Landschappenkaart_T0123_2021_final.pdf
Geologie en lithologie/stratigrafie			
Geologische kaart 1:600.000 https://www.dinoloket.nl/ondergrondmodellen/kaart	Hieronder genoemde bestanden	2021, Buiten BRO Eerdere versies uit 1975, 2004 en 2010	https://www.dinoloket.nl/geologisch-he-kaart Lithostratigrafie aan het maaiveld volgens https://www.dinoloket.nl/stratigrafische-nomenclator met aanvullende informatie over aard- en ouderdom afzettingen.

Kaart of brondata	Afgeleid van	Actualiteit / Kwaliteit	Achtergrondinformatie/legenda
			Dekzand en löss wordt alleen aan het maaiveld aangeduid als de dikte meer dan 2 m betreft. In Holoceen Nederland is informatie over het gestapelde landschap gegeven en onderscheid in rivierfacies.
Geologische boringen www.dinoloket.nl (alle boringen) www.broloket.nl (boringen met hoog kwaliteitsniveau)	-	1900 - heden	www.dinoloket.nl geeft een overzicht van alle geologische boringen, www.broloket.nl geeft een overzicht van alle boringen van goede kwaliteit (BRO).
Geologische kaarten 1:50.000 (te bestellen bij TNO en de raadplegen op www.dinoloket.nl)	Geologische boringen	1950-1997 (karteringen), 1967-2000 kaarten). Oude lithologische nomenclatuur van voor 2004. Beschikbare kaartbladen: 10, 11, 12, 16O, 17, 19, 28O/29, 31O, 34O/35, 37, 38, 39, 40O, 43O, 51, 52W, 62W en Zeeland en Goeree-Overflakkee.	Tot een diepte van 500 m-mv, toelichtingen met bijkaarten en profielen.
Digitaal Geologisch Model (DGM), hydrogeologisch model (REGISII) en GeoTop www.dinoloket.nl www.broloket.nl	Geologische boringen	1997 – heden, Periodiek geactualiseerd GeoTOP voor Oost NL is nog in ontwikkeling Buiten GeoTOP gebieden geeft de combinatie van REGIS II (formaties met klei/zand onderscheid) en NL3D (grovere voxels) een goed beeld van de ondergrond.	DGM tot 500 m diep, resolutie 100 m GeoTop tot 50 m-NAP, resolutie XY 100 m, Z 50 cm. Nog niet landsdekkend https://www.dinoloket.nl/toelichting-ondergrondmodellen
Eerder specifiek uitgevoerd onderzoek			
Archeologische boringen, profielopnames https://archis.cultureelerfgoed.nl/	-		
Milieukundige boringen www.bodemloket.nl (soms via de daar genoemde websites ook de rapporten en boorstaten, vaak moeten die bij opdrachtgever of uitvoerder opgevraagd worden)	-		Geven globale indicaties over de dikte van humeuze lagen en sedimentologische verschillen. Maken gebruik van dezelfde textuurindeling als archeologische boringen
Sonderingen (deels dinoloket, vaak enkel beschikbaar bij uitvoerder of opdrachtgever)	-		Geven globale indicatie van textuurverschillen en daarmee sedimentologische en geologische opbouw.

Kaart of brondata	Afgeleid van	Actualiteit / Kwaliteit	Achtergrondinformatie/legenda
Cultuurtechnische/landbouwkundige boringen	-		Vergelijkbare boringen als boringen voor de bodemkaart
Wetenschappelijke onderzoeksrapporten en publicaties (bijv. proefschriften met geologische profielen of landschapsreconstructies)			

Bodem

De hoofdbron voor de kartering van de bodemkaart zijn boringen en wandopnames (profielkuilen). Hulpdata over bodemvormende factoren zijn gebruikt om boringen te vertalen naar een bodemkaart. Bodemvormende factoren zijn moedermateriaal, klimaat en tijd (geologie en geomorfologie), reliëf (geomorfologie en hydrologie) en de invloed van organismen (incl. de mens). Deze resulteren in bepaalde fysische, chemische, biologisch en antropogene processen in de bodem. Jongmans e.a. (2013).

Bodemclassificatie en relevantie voor de archeologische verwachting

De bodemkaart geeft het bodemtype volgens de Bakker en Schelling (1989).

De bodemkaart geeft informatie over het profiel tot 120 cm diepte. De dominante textuur in de bovenste 80 cm is bepalend of er sprake is van een veen-, zand-, leem-, zavel- of kleigrond¹⁶. Afdekkende lagen dunner dan 40 cm met een afwijkende textuur hebben daardoor geen invloed op het bodemtype.

De bodemclassificatie kent meerdere niveaus: ordes, subordes, groepen en subgroepen.

De vijf ordes van de bodemclassificatie zijn:

- **Veengronden**, deze bestaan voor minimaal de helft van de dikte van de bovenste 80 cm uit veenlagen
- **Podzolgronden** met een inspoeling van ijzer- en aluminiumoxiden/of humus.
- **Brikgronden** met een briklaag waarin klei is ingespoeld uit de (van oorsprong) erboven gelegen lagen,
- **Eerdgronden en Vaaggronden**. Dit is de restgroep. Het onderscheid tussen eerd- en vaaggronden is op basis van de dikte, het humusgehalte van de humeuze bovengrond (A-horizont). Bij matig humeuze bovengronden tussen 15 en 50 cm dikte is het kleurverschil tussen de A-horizont (humeuze bovengrond) en het moedermateriaal (C-horizont) doorslaggevend. Door dat laatste criterium vallen zandgronden met een matig humeuze bovengrond eerder onder de eerdgronden dan zavel- en kleigronden. Een bekend voorbeeld van zandvaaggronden zijn wadplaten en stuifzandgronden waar nagenoeg geen bodemvorming heeft plaatsgevonden. Onder de vaaggronden vallen echter ook gronden waar wel degelijk bodemvormende processen voor nodig zijn (bijv. vorstvaaggronden), maar niet dermate sterk dat ze als podzol- of brikgrond mogen worden geclassificeerd. Bij enkeerdgronden en beekerdgronden wordt onderscheid gemaakt tussen zwart en bruine minerale eerdlagen. De zwarte eerdgronden zijn over het algemeen humusrijker, maar hebben een hogere (minder gunstige) C/N verhouding. Algemeen wordt aangenomen dat de heideplaggen toegepast zijn bij zwarte enkeerdgronden en grasplaggen uit het beekdal en bosstrooisel zijn toegepast bij bruine enkeerdgronden. Er is geen verklaring tussen het ontstaan van zwarte en bruine beekerdgronden.

De bodemclassificatie kent subordes, groepen en subgroepen onder de ordes. De subordes en groepen zijn verdere verdeling van de ordes op basis van textuur, humus en de aan/afwezigheid van

¹⁶ Zavel is een gebruikelijke benaming in bodemkundig onderzoek. Dit komt grofweg overeen met zandige klei en uiterst siltige klei in de Archeologische Standaard Boorbeschrijving (ASB). Kleigronden zijn bodemkundig gronden met een lutumgehalte boven de 25% (zwak tot sterk siltige klei in de ASB).

veraarding en hydromorfe kenmerken. De subordes en groepen hebben duidelijke, maar zelden in rapporten gebruikte, namen (bijvoorbeeld: hydromorfe zandeerdgronden, xeromorfe humuspodzolgronden, eerdveengronden en moderpodzolgronden)

De namen van het veelgebruikte subgroepniveau (de bodemtypen op de kaart) zijn een combinatie van een toponiem met een ordenaam, zoals *meerveengrond*, *veldpodzol*, *dalbrikgrond*, *beekeerdgrond*, *poldervaaggrond* of *vlakvaaggrond*. Dergelijke toponiemen zorgen voor verwarring, omdat ze een 1:1 relatie lijken te suggeren tussen bodemtype en geomorfologie. Dit is niet het geval. Poldervaaggronden komen ook voor op oeverwallen, beekeerdgronden komen ook veelvuldig voor in vlaktes en Enkeerdgronden hoeven geen relatie te hebben met de ligging op een historisch aaneengesloten akkergebied (eng, enk etc.). zie ook Tabel 4.

AC-profielen en horizonten.

In archeologische rapporten worden eerd- en vaaggronden vaak geaggregeerd aangeduid als A- op C-profielen of AC-profielen. De aan/of afwezigheid van hydromorfe verschijnselen in de C-horizont en het voorkomen van verploegde delen van de B-horizont in A-horizonten kunnen een beeld geven van het oorspronkelijke bodemtype en/of de mate van intactheid. AC-profielen kunnen ook duiden op een volledig intacte bodemprofielen als er door natte omstandigheden geen bodemvorming heeft plaatsgevonden (lage potentie). Verbruining (een ABC) profiel is soms ook lastig te onderscheiden van een AC-profiel met een dik humeus dek. Een AC-horizont is een geleidelijke overgang tussen een A-horizont en een C-horizont. Een A/C-horizont is juist een menglaag (door archeologen soms als mollenlaag aangeduid).

Uitgebreidere informatie in de legenda van de bodemkaart en toelichtingen

De legenda van de bodemkaart (de code, bijvoorbeeld Mn34C of zVp) is uitgebreider en geeft aanvullende informatie over het kalkgehalte, de textuur van bovengrond en eventuele afwijkende textuur van de ondergrond / profielverloop (Steur e.a. 1991). De bodemkaart kent ook kaartvlakken met associaties van verschillende bodemtypen die elkaar afwisselen op kortere afstand dan op de kaartschaal is weer te geven. Die variatie kan het gevolg zijn van natuurlijke variatie op korte afstand, maar ook van variatie op korte afstand door verschillen in bodembeheer als ploegen en andere vergravingen. Dit zijn zeker gebieden waar aanvullende verkennend onderzoek meerwaarde kan hebben.

