

6. ARCHEOLOGISCHE PROSPECTIE (versie 1.0, geaccepteerd oktober 2008)

Alette Kattenberg (IGBA-VU), Adrie de Kraker (IGBA-VU), Carla Soonius (RAAP Archeologisch Adviesbureau), Peter Stassen (RACM), Chris Sueur (Buro de Brug bv), Philip Verhagen (CLUE-VU), Bert Groenewoudt (RACM), Eelco Rensink (RACM), Hans Peeters (RACM), Henk Weerts (RACM), Margje Vermeulen (RACM), Harry Fokkens (Universiteit Leiden)

Inhoud

Deel 1 Inleiding

1.1: Inleiding

1.2: Historisch overzicht

Deel 2 Het doel van archeologische prospectie

Deel 3 Onderzoeksmethodieken

3.1: Bureauonderzoek

3.1.1: Archis en collecties

3.1.2: Remote sensing

3.1.3: AHN

3.1.4: Aardkundige gegevens

3.1.5: Historische geografie

3.1.6: Verwachtingskaarten

3.2: Inventariserend veldonderzoek (IVO)

3.2.1: Oppervlaktekartering

3.2.2: Booronderzoek

3.2.3: Proefsleuvenonderzoek

3.2.4: Geofysische methoden

Deel 4 Inzetbaarheid van technieken

DEEL 1 INLEIDING

1.1: Inleiding

Prospectie is een van de belangrijkste, zo niet de belangrijkste, schakel in de keten van processen die tot behoud van het archeologische erfgoed moet leiden. Zonder prospectie weten we niet waar en welke archeologische sporen en resten zich in de grond bevinden en kunnen we in feite niet of nauwelijks iets behouden. Maar dat betekent niet dat prospectie een vanzelfsprekende zaak is. Er bestaan tal van prospectiemethoden, elk met zijn eigen toepassingsgebied. Daarnaast geldt dat sommige methoden van prospectief onderzoek reeds lange tijd en frequent in Nederland worden toegepast, terwijl andere 'nieuwe' technieken alleen op incidentele basis of zelfs (nog) niet zijn gebruikt. De vraag die archeologen steeds bezig houdt, is welke methode in welke situatie het meest geschikt is en wat alternatieven zijn. Dit hoofdstuk van de NOaA heeft tot doel verschillende prospectiemethoden in kaart te brengen en hun mogelijkheden en beperkingen te bespreken. Voor welke methode in de praktijk vervolgens gekozen wordt, hangt uiteraard samen met die mogelijkheden en beperkingen, maar vooral ook met de vraagstellingen voor het onderzoek. Wat wil men eigenlijk in kaart brengen, wat is het doel van de prospectie?

In de woordenlijst van de Kwaliteitsnorm Nederlandse Archeologie (KNA) wordt prospectie als volgt gedefinieerd: "systematische opsporing van archeologische waarden door middel van non-destructieve methoden en technieken". Daarbij gaat het niet alleen om methoden en technieken van veldwerk, maar ook om bureauonderzoek. Dit onderzoek is de eerste stap van prospectie en is evenals de andere methoden vraagstellingsgericht. Conform de KNA is het resultaat van het bureauonderzoek een standaardrapport met een gespecificeerde verwachting, op basis waarvan een beslissing ten aanzien van vervolgonderzoek kan worden genomen. In deze verwachting wordt (idealiter) aangegeven in welke delen van het te onderzoeken gebied welke typen vindplaatsen met welke prospectiekenmerken worden verwacht. Deze verwachting dient vervolgens als basis voor het uitvoeren van het veldwerk. Daarbij is het van belang dat de gespecificeerde verwachting op adequate wijze in het veld wordt getoetst. Dit betekent dat zowel gebieden waar (veel) vindplaatsen worden verwacht als gebieden waar weinig of geen vindplaatsen worden verwacht, aan veldwerk worden onderworpen. Op deze wijze wordt voorkomen dat het te prospecteren gebied reeds in een vroeg stadium van het Inventariserend Veldonderzoek (IVO) wordt ingeperkt, zelfs nog voordat er veldwerk heeft plaatsgevonden. Bovendien voorkomt een adequate toetsing het gevaar van *self-fulfilling prophecy*. Hiervan is sprake als alleen in gebieden met een hoge en/of middelhoge verwachting archeologisch veldwerk wordt uitgevoerd en indien de (vaak positieve) resultaten van dit veldwerk vervolgens weer als uitgangspunt van toekomstige verwachtingsmodellen worden genomen. Regelmatig blijkt uit vlakdekkend gravend onderzoek van grote plangebieden dat in zones met een lage verwachting 'verrassende' en belangwekkende archeologische resten en sporen aanwezig kunnen zijn. Voorbeelden zijn vindplaatsen met een kleine omvang en/of lage vondst- en spoordichtheid, die door de vindplaatsgerichtheid in het verleden buiten het blikveld van archeologen zijn gebleven.

De ervaring van de afgelopen jaren leert dat het niet in alle gevallen mogelijk is om een gespecificeerde verwachting op te stellen. Niet voor alle regio's en perioden is onze kennis van het bodemarchief toereikend om - op basis van bureaugegevens - een goed onderbouwde verwachting uit te spreken. In deze gevallen verdient een 'open' onderzoeksstrategie de voorkeur, gericht op het opsporen van nederzettingen, grafvelden en andere typen archeologische sporen en resten uit verschillende perioden ('brede zoekoptie'). Verder is het van belang dat in elk Plan van Aanpak (PvA) of Programma van Eisen (PvE) dat ten grondslag ligt aan prospectief veldwerk, wordt gemotiveerd waarom er voor een bepaalde prospectietechniek is gekozen. Een van de doelstellingen van onderhavig hoofdstuk van de NOaA is om hiervoor een handvat te bieden. Verder beoogt dit hoofdstuk duidelijk te maken dat prospectief onderzoek niet een kwestie van 'routinematig' handelen is. Het gaat om beredeneerd maatwerk afhankelijk van het gebied (Pleistoceen, Holoceen, maritiem), de diepteligging en de kenmerken van het archeologische bodemarchief dat in kaart moet worden gebracht. Tenslotte is het van belang er op te wijzen dat in dit hoofdstuk niet alleen non-destructieve methoden en technieken worden besproken. Ook proefsleuvenonderzoek wordt als belangrijk onderdeel van prospectief onderzoek beschouwd. De ervaring heeft uitgewezen dat in grote delen van Nederland dit type onderzoek een belangrijke methode is om het archeologische bodemarchief met een betrouwbare uitkomst te kunnen karteren.

Omdat het onderwerp zich slecht leent voor de standaard indeling van de NOaA hoofdstukken, is gekozen voor een alternatieve hoofdstukindeling. Allereerst zal ingegaan worden op het doel van archeologische prospectie (deel 2). Daarna zullen in deel 3 eerst de technieken voor bureauonderzoek aan de orde komen. Bij elke techniek zal al meteen een agenderend deel worden opgenomen. Vervolgens komen de prospectieve (veld-)technieken aan bod. Hier is eveneens bij elke techniek een agenderende paragraaf opgenomen. Ten slotte wordt in het laatste deel een overzicht gegeven van de inzetbaarheid van de verschillende prospectietechnieken (deel 4).

1.2: Historisch overzicht

Archeologisch prospectief onderzoek heeft een lange geschiedenis. Al in de 19^e eeuw werden voor het eerst oppervlaktekarteringen uitgevoerd. Uit die periode is ook bekend dat met behulp van prikstokken werd getracht om de onzichtbare archeologische resten te localiseren. In het begin van de 20^e eeuw werd door de opkomst van de luchtfotografie de opsporing van archeologische waarden sterk vereenvoudigd. Het heeft echter tot in de jaren zestig van de vorige eeuw geduurd voordat er stelselmatig onderzoek is gedaan naar de beste methoden voor het uitvoeren van oppervlaktekarteringen. Een enorme hausse aan studies¹ ontstond in de Verenigde Staten als gevolg van het gelijktijdig opkomen van de *New Archaeology* en het begin van de moderne archeologische monumentenzorg, waardoor een enorme behoefte ontstond aan betrouwbare inventarisaties van het archeologisch erfgoed. Oppervlaktekartering is daarmee een relatief goed onderzochte prospectiemethode en wordt in de V.S. nog steeds veel toegepast.

In Nederland hebben de bodemkarteerders van de Stiboka in de grote ruilverkavelingen vanaf de jaren vijftig veel oppervlaktevondsten verzameld en werden reeds booronderzoeken verricht. Naar aanleiding van deze vondsten heeft de Rijksdienst voor Oudheidkundig Bodemonderzoek (ROB) in de jaren zestig en zeventig uitgebreide oppervlaktekarteringen uitgevoerd in o.a. West-Friesland² en op Texel³ (zie ook het NOaA-hoofdstuk 'De late prehistorie in West-Nederland'). Daarnaast zijn door amateurs vooral vanaf de jaren zestig veel veldverkenningen uitgevoerd. Toen in de jaren tachtig in Nederland steeds meer prospecties werden uitgevoerd, bleek dat de bruikbaarheid van oppervlaktekarteringen zeer beperkt is als de archeologische resten afgedekt zijn door hetzij vegetatie, hetzij sedimenten en werd gezocht naar methoden om archeologische resten op te sporen die zich onder het maaiveld bevinden. Ook op dit gebied liepen de Verenigde Staten op Nederland voor: al begin jaren tachtig is daar veel onderzoek gedaan naar de bruikbaarheid van zgn. *sub-surface* prospectiemethoden, vooral proefputten. In Nederland is in het Assendelver Polder-project⁴ voor de eerste keer gebruik gemaakt van een bomenboor met een diameter van 70 cm om vindplaatsen op te sporen die afgedekt waren door een dikke laag middeleeuwse klei. Op deze manier konden de onderzoekers een goede indruk krijgen van de zeer gecompliceerde bodemopbouw ter plaatse en was de kans op het aantreffen van vondstmateriaal groot. De resultaten van de oppervlaktekartering en de megaboringen gaven een completer beeld van de bewoning van het veengebied doorsneden met kreken. In Nederland is daarna de internationaal gezien unieke stap gezet om het spectrum aan prospectiemethoden uit te breiden met (geo-)archeologisch booronderzoek, gebruikmakend van het standaard boorgereedschap dat voor bodemkundig en fysisch-geografisch onderzoek ontwikkeld is (Edelmanboor en guts). RAAP is hierin de *trendsetter* geweest en in de huidige praktijk is prospectie zonder booronderzoek ondenkbaar. De dominante positie van booronderzoek in Nederland is overigens mede het gevolg van het feit dat het tot 1998 onmogelijk was om gravend (prospectief) onderzoek uit te laten voeren door commerciële partijen.

In het begin van de jaren tachtig van de vorige eeuw is in de Verenigde Staten ook uitgebreid studie verricht naar het voorspellen van de locatie van archeologische waarden door middel van statistische analyse en het gebruik van GIS. De resulterende archeologische verwachtingskaarten zijn rond 1990 in Nederland geïntroduceerd en vormen inmiddels een belangrijk instrument om de eerste selectie te verrichten voordat prospectie wordt uitgevoerd. De combinatie van het gebruik van verwachtingskaarten en booronderzoek voor prospectie maakt de Nederlandse archeologische monumentenzorg uniek in de wereld. Het nadeel hiervan is wel dat technieken die in andere landen

¹ Zie bijv. Mueller, 1975.

² Woltering, 1985.

³ Woltering, 1995.

⁴ Van der Leeuw, 1987.

verder zijn ontwikkeld, zoals *remote sensing* en geofysica hier weinig aandacht hebben gekregen. Verder zijn er de afgelopen jaren ook beperkingen geconstateerd aan de bruikbaarheid van boringen voor de opsporing van sommige archeologische waarden.

In de ons omringende landen heeft men zich vanaf de jaren zestig van de 20ste eeuw bezig gehouden met de combinatie van geofysische onderzoekstechnieken met luchtfotografische technieken. De laatste jaren zijn daar naast de conventionele luchtfotografie ook andere *remote sensing*-technieken, zoals satelliet opnames in het infrarood en andere spectra, bijgekomen. In Duitsland, Groot-Brittannië⁵, Oostenrijk⁶, Ierland⁷ en de VS⁸ worden geofysica en *remote sensing* standaard, en meestal naast elkaar, ingezet tijdens academisch archeologisch onderzoek en bij archeologische inventarisaties voorafgaand aan grootschalige bodemingrepen. Het onderzoek in deze landen richt zich op de verbetering van bestaande technieken zoals magnetometrie en de ontwikkeling van nieuwe technieken. Terwijl er in ons land veel kennis en expertise bestaat over geo-archeologisch booronderzoek⁹, is onderzoek naar nieuwe prospectieve technieken zoals geofysica, *remote sensing* en zelfs conventionele luchtfotografie nooit ingezet of internationaal gezien erg achtergebleven. Alleen in de provincie Zeeland is, in samenwerking met de Universiteit Gent, op grotere schaal gebruik gemaakt van luchtfotografie voor prospectie. In Nederland zijn de archeologische toepassingen van *remote sensing* in het verleden op de vingers van één hand te tellen. Sinds de Tweede Wereldoorlog beschikt Nederland over een landsdekkend bestand van analoge luchtfoto's in zwart-wit, gemaakt door de Britse Royal Air Force (RAF). Deze opnames zijn reeds vroeg erkend als bron van archeologische informatie.¹⁰ Brongers heeft in zijn dissertatie van 1976 aangetoond dat dit type foto als uitgangspunt kan dienen voor het karteren van *celtic fields*¹¹. Tot in de jaren negentig blijft het op methodisch en technisch vlak stil. De Vries-Metz geeft vervolgens in haar dissertatie uit 1993 voorbeelden van de mogelijkheden die specifiek voor archeologische doeleinden vervaardigde oblique luchtfoto's bieden bij prospectie en monitoring van archeologische vindplaatsen en landschappen in West-Friesland¹², gebruik makend van foto's die, in tegenstelling tot de RAF-beelden, voor archeologische doeleinden werden gemaakt. Na het uitkomen van de dissertatie van De Vries-Metz is een stagnatie in de ontwikkeling van methoden en technieken voor het archeologische gebruik van *remote sensing* opgetreden, die tot op heden voortduurt. Dit staat in groot contrast tot de situatie in het buitenland (Engeland, België en Duitsland), waar luchtfotografie een belangrijk hulpmiddel bij prospectie is. Ook de recente ontwikkelingen op het gebied van digitale fotobewerking en beeldanalyse zijn grotendeels aan de Nederlandse archeologie voorbijgegaan. Buiten de archeologie om is eind jaren negentig door Rijkswaterstaat, de provincies en de Unie van Waterschappen, een digitaal hoogtebestand van Nederland ontwikkeld, het Actueel Hoogtebestand Nederland (AHN). Dit hoogtebestand is gebaseerd op metingen die gedaan zijn door middel van laseraltimetrie. Reeds kort na de introductie van het AHN bleek - geheel onvoorzien - de archeologie groot profijt te hebben van de gegevens over het microreliëf van Nederland. Vele typen vindplaatsen, vooral die met een fysieke hoogtecomponent, zijn op een AHN zichtbaar, waaronder *celtic fields*, grafheuvels, verdedigingswerken en terpen. Ook paleogeografische en historisch-geografische gegevens zijn aan het AHN te ontfanen, zo leren de eerste ervaringen. Tot op heden geschiedt de analyse van opnames in Nederland meestal nog visueel, waarbij het beeld wel eerst met een computer wordt voorbereid en opgebouwd (eventueel in 3D).