De toelichtingen op de diverse kaartbladen geven aanvullende informatie over het voorkomen van bodemvorming (paleosols) in de bovengrond van dieper gelegen sedimenten binnen 1,2 m-mv of onder humeuze dekken dikker dan 50 cm. In de versie tot 2006 gaf de bodemkaart ook informatie over grondwaterdynamiek en antropogene bodemverstoringen door ophoging, afgraving, egalisatie en verwerking (vermenging). Dit zijn daarna afzonderlijke kaarten/modellen geworden (zie tabel 3). De grondwatertrappen zijn nu een rasterbestand dat los staat van de kaarteenheden van de bodemkaart. In de toelichting van de bodemkaart 1:50.000 wordt soms onderscheid gemaakt in hetzelfde bodemtype met verschillende grondwatertrappen. De archeologische verwachting (op archeologische beleidskaarten) kan bij hetzelfde bodemtype ook afhangen van de grondwatertrap. Tot slot valt uit de bodemkaart ook informatie af te leiden over de ouderdom van sedimenten (bijvoorbeeld podzol- versus vaaggrond) en de mineralogische rijkdom (bijvoorbeeld humus- versus moderpodzolgrond). Beide zijn relevant voor de archeologische verwachting.

Tabel 4 Voor de verkennende fase relevante aandachtspunten per bodemtype

Bodemtype	Aandachtspunt
(V) veengronden	<p>Eerdveengronden: veraarde bovenlaag → hogere archeologische potentie Rauwveengronden: geen veraarde bovenlaag → lagere archeologische potentie</p> <p>De codes op de bodemkaart geven aanvullende informatie die de bodemklasse niet geeft. Bijvoorbeeld over het wel/niet voorkomen van podzolbodems en veenkoloniale dekken.</p>
(W) moerige gronden	<p>Gronden met een veenlaag dunner dan 40 cm. Bij de zandlagen onder het veen informatie over wel/niet voorkomen van podzolbodems. Bij lutumrijke gronden informatie over de aan/afwezigheid van rijping.</p>
(E) Dikke eerdgronden	<p>Zodra er sprake is van een 50 cm dikke humeuze bovengrond wordt niet nader geclassificeerd op basis van podzolisatie, kleinspoeling en hydromorfe verschijnselen.</p> <p>De variatie in het bodemtype onder de humeuze bovengrond wordt naast aardwetenschappelijke factoren ook sterk bepaald door bodembewerking voorafgaand aan het opbrengen van het humeuze dek. Deze kan op korte afstand dermate snel wijzigen dat dit op een kaartschaal 1:50.000 ook lastig te karteren is. De toelichting op de bodemkaart geeft enige informatie over het wel/niet voorkomen van podzolbodems onder het humeuze dek.</p> <p>(EZ) Enkeerdgronden zijn zandgronden met een humeuze bovengrond dikker dan 50 cm. De naam is misleidend. Niet alle enkeleerdgronden zijn gevormd op enken/engen en andere benamingen voor een oud bouwland. Ze hebben lang niet allemaal humeus dek dat al in de Late Middeleeuwen of vroege Nieuwe tijd opgebracht is en oudere archeologische resten beschermd heeft (een conserverend dek).</p> <p>(zEZ) Zwarte Enkeerdgronden, zandgronden met een humeus dek (A-horizont) dikker dan 50 cm zijn in feite opgehoogde terreinen. Dit kan door plaggenbemesting zijn, maar ook door recentere humeuze ophogingen of ophogingen van laagtes of veraarding van dunne veen(rest)lagen. De bodemkaart geeft geen aanvullende informatie over de oorspronkelijke bodemopbouw voorafgaand het aanbrengen van het humeuze dek.</p> <p>(zEZg) In combinatie met de grondwatertrap wordt op de bodemkaart onderscheid gemaakt tussen Lage (zEZg) en Hoge (zwarte) enkeleerdgronden (zEZ). De lage eerdgronden zijn als het ware opgehoogde beek- en gooreerdgronden. De hoge eergronden kunnen bij zeer dikke humeuze dekken dit ook zijn, maar hier is vaker sprake van een opgehoogde podzolbodem of een zone waar de podzolbodem opgenomen is in het humeuze dek.</p> <p>(bEZ) Bruine (enkeerd)gronden komen vooral voor op de Veluwe en in Noord-Limburg. In hoeverre de bruine kleur komt door verbruining in plaats van een andere herkomst van de plaggen staat ter discussie. Een andere mogelijke oorzaken van het dikke humeuze dek kan periodieke afzetting van licht materiaal zijn gevolgd door homogenisatie. (zie ook de toelichting op de bodemclassificatie uit 1989). Op een aangrenzend kaartblad 1:50.000 gaan de bruine enkeleerdgronden dan ook over in moderpodzolgronden of vorstvaaggronden. De bruine enkeleerdgronden kunnen net als vorstvaaggronden en moderpodzolgronden (Holt-, Horst- en Looppodzolgronden) ontstaan zijn door diepgaande verbruining door bodemleven, diep goede ontwatering en relatief mineraalrijke afzetting in plaats (of in aanvulling op) van het aanbrengen van humeus materiaal door de mens.</p> <p>(EZ...A) Kalkhoudende enkeleerdgronden zijn typisch voor in de bollenstreek en zijn ontstaan door het omspitten (diepdelven) van de bollengrond. Tuineerdgronden zijn lemige tot kleiige gronden met een humeus dek dikker dan 50 cm.</p> <p>(EL) Lemige tuineerdgronden hebben vaak een vergelijkbare ontstaanwijze als enkeleerdgronden.</p> <p>(EK) Kleiige tuineerdgronden zijn opgehoogd met materiaal dat van elders is aangevoerd en/of ter plaatse uit de sloten is gebaggerd en over het land verspreid.</p>
(H) Humuspodzolen	<p>Conform klassificatie onderdeel in de dikte van het opgebrachte dek (dunner of dikker dan 30 cm cHd of cHn) en de aan/afwezigheid van hydromorfe verschijnselen (Hd en Hn-gronden).</p>

Bodemtype	Aandachtspunt
	<p>Onder hydromorfe verschijnselen wordt dan de aan- of afwezigheid van ijzerhuidjes verstaan binnen 50 cm. Dit is in het veld nagenoeg niet te onderscheiden. De drogere Haar- (Zd) en Kamppodzolgronden (cHd) zijn vooral te herkennen aan het voorkomen van humusfibers in de C-horizont.</p> <p>Er is onderscheid tussen hydro- en xeromorfe humuspodzolen, echter alle podzolgronden zijn gevormd op plekken waar er sprake is van een droge humeuze bovengrond die onder invloed van regenwater konden uitloggen, het verschil in archeologische potentie tussen hydromorfe en xeromorfe humuspodzolen is daardoor beperkt. Soms wordt die beperkt door te droge of te natte omstandigheden.</p>
(Y) Moderpodzolen	<p>Moderpodzolgronden zijn altijd xeromorf gevormd. Ze zijn gevormd in gebieden met verhoogde mineralogische rijkdom van het moedermateriaal en een andere humusvorm (moder) die daarin ontstaat. Dit zorgt voor een andere vegetatie en voor andere landgebruikspatronen en daardoor voor een verhoogde archeologische verwachting.</p> <p>(cY) Loopodzolgrond heeft een 30-50 cm dikke humeuze bovengrond (Yb) Horstpodzolgronden heeft een banden B (overgang naar Brikgronden) (Y) Holtpodzolgrond heeft geen van beide.</p> <p>Er is discussie in hoeverre dit podzolbodems (inspoeling van ijzer en humus door grondwaterbeweging) zijn of dat er sprake is van een verbruining door diepgaande homogenisatie door bodemleven als gevolg van een hogere pH, mineraalrijker sediment en andere humusvormen.</p> <p>Als er al sprake is van een uitspoeling wordt dit teniet gedaan door diepgaande homogenisatie door bodemleven. Een uitgesproken E-horizont ontbreekt daardoor vaak.</p> <p>Hoewel deze gronden door de hoge mineraalrijkdom een verhoogde verwachting hebben kan de gaafheid en conservering aangetast zijn door de diepgaande homogenisatie door het bodemleven en verbruining.</p> <p>Als de E-horizont ontbreekt kan het lastig zijn om humus- en moderpodzolgronden van elkaar te onderscheiden.</p>
(B) Brikgronden	<p>Bij brikgronden wordt er onderscheid gemaakt tussen Leembrikgronden (gevormd in eolische lössafzettingen), Oude Kleibrikgronden (gevormd in fluviatiele afzettingen) en Zandbrikgronden (gevormd in fluviatiele afzettingen).</p> <p>Het onderscheid tussen de diverse brikgronden geeft met name een indicatie van de gaafheid van het landschap en hydromorfe situatie.</p> <p>(B...d) Rade brikgronden hebben een B-horizont dieper dan de bouwvoor zonder roestvlekken.</p> <p>(B...h) Daalbrikgronden zijn vergelijkbare gronden met roestvlekken in de B-horizont.</p> <p>(B...n) Kuilbrikgronden zijn gronden waar de roestvlekken al in de E-horizont voorkomen.</p> <p>(B...b) Bergbrikgronden zijn gronden waar de A- en E-horizont ontbreekt en waar (een deel de) briklaag (B-horizont) aan het maaiveld voorkomt. Hier is een deel van het archeologische niveau geërodeerd.</p>
(Z) Zandgronden en (S) Bijzonder lutumarme gronden	<p>Het onderscheid tussen zandige eerd- en vaaggronden is soms misleidend. In zandvaaggronden kan meer bodemvorming hebben opgetreden dan zandeerdgronden.</p> <p>De textuur van zandgronden (grof, lemig of leemarm) en het kalkgehalte geeft een indicatie van de herkomst, sedimentatiesnelheid en hydromorfe eigenschappen. In de code van de bodemkaart zit ook informatie over het voorkomen van grind- en of leemlagen binnen 120 cm-mv.</p> <p>(Zb) Vorstvaaggronden zijn moderpodzolgronden waarvan de B-horizont niet voldoende dik is. Deze hebben een hoge archeologische potentie.</p> <p>(Zd) Duinvaaggronden geven aan dat in de bovengrond een goed ontwaterd stuif- of duinzanddek aanwezig is van minimaal 80 cm dik. Vaak is dit jonger dan 1500/1600 na Chr. Daaronder kunnen podzolbodems e.d. voorkomen, maar dit wordt niet onderscheiden op de bodemkaart. In de top van de Duinvaaggronden kan een aanzet tot een podzolbodem aanwezig zijn.</p>

Bodemtype	Aandachtspunt
	<p>(Zn/Sn) Zandige Vlakvaaggronden zijn echte vaaggronden zonder enige bodemvorming als gevolg van een hoge grondwaterstand. Het gaat dan vaak om (ingepolderde) slikken, wadden etc of dekzandvlaktes met een zeer dun humeus dek.</p> <p>(pZg) Beekeerdgronden hebben hydromorfe verschijnselen binnen 35 cm en komen voor nabij beken, maar ook in vlaktes. Het meer dan 15 cm humeuze dek kan hier het gevolg van ophoging van humus door een slechte ontwatering (vergelijkbaar met veenvorming).</p> <p>(pZn) Gooreerdgronden zijn iets beter ontwaterd (hydromorfe verschijnselen binnen 35 à 50 cm-mv). Tussen de bouwvoor en de laag met hydromorfe verschijnselen kan een aanzet tot een podzolbodem aanwezig zijn. Bij de beekeerdgronden is in tegenstelling tot de podzolgronden en drogere zandeerdgronden geen onderscheid tussen zones met een dun (15-30 cm) en matig dik (35-50 cm) humeus dek.</p> <p>(tZd en cZd) Indien hydromorfe verschijnselen ontbreken binnen 50 cm is er sprake van kanteerdgronden (humeus dek 15-30 cm) of akkereerdgronden (humeus dek 30 – 50 cm). De gronden komen bijna niet voor op de bodemkaart, maar komen in de praktijk veel voor op plekken waar podzolbodems volledig zijn opgenomen in het humeuze dek.</p>
<p>(M) Zeekleigronden en (R) Rivierkleigronden en (L) leemgronden</p> <p>(K..) gronden zijn oude kleigronden.</p>	<p>Het onderscheid tussen de zeeklei en rivierklei gronden is het veld niet te maken.</p> <p>Zoals al aangegeven is er bij kleigronden door het beperkte verschil in kleur (niet in humusgehalte) tussen de A-horizont en C-horizont eerder sprake van vaaggronden dan bij de zandgronden. De eedrlagen in zeekleigronden zijn vaak het gevolg van oxidatie van meermolm en veenlagen.¹⁷</p> <p>De code op de bodemkaart geeft informatie over de textuur en het profielverloop. Die informatie is vaak relevanter dan de bodemclassificatie. Als er sprake is van een venige tussenlaag of ondergrond wordt dit soms als direct duidelijk op basis van de bodemclassificatie. De code op de bodemkaart geeft met het laatste cijfer het profielverloop aan onder de minimaal 40 cm dikke zavel of kleilaag in de bovengrond.</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. op meer dan 40 cm veen 2. op meer dan 20 cm zand 3. op een tussenlaag van niet-kalkrijke zware klei met daaronder lichtere of kalkrijke ondergrond (kom op oever/crevasse gronden). 4. op een ondergrond van niet -kalkrijke zware klei (komafzettingen in de ondergrond) 5. met homogene, aflopende of oplopende profielen (geen veen, zand of komklei of andere oeverafzetting in de ondergrond) <p>(pM/R/Lv) Liedeerdgronden. Moerige (venige) laag van minstens 40 cm met bovenkant tussen 40 en 80 cm-mv.</p> <p>(pMo) Tochteerdgronden hebben een niet-gerijpte ondergrond.</p> <p>(pM/R/Ln) Leek/Woudeerdgronden zijn vergelijkbaar met de beekeerdgronden. In de bodemclassificatie is er een verschil tussen beide op basis van de dikte van het humeuze dek (15-30 of 30-50 cm). Op de kaart wordt dit verschil niet gemaakt.</p> <p><i>Kleivaaggronden</i></p> <p>(Mv) Drechtvaaggronden zijn vergelijkbaar met liedeerdgronden, maar hebben een dikker of beter ontwikkeld humeusdek.</p> <p>(Mo) Nesvaaggronden hebben een niet gerijpte ondergrond, maar een dikker of beter ontwikkeld humeus dek dan Tochteerdgronden.</p> <p>(M/Rn) Poldervaaggronden hebben hydromorfe verschijnselen binnen 50 cm-mv. Deze gronden komen niet alleen voor in polder, maar ook in kom- en lage oeverposities. De textuur en het profielverloop is doorslaggevend. Er is i.t.t. de beek- en gooreerdgronden (zandgronden) geen onderscheid tussen gronden met hydromorfe verschijnselen binnen 35 en binnen 50 cm-mv.</p> <p>(Rd) Ooivaaggronden komen in het Holocene rivierengebied alleen op oeverposities voor, wat relevant is voor de archeologische verwachting. Hier komt geen roest voor binnen 50 cm-mv. De laag onder de bouwvoor is vaak verbruind. In het löss landschap kan dit echter duiden op colluviale gronden.</p>

¹⁷ <https://legenda-bodemkaart.bodemdata.nl/bodemclassificatie/item/zeekleigronden/eerdgronden>

Landgebruik/Verstoringen

Een wijziging van het landgebruik kan zorgen voor fysieke, chemische en biologische veranderingen en daarmee een aanpassing van de bodem en de fysieke kwaliteiten van potentiële archeologische niveaus.

Steur e.a. (1991) geeft een definitie van ophogingen, afgravingen, egalisaties en vergravingen op de bodemkaart die ook toegepast zijn in het Vergraven Gronden project (Brouwer en van de Werff 2012). Naast deze antropogene fysieke veranderingen kan de bodem ook zijn aangetast door natuurlijke processen als erosie en sedimentatie. Op fysieke veranderingen door grondwaterdynamiek wordt later ingegaan.

- **Door afgraving (en erosie)** kunnen bodemprofielen onthoofd zijn of geheel zijn verdwenen. Vaak is de oorspronkelijke humeuze bovengrond teruggestort. Als dit niet het geval is, dan kan door verwerking van de bodem door mens en dier de bodem verder aangetast zijn door regulier gebruik.
- **Ophogingen (en sedimentatie)** kan dieper gelegen bodemniveaus (en daarmee archeologische resten) beschermen tegen bodemroerende effecten na de ophoging, mits voorafgaand aan de ophoging/sedimentatie de oorspronkelijke bodem niet is afgegraven/geërodeerd en de ophoging/sedimentatie de onderliggende bodem niet verstikt (verblauwing), verdrukt of vervormt
- **Egalisatie** is een combinatie van afgraving van hoge delen en ophoging van lage delen om tot een vlak terrein te komen. De mate van verstoring van bodemprofielen dieper dan het humeuze dek is daarbij sterk afhankelijk van het afgevlakte natuurlijke reliëf en van de dikte van het humeuze dek.
- Bij **vergraven gronden** is er geen sprake van ophoging of afgraving, maar van het mengen van bodemhorizonten. Vergraven vlakken zijn op de bodemkaart en later in de dataset van het vergaven gronden project aangeduid als er sprake is van een heterogene laag van tenminste 20 cm beginnend tussen 20 en 40 cm diepte. Deze gronden zijn daardoor minimaal 40 tot 60 cm of meer diep omgewerkt.
- Door de definitie zijn vergravingen in dikke eerdgronden en vergraven lagen die dieper dan 60 cm aanvagen niet gekarteerd.
- Podzolgronden met brokken van de B-horizont die genoeg van kleur verschillen met de C-horizont worden conform de bodemclassificatie ook tot de podzolgronden gerekend. Op de bodemkaart is geen onderscheid gemaakt tussen vergraven en onvergraven podzolgronden.

De toelichtingen op de bodemkaarten geven vaak aanvullende informatie in hoeverre tijdens de oorspronkelijke opname van de bodemkaart sprake is van brokken-B bij de podzolgronden en in hoeverre onder een opgebrachte humeuze dek (enkeerdgronden) podzolbodems voorkomen, of deze zijn opgenomen in de A-horizont. De ruimtelijke variatie hierin kan met verkennend booronderzoek in kaart gebracht worden.

Het in kaart brengen van gaafheid van de bodemopbouw is een van de belangrijkste doelen van het verkennend onderzoek, maar ook een van de meest complexe. De intensiteit en diepte van ophogingen en/of verstoringen kan op korte afstand snel wisselen, waardoor je net in of buiten een verstoorde zone zit.

Bij heterogene vergraven lagen kan soms een inschatting gegeven worden van het oorspronkelijke bodemprofiel.

Door vergraving kunnen (overgangs)horizonten tussen de A en C horizont opgenomen zijn in de A-horizont. Bij afgraving kan de zone met bodemvorming geheel weggenomen zijn. In die gevallen is er sprake van een scherpe overgang van een homogene A-horizont naar de C-horizont.