Geofysische technieken zijn zeer belangrijk voor het opsporen van olie- en gasvelden. Dit belang heeft ervoor gezorgd dat deze techniek een snelle ontwikkeling heeft doorgemaakt. Waardoor het ook mogelijk werd om deze techniek voor de archeologische prospectie in te zetten. Vanaf de jaren veertig van de 20^e eeuw zijn geofysische methoden in Groot-Brittannië en de Verenigde Staten ingezet om structurele archeologische resten in kaart te brengen. Aanvankelijk werd vooral elektrisch weerstandsonderzoek gebruikt, maar in de jaren zestig ontstond daarnaast, door de ontwikkeling van een lichtgewicht magnetometer, de mogelijkheid om snel en grootschalig magnetisch prospectief onderzoek uit te voeren. De archeologische geofysica raakte in deze periode academisch ingebed in Groot-Brittannië, de Verenigde Staten, Zwitserland, Italië, Frankrijk en Duitsland. In Nederland werden in de jaren zeventig de eerste geofysische opnames van archeologische vindplaatsen uitgevoerd. Pas

⁵ David, 2001.

⁶ Neubauer, 2001.

⁷ Bijv. Newman, 1997.

⁸ Bijv. Kvamme, 2003.

⁹ Zie bijvoorbeeld RAAP-rapport 1000:Tol *et al.*, 2004.

¹⁰ Von Frijtag Drabbe, 1947.

¹¹ Brongers, 1976.

¹² De Vries-Metz, 1993.

in de jaren tachtig waren de geofysische methoden zoveel beter en sneller geworden dat ze door commerciële archeologische bedrijven konden worden ingezet. Met behulp van geofysische methoden kon nu op een gedetailleerde en snelle wijze de ondergrond in kaart gebracht worden. Daaraan was behoefte in deze periode waarin grootschalige bodemingrepen en een steeds groter wordende zorg voor het archeologisch erfgoed niet altijd goed samengingen. In Nederland werden vanaf het eind van de jaren tachtig met enige regelmaat geofysische metingen op archeologische vindplaatsen uitgevoerd. In Groot-Brittannië en de Verenigde Staten is vanaf de jaren negentig de archeologische interesse juist verschoven van de vindplaats naar het cultuurlandschap en worden geofysische methoden steeds vaker op grootschalige wijze ingezet. In Nederland is de inzet van de geofysica in de archeologie op vindplaatsniveau blijven steken. Naast de elektrische en magnetische methoden ontstond aan het eind van de vorige eeuw interesse in de bruikbaarheid van elektromagnetische methoden zoals grondradar voor archeologische doeleinden.

De natte archeologische prospectie is een relatief jonge discipline en is sterk afhankelijk geweest van de ontwikkelingen binnen de maritieme archeologie, in het bijzonder de onderwaterarcheologie. In het begin van de jaren tachtig van de vorige eeuw is deze ontwikkeling van start gegaan, aanvankelijk op zeer kleine schaal. Dit veranderde op het moment dat de grote natte Rijkswerken van start gingen. Het Slufterdam I project¹³ en het baggerspeciebergingslocatie Ketelmeergebied¹⁴ zijn hier goede voorbeelden van. In de jaren negentig heeft het natte prospectieve veldonderzoek een grote vlucht doorgemaakt vooral als gevolg van technische ontwikkelingen: sterke computers en zeer nauwkeurige plaatsbepalingssystemen. Hierdoor werd het mogelijk om een gedegen strategie voor het natte prospectieve onderzoek te ontwikkelen. Deze ontwikkeling heeft vooral plaatsgevonden op initiatief van Rijkswaterstaat met ondersteuning van de Rijksdienst voor het Oudheidkundig Bodemonderzoek. De realisatie van het IMAGO-project (*Innovatief Meten aan Gezonken Objecten*) en de inrichting van de natte archeologische begeleiding van de Maaswerken¹⁵ zijn hier goede voorbeelden van. In dit kader kan ook het MACHU-project (*MAnaging Cultural Heritage Underwater*) genoemd worden. Dit Europese project dat in september 2006 van start is gegaan heeft tot doel een instrument te ontwikkelen dat specifiek gericht is op het beheer van het culturele erfgoed onder water. Het gaat hierbij om een GIS-omgeving die het mogelijk moet maken om op basis van verschillende databanken en aan de hand van erosie- en sedimentatie modellen voorspellingen te doen over de aanwezigheid, conditie en eventuele bedreigingen van archeologische waarden gelegen in en op een waterbodembodem. Zonder twijfel zal dit instrument van groot belang gaan worden voor het natte prospectieve bodemonderzoek. Naar verwachting zal het project in het najaar van 2009 worden afgerond. Voor de natte prospectie is vooral het IMAGO-project van groot belang geweest. De projectgroep IMAGO is een initiatief geweest van Rijkswaterstaat directie IJsselmeergebied en heeft in een tijdsbestek van 2,5 jaar onderzoek gedaan naar de mogelijkheden van het opsporen van objecten gelegen in en op een waterbodembodem. Hierbij is er niet alleen gekeken naar de toepasbaarheid van de verschillende prospectietechnieken, maar is ook onderzoek gedaan naar de gewenste procesgang en bijpassende GIS-omgeving. De bevindingen van projectgroep IMAGO zijn vastgelegd in een eindrapportage die eind 2003 gepubliceerd is.¹⁶

Terwijl prospectie in de archeologische monumentenzorg dus een grote vlucht heeft genomen en het leeuwendeel van het uitgevoerde archeologische onderzoek in Nederland momenteel prospectie betreft, is de wetenschappelijke belangstelling voor het onderwerp tot voor kort beperkt gebleven. Uitzonderingen zijn onder andere het proefschrift van Groenewoudt uit 1994 en het in het kader van het Senter-programma *Technologie en Samenleving* gefinancierde onderzoek naar de effectiviteit van boorstrategieën uitgevoerd door RAAP.¹⁷ Senter heeft bovendien de financiering verzorgd van het onderzoek naar de bruikbaarheid van het AHN voor bureauonderzoek, uitgevoerd door het ADC i.s.m. met het Instituut voor Geo- en Bioarcheologie (IGBA) van de Vrije Universiteit. De resultaten van deze studie zijn inmiddels gepubliceerd.¹⁸ Een derde Senter-onderzoek betreft de ontwikkeling van de G.A.R.P.-methode (*a Geophysical tool for Archaeology based on Radiometric Physics*)¹⁹, waarbij de bodemsamenstelling van de bovenste 50 cm van de bodem door middel van de kartering van radioactieve isotopen met behulp van radiometrie in kaart gebracht kan worden. Via het NWO-programma Bodemarchief in Behoud en Ontwikkeling (BBO)²⁰ zijn twee studies gefinancierd die

¹³ Maarleveld, 1986.

¹⁴ Carmiggelt & van Ginkel, 1995.

¹⁵ Stoepker *et al.*, 2004.

¹⁶ IMAGO-projectgroep, 2003.

¹⁷ Tol *et al.*, 2004.

¹⁸ Waldus & Van der Velde, 2006.

¹⁹ G.A.R.P. is ontwikkeld door het bedrijf Medusa in samenwerking met de Rijksuniversiteit Groningen.

²⁰ Bloemers, 2001.

relevant zijn voor het thema archeologische prospectie. Het eerste betreft het onderzoek naar het ontwikkelen en het gebruik van archeologische verwachtingskaarten, gecoördineerd door de Universiteit Leiden. Hierover is onlangs een Engelstalige publicatie verschenen.²¹ Het tweede BBO-onderzoek, gecoördineerd door het IGBA, betreft de toepasbaarheid van in het buitenland conventionele methoden voor prospectief onderzoek in de Nederlandse situatie. De nadruk ligt hierbij op het gebruik van magnetometrie, *remote sensing* en chemische prospectie. Het deelonderzoek magnetometrie is inmiddels gepubliceerd²² en het deelonderzoek *remote sensing* zal binnenkort worden gepubliceerd²³. Het deelonderzoek chemische prospectie loopt nog. De diverse deelonderzoeken hebben al wel geresulteerd in enkele wetenschappelijke artikelen. Verder is door Alterra een studie uitgevoerd naar de vervlakking van Nederland op basis van het AHN.²⁴

In dit hoofdstuk zal regelmatig naar deze onderzoeken worden verwezen. Hierdoor is er relatief weinig aandacht voor paleogeografisch en geo-archeologisch onderzoek. Daarvoor geldt dat veel van de relevante onderzoeksthema's al in het hoofdstuk 'Paleogeografie en landschapsgenese' aan de orde komen. In voorkomende gevallen zal hiernaar worden verwezen. Geochemisch onderzoek wordt in dit hoofdstuk niet besproken; de toepassing hiervan bij prospectie staat nog grotendeels in de kinderschoenen. Een enigszins vreemde eend in de bijt in dit hoofdstuk wordt tenslotte gevormd door het onderdeel historische geografie. Hoewel dit een onderwerp is dat op zichzelf een hoofdstuk in de NOaA waard is²⁵, wordt in dit hoofdstuk vooral duidelijk gemaakt wat de toegevoegde waarde van historisch-geografische informatie is bij het uitvoeren van bureauonderzoek.

²¹ Van Leusen & Kamermans, 2005.

²² Kattenberg, 2008

²³ Sueur, in voorbereiding.

²⁴ Koomen en Exaltus, 2003.

²⁵ En ook al aan de orde komt in de hoofdstukken die de Middeleeuwen en Vroegmoderne Tijd behelsen.

DEEL 2 HET DOEL VAN ARCHEOLOGISCHE PROSPECTIE

Strikt genomen is archeologische prospectie niets meer of minder dan het opsporen van archeologische verschijnselen (waarden). In dit NOaA hoofdstuk is de betekenis meer omvattend; het gaat hier zowel om het *opsporen* van archeologische verschijnselen als het *waarderen* ervan, dat wil zeggen het beoordelen van de 'waarde'. In deze brede zin worden de begrippen 'archeologische prospectie' of 'prospectief archeologisch onderzoek' meestal ook gebruikt. Toch is het goed om te beseffen dat we te maken hebben met twee wezenlijk verschillende stappen in een proces²⁶. Selectie is dan de volgende stap en weer iets heel anders. Prospectie en waardering maken selectie mogelijk, meer niet. Selectie is primair een kwestie van beleid, al zullen er aan dat beleid niet alleen beleidsmatige, maar ook wetenschappelijke overwegingen ten grondslag liggen. Er is veel discussie over hoe prospectief onderzoek 'het beste' uitgevoerd kan worden. Dit heeft alles te maken met verschillen in perspectief en doelstelling.²⁷ Zwart-wit beschouwd, kunnen twee invalshoeken worden onderscheiden, namelijk: a) een wat algemenere invalshoek of b) een invalshoek gebaseerd op gerichte onderzoeksvraagstellingen. Hebben we het over het bodemarchief als cultureel erfgoed en over onderzoek gericht op het verkennen en zo mogelijk behouden daarvan (invalshoek a), of over onderzoek uitsluitend gericht op het verkrijgen van inzicht in de relevantie van iets in het licht van specifieke en actuele onderzoeksvragen (invalshoek b)? Vanuit laatstgenoemd perspectief is het logisch dat meer gedetailleerde informatie wordt verlangd dan in het eerste geval. Bij de tweede invalshoek bestaat dus ook bijvoorbeeld de wens meer of bredere proefsleuven te graven. Het doel bepaalt de werkwijze en aangezien doelen verschillen, verschillen ook werkwijzen. Archeologische prospectie dient altijd gestuurd te worden door een gerichte doelstelling en dat is meer dan het recapitulieren van het standaard rijtje: 'aard, omvang, kwaliteit' etc. In deze doelstelling dient ook aangegeven te worden in welke mate van detail men het archeologisch erfgoed wil leren kennen (uitsluitend 'sites' opsporen, of ook inzicht in de interne structuur daarvan?).

De discussie over het begrip waarde is onlosmakelijk met deze twee sporen verbonden. Als uitweg is er in Nederland voor gekozen om de waarde van een archeologisch verschijnsel op een fundamenteel niveau te beoordelen in termen van kwaliteit en potentiële informatiewaarde. Centraal staat hier de vraag in hoeverre de kwaliteit nog garant staat voor zinvolle reconstructies die relevant zijn voor zowel wetenschap als maatschappij²⁸. Dit heeft geleid tot het definiëren van criteria voor zowel fysieke als inhoudelijke waarde²⁹; criteria die in de KNA verankerd zijn. Wat de fysieke waarde betreft is het van belang onderscheid te maken tussen *gaafheid* (de mate van verstoring) en *conservering* (de mate waarin resten bewaard zijn gebleven).

Relevant voor de vormgeving van archeologische prospectie en de interpretatie van het begrip waarde, is zeker ook de verschuiving van een *site-gerichte* benadering naar een *landschapsgerichte* benadering, die zich gedurende de afgelopen decennia heeft voorgedaan. Ook wat dit betreft moet er een expliciete keuze worden gemaakt die moet worden vastgelegd in het PvE. Een landschapsgerichte benadering heeft tegenwoordig de voorkeur, vooral in landschappen waar er ruimte is voor samenhangend onderzoek. Variabelen als ondergrond, te verwachten site-typen en de schaal van onderzoek kunnen echter een keuze voor een meer site-gerichte benadering verantwoorden, bijvoorbeeld als het gaat om beperkte ruimten tot ca. 1 ha, die geen onderdeel vormen van grotere onderzoeksprojecten.

Van site naar landschap: een korte terugblik.