De kleur en het voorkomen van bijvoorbeeld gley-verschijnselen in de top van de resterende C-horizont kan dan een indicatie geven van de mate van vergraving samen met referentieprofielen van intacte zones in het plangebied of historische boringen waar de bodemopbouw wel intact was.

Als de vergraven horizont of de na afgraving teruggestorte bovengrond een homogene laag is dan is deze lastig te onderscheiden van een in-situ humeuze bovengrond waarbij de onderliggende horizonten zijn opgenomen. De oorspronkelijke bodem kan dan zijn opgenomen in de humeuze bovengrond. Ook dan zijn referentieprofielen relevant.

Bronnen

Landgebruik en afgravingen zijn op hoofdlijnen te achterhalen van datasets als CultGIS, HISTland en de Cultuurlandschappen van Nederland (zie <https://rce.webgis.nl/nl/map/erfgoedatlas>), historische kaarten en hoogtebestanden en vergunningen voor delfstofwinning, informatie over kabels en leidingen en locaties van bodemsaneringen.

Bodem en landgebruik hebben een duidelijke relatie. In algemene zin komen akkers voor op hoger gelegen en goed ontwaterde gebieden en weidegronden in lager gelegen of nattere gebieden. Historisch kaartmateriaal kan in ongekarteerde gebieden, zeker als het AHN geen betrouwbaar beeld geeft van het natuurlijke reliëf, een goede indruk geven van de verwachte oorspronkelijke geomorfologie en bodemopbouw. Ook kan deze data gebruikt worden om aardkundige eenheden nauwkeuriger te begrenzen en/of boorresultaten uit de verkennende fase te inter- en extrapoleren.

Het is vaak lastig om in een bureauonderzoek detailinformatie over historisch landgebruik te verzamelen, zoals informatie over specifieke beheersmaatregelen in de landbouw (o.a. diepploegen) door voormalige eigenaren. Verkennend booronderzoek heeft daarom vaak een meerwaarde.

Bouwdossiers geven inzicht in de ligging van kelders etc. Vaak is na het bureauonderzoek niet duidelijk of een volledige bouwput is uitgegraven of alleen de poeren. Inpandige boringen in de verkennende fase kunnen in die gevallen een meerwaarde hebben om te bepalen of onderzoek bij het verwijderen van een recente fundering van meerwaarde kan zijn. Die meerwaarde is er niet als uit bouwtekeningen een diepe verstoring blijkt en uit de omliggende boringen rondom een te slopen pand ook al blijkt dat de bodem diep verstoord is.

Grondwaterdynamiek

De hoogte en schommelingen van de grondwaterspiegel bepalen welke bodemkundige processen na verloop van tijd kunnen optreden en tot welke diepte gewassen en vegetatie wortelen.

De grondwaterdynamiek kan bij bepaalde bodemtypes aanvullende informatie geven van de oorspronkelijke ligging voor ophogingen. Een enkeerdgrond met een gemiddeld hoogste grondwaterstand binnen 40 cm (grondwatertrappen I, II, III en V) geeft bijvoorbeeld een indicatie van gebieden die voor de ophoging periodiek zeer nat waren. Hier is de kans dat onder de aangedikte humeuze bovengrond een podzolbodem voorkomt relatief klein, eerder worden in de top van de C-horizont roestvlekken verwacht (oorspronkelijke bodem vaak een beek- of gooreerdgrond).

Een wisseling in de grondwaterdynamiek kan eerdere bodemvorming minder goed herkenbaar maken.

- Door het afdichten van de bodem of het verhogen van de grondwaterstand kan zuurstof niet indringen en daardoor kan verblauwing de fysieke kwaliteit (herkenbaarheid) van bodemkundige eigenschappen en aardkundige en archeologische waarden aantasten/aangetast hebben
- Door het verlagen van de grondwaterstand zullen planten dieper wortelen, is er verhoogde biologische activiteit en zal organische stof sneller afbreken.

Actueel Hoogtebestand van Nederland¹⁸

¹⁸ Informatie op basis van www.ahn.nl/dataroom en van der Zon (2013).

Het Actueel Hoogtebestand van Nederland is een middels Lidar ingemeten beeld van de maaiveldhoogte. Het is een bronbestand van veel andere afgeleide kaarten.

Het AHN is een landsdekkend bestand, waarbij in het landelijk gebied filtertechnieken zijn toegepast om hoogtemetingen van gebouwen etc. uit te filteren. Dit is ook gedaan voor bosgebieden, waardoor daar slecht voor een beperkt aantal cellen het maaiveld in bosgebied bekend is.

Het eerste AHN gaf maaiveldhoogtes in gridcellen van 5 x 5 m, terwijl sinds het AHN2 hoogtes worden gepresenteerd in gridcellen van 50 x 50 cm (een hoogte waarde per 0,25 m²). In het algemeen kan gesteld worden dat de punt dichtheid van het inwinnen tussen de 6 en 10 punten per m² ligt. 99,7% van de punten heeft een nauwkeurigheid van minimaal 20 cm.

Sinds het AHN2 wordt er een hoogtebeeld van het maaiveld (DTM, digital terrain model) en het oppervlak: gebouwen, bomen etc. (DSM: Digital Surface Model) gegeven. De filtertechnieken zijn ook verbeterd sinds het AHN2. Het maaiveld in bosgebieden kan sinds de opname van het AHN2 daardoor beter worden bepaald.

Onder het maaiveld wordt o.a. ook verstaan: parkeerterreinen, permanente grondepots en vuilnisbelten en dammen/dijken/kribben etc. Bebouwing, bruggen en viaducten en tijdelijke grondepots staan in het DSM.



Inwijnaren van de verschillende versie van het AHN (www.ahn.nl/dataroom)

Relevantie voor de strategie van het verkennend onderzoek

De hoogtemetingen van het AHN2 zijn verzameld tussen 2007 en 2012. Een deel van de gemeentelijke verwachtingskaarten, stroomgordelkarteringen (laatste versie Cohen e.a. 2012) en geomorfologische karteringen (nieuwe stijl) zijn nog gebaseerd op het minder nauwkeurige en minder gedetailleerde AHN1, omdat het meer gedetailleerde en nauwkeurige AHN2 nog niet beschikbaar was.

Indien niet al in het bureauonderzoek uitgevoerd kan een nadere bestudering van het AHN gebruikt worden om een beter beeld te vormen van de vermoedelijke ligging van geomorfologische / archeolandschappelijke eenheden. Het AHN1 is lastig te vergelijken met het AHN2, maar verschillen tussen de kaartbeelden sinds het AHN2 kunnen een beeld geven van recente afgravingen en ophogingen. Een nadere bestudering van het AHN is daardoor zeer relevant voor een boorplan.

Het maaiveld bij verkennende boringen wordt vaak ook bepaald door middel van het meest actuele AHN. Als tussen de laatste opname van het AHN en veldonderzoek significante grondroerende werkzaamheden hebben plaatsgevonden is het AHN niet meer betrouwbaar voor de verkennende fase.

Geomorfologie¹⁹

In 2003 is de eerste landsdekkende kaart gepubliceerd. In de verschillende kaartvlakken zijn verschillende kartermethoden gebruikt (zie figuur hieronder).

- Voor de kartering oude stijl (1977-1990) werd gebruik gemaakt van Hoogtepuntenkaarten op schaal 1:10.000 van de Topografische Dienst. Met behulp van deze kaart, extra aardwetenschappelijk kaartmateriaal en literatuur werd een eerste schets gemaakt van

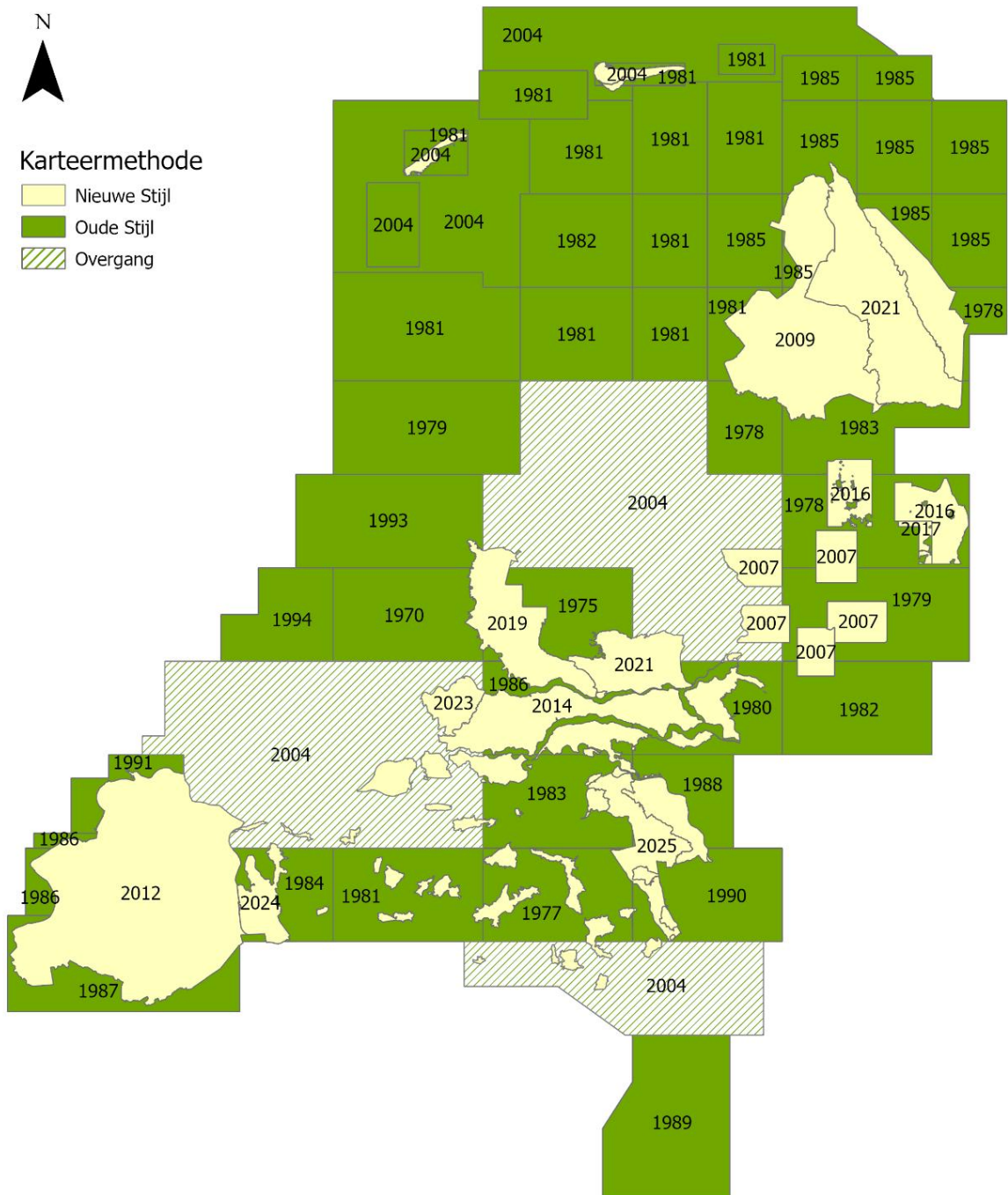
¹⁹ Op basis van informatie van Tom Harkema en Kees Teuling (Wageningen Environmental Research) en <https://legendageomorfologie.wur.nl/> en Alterra-rapport 1039.

landvormen op de hoogtepuntenkaart. Deze schets werd in het veld gecontroleerd en aangevuld. Deze manier van karteren was erg tijdsintensief en de nauwkeurigheid was onderhevig aan de schaal en kwaliteit van het bronmateriaal.

- Met de introductie van het Algemeen Hoogtebestand Nederland ([AHN](#)) kwam er een zeer gedetailleerd bronbestand beschikbaar voor het geomorfologisch karteren. De kartering nieuwe stijl (1998-heden) maakt gebruik van het AHN en afgeleide kaarten. Deze kartering nieuwe stijl is veel sneller dan de oude kartering en levert een veel gedetailleerdere kaart op met een schaalniveau tussen 1:10.000 en 1:25.000. Door middel van het AHN zijn de missende kaartbladen van de geomorfologische kaart aangevuld en afgerond.
- Bij de karteringen vanaf 2012 (vanaf AHN2) zal gebruikt zijn van het nauwkeurige en gedetailleerde AHN.
- De kaartbladen die met de oude stijl zijn gekarteerd worden geleidelijk geactualiseerd door middel van de kartering nieuwe stijl. Hierbij wordt gebruik gemaakt van nieuwe versies van het AHN de Basis Registratie Topografie (BRT), Bodemkaart van Nederland, geologische kaarten en modellen uit de BRO en de historische topografische Bonnebladen.
- Sinds enkele jaren worden de gebieden niet meer geactualiseerd per kaartblad 1:50.000 maar per deelgebied en wordt samen opgetrokken met de kartering van de bodemkaart.
- Tussen 2017 en 2021 is de legenda geactualiseerd en anders gestructureerd.
- Elk kaartvlak heeft een collection id. Deze is gelinked aan een tabel met de actualisatiedatum.

Relevantie voor de strategie van het verkennend onderzoek

De ligging van de geomorfologische eenheden is relevant voor de positie van boringen en geofysische raaien in de verkennende fase. Als de archeologische beleidskaart (en daarmee de basis verwachting) gebaseerd is op de geomorfologische kaartgrenzen bepaald de karteringsmethode (oude stijl, AHN of AHN2) in sterke mate de betrouwbaarheid van de archeologische verwachting. Aan de hand daarvan kan bepaald worden in hoeverre er bij het opstellen van het boorplan aanvullende AHN analyse nodig is.



Karteringsmethode van de geomorfologische kaart (<https://legendageomorfologie.wur.nl/> aangevuld door Tom Harkema, WEnR in 2026)

Nationale Paleogeografische kaarten²⁰

In 1986 publiceerde Zagwijn een reeks paleogeografische kaarten. Daarna volgde nog een reeks in het boek de Ondergrond van Nederland in 2003. Bij de eerste Nationale Onderzoeksagenda Archeologie (2006) is een nieuwe reeks kaarten ontwikkeld die is doorgegroeid tot de huidige kaartserie. In 2011 verscheen de eerste Atlas van Nederland in het Holoceen. In 2015 kwam een

²⁰ Tekst aangeleverd door H.J. Pierik

uitgebreidere toelichting beschikbaar in de vorm van het proefschrift van Peter Vos. In 2018 verscheen een update van de kaarten van de atlas in 2018. Eind 2026 wordt de nieuwe atlas en reeks gepubliceerd. De tijdstappen van de kaarten zijn gekozen op basis van archeologische relevantie en databeschikbaarheid. De kaarten zijn gebaseerd op diverse aardwetenschappelijke karteringen (bodemkaart, geomorfologische kaart), dateringen, detailstudies en archeologische studies.

In het zandgebied zijn de eenheden overgenomen van landelijke karteringen en regionale studies over veenuitbreiding. In het rivierengebied zijn de zandbanen van Berendsen & Stouthamer overgenomen en is een schatting gemaakt van de komverbreiding en de geulgrootte van de rivieren. In het kustgebied is gewerkt met sleutelsites: goed gedocumenteerde opgravingen (in samenwerking met archeologen) die een representatief beeld geven van de paleogeografische ontwikkeling in een regio. Tussenruimtes ingevuld met o.a. AHN. Ook zijn diverse historische gegevens en geologische proceskennis (zee-inbraken, bodemdaling etc.) verwerkt in de reconstructies. Op sommige plekken zijn regionale kaarten opgenomen waar ook gegevens met een hogere resolutie in zijn verwerkt (dateringen, boringen).

Paleogeografische kaart van de Rijn-Maasdelta²¹

In 2001 is de eerste paleogeografische kaart van de Rijn-Maas Delta opgesteld voor een groot deel van Nederland. De kartering is in 2012 stroomafwaarts uitgebreid tot in het kustgebied, stroomopwaarts tot in het Ruhrgebied, en noordwaarts tot aan de monding van de Vecht en de IJssel in de voormalige Zuiderzee. In 2018 is dit bestand uitgebreid voor de Maas in Limburg.²²

N.B. Het is geen stroomgordelkaart!

De kaart wordt ook wel aangeduid als 'zandbanenkaart' en 'stroomgordelkaart'. Daarbij in zandbanenkaart een betere benaming. Onder stroomgordel of stroomrug worden zowel de oever als beddingafzettingen verstaan. De paleogeografische kaart van de Rijn-Maasdelta geeft alleen een beeld van de ligging van de beddinggordels en zandige crevasses van een bepaalde stroomgordel. Een deel van de oeverafzettingen ligt buiten deze zandlichamen, maar is archeologisch ook zeer relevant. Meestal zijn de oevers buiten de zandbanen smaller dan 100 m, maar bredere oevers komen zeker voor. De top van deze oeverafzettingen buiten de beddinggordel kan door klink en zetting dieper liggen dan de top van het beddingzand. Er is een reconstructie van de oevers van de stroomgordels uit het eerste millennium.²³

De kaart uit 2001 was een papieren platte kaart, de versie uit 2012 is "niet zozeer een volledige kaart, maar een set digitale bouwstenen om een kaart mee op te bouwen". In de GIS-bestanden van de 2001 versie was al aanvullende informatie over de ouderdom beschikbaar en er zijn ook extracties van de zandbanenactiviteit in een bepaalde geologische periode, vergelijkbaar met de landelijke paleogeografische kaart. Een andere substantiële wijziging in 2012 was het uitsplitsen van de stroomgordels naar een 'dal' en 'delta' laag. De dal laag betreft de reconstructie van rivierlopen in het rivierdal uit de laatste ijstijd dat door de delta begraven is. Andere landschapsonderdelen, zoals stuwwallen, rivierduinen en strandwallen zijn niet meer in de data van 2012 opgenomen. De donken (bedekte rivierduinen) zijn terug te vinden in de begraven landschappenkaart van de RCE. Bij de versie uit 2012 is ook voor het eerst het AHN gebruikt om beddinggordels beter te plaatsen. In 2019 zijn de bijbehorende boringen van het vak laaglandgenese (LLG) van de Universiteit Utrecht beschikbaar gekomen.²⁴ Hiermee kan de betrouwbaarheid van de stroomgordelkartering ingeschat

²¹ Gebaseerd op K.M. Cohen & E. Stouthamer (2012). Vernieuwd Digitaal Basisbestand Paleogeografie van de Rijn-Maas Delta. Beknopte toelichting bij het Digitaal Basisbestand Paleogeografie van de Rijn-Maas Delta. Dept. Fysische Geografie. V1.1 – Dec 2012 - with a summary in English. Universiteit Utrecht en Berendsen J.A. & E. Stouthamer (2001).

Palaeogeographic development of the Rhine-Meuse delta, The Netherlands.