In de vorige eeuw begon het archeologisch onderzoek in de traditie van Van Giffen als een onderzoek van zichtbare monumenten als terpen, kasteelheuvels, kerken en grafheuvels. Zeker nog tot in de jaren vijftig van de vorige eeuw vormde het grafonderzoek voor vrijwel alle perioden het belangrijkste aandachtsveld van het onderzoek. In de jaren vijftig en zestig van de vorige eeuw werden in het kielzog van stadsuitbreidingen en ruilverkavelingen vervolgens de eerste nederzettingen ontdekt en opgegraven. Het accent kwam daarmee te liggen op – bij voorkeur grootschalig – nederzettingsonderzoek, ook hier weer gold het onderzoek alle perioden en landschappen. Doorgaans ging het daarbij om toevalsvondsten, vaak aangemeld door de actieve groepen amateurarcheologen. Maar in een aantal gevallen werd doelbewust geprospecteerd. Het begin van

²⁶ Groenewoudt 1994, 59-61

²⁷ Deeben et al. 2007.

²⁸ Groenewoudt 1994, 16

²⁹ Deeben et al. 1999

die gerichte prospecties ligt bij het werk van Modderman in de jaren vijftig van de vorige eeuw. Aangesteld bij de Bodemkartering als archeoloog werkte hij nauw samen met de bodemkarteerders die de bovenste 120 cm van de grond karteerden met behulp van de edelmanboor³⁰. Niet alleen het nut van de edelmanboor voor prospectie, toen nog hoofdzakelijk in kleigebieden, werd in die tijd ontdekt. In Hoogkarspel pasten Bakker en Brandt in de jaren zestig smalle zoekseuven toe om het ingerichte landschap rond nederzettingen uit de Late Bronstijd in kaart te brengen³¹. Toch was die landschappelijke benadering eerder uitzondering dan regel. Over het algemeen werd gepoogd vooral nederzettingen en grafvelden in beeld te brengen en te onderzoeken; archeologisch goed herkenbare sites met grondsporen en vondsten.

In de laatste decennia van de vorige eeuw zien we daarnaast een ontwikkeling naar micro-regionaal onderzoek. Dat wil zeggen dat binnen een beperkte regio langdurig grootschalig onderzoek wordt uitgevoerd waardoor zowel lange-termijnontwikkelingen in het nederzettingsverloop kunnen worden bestudeerd als de samenhang tussen verschillende nederzettingsplaatsen en de relatie tot grafvelden³². Juist in het kader van het onderzoek in micro-regio's werd echter ook duidelijk dat we ons niet alleen moeten richten op de (goed herkenbare) sites, maar dat ook de gebieden daartussen van groot belang zijn voor het begrip van de structuur van 'lokale gemeenschappen' en de manier waarop zij het landschap waarin zij wonen hebben ingericht, gebruikt en betekenis gegeven. Langzamerhand ontstond zo het type onderzoek dat we nu omschrijven als de archeologie van het cultuurlandschap, een begrip dat tegenwoordig in vrijwel elk onderzoek centraal staat³³. Als we ons afvragen wat anno 2008 'archeologische waarden' zijn, dan kunnen we stellen dat dat niet langer alleen sites zijn, maar dat ze ook de ruimtes tussen sites omvat, waar de akkers lagen, de weinig opvallende structuren, de grafvelden, de wegen, depositielocaties, maar ook de woeste gronden (bossen, graslanden, rivierdalen, vennen). Doordat de aandacht zich ook naar die minder archeologisch zichtbare zones van het landschap verplaatste, kwamen de laatste jaren vaak op onverwachte plaatsen nieuwe gegevens aan het licht. Zo werd in de laatste tien jaar duidelijk dat rivierdalen en beekdalen, aanvankelijk als onbewoonbare siteloze zones beschouwd, in vrijwel alle perioden van de prehistorie en de historische tijd belangrijke verkeersaders waren en bovenal belangrijke rituele zones in het landschap vormden waarin zich wel degelijk archeologisch traceerbare vindplaatsen bevinden³⁴. Opvallend is dat die nieuwe benadering vrijwel niet tot stand is gekomen onder invloed van de standaard prospectiemethoden in de Nederlandse archeologie: veldlopen en boren. Ze is juist ontstaan in het kader van de grotere onderzoeksprojecten, veelal uitgevoerd vanuit universitaire instellingen, de Rijksdienst voor het Oudheidkundig Bodemonderzoek, en in toenemende mate van gemeentelijke en regionale archeologische diensten. Deze lieten zich leiden door de wens het landschap zo compleet mogelijk in kaart te brengen omdat alleen dan een verantwoorde beeldvorming over verleden samenlevingen mogelijk is.

Deze benadering is niet typisch Nederlands, maar ingebed in bredere theoretische ontwikkelingen die overal ter wereld het vakgebied beheersen³⁵. Zij vloeit voort uit het besef dat het cultuurlandschap niet een gegeven is, een soort objectieve wereld waarbinnen wij ons als mens alleen bewegen, maar dat het cultuurlandschap een belangrijk element is in de constructie van identiteit, zowel lokaal als regionaal³⁶. Zelfs de moderne mens verwijst voor zijn wortels nog naar de geboorteplaats, de streek waar de familie vandaan komt, waar het dialect thuishoort, en ontleent daar een stuk identiteit aan. In de kleinschalige samenlevingen uit het verleden was dat vermoedelijk nog veel sterker het geval. De studie van het door de mens ingerichte en betekenis gegeven landschap, vooral ook de samenhang tussen de verschillende elementen daarin, de manier waarop ze als verschillende dimensies onderdeel uitmaken van een cultureel bepaalde kosmologie, is daarmee van wezenlijk belang voor het begrip van die verleden samenlevingen³⁷. Natuurlijk vormen sites daarin kernen, onderdelen die we beslist nodig hebben om verleden samenlevingen te bestuderen. Maar de *off-site*, de verbindende en beslist ook gestructureerde en ingerichte ruimte tussen de traditionele en goed herkenbare sites als nederzettingen en grafmonumenten hebben we evenzeer nodig. Dat laten bijvoorbeeld de onderzoeken van het grafveld Oss-Zevenbergen en bij Apeldoorn zien, waar zich tussen de grafheuvels palenrijen en spiekerachtige structuren bleken te bevinden. Traditioneel onderzoek zou zich alleen op de heuvels zelf hebben gericht zonder de tussenliggende ruimte te onderzoeken, maar

³⁰ zie onder andere Modderman 1954

³¹ Bakker et al. 1977

³² zie Gerritsen 2003; Roymans 1996; Schinkel 1998

³³ zie onder andere Fokkens en Jansen 2002; Gerritsen 2003

³⁴ zie onder andere Gerritsen en Rensink 2004

³⁵ zie onder andere Schama 1995; McGlade 1999; Ucko en Layton 1999

³⁶ McGlade 1999, 459 e.v.

³⁷ Gerritsen 2003; Ingold 1993

een cultuurlandschappelijke benadering brengt juist de verbanden ook in beeld en kan zo leiden tot nieuwe inzichten in de betekenis van grafvelden en van voorouders voor de lokale gemeenschap³⁸. Een dergelijke cultuurlandschappelijke benadering vraagt om een weloverwogen inzet van prospectiemethoden. Veel minder dan dat voorheen het geval was, ligt bijvoorbeeld de inzet van site-gerichte prospectiemethoden voor de hand. Een dergelijke benadering vraagt om de inzet van methoden die alle facetten van het landschap in beeld kunnen brengen, ook de 'lege' terreinen. Of men bij prospectie kiest voor een site-gerichte of een landschapsgerichte benadering, hangt echter niet alleen van de brede missie van archeologisch onderzoek af. Variabelen als ondergrond, te verwachten site-typen en de schaal van onderzoek zijn evenzeer belangrijk. Zo is een landschapsgerichte benadering in een gebied waarin de (pre)historische bewoning zich ver onder maaiveld bevindt wel na te streven, maar praktisch gezien lastig te verwezenlijken. Ook leent de schaal van het te onderzoeken gebied zich niet altijd voor een landschapsgerichte benadering. Als het gaat om een klein onderzoeksterrein (1 ha of minder, bijvoorbeeld) is een landschapsgerichte prospectiemethode niet altijd te verkiezen boven een site-gerichte methode. Tenslotte speelt in die keuze uiteraard ook de vraagstelling nog een rol. Die kan gericht zijn op het vinden van een bepaald type site of periode. Vele typen sites worden bijvoorbeeld gekenmerkt door een geringe vondstdichtheid³⁹, hetgeen betekent dat een zo breed mogelijke zoekoptie het beste werkt. Met deze overwegingen als achtergrond worden in het vervolg een aantal aspecten gepresenteerd die van belang zijn voor het archeologisch vooronderzoek in brede zin. Dat betekent dat we ons niet alleen beperken tot prospectiemethoden die in het veld worden toegepast. Ook de toepassing van analysemethoden die een aanvullende of voorbereidende rol kunnen spelen bij archeologisch vooronderzoek moeten de keuzes voor behoud mogelijk maken.

³⁸ Onderzoeksproject *Ancestral Mounds* van de Universiteit Leiden, gemeente Apeldoorn, het Rijksmuseum van Oudheden en de RACM.

³⁹ Tol *et al.* 2004

DEEL 3 ONDERZOEKSMETHODIEKEN

3.1: Bureauonderzoek

In de huidige praktijk heeft het bureauonderzoek een expliciete positie in de beginfase van het prospectief onderzoek. Het bureauonderzoek is bedoeld om op basis van bekende gegevens en meer algemene, archeologische kennis over het gebruik van vroegere landschappen, een verwachting uit te spreken over de in een bepaald gebied aanwezige waarden. Een bureauonderzoek levert, als het goed is, dan ook drie dingen op:

- 1) positieve aanwijzingen voor de aanwezigheid van bepaalde fenomenen (evidente aanwezigheid);
- 2) uitsluiting van de aanwezigheid van bepaalde fenomenen (evidente afwezigheid);
- 3) inzicht in de bestaande kennis en kennisleemten (potentiële aanwezigheid).

Deze drie factoren moeten leiden tot een prospectiemodel, c.q. een plan van aanpak voor prospectie. Dikwijls bestaat de neiging om al in deze fase op voorhand te komen tot een inperking van een te prospecteren gebied. Hoewel om financiële redenen misschien begrijpelijk, is een al te vroege 'trechtering' om methodische (zijn de aannames wel 'juist'?) en inhoudelijke (is hetgeen we nu weten wel 'representatief'?) redenen echter onwenselijk.

Uiteraard is het uitvoeren van een bureauonderzoek niet 'nieuw', maar in het pre-Malta tijdperk was het misschien een wat meer impliciete stap die werd genomen alvorens men het veld in ging. Zo speelden vondsten van amateurs een belangrijke rol om te bepalen welke archeologische perioden in een gebied verwacht konden worden. Daarnaast werd ook, voor zover beschikbaar, naar luchtfoto's en kaartmateriaal gekeken (met name de bodemkaart, de geomorfologische kaart, de topografische kaart en historische kaarten). Tegenwoordig spelen deze informatiebronnen, aangevuld met nieuwe bronnen (bijv. Archis en het AHN), nog steeds een rol in het bureauonderzoek.

Met de digitale beschikbaarheid van al dit materiaal, lijkt de uitvoering van een bureauonderzoek een fluitje van een cent te zijn geworden. In logistieke zin is dat misschien waar, maar het is geen garantie voor een goed product. Van groter belang is het, dat de beschikbare informatiebronnen kritisch worden benaderd en met kennis van zaken worden gecombineerd. Zo kan Archis, bijvoorbeeld, niet simpelweg worden beschouwd als een digitale collectie van alle amateurvondsten, o.a. omdat de meeste vondsten/vondstcomplexen zeer summier en/of onvolledig beschreven zijn (nieuwe vondsten van een reeds bekend terrein zijn dikwijls niet gemeld of niet opgenomen in dossiers). Desalniettemin worden amateurcollecties nog maar zelden betrokken bij bureaustudies, hoewel dit wel in KNA versie 3.1 genoemd wordt.

In het onderstaande zal op diverse aspecten van het bureauonderzoek worden ingegaan. Hierbij zal worden gekeken naar gebruiksmogelijkheden en beperkingen van informatiebronnen en technieken. Tevens komt de toepassing van niet-archeologische disciplines (historische geografie, fysische geografie) in het kader van bureauonderzoek aan de orde. Ten slotte wordt ingegaan op de ontwikkeling en het gebruik van verwachtingskaarten en verwachtingsmodellen.

3.1.1: Archis en collecties

In het bureauonderzoek speelt de archeologische dataset een belangrijke rol. Archis wordt doorgaans beschouwd als een primaire bron om de gekende archeologische gegevens voor een bepaald gebied te inventariseren. Archis werd in 1987/'88 geïnitieerd door een consortium bestaande uit het IPP (thans AAC, Universiteit van Amsterdam), het IPL (thans Faculteit der Archeologie, Rijksuniversiteit Leiden) het BAI (thans GIA, Rijksuniversiteit Groningen) en de ROB (thans RACM)⁴⁰. Het had als doel in een archeologisch informatiesysteem te voorzien voor onderzoekers én monumentenzorgers.⁴¹ In de praktijk heeft Archis zich echter nauwelijks ontwikkeld tot een geschikt systeem voor wetenschappelijk onderzoek en beperkt het gebruik ervan zich vrijwel volledig tot de monumentenzorg.

In de huidige versie van Archis (Archis2) omvat de archeologische database ca. 77.000 waarnemingen. Bepaalde categorieën waarnemingen en regio's zijn echter ondervertegenwoordigd, terwijl de kwaliteit van de waarnemingen wisselend is. Wiemer kwam in 2002 bijvoorbeeld tot de conclusie dat van de 60.000 toentertijd bekende waarnemingen in Archis er 11.000 ongeschikt zijn voor ruimtelijke analyse.⁴² Hoewel in de tussentijd veel tijd is gestoken in het bijwerken en opschonen

⁴⁰ IPP: Instituut voor Pre- en Protohistorie; AAC = Amsterdams Archeologisch Centrum; IPL: Instituut voor Prehistorie Leiden; BAI: Biologisch Archeologisch Instituut; GIA: Groninger Instituut voor Archeologie; RACM: Rijksdienst voor archeologie, cultuurlandschap en monumenten.

⁴¹ Zie Wiemer (2005) voor een historisch overzicht van de ontwikkeling van Archis.