²² H.A.G. Woolderink; K.M. Cohen, 2018, "Digital Basemap for the Lower Meuse Valley Palaeogeography", <https://doi.org/10.17026/DANS-XKK-F29B>, DANS Data Station Archaeology, V3

²³ H.J. Pierik (2017). Geomorphological reconstructions of the natural levee landscape in the first millennium AD of the Rhine-Meuse delta, the Netherlands. <https://archaeology.datastations.nl/dataset.xhtml?persistentId=doi:10.17026/DANS-ZG9-NQFX>

²⁴ <https://dans.knaw.nl/nl/nieuws/succesvol-klein-data-project-laaglandgenese-boringendatabase-universiteit-utrecht/>.

worden. Duidelijk wordt waar de ligging van de zandbanen gebaseerd is op boringen en waar deze gebaseerd is op interpolatie. De boringen zijn in de basis gezet in raaien met een boorafstand van 100 m met aanvullende boringen buiten de raaien met een kortere boorafstand. Uit een steekproef uit het LLG bestand blijkt dat de dat de boorraaien ca. 100 à 1.000 m uit elkaar liggen. H.J. Pierik vult aan dat de LLG-boringen niet de volledige set zijn, alleen de raai-boringen, de karterende boringen zijn niet gepubliceerd. Ook de toelichting op de stroomgordels geeft nuttige informatie over de mate van interpolatie van de eenheden.

Relevantie voor de strategie van het verkennend onderzoek

De stroomgordelkaart uit 2001 was belangrijke input voor de IKAW en de landelijke paleogeografische Kaart tot en met die van 2018 (in 2026 nog steeds de actueelste versie). Een deel van de gemeentelijke verwachtingskaarten is nog gebaseerd op de paleogeografische kaart uit 2001. Aanvullend AHN-onderzoek (de versie uit 2012 is gebaseerd op het minder nauwkeurige en minder gedetailleerde AHN) en het bekijken van de ligging van de boringen voor het vak Laaglandgenese kunnen een beeld geven van de ligging en betrouwbaarheid van de stroomgordels. Met name bij het bepalen van de oriëntatie van raaien is het van belang om aanvullend naar het AHN te kijken. De LLG-boringen kunnen een indicatie geven van de diepteligging van de fossiele beddingen, de boorstaten van boringen buiten de stroomgordels kunnen een beeld geven van de omvang en diepteligging van oevers. De ligging van de boorraaien en afstand tussen de boringen zijn relevant om aan te geven waarom de verwachte stroomgordel tegen de verwachting in niet zoals gekarteerd is aangetroffen.

Geologische kaarten²⁵

Overzichtskaart

De geologische kaart van Nederland (2021) geeft een beeld van de geologische laagpakketten en formaties aan het oppervlak. Dekzand wordt enkel onderscheiden als dit dikker dan 2 m is en antropogene afzettingen worden niet afgebeeld. De geologische kaart is een overzichtskaart die is bedoeld voor gebruik op een landelijke of regionale schaal (schaal 1:600.000). Eerdere versies zijn uit 1975, 2004 en 2010.

De overzichtskaart is gemaakt aan de hand van de geologische kartering 1:50.000 en 3D ondergrondmodellen als DGM, GeoTop. Deze zijn gebaseerd op de meer dan een half miljoen boor- en sondeergegevens uit het dinoloket en de LLG-boringen.

Voor de kartering is daarnaast gebruik gemaakt van de paleogeografische kaart van de Rijn-Maasdelta en andere regionale karteringen.

DGM, NL-3D en GeoTop

GeoTOP is het model tot 50 m -NAP en geeft informatie over de lithostratigrafische eenheid en grondsoort in cellen van 100 x 100 m van 50 cm dikte. GeoTOP is nog niet voor heel Nederland beschikbaar. Het model Nederland 3D (NL3D) is een grovere landsdekkende kaart met cellen van 250 x 250 x 1 m tot 50 m -NAP.

Het Digitaal Geologisch Model (DGM) geeft een dieper beeld tot 500 m -NAP (lokaal tot 1200 m -NAP). Het is net als GeoTOP een model met cellen van 100 x 100 m. De geleverde informatie geeft de top en basis van een (groep van) lithostratigrafische eenheid(en) weer in meters t.o.v. NAP. REGIS is een uitbreiding van DGM, waarop ook klei- en zandpakketten binnen de Pleistocene formaties zijn onderscheiden. Buiten het GeoTOP-gebied geeft een combinatie van NL3D en REGIS II het beste inzicht in de opbouw van de ondergrond.

Geologische kaarten 1:50.000

Voor een beperkt deel van Nederland is tussen 1925 en 1942 een geologische kartering gedaan op schaal 1:50.000. Een tweede serie kaarten is opgesteld tussen 1963 en 2000.

In 2021 waren onderstaande kaarten te bestellen bij de Geologische Dienst. Bij elk kaartblad zitten één of meer bijkaarten en profielen. Bij de meeste kaartbladen zit ook een toelichting.

²⁵ Gebaseerd op <https://www.dinoloket.nl/toelichting-ondergrondmodellen> en <https://www.geologischdienst.nl/over-gdn/historie/>

De kaarten zijn opgesteld onder de oude lithostratigrafische indeling (Afzettingen van Calais, Duinkerke, Twente, Enschede etc. i.p.v. de Laagpakketten van Wormer, Walcheren en Wierden etc.)

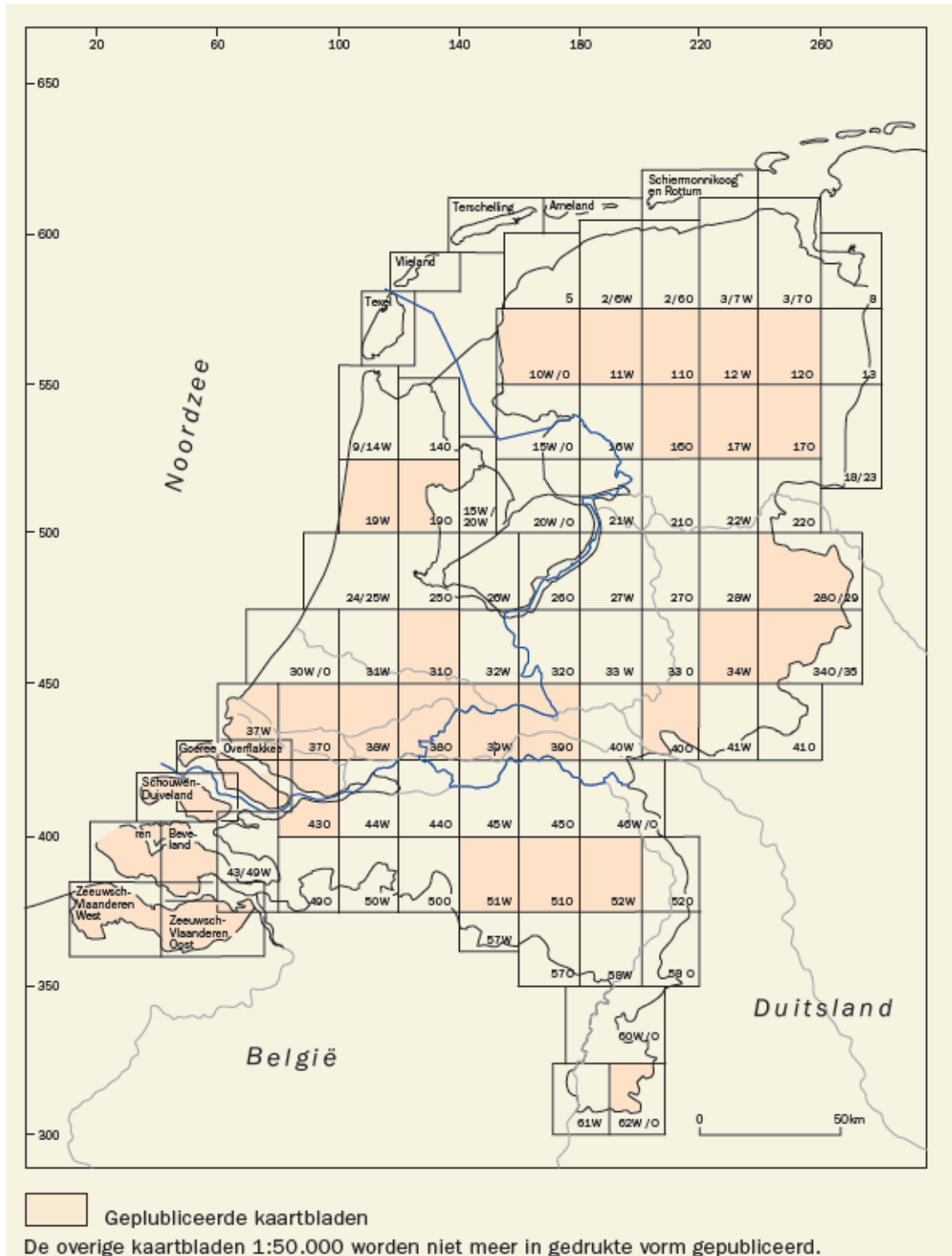
Geologische boringen

Geologische boringen zijn er in twee kwaliteitsregimes. In het Dinoloket zijn zowel de boringen met het hogere BRO-kwaliteitsregime als het lagere GDN-kwaliteitsregime aanwezig. Het BRO-loket bevat enkel de boringen die voldoende aan het BRO-kwaliteitsregime. Voor het DGM zijn ca. 26.500 goed beschreven booronderzoeken gebruikt van de in totaal ca. 430.000 booronderzoeken. GeoTop is gebaseerd op de ca. 540.000 boorbeschrijvingen in het Dinoloket.