⁴² Wiemer 2002.

van Archis-gegevens, is op dit moment nog steeds onvoldoende duidelijk wat de kwaliteit van de informatie is en welke lacunes zich in de data bevinden. Een bijkomend probleem is het gebrek aan informatie over de zgn. nulwaarnemingen in Archis (locaties waar niets is aangetroffen). Door het invoeren van de registratieplicht voor archeologisch onderzoek is het nu mogelijk geworden om na te gaan waar onderzoek is uitgevoerd en of daar iets is aangetroffen. Niet alle onderzoeken worden echter geregistreerd en voor oudere onderzoeken is de informatie nog onvolledig.

Om een archeologische verwachting te kunnen formuleren is het daarom noodzakelijk dat de niet-relevante waarnemingen uit Archis worden verwijderd, dat gerelateerde waarnemingen worden gekoppeld tot complexen en dat er inzicht komt in de mate waarin in een gebied archeologisch onderzoek is uitgevoerd. Deze gegevens zijn momenteel wel uit Archis te distilleren, maar dit is niet gemakkelijk. In de praktijk worden de Archis gegevens daarom veelal gescreend voordat zij gebruikt worden voor het definiëren van een archeologische verwachting. De resultaten van deze *screening* worden echter niet teruggekoppeld naar Archis, ook omdat het systeem hiervoor geen procedures kent. Om Archis beter geschikt te maken voor gebruik bij verwachtingsmodellen en -kaarten zouden hiervoor dan ook procedures en richtlijnen moeten worden opgesteld.

Een belangrijk punt van aandacht is de reeds aangehaalde (potentiële) onvolledigheid van Archis met betrekking tot vondsten gedaan door - met name - amateurarcheologen. Eenmaal ontdekte 'vindplaatsen' zijn door amateurs gedurende - soms vele - jaren met regelmaat afgezocht, waarbij aanvullende vondsten zijn gedaan. Dit heeft echter niet altijd, en misschien zelfs zeer vaak niet, geleid tot het bijwerken van de informatie in Archis. Bovendien zijn soms vondsten ook bewust niet gemeld. Dit betekent dat bij het bureauonderzoek niet 'blind gevaren' kan worden op de informatie die in Archis is opgeslagen. Archis kan vooral een attenderende rol vervullen. Door met name de grotere amateurcollecties en collecties van lokale musea buiten het bestek van het bureauonderzoek te laten, bestaat het risico dat relevante informatie buiten beschouwing blijft. Hoewel misschien niet altijd even noodzakelijk, moet een actuele (maar ook kritische) inventarisatie van amateurcollecties en eventuele museumcollecties, evenals een kritische beschouwing van Archis-gegevens in het kader van de bureaustudie wenselijk worden geacht, zeker waar de studie betrekking heeft op grote gebieden. Amateurarcheologen bezitten bovendien veel lokale kennis over allerlei aspecten (bijvoorbeeld ontgroningen) die in het kader van bureauonderzoek van belang kunnen zijn.

3.1.2: Remote sensing

In het kader van het bureauonderzoek, kunnen *remote sensing*-bronnen een belangrijke rol spelen. De relatie van *remote sensing* tot het opsporen van archeologische fenomenen is complex,⁴³ omdat archeologische verschijnselen meestal niet op, maar geïntegreerd in of onder het aardoppervlak zijn gelegen, en daarom meestal alleen op indirecte wijze waarneembaar zijn. Onder de noemer *remote sensing* kunnen alle methoden en technieken worden geschaard die betrekking hebben op het maken - vanuit de lucht of de ruimte - en analyseren van opnamen van het aardoppervlak. De vroegste vorm van *remote sensing* is de luchtfotografie. Tegenwoordig is het scala technieken uiteraard vele malen groter, waarbij de electromagnetische straling (golven) wordt gemeten die door het aardoppervlak en de objecten op of dicht onder het oppervlak wordt uitgezonden of weerkaatst. In technische zin strekt het domein van de *remote sensing* zich uit over een breed deel van het electromagnetische spectrum: van opnamen in de zichtbare kleuren rood, groen en blauw via infrarood naar RADAR⁴⁴. In al deze zogenaamde 'banden' - en in kleine intervallen binnen een band - kunnen opnamen worden vervaardigd, elk met een eigen karakteristiek voor wat betreft de gevoeligheid voor relevante fenomenen. De sterkte van het gemeten signaal (elektromagnetische straling) per band kan informatie verschaffen over de aanwezigheid van archeologische sporen en structuren op of dicht onder het aardoppervlak. Een zeer recente studie beschrijft de algemene mogelijkheden van deze opnamen,⁴⁵ waarbij onderscheid kan worden gemaakt tussen beeldvormende en niet-beeldvormende opnamen.⁴⁶

Beeldvormende opnamen

Bij beeldvormende *remote sensing* worden enkel de kleurverschillen geregistreerd die direct of indirect ontstaan door aanwezige archeologische fenomenen in de ondergrond. Luchtfoto's vormen de oudste en meest bekende vorm van *remote sensing* in de archeologie en leveren opnamen in het voor ons zichtbare bereik (zwart-wit, rood-groen-blauw). Op luchtfoto's kunnen bijvoorbeeld de schaduwen van de wallen van een *celtic field* worden waargenomen (*shadow marks*), terwijl groei- en kleurverschillen

⁴³ Brongers 1976; De Vries-Metz 1993; Sueur 2006.

⁴⁴ RADAR: RAdio Detecting And Ranging. Zie ook onder het kopje *niet beeldvormende opnamen*

⁴⁵ Sueur 2006.

⁴⁶ Beeldvormende *remote sensing* staat buiten de archeologie beter bekend als passieve *remote sensing*, de niet-beeldvormende als actieve *remote sensing*.

in gewassen de aanwezigheid van relicten in de ondergrond kunnen verraden (*crop marks*). Minder vaak worden de archeologische resten zelf bij beeldvormende opnamen waargenomen, waarbij sporen uit de diepere ondergrond in de bouwvoor zijn opgenomen en zichtbaar zijn geworden (*soil marks*) door ploegen of andere bodembewerkingen.

In Nederland is de inzet van de luchtfotografie in het kader van de prospectie beperkt gebleven. Sinds de Tweede Wereldoorlog beschikt Nederland over een landsdekkend bestand van analoge luchtfoto's in zwart-wit, gemaakt door de Britse RAF. Deze opnamen zijn reeds vroeg onderkend als bron van archeologische informatie.⁴⁷ Brongers heeft in zijn dissertatie van 1976 aangetoond dat dit type foto als uitgangspunt kan dienen voor het karteren van *celtic fields*⁴⁸. Tot in de jaren negentig blijft het op methodisch en technisch vlak stil. De Vries-Metz geeft vervolgens in haar dissertatie uit 1993 voorbeelden van de mogelijkheden die specifiek voor archeologische doeleinden vervaardigde oblique luchtfoto's bieden bij prospectie en monitoring van archeologische vindplaatsen en landschappen in West-Friesland⁴⁹, gebruik makend van foto's die, in tegenstelling tot de RAF-beelden, voor archeologische doeleinden werden gemaakt. Na het uitkomen van de dissertatie van De Vries-Metz is een stagnatie in de ontwikkeling van methoden en technieken voor het archeologische gebruik van *remote sensing* opgetreden, die tot op heden voortduurt.

Zwart-wit- en kleurenopnamen (rood-groen-blauw) in één spectrale band (luchtfoto's) worden in Nederland, ondanks het proefschrift van De Vries-Metz, vooral gebruikt voor het algemeen documenteren van reeds bekende vindplaatsen. Het prospectieve aspect is op de achtergrond geraakt. Als incidenteel foto's worden ingezet bij prospectie, gaat dit zelden verder dan visuele analyse.⁵⁰ Dit staat in groot contrast tot de situatie in het buitenland (Engeland, België en Duitsland), waar luchtfotografie een belangrijk hulpmiddel bij prospectie is. Ook de ontwikkelingen op het gebied van digitale fotobewerking en beeldanalyse zijn grotendeels aan de Nederlandse archeologie voorbijgegaan. Een eenduidige verklaring hiervoor is moeilijk te geven. Mogelijk komt het voort uit een gevoel dat de geofysische omstandigheden in Nederland minder gunstig zijn dan in de omliggende landen, maar als we naar bijvoorbeeld het onderzoek van Bourgeois in België kijken,⁵¹ moet worden geconstateerd dat dit slechts schijn is. Bovendien hebben de studies van Brongers en De Vries-Metz laten zien dat er in Nederland wel degelijk mogelijkheden zijn. Een andere reden voor de onderwaardering van de luchtfotografie zou kunnen liggen in de gedachte dat nieuwe technieken altijd beter zijn. Exemplarisch is de populariteit van het AHN en - paradoxaal genoeg - Google Earth. Deze laatste bron is misschien wel makkelijk toegankelijk, maar kan niet worden gezien als een serieuze vervanging van de luchtfotografie voor gericht, archeologisch onderzoek.

Naast opnamen in het zichtbare bereik (luchtfoto's), kunnen ook beelden worden gemaakt op basis van infrarode straling (nabij, midden en thermisch infrarood). Deze opnamen leveren elk een ander beeld op van het aardoppervlak op basis van de vastgelegde hoeveelheid straling in de verschillende banden van het spectrum. De waargenomen straling kan naar één kleurwaarde worden vertaald (één band, zoals een analoge kleuren- of zwart-witopname die vanuit een vliegtuig worden gemaakt) of per kleur in één of meer aparte banden worden vastgelegd. In het laatste geval betreft het altijd een digitale opname (géén *foto*) die vanuit de lucht of ruimte is gemaakt en een combinatie van zwart-wit, kleuren, nabij infrarood, midden infrarood en thermisch infrarood in verschillende banden vastlegt. Hoe meer banden per opname apart worden geregistreerd, des te hoger wordt het onderscheidende vermogen (spectrale resolutie) van de opname. Tegenwoordig kunnen vliegtuigcamera's tot meer dan 200 banden tegelijk registreren. In aanvulling op luchtfoto's en niet-beeldvormende opnamen (zie hieronder) kunnen infraroodopnamen behulpzaam zijn bij de interpretatie van ruimtelijke verschijnselen aan- of nabij het oppervlak.

Niet beeldvormende opnamen

Bij niet-beeldvormende *remote sensing* wordt eveneens meestal niet de archeologie zelf waargenomen, maar wel verschillen in structuur en textuur (contrast) van de bodem en vegetatie. Ook kunnen hoogteverschillen van het maaiveld gemeten worden, wat een indicatie kan geven voor de aanwezigheid van archeologische resten. Daarnaast zijn *remote sensing* opnamen goed geschikt voor het in kaart brengen van verstoringen. Opnamen in het bereik van de microgolven (Radio Detecting And Ranging: RADAR) of laser (Light Detecting And Ranging: LIDAR) bouwen een beeld op van het aardoppervlak door eerst een signaal met een vaste golflengte vanuit het instrument naar het aardoppervlak te zenden en vervolgens te meten op welk tijdstip, in welke hoeveelheid en met welke

⁴⁷ Von Frijtag Drabbe, 1947.

⁴⁸ Brongers, 1976.

⁴⁹ De Vries-Metz, 1993.

⁵⁰ Voor de mogelijkheden van luchtfotografie bij prospectie, monitoring en instandhouding, zie Metz (1997).

⁵¹ Bourgeois, Meganck & Semey 1998; Bourgeois et al. 1999.

polarisering hetzelfde signaal (de echo) terug komt. Hieruit kan een beeld van het microreliëf van het aardoppervlak worden verkregen (laseraltimetrie) of structuurverschillen in de bodem en vegetatie geregistreerd. Zeer belangrijk voor de archeologie is het AHN: het Actueel Hoogtebestand Nederland (opnamen middels LIDAR), dat landsdekkend een gedetailleerd beeld verschaft van het microreliëf (zie § 3.1.3). Andere toepassingen van niet-beeldvormende *remote sensing*, zoals RADAR, hebben nog geen ingang gevonden in de Nederlandse archeologie.⁵²

Doordat opnamen van een zekere hoogte worden gemaakt, kan een opname vele vierkante kilometers beslaan en wordt niet alleen inzicht verschaft in de locatie van vindplaatsen, maar ook in de ruimtelijke verspreiding ten opzichte van andere vindplaatsen in hetzelfde archeologische landschap. Bovendien kan het karteren van de paleogeografische, geo(morfo)logische en historisch-geografische context waarin archeologische vindplaatsen en landschappen voorkomen met *remote sensing* opnamen aanzienlijk versneld worden. Met de toename van het overzicht, neemt het detail in principe echter af, hoewel dit probleem met de jaren (en de snelle technische vernieuwingen) snel kleiner zal worden. De beste satellietopname levert op dit moment al een resolutie van 0,50 m in zwart-wit (Worldview) en 2,5 m in vier gescheiden banden (rood, groen, blauw en infrarood; Quickbird). Vliegtuigopnamen met gelijkwaardige digitale camera's halen in specifieke omstandigheden resoluties tot enkele centimeters, maar zijn standaard vlakdekkend voor Nederland verkrijgbaar in 1 m en 0,5 m resolutie.

Remote sensing, geofysica, geochemie en booronderzoek kunnen elkaar in de prospectieve fase aanvullen en versterken. Over de meerwaarde van deze synergie doen veel positieve verhalen de ronde, maar er zijn weinig concrete resultaten en kengetallen beschikbaar. De kennis en informatie die nodig zijn voor het maken van afwegingen binnen de ruimtelijke ordening vragen van de archeologie nieuwe instrumenten. *Remote sensing* hoort hier naar ieders mening wel toe, maar wordt, waarschijnlijk wegens onbekendheid met de nieuwste ontwikkelingen, niet tot het standaard instrumentarium gerekend. Binnen de Nederlandse landsgrenzen is kennis over *remote sensing* in overvloed aanwezig en de techniek wordt veelvuldig toegepast binnen de ruimtelijke- en aardwetenschappen, de land- en bosbouw en natuurbeheer. Deze ontwikkelingen zijn tot op heden nagenoeg onopgemerkt gebleven voor Nederlandse archeologen. De oorzaak kan enerzijds gezocht worden in het ontbreken van beleid ten aanzien van het aansluiten bij bestaande onderzoeken, het ontwikkelen van onderwijsprogramma's en het ontwikkelen en toepassen van *remote sensing* in de archeologie en anderzijds in de afwezigheid van een actieve groep deskundige gebruikers die kan terugvallen op een redelijk aantal toegepast wetenschappelijke publicaties.