Een deel van de boringen geeft enkel de textuur van de lagen, bij een ander deel is daarnaast ook een lithostratigrafische classificatie aangegeven. Het detail van de lithologische en lithostratigrafische classificatie is sterk wisselend. Soms staan de kleiige afzettingen enkel als 'klei' aangegeven zonder verder onderscheid tussen siltige kleien en zandige kleien.

Relevantie voor de strategie van het verkennend onderzoek

Eerder uitgevoerd geologische onderzoek en afgeleide producten kunnen een beter beeld geven van de diepteligging van sedimenten en daarmee van de archeologische verwachting en helpen om archeologische boringen beter te interpreteren.



Index Geologische kaart van de Ondiepe Ondergrond van Nederland, schaal 1:50.000 uit verkoopcatalogus TNO uit 2021

Bijlage 3 Overzicht verkennende methoden en technieken

In deze bijlage is veelal via tabelmatige overzichten een uitgebreidere toelichting opgenomen over verschillende methoden en technieken dan in paragraaf 3.2 en waar nodig zijn verwijzingen opgenomen naar bronnen waar aanvullende informatie kan worden verkregen. Er wordt ingegaan op handmatig- en mechanisch booronderzoek en op geofysische methoden. Daarnaast is er de SIKB-waaier '[Te Land, ter Zee en in de Lucht](#)' waarin beknopt verschillende onderzoekstechnieken worden beschreven en verbeeld.

Handmatig booronderzoek

Een algemeen voordeel van handmatig booronderzoek is dat de bodemlagen weinig verdraaid en verdrukt worden.

Puinlagen en grover materiaal (keien) vormen een beperking voor handmatig booronderzoek. Puinlagen van beperkte dikte kunnen in de bovenste meter soms doorbroken worden met een stootijzer. Spiraalboren en keienvangers kunnen gebruikt worden om compacte bovengrond los te boren en/of stenen en keien omhoog te halen.

Bij veel puin of grind in de bovengrond kan een grind- of riverside boor gebruikt worden. Een bredere boorkop of het graven van een gat met een schop ook soelaas bieden, zodat met de hand keien en stenen verwijderd kunnen worden. Bij erg los materiaal zal het boorgat echter snel instorten.

Voor diepere boringen is vaak een tweede persoon nodig om verlengstangen aan- en af te koppelen en de boor in en uit de grond te krijgen.

Tabel 4 Boorkoppen handmatig booronderzoek en voor- en nadelen

Hierna volgt eerst een beknopte overzicht van boorkoppen die gebruikt worden bij handmatig booronderzoek en de beslisboom die daarbij gehanteerd kan worden. Daarna volgt een uitvoerige tabel met een beschrijving van de toepasbaarheid en beperkingen per boorkop.

Situatie	Onderstuk
Algemeen (boven grondwater)	Edelman
Los zand bovenin	Zandguts
Harde grond / grind	Riverside
Klei/veen onder grondwater	Guts of van der Horstboor (slappe kleiboor)
Zand onder grondwater	Zuigerboor

Praktische volgorde in het veld:

1. Begin meestal met een 7 cm Edelmanboor.
2. Kom je onder de grondwaterspiegel in klei of veen -> overstappen op guts.
3. Kom je onder de grondwaterspiegel in zand -> zuigerboor. Indien daarboven natte klei – en veenlagen voorkomen de guts vervangen door een Edelman of slappe klei boor.
4. Voor detail in zandige losse bovengrond -> zandguts.

Onderstuk	Toepasbaar	Beperking
7 cm Edelmanboor	Beste boortechniek boven de grondwaterspiegel voor alle grondsoorten. Ook bruikbaar voor klei- en veenlagen onder de grondwaterspiegel.	Zandlagen onder de grondwaterspiegel lopen uit de boor. Boorkop is circa 20 cm lang, door terugvallen van lagen in de van boven kan circa 10 cm per keer dieper geboord worden.

Onderstuk	Toepasbaar	Beperking
	Er is een combinatiekop voor zand en kleigronden en er zijn speciale boorkoppen voor grind, grof zand en klei die het boren ergonomischer kunnen maken of voorkomen dat droog zand en grind uit de boorkop valt.	Onder de grondwaterspiegel zijn gutsboringen en zuigerboringen daardoor beter toepasbaar.
7 cm Van der Horstboor (ook wel slappe kleiboer)	Klei en veenlagen onder de grondwaterspiegel. De boorkop heeft een lengte van circa 50 cm, waardoor minder vaak geboord hoeft te worden. De guts heeft voor boorbeschrijving de voorkeur. Deze boorkop kan handig zijn om een gegutst gat uit te boren en daarna over te stappen op een zuigerboor.	
7 cm Riversideboor	Om door harde, stugge gronden gemengd met fijn grind te doorboren. Alleen bruikbaar boven de grondwaterspiegel (volgens SIKB), ook bruikbaar onder grondwaterspiegel (volgens Eijkelkamp)	Opgeboorde grond zit in een cilinder en komt als hoopje uit de boring, indicatieve boorbeschrijving, niet geschikt rond laag/horizont overgangen.
3 cm guts	Klei- en veenlagen onder de grondwaterspiegel. Opboren van de lagen met een guts gaat aanzienlijk sneller dan met een Edelmanboor. Bemonstering in delen van 50 à 100 cm, waardoor laagovergangen beter zichtbaar zijn dan bij een Edelmanboor. Bepaling laaggrenzen kan op 1 cm nauwkeurig.	Niet toepasbaar in de droge bovengrond. Stuit op zandlagen, doordat zandlagen niet altijd omhoog komen, guts loop dan leeg.
2 cm guts (zandguts)	Geschikt om gelaagdheid in plaggendekken, stuif- en duinzand en andere lossere bovengronden in kaart te brengen. Bepaling laaggrenzen kan op 1 cm nauwkeurig.	Alleen toepasbaar in de bovenste meter. Niet alle plaggendekken, stuif- en duinzanden zijn te gutsen. Zodra 'gejutted' moet worden kan beter overgestapt worden op de Edelmanboor. Overgang naar de compactere C-horizont is vaak niet mogelijk. Uiteindelijk moet het gehele boorgat daardoor met de 7 cm Edelmanboor nageboord worden om het gehele profiel te documenteren. Bovenstukken met slagkop bestaan om met een hamer de guts op diepte te brengen. Dat komt de intactheid van de laagopbouw en

Onderstuk	Toepasbaar	Beperking
		<p>daarmee de boorbeschrijving vaak niet ten goede.</p> <p>Smalle diameter beperkt interpretatie.</p>
<p>4 cm Zuigerboor / Zandpomp met koppelstuk aan de zijkant (effectief circa 7 cm)</p>	<p>Zandlagen onder de grondwaterspiegel</p> <p>Lengte zuigerboor 75, 100 en 200 cm</p>	<p>Alleen toepasbaar als opgeboorde lagen met name uit zand bestaan.</p> <p>Water benodigd in het veld. Vaak is maar een steek mogelijk, doordat boorgat snel weer opvult.</p> <p>Overstappen van guts naar zuigerboor niet mogelijk, bovenliggende grond moet uitgeboord worden met Edelman</p> <p>Exacte dieptebepaling laagovergangen is lastig doordat het sediment er als versmeerd papje uit komt. Inhoudelijke boorbeschrijving is daardoor ook minder nauwkeurig.</p>
<p>Van der Staayzuigerboor</p>	<p>Opzuigen van zand en fijne grindlagen onder het grondwater.</p> <p>Een systeem van twee 5 m lange in elkaar passende PVC-buizen. De buizen kunnen steeds met 2,5 m verlengd worden.</p> <p>De binnenbuis fungeert als zuiger, in de uitgeschoven buitenbuis wordt het sediment verzameld.</p> <p>De methode is ingezet tot 15 m diepte.</p> <p>Het is een eenvoudige, handmatig en simpel systeem. Het opzuigen van het sediment gaat snel en de sedimentmonsters zijn van uitzonderlijke kwaliteit.</p>	<p>De PVC buis is flexibel en daardoor werkt het alleen in slappe/zachte sedimenten. De methode is niet toepasbaar in kleiige en venige komafzettingen, maar dunne klei- en veenlagen zijn geen probleem. Als deze onder zandlagen voorkomen zijn de monsters van excellente kwaliteit, omdat het zand dat niet uit de pvc buis kan vallen.</p> <p>Systeem wordt niet verkocht</p>

*Er is gebruikt gemaakt van informatie van <https://www.royaleijkamp.com/nl/producten/grondboren-en-monsternemers/grondmonsternemers/handboren/> en <https://www.royaleijkamp.com/nl/producten/grondboren-en-monsternemers/grondmonsternemers/gutsboren/> en <https://www.vrm.nl/nl-nl/grondboorgereedschap-bajonet/>, SIKB protocol 2001 RIVM rapport 680100002 en Berendsen & Stouthamer (2001).

Mechanisch booronderzoek

Mechanisch booronderzoek is geschikt bij boringen tot grote diepte, ook als er zandlagen voorkomen. Er zijn diverse manieren van mechanisch boren (<https://www.sikb.nl/bodembeheer/mechanisch-boren>, Bijlage 2, SIKB protocol 2101). Voor milieukundige doeleinden is een boorbeschrijving met 50 cm nauwkeurigheid conform de milieukundige norm voldoende, maar voor archeologische doeleinden is een laagbeschrijving op 1 à 5 cm nauwkeurigheid noodzakelijk. Daardoor worden met name de sonische (aqualock) boortechniek en in sommige gevallen de avegaartechniek ingezet.