3.1.3: AHN

Buiten de archeologie om is eind jaren negentig door Rijkswaterstaat, de provincies en de Unie van Waterschappen, een digitaal hoogtebestand van Nederland ontwikkeld, het Actueel Hoogtebestand Nederland (AHN) waarmee digitale terreinmodellen (DTM) kunnen worden gegenereerd. Dit hoogtebestand (d.w.z. een basisbestand met x/y/z-waarden) is gebaseerd op metingen die gedaan zijn door middel van laseraltimetrie en is daarmee dus een product van een *remote sensing*-techniek. Reeds kort na de introductie van het AHN bleek - geheel onvoorzien - de archeologie groot profijt te hebben van de gegevens over het microreliëf van Nederland. Vele typen vindplaatsen, vooral die met een fysieke hoogtecomponent, zijn op een AHN zichtbaar, waaronder *celtic fields*, grafheuvels, verdedigingswerken en terpen. Ook paleogeografische en historisch-geografische gegevens zijn aan het AHN te ontleen. De potentie van het AHN begint zich geleidelijk te ontvouwen voor de archeologie, de fysisch geografie en historische geografie.⁵³ Omdat het AHN een steeds belangrijker rol speelt in de archeologie, wordt hierop in deze paragraaf apart ingegaan. Andere *remote sensing*-bronnen komen in § 3.1.2 aan de orde.

De resolutie van het AHN is met een gemiddelde meetpunt dichtheid van één hoogtemaat per 16 m² opgeschroefd naar 10 hoogtewaarden per 1 m². Voor de hoogtewaarden moet rekening worden gehouden met een toevallige meetfout van minder dan 5 cm voor 68% van de meetpunten. Dit is een voor de archeologie zeer bruikbaar detailniveau. Naast het meetbestand zijn verschillende vormen van het AHN beschikbaar, namelijk een 0,5 x 0,5, een 1 x 1 en een 5 x 5 m gridbestand. Het meest gebruikte is momenteel nog het 5 x 5 m gridbestand, waarin gridcelwaarden zijn berekend op basis van meerdere meetpunten en de toevallige fout van de laserscanner is uitgemiddeld. Een nadeel is echter, dat enige afvlakking plaatsvindt, waardoor potentieel relevante details kunnen zijn 'weggepoetst'. Dit manco geldt uiteraard niet voor het basisbestand met primaire meetgegevens. Het

⁵² Vanaf de grond of het wateroppervlak worden RADAR technieken echter wel degelijk ingezet voor prospectie. Zie 3.2.4

⁵³ Zie o.a. Waldus & Van der Velde (2006) en Berendsen & Volleberg (2007) voor toepassingsmogelijkheden in de archeologie, fysische geografie en historische geografie.

AHN wordt verder ontwikkeld, waardoor de resolutie in de toekomst verder verhoogd en foutenmarges verkleind zullen worden. Hierdoor zal informatie op een groter detailniveau beschikbaar komen. De mogelijkheden voor het gebruik van het AHN worden naast de dichtheid en precisie van de metingen uiteraard ook bepaald door de beoogde resultaten. Met andere woorden, waar is men naar op zoek? Hoe kleiner de te traceren reliëfelementen (bijv. een grafheuvel), hoe nauwkeuriger en fijnmaziger de meetgegevens zullen moeten zijn. En daar is nu eenmaal een grens aan verbonden. Een voorzichtige indicatie wordt gegeven door Laan, die aangeeft dat een maaiveldverhoging van meer dan 15 cm en een diameter van meer dan 8 m nodig zijn om een grafheuvel op het (oude) AHN te kunnen herkennen, uiteraard op voorwaarde dat er voldoende meetpunten zijn.⁵⁴ Het vernieuwde AHN biedt vanwege het zeer hoge detailniveau veel meer mogelijkheden. Deze zijn echter nog niet onderzocht.

Van wezenlijk belang is verder, dat de gebruiksmogelijkheden van het AHN niet alleen worden bepaald door de dichtheid en nauwkeurigheid van de metingen zelf. Het AHN behoort als uitvloeisel van een specifieke *remote sensing*-techniek tot de categorie 'niet beeldvormende opnamen'. Dat impliceert dat de meetgegevens voor visualisatie 'bewerkt' moeten worden. In de praktijk betekent dit dat de meetgegevens in een Geografisch Informatiesysteem (GIS) geladen,⁵⁵ omgewerkt (geïnterpoleerd) en gevisualiseerd worden.⁵⁶ De interpolatie en visualisatie vergen specialistische kennis op het gebied van ruimtelijke analyse en omvat beduidend meer dan de toepassing van basisinstellingen die in GIS-pakketten worden aangeleverd. Zeker het gebruik van het basismetbestand vraagt om vergaande kennis van zaken met betrekking tot het filteren van gegevens en de toepassingsmogelijkheden van interpolatiemethoden. Verder is ook de wijze van visualisatie van vergaande invloed op de zichtbaarheid van verschijnselen in het DTM. Hoewel het AHN in de praktijk wel al veel wordt gebruikt, beperkt de toepassing zich nog in sterke mate tot de visuele inspectie en interpretatie van het beeldmateriaal. In het kader van het SENTER-programma is in 2003/2004 een verkennende studie verricht naar de toepassingsmogelijkheden van het (oude) AHN voor de archeologie.⁵⁷ In dat verband zijn enkele pilotgebieden in verschillende delen van Nederland, met een zo groot mogelijke variatie aan landschappen geselecteerd. Voor deze gebieden zijn AHN-beelden vergeleken met aardkundige en historische kaarten, en heeft een combinatie met Archis-gegevens plaatsgevonden. Daarnaast zijn enkele terreininspecties uitgevoerd. Uit deze verkennende studie is duidelijk geworden dat het potentieel voor de archeologie zonder meer groot is te noemen. Alleen al op basis van de visuele inspectie van een DTM kunnen allerlei archeologisch relevante verschijnselen relatief snel in kaart worden gebracht en worden geconfronteerd met reeds bestaande kennis voor een gebied.

Archeologisch relevante, wetenschappelijke toepassingen gebaseerd op GIS-analyse van AHN-gegevens (al dan niet in combinatie met andere gegevensbronnen) zijn nog maar nauwelijks beschikbaar.⁵⁸ Een eerste aanzet werd gegeven door Koomen en Exaltus in relatie tot de gaafheid van bodem en reliëf.⁵⁹ Voor modelmatige studie naar de erosiegevoeligheid van het archeologische landschap in Zuid-Limburg is eveneens gebruik gemaakt van AHN-gegevens.⁶⁰ De ontwikkeling van inzicht in de gaafheid en erosiegevoeligheid van bodem en reliëf is in het kader van prospectie (en monitoring) van evident belang. Dit betekent dat naast de visuele inspectie van AHN-beelden, bij bureauonderzoek ook gebruik gemaakt kan worden van GIS-analyses van AHN-gegevens al dan niet in combinatie met andere gegevensbronnen.

3.1.4: Aardkundige gegevens

Aardkundige waarden zijn die onderdelen van het landschap die iets vertellen over de ontstaanswijze van de ondergrond in een gebied, bijvoorbeeld een relict uit de ijstijd. Ze worden vooral gevormd door erosie van water en wind en door de werking van landijs, maar ook het menselijk handelen is van belang. Bovendien is de factor tijd van belang: door bodemvormende processen ontstaan op den duur bodemhorizonten. Aardkundige waarden zijn daarmee de fundamentele bouwstenen van onze leefomgeving.

⁵⁴ Laan 2006, p. 16

⁵⁵ Veelgebruikte GIS-omgevingen zijn ArcGIS, MapInfo en (in Nederland) in mindere mate Idrisi en Grass.

⁵⁶ Onbewerkte en niet geheel recente AHN-beelden zijn gratis te raadplegen via www.AHN.nl. Deze kaart is nog niet gecorrigeerd op de hoogtes van huizen en bossen. Voor bewerking van het kaartbeeld, moet het AHN aangeschaft worden.

⁵⁷ Waldus & Van der Velde 2006.

⁵⁸ Humme *et al.* 2006

⁵⁹ Koomen & Exaltus 2003.

⁶⁰ Van der Toorn 2007. In deze studie zijn de AHN gegevens voor een deelgebied in Zuid-Limburg ingevoerd in een LAPSUS-model (LAPSUS: landscape process at multi dimensions and scales) waarin de effecten van helling- en watererosie zijn doorgerekend.

De Nederlandse archeologie maakt traditioneel gezien redelijk veel gebruik van aardkundige gegevens. Het duidelijkste voorbeeld hiervoor is waarschijnlijk het booronderzoek van Modderman in de jaren vijftig van de 20e eeuw, waarbij 'oude woongronden' werden benoemd. Deze gebieden met 'oude woongronden' zijn op de archeologische monumentenkaarten terecht gekomen, waar ze lange tijd zelfs zonder nader gravend onderzoek een beschermde status genoten.

Kennis van aardkundige waarden is van groot belang voor archeologisch onderzoek. Door al in een vroeg stadium informatie in te winnen over de aardkundige waarden van een onderzoeksgebied kan een inschatting gemaakt worden van de mogelijke aan- (of juist af-)wezigheid van menselijke bewoning of resten van menselijk handelen. Paleo-landschappelijke reconstructies geven meer inzicht in de ontwikkeling van het toenmalige (cultuur)landschap. Zo kan er bijvoorbeeld een afgedekt cultuurlandschap liggen op plaatsen waar dat op basis van het huidige landschap niet verwacht zou worden. Een goed voorbeeld hiervan is de Biesbosch, waar onder een dikke laag van mariene afzettingen een oud akkerlandschap ligt. Wanneer aardkundige waarden worden gedateerd, kan ook inzicht worden verkregen in de verschuiving van bewoningslocaties door de tijd heen. Dit helpt bij het opstellen van een verwachtingsmodel. Daarnaast is kennis van aardkundige waarden van belang bij de te bepalen prospectiemethode. Bijvoorbeeld bij de keuze tussen proefsleuvenonderzoek of booronderzoek⁶¹ of bij de keuze voor een geofysische prospectietechniek⁶².

De KNA 3.1 geeft duidelijke aanwijzingen waar informatie over aardkundige waarden gevonden kan worden. Hier zijn echter nog diverse digitale bronnen aan toe te voegen, die momenteel nog niet veel gebruikt lijken te worden.⁶³

Een eerste ordening van aardkundige waarden kan plaatsvinden vanuit de manier waarop de mens in en met het landschap functioneerde en er gebruik van maakte. Vier categorieën van gebruik van het landschap kunnen dan worden onderscheiden: vestigingsplaatsen, landbouw, infrastructuur en delfstoffen.

a) Vestigingsplaatsen

We bevinden ons steeds ergens in het landschap. Onze voorouders hadden voorkeuren voor bepaalde, al dan niet tijdelijke, vestigingsplaatsen. Die waren vrijwel altijd aan bepaalde aardkundige fenomenen of condities verbonden, bijvoorbeeld de keuze voor een droge woonplek of plekken met een goed uitzicht.

b) Landbouw

De mens gebruikt het landschap waarin hij woont. Gebruik van het landschap als leverancier van voedsel is daar een aspect van. Dit gebruik heeft in Nederland in vrijwel alle gevallen tot menselijke aanpassingen van het landschap geleid. Daarbij zijn ook weer een aantal kenmerkende landschappen ontstaan, die vaak een directe relatie met de 'onderliggende' aardkundige fenomenen hebben, zoals (pre)historische akkerbodems en de inrichting van de droogmakerijen.

c) Infrastructuur

De mens verplaatste zich door het landschap, waarbij hij gebruik maakte van kenmerken van het landschap. Rivieren en beken werden bevaren waar dat kon. Oversteekplaatsen en bruggen werden op doorwaadbare of smalle plekken aangelegd. Wegen lagen bij voorkeur hoog en droog.

d) Delfstoffen

Het landschap is ook gebruikt als leverancier van delfstoffen. Dit was -en is- direct gebonden aan het winbaar voorkomen van die grondstoffen, en daarmee aan bepaalde aardkundige fenomenen. Denk bijvoorbeeld aan het ontstaan van veenplassen door vervening en aan kalksteengroeves in Zuid-Limburg.

⁶¹ Zie 3.2.2 (booronderzoek) en 3.2.3 (proefsleuvenonderzoek) voor de relatie tussen landschap/bodem en de inzetbaarheid van de verschillende technieken.

⁶² zie 3.2.4 (geofysische technieken)

⁶³ - DINOLoket, TNO Bouw en Ondergrond: www.dinoloket.nl. Voormalig boorbestand van de Rijks Geologische Dienst (RGD) met handboringen (tot ca. 10 m diep) en mechanische boringen (tot enkele 100-en meters diep). Meer dan 300.000 boorbeschrijving verspreid over heel Nederland.

- Bodemdata, Alterra – Wageningen UR: www.bodemdata.nl. Deel van het voormalige boorbestand van de Stichting voor Bodemkartering – Alterra. 260.000 ondiepe boringen (vaak < 2 m), verspreid over heel Nederland. Daarnaast zeer grote hoeveelheid bodemkennis beschikbaar via site.

- Paleogeografie Universiteit Utrecht: www.geo.uu.nl/fg/palaeogeography. Vooral nuttig voor de delta, het rivierengebied en het IJsseldal. Op de downloads pagina zijn onder andere C14- dateringen te vinden m.b.t. ouderdom stroomgordels en grondwaterstijging.

- Aardkundige waarden: www.aardkunde.nl. Geomorfologische kaart 1:50 000 met achtergrond informatie van aardkundig waardevolle gebieden.

- Nationale landschappen: www.nationalelandschappen.nl. Overzicht van alle Nationale Landschappen met korte beschrijving.

Een andere belangrijke manier van onderscheid in verschillende typen aardkundige waarden is een indeling ervan naar de relatie tussen de ontstaanswijze ervan en de betrokkenheid van de mens daarbij. Dan ontstaat een driedeling in aardkundige waarden die:

- a) direct door de mens zelf zijn gevormd: bijvoorbeeld petgaten, (pre)historische akkerbodems, groeves, terrassen/grafte/steilranden, droogmakerijen, sprengen, karresporen (holle wegen), moerneringsputten, verkavelingspatronen, oude slootstelsels;
- b) aardkundige waarden die indirect door menselijke invloed zijn ontstaan: bijvoorbeeld zandverstuivingen, doorbraakkolken, colluviale dekken;
- c) aardkundige waarden die een sterke ruimtelijke samenhang met cultuurhistorische waarden vertonen en feitelijk slechts als randvoorwaarde voor het menselijk gebruik hebben gefungeerd: bijvoorbeeld kwelderwallen met terpen, rivierduinen met middeleeuwse boerderijen, enge op stuwwalflanken, steentijdbewoning op donken, jachtkampen rond dobben.

De toepassing van aardkundige kennis in de prospectieve archeologie kan verbeterd worden als er nog meer gebruik wordt gemaakt van (digitaal) beschikbare centrale archieven en databases, zoals hierboven al aangegeven. Daarnaast zijn er een tweetal aanbevelingen te doen die voornamelijk te maken hebben met de verwerking van de gegevens na het veldonderzoek. Door aardkundige gegevens op een universele wijze te behandelen, kunnen ook anderen deze gegevens gebruiken bij toekomstig (bureau)onderzoek. In de KNA 3.1 wordt voorgeschreven dat boorgegevens moeten worden gedocumenteerd via de Archeologische Standaard Boorbeschrijving (ASB). Door deze maatregel zal de bruikbaarheid van de informatie sterk verbeteren. Het is echter van belang dat het gebruik van de ASB gehandhaafd wordt. Goede software die voor iedereen beschikbaar is, zou hierbij kunnen helpen. Bovendien is het van belang dat de boorbeschrijvingen terecht komen op een centraal beheerd punt, dat ook ingericht is op de verwerking en beschikbaarstelling van boor- en bodemgegevens. Op die manier kan in de toekomst veel makkelijker en beter bureauonderzoek gedaan worden.

3.1.5: Historische geografie

De historische geografie houdt zich bezig met onderzoek naar het ontstaan van het huidige cultuurlandschap, daarbij gebruikmakend van historische bronnen, in het bijzonder kaartmateriaal. Het historisch-geografisch onderzoek richt zich daarbij op het bestuderen van de objecten (elementen, ensembles, patronen en structuren) die in het huidige of vroegere landschap door de mens zijn gecreëerd en hun samenhang in ruimte en tijd. Veel historisch-geografische informatie valt daarnaast af te leiden uit het onderzoek van toponiemen.⁶⁴ Een hydroniem is een toponiem dat betrekking heeft op een waterloop. Een odoniem is de naam van een weg en de naam van een reliëf is een oroniem.

Historisch-geografisch onderzoek kan een waardevolle rol spelen bij archeologische prospectie, met name als het gaat om de Middeleeuwen en Nieuwe Tijd (zie ook de betreffende NOaA-hoofdstukken), en met name in de fase van het bureauonderzoek. Het grootste nut van historisch-geografisch onderzoek voor prospectie is het definiëren van aandachtsgebieden en het aangeven van de aard van de mogelijk aan te treffen archeologie. Hierdoor kan meer sturing worden gegeven aan het veldwerk. Overigens dient te worden aangetekend dat een goed ontwikkelde en geaccepteerde methodologie voor het integreren van historisch-geografische informatie in verwachtingsmodellen nog niet beschikbaar is.⁶⁵ Het is van belang dat historisch-geografisch onderzoek een integraal onderdeel vormt van archeologisch bureauonderzoek. Voor bureauonderzoek bestaat de bijdrage van de historische geografie eigenlijk uit twee onderdelen: ten eerste is het met historisch-geografische kennis en bronnenmateriaal mogelijk om de locatie van bestaande en verdwenen individuele landschapselementen of nederzettingen te achterhalen. Daarnaast kan historisch-geografische kennis een belangrijke bijdrage leveren aan het opstellen en verfijnen van de archeologische verwachting. Historisch-geografisch onderzoek is daarmee ook van groot belang voor natte prospectie, omdat het informatie kan bieden over mogelijke archeologische resten in overstromde gebieden en over (fluviaatiele) erosie in de afgelopen eeuwen.

Historisch-geografisch onderzoek wordt daarnaast veel toegepast bij het selecteren en lokaliseren van boerderijen met middeleeuwse wortels. In de directe omgeving van dergelijke boerderijen (op de hogere zandgronden meestal aan de rand van essen/enken) is de kans groot dat archeologische sporen van hun middeleeuwse voorgangers aanwezig zijn. Een ander voorbeeld van een toepassing van historisch-geografisch onderzoek bij bureauonderzoek en archeologische vraagstellingen, is het

⁶⁴ Bijv. Gysseling 1960, Künzel *et al* 1989 en Ter Laak 2005

⁶⁵ Een eerste poging hiertoe kan worden gevonden in Asmussen & Bekius, 2001.

onderzoek naar verkavelingspatronen. Een verkavelingspatroon kan bijvoorbeeld indicatief zijn voor de locatie van oude nederzittingsresten of inzicht bieden in de fasering van ontginningen. Een vroeg voorbeeld van een dergelijke toepassing is het werk van de Cock⁶⁶ in Waterland en Kennemerland. Deze studies bleken een prima basis om de archeologische waarden van Waterland in kaart te brengen.⁶⁷ Historisch-geografische indicatoren kunnen ook worden gebruikt bij het zoeken naar nederzittingslocaties uit de Romeinse tijd en Vroege Middeleeuwen. In essen hangen kleine blokvormige akkers (kleinschalige *Kurzgewannflur*) vaak samen met oude ontginnings- en bewoningskernen. Hetzelfde geldt voor concentraties van domaniaal grondbezit.⁶⁸ Op soortgelijke wijze, maar meer interdisciplinair via integratie van bodemkundige en archeologische gegevens, is door Spek de ouderdom en de ontstaanswijze van de Drentse essen geanalyseerd.⁶⁹ Sinds 2007 is daar de studie van de bewonings- en ontginningsgeschiedenis van het kerspel Raalte, door Spek & van Exter aan toegevoegd. Resultaat is een gedetailleerd verwachtingsmodel met een grote relevantie voor toekomstig archeologisch onderzoek.⁷⁰

Beschikbaar bronnenmateriaal

Door de ontwikkeling van cultuurhistorische waardenkaarten in Nederland is een vrij volledig overzicht beschikbaar van de in het huidige landschap aanwezige historisch-geografische elementen. In een aantal gevallen zijn deze elementen, zoals middeleeuwse dijken in West-Nederland, ook als archeologische monumenten geregistreerd. Deze elementen zijn per provincie geïventariseerd en gewaardeerd. Ook op landelijk niveau zijn er overzichten beschikbaar in de vorm van het CultGIS van het ministerie van LNV⁷¹ en de Histland-database van Alterra. Deze beide kaarten zijn ontsloten via de KICH-website.⁷² Overigens dient te worden aangetekend dat de digitale bronnen niet landelijk gestandaardiseerd zijn, waardoor er tussen provincies verschillen in typologische indeling kunnen optreden en het uitvoeren van bovenregionale studies wordt bemoeilijkt. Hoewel de beschikbare overzichten nuttig kunnen zijn voor met name het opstellen van verwachtingsmodellen, ontbreken in deze kaarten de verdwenen elementen. Het zijn vooral deze elementen die voor archeologische prospectie van direct belang zijn.

De historische bronnen die beschikbaar zijn om historisch-geografische landschapselementen op te kunnen sporen, zijn zeer divers en berusten in veel verschillende archieven. Historisch kaartmateriaal is beschikbaar vanaf eind 16^e eeuw. In vrijwel alle gevallen gaat het om zogenaamde manuscriptkaarten, die door landmeters ter plekke zijn opgemeten. Dit houdt in dat manuscriptkaarten zeer betrouwbare informatie kunnen verstrekken over de juiste structuren (land- en waterwegen, afvoer), bebouwing, soms tot de perceelvorming toe. Bovendien zijn manuscriptkaarten voorzien van een datering. Toch is het vaak nog lastig om op grond van deze kaarten een exacte locatie van een object te achterhalen en er is zeker geen landsdekkende kartografie beschikbaar. Vanaf begin 19^e eeuw wordt de beschikbaarheid en de kwaliteit van de kaarten een stuk beter en vooral de kadastrale minuut van 1832 bevat een schat aan informatie over percelering en gebouwde objecten. Het gebruik van deze kadastrale minuut is door de digitale ontsluiting via de website van Watwaswaar⁷³ inmiddels gemeengoed geworden bij bureauonderzoek.⁷⁴ De aanwijzende tafels of OAT's, waarin informatie over eigendom en grondgebruik is opgenomen, zijn echter nog niet allemaal digitaal ontsloten. Naast de historische kaarten bestaan er registers waarin op een systematische wijze de percelen van een gebied zijn opgetekend. Dit zijn de zogeheten veldboeken, overlopers, ommelopers of eveningboeken.⁷⁵ Zij werden aangelegd om op grond van de juiste verdeling van het grondbezit en – gebruik de kosten van de waterstaat en/of dijkonderhoud om te slaan. Behalve de percelen, is in deze registers ook de grondeigenaar, de gebruiker, de grootte en de aard van het perceel vermeld en de locatie van het perceel. Talloze bijzonderheden over onder andere wegen, sloten en aard van bebouwing zijn in dergelijke goederen registers vermeld. De veldboeken zijn de voorloper van de manuscriptkaarten en exemplaren uit Zeeland en aangrenzende gebieden gaan terug tot in de vijftiende eeuw. Veldboeken zijn voor Laag-Nederland op grote schaal beschikbaar, bovendien werden ze ook zeer regelmatig bijgewerkt en vernieuwd, zodat ze niet alleen een tijdsbeeld geven van

⁶⁶ De Cock, 1965; De Cock, 1975.

⁶⁷ O.a. Bos, 1988.

⁶⁸ Noomen 1993.

⁶⁹ Spek 2004, 654-723

⁷⁰ Spek & Van Exter 2007

⁷¹ <http://www.meetnetlandschap.nl>

⁷² <http://www.kich.nl>

⁷³ <http://ngz.watwaswaar.nl>

⁷⁴ Houd wel rekening met mogelijke afwijkingen en vertekeningen, waardoor georefereren moeilijk kan zijn.

⁷⁵ De Kraker, 2001.

een gebied, maar ook een ontwikkeling op langere termijn. De latere manuscriptkaarten volgen de indeling van de veldboeken. Ander geschreven bronnenmateriaal betreft belastingkohieren, omslagen, bouwbestekken, e.d. Veel van dit materiaal wordt in de archieven van polders en waterschappen bewaard. Met behulp van de zogenaamde stem- en floreencohieren is door de Fryske Akademy voor een gedeelte van de provincie Friesland een 'prekadastrale kaart' vervaardigd, als onderdeel van het Historisch GIS Fryslân 1200-1850.⁷⁶

Hoewel het belang van de vroeg-negentiende-eeuwse kadastrale kaart als uitgangspunt voor retrospectief historisch-geografisch onderzoek al eerder met succes in gebieden in Laag-Nederland is toegepast, heeft Spek ook voor Hoog-Nederland het belang daarvan onomwonden vastgesteld (Spek, 2004, 976-978). Voegen we hier nog aan toe de bestekkaarten van de te ontvenen gebieden, dan krijgen we een gedetailleerd totaalbeeld van het oostelijke zandgebied van voor de grote 19^e-eeuwse ingreep.

In tegenstelling tot het sterk verstedelijkte westen waar vooral polders het landschapsbeeld bepalen, zijn in de zandgebieden en in het Mergelland steden van minder belang. Terwijl in Laag-Nederland de beheersing van het water een noodzaak was om er te wonen, kan de landschapsontwikkeling aan de hand van gedetailleerde polderboeken in Hoog-Nederland niet worden gevolgd. In Hoog-Nederland zijn eeuwenlang de grootgrondbezitters, de geestelijkheid en de adel de dominante machthebbers geweest en hebben zij hun stempel op de landschapsontwikkeling gedrukt. De bijdrage van de historische-geografie voor deze gebieden in prospectief opzicht (maar ook voor nader archeologisch onderzoek) is dan ook vooral gelegen in het analyseren van de documenten die betrekking hebben op grondbezit en domeinvorming. Een voorbeeld van een domein kan het bezit van een adellijke familie zijn of van een geestelijke instelling. Het kan ook een aaneengesloten gebied zijn in de vorm van een woud, zoals het Reichswald bij Nijmegen. Een bosdomein is in wezen ook een gebied met eigen dynamiek. Over een lange periode kan het bosareaal zich uitbreiden of juist inkrimpen, waardoor tijdelijke bewoningssporen 'verdwijnen'. De reconstructie van het bosareaal kan derhalve belangrijke gegevens opleveren.

In de zandgebieden werden essen door dorpsgemeenschappen, markegenootschappen of gemeenten geëxploiteerd middels plaggenbemesting of varianten daarvan. Vanwege de zandbodems was ook het grondgebruik anders dan in Laag-Nederland. Wees Bieleman⁷⁷ al op een intensivering van de essen vanaf de 17^e eeuw, onderzoek door Spek⁷⁸ heeft meer duidelijkheid gebracht in zowel de ouderdom van plaggenbodems als in de spreiding van de essen in Drenthe. Omdat de finale verandering van het laatmiddeleeuwse landschap pas plaatsvond tijdens de opdeling van de marken, gaan veel kadastrale opmetingen terug op de oude situatie of veranderen die juist. Het kadastraal opmeten van deze gebieden was immers vaak aanleiding om tegelijkertijd nieuwe infrastructuren aan te leggen. De oudste kadastrale kaarten zijn allemaal op het internet te raadplegen.⁷⁹ De nog oudere manuscriptkaarten van deze gebieden (bijvoorbeeld de Hottinger Atlas) zijn eveneens van onschatbare waarde. In de omvang van dit kaartmateriaal en de spreiding daarvan is nog nauwelijks enig inzicht.

Naast bovenstaand onderzoek, kan de historische geografie een bijdrage leveren door het reconstrueren van de afwateringsstructuren van de zandgebieden, waaraan de behoefte direct na de markeopdeling groot werd. Ook op dit terrein is kaartmateriaal voorhanden dat een beeld geeft van de oudere situaties. Is dit niet meer voorhanden dan blijven vooral de belastingkohieren op dorpsniveau van belang als informatiebron. Het hele proces van het in kaart brengen van zo'n markegebied met veel belangrijke informatie over verleden structuren, blijft moeilijk toegankelijk.

Kaartmateriaal van geheel andere orde vormen de bestekkaarten van gebieden die in de loop van de 19^e eeuw werden verveend. Dit kaartmateriaal bevat niet zelden ook de dwarsdoorsnede van een voormalig veengebied. Het stelt ons in staat een volledig beeld te krijgen van het landschap alvorens het veen commercieel werd vergraven.