Tabel 5 Mechanische boorkoppen en voor- en nadelen

Techniek	Toepasbaar	Beperking
<p>Sonisch boren met aqualock (zuigerboor) techniek</p> <p>Diameter 5 à 10 cm (niet-roterend), 15 cm (roterend)</p>	<p>Monstername in continue trajecten van circa 2 à 3 m lengte. Bepaling laaggrenzen kan op 1 cm nauwkeurig.</p> <p>De ongeroerde monsters zijn, bij continue monsterneming, zeer geschikt voor het bepalen van diepte en dikte van lagen, gelaagdheid etc. is goed zichtbaar</p> <p>De AquaLock is een zuigersampler. Deze zuiger maakt nauwkeurige en continue bemonstering mogelijk doordat de zuiger onderin de snijkop blijft door waterdruk (aqualock). Daarna start pas de monstername. De geblokkeerde zuiger verdringt het materiaal in een ingestort boorgat, waardoor verder geboord kan worden vanaf de laatste diepte.</p> <p>Het is ook mogelijk om het opgeboorde materiaal in liners te laten verzamelen en later op kantoor te beschrijven. Er zijn ook opties voor lichtdichte liners, zodat OSL monsters e.d. genomen kunnen worden (info Daemen milieutechniek).</p>	<p>Monstername van lagen boven het grondwater is minder nauwkeurig en/of de bovenlagen moeten handmatig vorgeboord worden of met een avegaarboor.</p> <p>Bij abrupte laagovergangen (rond de overgang van boortrajecten) blijft het sediment wel eens hangen of wordt het verdukt. Door samendrukking is het boormonster daardoor soms korter dan de lengte van de boorbuis.</p> <p>Zandlagen kunnen ook als papje naar bovenkomen, net als bij zuigerboringen.</p> <p>Roterende boormethode kan toegepast worden bij puinlagen.</p>
<p>Avegaarboring</p>	<p>Monstername in continue trajecten van 1 à 2 m lengte.</p> <p>In de verkennende fase met name geschikt om puinlagen te doorboren, maar vooral om grotere boormonsters te verzamelen in de karterende fase.</p>	<p>De buitenlaag van de boring is ernstig versmeerd en moet voorafgaand aan de profielbeschrijving verwijderd worden</p> <p>Biedt hooguit een matige indruk van de bodemopbouw, profielbeschrijving is slechts indicatief.</p> <p>Het maken van een boorbeschrijving op < 0,5m nauwkeurig is mogelijk als er als een kurkentrekker wordt geboord.</p>

Techniek	Toepasbaar	Bepijking
		Het opboren van zandlagen kent dezelfde uitdagingen als bij Edelmanboringen.
Holle avegaarboring	<p>Volgens SIKB2101 zijn er twee systemen:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Het eenvoudige systeem zonder parallelle ongestoorde grondmonsterneming; • Het meer complexe systeem, waarbij in het holle centrale deel een niet-meedraaiende steekbus omlaag wordt gedrukt terwijl de grond eromheen wordt opgeboord. Elke meter wordt de bus opgetrokken ter interpretatie en monsterneming. <p>Bij Archeologie Rotterdam (en voor zover bekend nergens anders) is een systeem met een liner (77 à 120 cm binnendiameter).</p>	<p>Door de ongunstige verhouding van de spiraalbreedte ten opzichte van de boordiameter wordt de grond zeer sterk verdrongen, is de bodemopbouw niet te interpreteren en vindt een zeer sterke versmering plaats over de volledige boordiepte.</p> <p>Alleen met de meer complexe systeem is het maken van een boorbeschrijving op < 0,5 m nauwkeurig niet mogelijk. (SIKB protocol 2101)</p> <p>Volgens Archeologie Rotterdam is deze methode betrouwbaar toepasbaar met liners. Het voordeel is dat prospectoren de boorkernen op kantoor kunnen analyseren, beschrijven en bemonsteren (zelfs voor OSL). Enkel de diepere delen van het rivierduinzand of het Kreftenheye zand op grote diepte wil er nog wel eens uitlopen tijdens het boren zelf.</p>
Begemannboring	Bij de "Begemann-boring" (mechanische boring) wordt een continue kern grond verkregen. De grondmonsters hebben een hoge kwaliteit.	

<https://www.sikb.nl/bodembeheer/mechanisch-boren/technieken>,

<https://www.royaleijkamp.com/nl/producten/boren/sonisch-boren/tooling/aqualock-zuigerboor/> en informatie van Daemen Milieutechniek en Archeologie Rotterdam.

Geofysische methoden (vlakdekkend)

Hieronder staat een overzicht van de meest gebruikte technieken voor de verkennende fase op basis van de factsheets van de RCE en de leidraad geofysisch onderzoek.

De factsheets geofysisch onderzoek van de RCE geven meer handvaten over de technieken, strategieën en bijzondere zaken. De beslismatrix van de RCE kan ook ingezet worden om een geschikte methode te kiezen (https://kennis.cultureelerfgoed.nl/index.php/Geofysisch_onderzoek_-_toelichting_op_beslismatrix) Het is altijd raadzaam om ook te overleggen met de aanbieder van het geofysisch onderzoek welke opties er zijn.

Deze factsheet geven aan dat de meeste methoden met name geschikt zijn voor de karterende en waarderende fase. Elektromagnetische Inductie wordt genoemd als een methode die zeer geschikt is voor de verkennende fase / ondiepe geologie, grondradar kan ook een geschikte methode zijn.

Tabel 6 Geofysische methoden en hun voor- en nadelen

Methoden	Toepasbaar	Beperking
<p>Elektromagnetisch (inductie) EMI (Low Frequency Elektromagnetic (LFEM))</p> <p>Aan de hand van de opgewekte wisselend elektromagnetische veld, wordt een secundair veld gegenereerd, die sterk afhankelijk is van de elektrische geleidbaarheid van de bodem. Deze geleidbaarheid (conductiviteit = omgekeerde van weerstand) van de bodem wordt gemeten. De grote van de spoel bepaald het dieptebereik. In veel systemen zijn meerdere spoelafstanden ingebouwd, waardoor over verschillende diepte bereiken de geleiding wordt gemeten,..</p>	<p>In de verkennende en karterende fase</p> <p>Klei en organisch materiaal (lage weerstandswaarde) is goed te onderscheiden van zand (hoge weerstandswaarde)</p> <p>Verschillende spoelafstanden geven informatie voer verschillende diepte bereiken</p> <p>Ondiepe EMI tot 1,5 m-mv, ook onder bestrating</p> <p>Diepe EMI van 1,5 tot 6 à 8 m-mv.</p>	<p>Niet inzetbaar bij vorst, stroomgeleidend materiaal zoals metaal (prikkelraad, boombeschermers, leidingen in de grond, golfplaten schuurtjes, ijzeren wapening in betonvloeren, etc.)verstoor het signaal.</p> <p>Erg gevoelig voor sterke radiosignalen (zendmasten, of communicatiemasten bij vliegvelden)</p> <p>Niet toepasbaar onder hoogspanningskabels.</p>
<p>Grond Penetrating Radar (GPR) / Grondradar</p> <p>Bij grondradaronderzoek wordt een radarsignaal (hoge frequentie EM - golven) de grond ingestuurd. Dit radarsignaal reflecteert op materialen met verschil in elektrische eigenschappen (dielektrische permittiviteit). Dit kunne objecten of overgangen in bodemlagen in de ondergrond zijn. De looptijd (ns) en sterkte van het terugkaatsende radarsignaal wordt opgevangen, gemeten en opgeslagen.</p>	<p>De frequentie van de zendantenne bepaalt de diepte van meten.</p> <p>Combinatie van meerdere frequenties is mogelijk.</p> <p>De weerkaatsing van grindlagen is zeer hoog. Penetratie door zand is dieper dan door klei en leemlagen. De methode is daardoor geschikter om klei/leemlagen onder een zandlaag in kaart te brengen dan zandlagen onder een klei/leemdek.</p> <p>Grondradar doordringt verhardingen zonder metalen wapening zoals ongewapend beton, klinkers of asfalt.</p> <p>Grondradar is shielded/afgeschermd) en werkt goed onder hoogspanningstracés,</p>	<p>Kabels, leidingen en puinlagen zorgen ook voor een verstoord beeld van de bovenlagen.</p> <p>Erg gevoelig voor sterke radiosignalen (zendmasten, of communicatiemasten bij vliegvelden)</p> <p>Het gemeten weerkaatsingsdiepte moet gecorrigeerd worden op basis van sediment- en grondwater karakteristieken.</p> <p>Grondradar werkt het beste met goed contact met het oppervlak, Terreinen met obstakels zoals stobben, struiken en bomen zijn daarom minder geschikt.</p> <p>Er zijn echter luchtgekoppelde antennes, of dronegedragen antennes die goed werken zonder bodemcontact. De beperking hiermee is dat de afstand van antenne tot bodem klein moet blijven (max ca. 1,5 m.).</p> <p>In zoute bodems of zeebodem werkt grondradar niet.</p>

Methode	Toepasbaar	Beperking
<p>Gamma Ray. Passieve detectie van (natuurlijke) radioactiviteit.²⁶</p>	<p>Klei- en silt gehalte en korrelgrootte in circa de bovenste 30 cm,</p> <p>Meet b.v. 137-Cesium afkomstig van Chernobyl uit 1986, waarmee erosie of bodemverstoringen kan worden gemeten.</p> <p>Kan zowel toegepast worden als proximal en remote sensing techniek</p>	<p>Geeft alleen informatie over de bovenste laag</p>

<https://www.sikb.nl/bodembeheer/mechanisch-boren/technieken>

²⁶ <https://the.medusa.institute/>