In het zuiden van het land (vooral in Limburg, het Maasdal en andere dalen) zijn er in de loop van de twee laatste eeuwen op grote schaal ingrepen in het landschap geweest, waardoor vroegere bewoningssporen zijn uitgewist: de vergraving van veen in een gedeelte van het Peelgebied, de rivierkanalisatie, grootschalige grindafgravingen en de sterke verstedelijking rondom Maastricht, Heerlen, Geleen en Kerkrade. Om de verdwenen oudere en meer recente bewoningssporen te traceren maakt het historisch-geografisch onderzoek ook in dit gebied gebruik van kaartmateriaal, al

⁷⁶ www.historischgisfryslan.nl

⁷⁷ Bieleman 1987

⁷⁸ Spek 2004

⁷⁹ <http://ngz.watwaswaar.nl>

lijkt dit schaars en is dergelijk onderzoek pas voor de 19^e eeuw van wezenlijk belang door de topografische detailkaarten⁸⁰. Omdat dit grensgebied regelmatig van 'eigenaar' is gewisseld, ligt het overige bronnenmateriaal in meerdere landen verspreid, waaronder ook documenten van domeinbeheer⁸¹. Dit materiaal stelt ons niet alleen in staat de plaats van de bewoningssporen te bepalen, maar ook de aard daarvan. Documenten van domeinexploitatie in de rivierdalen en op de terrassen, kunnen - evenals de plaggenbodems op de zandgronden - meer vertellen over de samenstelling van dalbodems, de ouderdom daarvan en de eventuele aanwezigheid van archeologisch materiaal.

De gegevens uit bovenstaande bronnen kunnen vrij eenvoudig gekoppeld worden aan luchtfoto's die onder de juiste weersomstandigheden zijn genomen, of met *remote sensing* apparatuur geschikt voor het detecteren van vroegere bewoningssporen. Veel huidig beschikbaar en zelfs uitgegeven fotomateriaal is voor historisch-geografisch onderzoek echter niet bruikbaar, omdat dit technisch kwalitatief onder de maat is, of gewoonweg gemaakt is op verkeerde tijdstippen en hoogte.

Hoewel de hierboven beschreven bronnen veel aanvullende informatie kunnen geven bij archeologisch (prospectie)onderzoek, zijn er wel enige kanttekeningen te maken. Zowel in de inventarisatie als het toegankelijk maken voor onderzoek van het basiskaartmateriaal is een grote achterstand te constateren, terwijl het van direct belang is voor archeologisch bureauonderzoek. Het meest zorgwekkend is de situatie van de oude polderarchieven. Dit is gelegen in het feit dat het polder- en waterschapswezen na 1945 een proces van schaalvergroting heeft doorgemaakt, waardoor er vaak niet of onvoldoende is toegekomen aan het inventariseren en toegankelijk maken van de archieven van de vroegere, vaak erg kleinschalige waterschappen. Juist in deze archieven en collecties zit veel bruikbaar kaartmateriaal, dat zelfs nog niet door middel van een inventaris beschikbaar is, zoals dat het geval is van de polders rondom Klundert en Willemstad.⁸²

De manuscriptkaarten van de ambachten, polders, eilanden, parochies in Laag-Nederland tot aan de dorpsgebieden, stroomgebieden van rivieren en kwartieren in Hoog-Nederland, moeten per kleinste regio worden geïnventariseerd. Vervolgens dienen deze kaarten kort te worden beschreven om in een groot databestand beschikbaar te komen. Het beschikbaar komen van zo'n belangrijke informatiebron houdt tevens in dat er inzicht komt in de verspreiding van het kaartmateriaal over de vele archieven en verzamelingen, zowel in Nederland als in Duitsland, België en Engeland, waar veel Nederlands kaartmateriaal wordt bewaard.

Tot op heden is het nog niet mogelijk op een snelle, goedkope en efficiënte wijze over hoogwaardig cartografisch materiaal te beschikken van vóór ca. 1850, met uitzondering van de kadastrale minuut van 1832. Steeds meer archieven en verzamelingen waarin zich kaartmateriaal bevindt, stellen deze nu via het internet beschikbaar. Helaas is het aangeboden vaak van slechte kwaliteit: de fijne details, de precieze beschrijving en daarmee de aard van de sporen en de juiste locatie zijn niet leesbaar. Daar komt nog bij dat veel kaartmateriaal niet is gerestaureerd en/of schoongemaakt om de toets van de lees- en interpreteerbaarheid te kunnen doorstaan.

Archeologisch relevante onderzoeksthema's

In de NOaA hoofdstukken over de Middeleeuwen en Nieuwe Tijd wordt een aantal onderzoeksthema's geagendeerd, waar de historische geografie bijdragen aan zou kunnen leveren of al heeft geleverd.⁸³

Het is van belang om al tijdens het bureauonderzoek zo multidisciplinair mogelijk te werk te gaan, omdat er diverse regionale en thematische kennisleemten in het historisch-geografische onderzoek aan te wijzen zijn. Zo werd in opdracht van de Provincie Noord-Holland een bureaustudie uitgevoerd naar de betekenis en waarde van specifieke archeologische en historisch-geografische elementen in de regio Waterland⁸⁴. Hierbij werd op basis van wetenschappelijke argumenten en archeologische, historisch-geografische en fysisch-geografische gegevens een beter inzicht verkregen in de historisch-geografische leemten in kennis. Kennisleemten bleken vooral betrekking te hebben op chronologie van de ontginningen, de reden van concentratie van de Waterlandse nederzettingen vanaf de 16e eeuw en tenslotte de diverse takken van landbouw die in het verleden in de Zeevang⁸⁵ en de

⁸⁰ Renes, 1999, 55-58

⁸¹ Phillips e.a., 1965, 1

⁸² Regionaal Archief West-Brabant (Zevenbergen), collectie kaarten op steekkaarten.

⁸³ Zie voor relevante onderzoeksthema's vooral deel 3 van de NOaA hoofdstukken [13](#), [16](#), [20](#), [21](#), [22](#) en [24](#)

⁸⁴ Soonius, Bekius & Molenaar, 2001.

⁸⁵ Zo is er bijzonder weinig bekend over het verschijnsel daliebulten. Zie hiervoor ook Mulder & Van Steenbergen, 1995

veenweidegebieden⁸⁶ hebben plaatsgevonden. In de studie werd geconstateerd dat meer (interdisciplinair) onderzoek noodzakelijk is naar de datering en ontwikkeling van de binnenwaterkerende kaden en de diverse wateren zelf⁸⁷. Archiefonderzoek kan informatie geven over bewoningsgeschiedenis en de oorzaken van bewoningsconcentratie in dorpskernen. Archeobotanisch onderzoek tenslotte is noodzakelijk om inzicht te krijgen in de landbouwgeschiedenis van het gebied. Voor de 'natte' prospectie zijn verschillende regio's gedefinieerd, waarin kennisleemten worden aangegeven.⁸⁸ Vanuit dit perspectief is het noodzakelijk om een historisch-geografisch of maritiem-historisch onderzoek op maat te ontwerpen. Hierdoor ontstaat ook de mogelijkheid om een object in een grotere natte of maritieme context te plaatsen en onderzoeksthema's op verschillende niveaus te benoemen.

Ondanks de bekende kennisleemten kan de historische geografie belangrijke bijdragen leveren aan de beantwoording van een aantal onderzoeksthema's, die ook elders in de NOaA genoemd worden:

1. De studie van veengebieden en, in het bijzonder, de exploitatie van het veen.⁸⁹ Inzicht in de turfgraverij is van wezenlijk belang voor grote delen van zowel Laag- als Hoog-Nederland. Het bepalen van de juiste locatie en de omvang van de turfgraverij leidt tot meer kennis over de mogelijke aanwezigheid en vooral het verdwijnen van artefacten en structuren uit het verleden. Daarnaast brengt de studie van de turfgraverij nieuwe structuren aan het licht en maakt het mogelijk die te dateren. Daarbij valt te denken aan de aanleg van vaarten, sluisen en overige infrastructuur die van belang was voor het transport van de turf. Ook vond turfwinning plaats in vastomlijnde structuren, waarvan de hoofdlijnen in Laag-Nederland nog deels als verdrinken structuren aanwezig zijn. De turfwinning heeft ook de latere exploitatie van deze gebieden bepaald, qua bebouwing, bodemgebruik en aangelegde infrastructuur. Wat voor de turfgraverij geldt, geldt grosso modo ook voor de zoutziederij.⁹⁰ Binnen het historisch-geografische vakgebied bestaat er echter ook (nog) geen gedetailleerd beeld van de turfgraverij op de grens Groningen-Drenthe van de laatste vier eeuwen. Eveneens is er onvoldoende inzicht in de relatie turfgraverij-zoutziederij in de Zeeuwse Delta in zowel zijn ruimtelijke context als de materiële verwerking van de grondstof tot eindproduct en de sporen die deze activiteiten in het bodemarchief hebben achtergelaten.
2. De waterstaatstudies.⁹¹ Hierbij staan verschillende deelaspecten centraal, zoals de technologische vernieuwingen (dijkaanleg, sluisenbouw, bemalingstechnieken, e.d.).⁹² Ook hier is er een directe relatie met de archeologie, daar vaak een deel van de oude infrastructuur in het bodemarchief wordt bewaard, waarover de historische geografie qua lokalisering en chronologie nauwkeurige uitspraken kan doen. Door het verworven inzicht op langere termijn in veranderingen in de waterstaatkundige situatie van een gebied, kunnen er uitspraken gedaan worden over veranderingen in de grondwaterspiegel op langere termijn, die op hun beurt weer van belang zijn met betrekking tot de staat van het archeologisch materiaal van het bodemarchief (conservering en degradatie⁹³). Helaas blijkt de waterstaatsgeschiedenis ook voor de historische geografie, zeker voor de periode vóór 1750, vrijwel onbelicht.
3. De historische geografie heeft een belangrijke bijdrage geleverd aan de kennis over de kustontwikkeling van het Holoceen door het bestuderen van de bedijkingsgeschiedenis en de daaraan voorafgaande grondexploitatie. In de Nederlandse kustontwikkeling blijken echter nog onzekerheden te zitten, die voor de periode tussen 500 en 1200 zeker op termijn kunnen worden opgehelderd. Daar de kustontwikkeling traditioneel vanuit de *impact* van de zee is bestudeerd, is het bovendien interessant eens te onderzoeken hoe groot de invloed op de zeespiegelbeweging is geweest van het veranderde regime van de grote rivieren of de veranderingen in de omvang van het bosareaal (versterkte waterafvoer, meer erosie).

⁸⁶ uit historische bronnen is bekend dat er tot in de 15e eeuw op bescheiden schaal akkerbouw bedreven werd in delen van het veenweidegebied, maar onbekend is bijvoorbeeld wat de factoren zijn geweest die hebben bijgedragen aan de omslag van akkerbouw naar veeteelt.

⁸⁷ Bijvoorbeeld onderzoek naar het ontstaan van de oostelijke zeeverbinding van het IJ

⁸⁸ Deeben, Hallewas & Maarleveld, 2002.

⁸⁹ Zie voor onderzoeksvraagstellingen in dit kader voornamelijk NOaA hoofdstuk 13: 'Noord-Nederland in de Late Middeleeuwen en vroegmoderne tijd'.

⁹⁰ Zie o.a. Leenders 1999; Leenders, 2007; De Kraker, Wielinga & De Koning, 2008.

⁹¹ Zie voornamelijk NOaA hoofdstuk 21: 'Het rivierengebied in de Middeleeuwen en vroegmoderne tijd'.

⁹² Van de Ven, 2003.

⁹³ Zie NOaA-hoofdstuk 2: 'Het behoud van archeologische monumenten' en NOaA hoofdstuk 7: 'Fysisch-chemisch materiaalonderzoek'.

4. De bestudering van de stedelijke ruimte, waarbij vooral de veranderingen in bebouwing en in economische activiteit om aandacht vragen.⁹⁴ Wat dit laatste betreft is er een directe relatie met bodemsanering en noodopgraving, omdat veel vroegere vormen van bedrijvigheid de bodem flink verontreinigd hebben en menig voormalige bedrijfslocatie een andere bestemming krijgt. Hoewel de stadsarcheologie de laatste decennia veel nieuwe informatie heeft opgeleverd, staat de studie van de stedelijke ruimte in historisch-geografisch perspectief nog maar in de kinderschoenen.
5. Bij het herwaarderen van landschappen wordt inzicht verkregen in vroegere landschapsrelicten en -structuren en de mate waarin deze uniek zijn voor hun omgeving.⁹⁵ Op dit vlak valt te wijzen op een direct verband met de archeologische waarderingskaarten.
6. De specifieke toponymische studies, die vooral van belang zijn voor een beter inzicht in de vroegste bewoningsgeschiedenis van de landschappen, daar waar de geschreven bronnen schaars worden.⁹⁶
7. Relatief recent is het historisch-klimatologische onderzoek.⁹⁷ In dit onderzoek gaat het om de reconstructie van het klimaat of aspecten daarvan (temperatuur, stormfrequentie) voor de periode van de Late Middeleeuwen tot circa 1800, wanneer we over instrumentele meetgegevens beschikken. Ook gaat het hierbij om de invloed van het klimaat op de samenleving, met name grondexploitatie, landaanwinning en –verlies. In hoeverre kan de reconstructie van de temperatuur in Nederland voor de periode 1400 tot 1800 ons meer inzicht verschaffen over agrarische bodemgebruik in bepaalde gebieden en het voorkomen of verdwijnen van bepaalde economische activiteiten die bepalend zijn voor de samenstelling van het bodemarchief? In hoeverre kan de reconstructie van de klimaatsextremen in Nederland bijdragen tot een grotere kennis van en beter inzicht geven in de bewoningsgeschiedenis van diverse delen van ons land en daarmee tegelijkertijd ook meer informatie verschaffen over de aard en karakter van het plaatselijke bodemarchief? Meer inzicht in natte en droge perioden leidt tot kennis van het bodemgebruik van marginale zandstreken en de laagveengebieden, en de daaraan gerelateerde veranderende technologie.
8. In Limburg blijkt uit recent archeologisch onderzoek (Maaswerken, Cuijk en Boxmeer) het grote belang te kunnen beschikken over een landschapsreconstructie. Dit wordt momenteel gedaan door het graven van lange proefsleuven. Ook de historische bronnen over de Maas als rivier kunnen daarbij een belangrijke hulpbron zijn. Veranderingen in de Maasloop zijn veelal het gevolg van extreme wateroverlast. Deze extremen werden vanaf de Volle Middeleeuwen gedocumenteerd.

3.1.6: Verwachtingskaarten

Binnen het bureauonderzoek hebben verwachtingskaarten een tweeledige positie. Enerzijds worden verwachtingskaarten, zoals de Indiatieve Kaart Archeologische Waarden (IKAW), gebruikt als bron van informatie. Anderzijds kunnen verwachtingskaarten een product van het bureauonderzoek zijn. Gezien het grote belang dat in de Nederlandse archeologie aan verwachtingskaarten wordt gehecht - t.b.v. beleidsontwikkeling en het ontwerpen van prospectiestrategieën -, zal hieronder worden ingegaan op diverse aspecten die voor het gebruik en de ontwikkeling van verwachtingskaarten van belang zijn.

Actuele benaderingen

Er moet onderscheid worden gemaakt tussen een verwachtingsmodel en de daaruit resulterende verwachtingskaart. Een verwachtingsmodel is een formele set (beslissings)regels, die gebruikt kan worden om op een specifieke locatie een uitspraak te doen over de kans op het voorkomen van een specifieke archeologische waarde. Een verwachtingskaart is een visuele weergave van het model en brengt de uitkomsten van het model terug tot de uitspraak 'kansrijk' of 'kansarm'. Verwachtingskaarten kunnen gebaseerd zijn op heel verschillende verwachtingsmodellen en voor de gebruiker is niet direct te zien wat er 'onder de motorkap zit'. Vanuit het oogpunt van archeologische prospectie is het noodzakelijk dat er inzicht is in het gehanteerde verwachtingsmodel.

Er is een grote variatie in verwachtingskaarten. De grote variëteit is het gevolg van een groot aantal factoren, zoals een verschil in de beschikbare archeologische gegevens en gegevens over de fysische omgeving, de gebruikte kaartschaal, de gebruikte variabelen om de archeologische waarden

⁹⁴ Denig, 1997; Rutte, 2002. Zie ook [NOaA hoofdstuk 24](#): 'De stad in de Middeleeuwen en vroegmoderne tijd'

⁹⁵ Renes, 1988.

⁹⁶ Bijv. Henderikx, 1988.

⁹⁷ Van Engelen *et al.*, 2001; De Kraker, 1999; De Kraker 2006.

te voorspellen, verschillen in de klassen waarin de archeologische verwachting wordt uitgedrukt en de gebruikte GIS-technieken.⁹⁸

Het gebruik van verwachtingskaarten als instrument bij de archeologische monumentenzorg staat in Nederland nauwelijks ter discussie. Dit in tegenstelling tot de ons omringende landen, waar ofwel een ronduit afwijzende houding bestaat (Frankrijk, Groot-Brittannië), of een voorzichtig sceptische houding (Duitsland, België, Luxemburg, Denemarken). In deze laatste landen worden wel verwachtingskaarten gemaakt, maar zijn zij niet goed ingebed in de archeologische monumentenzorg. Buiten de ons omringende landen worden verwachtingskaarten vooral gebruikt in de Verenigde Staten en Canada. Daar spelen zij een belangrijke rol bij milieu effect rapportages en het vaststellen van de te nemen beheermaatregelen.

In de academische wereld hebben verwachtingskaarten sinds hun ontstaan begin jaren tachtig aan kritiek blootgestaan en wordt gewezen op mogelijke tekortkomingen van verwachtingsmodellen, waardoor in de gebruikspraktijk mogelijk zones als oninteressant ter zijde geschoven worden, waar zich mogelijk toch archeologische resten bevinden.⁹⁹ Ook heeft de kritiek te maken met de opvatting dat een verwachtingsmodel tevens een verklaring dient te bieden voor de aangetroffen (statistische) verbanden tussen het natuurlijk milieu en de verspreiding van archeologische resten. Dit heeft geleid tot een weinig productieve controverse tussen de makers van verwachtingsmodellen (vooral werkzaam in de publieke en commerciële sector) - die met weinig middelen moesten proberen om modellen te maken die beter waren dan een 'toevalsmodel' - en de universitaire wereld die zich op het standpunt stelde dat de tekortkomingen van de modellen te groot waren om ze zonder meer te gebruiken¹⁰⁰. Vanaf 1998 is in Nederland geprobeerd om de discussie tussen wetenschap en praktijk vlot te trekken¹⁰¹. Hieruit is in 2002 in het kader van het BBO-programma van NWO het onderzoeksproject *Strategic research into, and development of best practice for, predictive modelling on behalf of Dutch Cultural Resource Management* voortgekomen. Dit onderzoek heeft inmiddels geresulteerd in een goed overzicht van de belangrijkste probleemgebieden en biedt voldoende aanknopingspunten voor verbetering van de huidige modellen.¹⁰²

Er valt een onderscheid te maken tussen inductieve modellen die gebaseerd zijn op een getalsmatige vergelijking van archeologische waarnemingen met de bodemkaart en geologische kaart van Nederland (een correlatieve benadering), zoals de IKAW 1^e generatie¹⁰³, en de zgn. *expert judgement* kaarten waar weinig of geen kwantitatieve analyse aan te pas komt en die zich richten op gemeentelijk of regionaal niveau. Overigens is bij de IKAW 2^e generatie voor het holocene gebied ook gebruik gemaakt van *expert judgement*.¹⁰⁴

Vaak zijn *expert judgement* modellen gebaseerd op een combinatie van landschappelijke, archeologische en theoretische uitgangspunten. Het belangrijkste verschil voor archeologische prospectie, is dat de *expert judgement* methode een expliciet verband legt tussen de verschillende geomorfologische, bodemkundige en/of paleogeografische zones en de verklaring voor de aan- of afwezigheid van archeologie in deze zones. Vaak zijn deze modellen eenvoudig van aard: op plekken waar in het verleden water heeft gestaan kon niet worden gewoond, dus is het in het Nederlands kustgebied van groot belang om kwelderafzettingen te onderscheiden van natte milieus als wadden en slikken. Het voordeel van dergelijke modellen is dat zij vrij eenvoudig kunnen worden uitgebreid naar verschillende vindplaatstypen en perioden. Het nadeel is echter dat deze modellen zelden getalsmatig onderbouwd zijn en daarom gevoelig zijn voor het subjectieve oordeel van de expert die het model opstelt.

De IKAW, maar ook veel andere verwachtingskaarten, geven op dit moment alleen inzicht in de relatieve dichtheid van archeologische vindplaatsen en hebben vooral een indicatieve functie (*educated guess*). Deze is niet uitgesplitst per periode of vindplaatstype en de achterliggende bodemkundige of geologische informatie is niet uit de kaart te herleiden.¹⁰⁵ Dit is een nadeel bij het gebruik van verwachtingskaarten voor bureauonderzoek, omdat deze informatie wel noodzakelijk is om een goede keuze te kunnen maken voor een bepaalde prospectiestrategie. De kaart is daarom beter geschikt voor het maken van beleidskeuzen. Bovendien is het schaalniveau van de IKAW

⁹⁸ Deeben & Wiemer 1999.

⁹⁹ O.a. Van Leusen, 1996; Wansleebeens & Verhart, 1997; Ebert 2000.

¹⁰⁰ bijv. Wheatley, 2003.

¹⁰¹ Kamermans & Wansleebeens, 1999; Verhagen, Wansleebeens & Van Leusen, 2000.

¹⁰² Van Leusen & Kamermans, 2005.

¹⁰³ Deeben e.a., 1997.

¹⁰⁴ Deeben e.a., 2002.

¹⁰⁵ Dit is wel voorzien voor de derde generatie IKAW die in 2008 is verschenen.

(1:50.000) ongeschikt voor gebruik op lokaal niveau.¹⁰⁶ Vaak kan door het uitvoeren van aanvullend bureauonderzoek de zone waarbinnen een vindplaats verwacht moet worden al behoorlijk worden teruggebracht. Kwaliteitseisen voor verwachtingsmodellen zijn wel opgenomen in de KNA, maar deze betreffen vooral de te consulteren bronnen en de *output*, niet de te gebruiken methode en het gewenste rendement.

Methodologisch gezien zijn er in Nederland de laatste jaren weinig nieuwe ontwikkelingen geweest. De IKAW heeft in 2002 een verbeteringsslag ondergaan door het toevoegen van paleogeografisch kaartmateriaal voor het holocene gebied en rivierengebied, en door gebruik te maken van *expert judgement*.¹⁰⁷ Wel wordt in toenemende mate gebruik gemaakt van nieuwe, gedetailleerde landschappelijke gegevens (met name het AHN; zie 3.1.2) en is het gebruik van paleogeografische gegevens gemeengoed geworden. Een interessant voorbeeld hiervan is te vinden in Peeters *et al.*, waarin voor Zuidelijk Flevoland met behulp van paleobotanische gegevens en ¹⁴C dateringen de overlevingsgeschiedenis van 5600-3700 BP is gereconstrueerd.¹⁰⁸

In een andere benadering - de zgn. geogenetische aanpak¹⁰⁹ - voor het rivieren- en kustgebied (afgedekte landschappen) wordt bestaande geologische en geogenetische informatie gebruikt om op lokaal of regionaal laagniveau tot uitspraken te komen over de verwachting voor met name het dieper liggende archeologische erfgoed. Op basis van een ruimtelijk lagenmodel (veelal weergegeven in 2D profielen) wordt per geologische laag eenheid het landschap in de tijd gereconstrueerd. Aan de hand van deze kennis wordt vervolgens de archeologische verwachting van die specifieke laag bepaald (bijvoorbeeld: 'op wadafzettingen kun je niet wonen, maar op verlande kwelders wel'). Deze geolandschappelijke ondergrondmodellen zijn voor een groot deel gebaseerd op geologische gegevens uit de publiek toegankelijke database DINO (Data Informatie Nederlandse Ondergrond).¹¹⁰

De paleogeografische of geogenetische benadering (zie ook NOaA-hoofdstuk 'Paleogeografie en landschapsgenese') leidt tot het maken van een 'gestapelde' archeologische verwachtingskaart, op basis van in de tijd onderscheiden landschappen, die zich op verschillende diepte onder het maaiveld bevinden. Voor elk landschap wordt dus in feite een aparte archeologische verwachtingskaart gemaakt. Deze kaarten worden later weer samengevoegd, met als doel de totale archeologische verwachting (onafhankelijk van de stratigrafie) weer te geven. Door in de bureaustudie gebruik te maken van bestaande kennis over de ondergrond kan voor de fase van het inventariserend veldonderzoek de strategie en werkwijze van de archeologische prospectie beter bepaald worden dan met de huidige, 'oppervlakkige' verwachtingskaarten.

In een studie naar de dynamiek van mesolithisch-neolithisch landschapsgebruik in Flevoland is recentelijk door Peeters een koppeling gemaakt tussen een dynamisch landschapsmodel en hypothesen over mesolithisch-neolithisch landschapsgebruik.¹¹¹ Het landschapsmodel omvat meer variabelen dan het temporele, lineaire model dat eerder voor Zuidelijk Flevoland werd ontworpen en heeft een grotere temporele resolutie (tijdslagen van 100 jaar voor de periode 7000-4000 BP). De hypothesen over jagers-verzamelaarsgedrag zijn in een serie beslisregels uitgedrukt en leggen een verband tussen landschappelijke kenmerken en het gedefinieerde gedrag (zgn. 'culturele variabelen'). De hieruit voortgekomen modellen zijn procesgestuurd (ook wel causale modellen genoemd) en hebben een deductief karakter. Voor Flevoland is hieruit een nieuwe, geaggregeerde (alle tijdslagen zijn samengevoegd) verwachtingskaart gegenereerd die op het ruimtelijk stramien en de legenda van de IKAW is aangepast en daarin is opgenomen.¹¹² Op basis van de procesmodellen is het echter mogelijk om ook periodespecifieke verwachtingskaarten of zelfs 3D-verwachtingsmodellen te maken. De ontwikkeling van causale modellen staat in Nederland, net als in het buitenland, nog in de kinderschoenen, maar lijkt wel een groot potentieel te hebben.¹¹³ Daarbij dient wel opgemerkt te worden dat deze invalshoek voor kleine gebieden niet zo geschikt zal zijn

Toetsing

Voor zover valt na te gaan heeft het gebruik van meer gedetailleerde (paleo-)landschappelijke gegevens geleid tot verwachtingskaarten van betere kwaliteit, maar eenduidige richtlijnen voor het meten van de kwaliteit zijn er niet. Buiten Nederland ontstaan op dit gebied steeds meer nieuwe

¹⁰⁶ De Indicatieve Kaart van Archeologische Waarden; Deeben *et al.*, 1997; Deeben *et al.*, 2002. Zie verder de Handleiding IKAW: http://www.archis.nl/content/documenten/amk_ikaw_bestanden/handleiding%20ikaw%202-1.pdf http://staging.racm.nl/content/documenten/amk_ikaw_bestanden/handleiding-ikaw.pdf

¹⁰⁷ Deeben, Hallewas & Maarleveld, 2002.

¹⁰⁸ Peeters *et al.* 2002.

¹⁰⁹ Groenendijk & Vos, 2002; Vos & Bazelmans, 2002.

¹¹⁰ DINO-loket, Digitaal Geological Model (DGM): <http://dinolks01.nitg.tno.nl/dinoLks/DINOLoket.jsp>

¹¹¹ Peeters 2005, 2007.

¹¹² Peeters 2008

¹¹³ Whitley 2000, 2005; Peeters 2005, 2007.

methodologische benaderingen. Een voorbeeld hiervan is het gebruik van kwantitatieve methoden die subjectieve en objectieve gegevens combineren en die zich sterk richten op het kwantificeren van de onzekerheid die aan de modellen gekoppeld is.¹¹⁴ Met dit soort benaderingen wordt het beter mogelijk om de (archeologische) risico's die bodemingrepen met zich meebrengen te berekenen en dit soort methoden zou ook verderop in het prospectietraject kunnen worden gebruikt om te bezien of het risico voldoende is teruggebracht.

Het is van groot belang dat er goede toetsingsmethoden voor verwachtingskaarten worden ontwikkeld. Tot op heden worden verwachtingsmodellen niet of nauwelijks formeel getoetst. Ondanks de enorme hoeveelheid uitgevoerd prospectief onderzoek, worden de resulterende gegevens niet of nauwelijks gebruikt om de kwaliteit van verwachtingsmodellen in kwantitatieve zin te controleren. Ook is er voor zover valt na te gaan weinig aandacht voor het aanpassen van verwachtingsmodellen op grond van nieuwe archeologische gegevens. Tegelijkertijd ontbreekt het aan duidelijke kwaliteitseisen voor archeologische verwachtingsmodellen: hoe goed moet een kaart zijn voor onze doeleinden en hoe definiëren we bijv. een lage of hoge verwachting?

Dit thema is mede relevant omdat uit recent onderzoek is gebleken hoezeer de gebruikte prospectiemethode van invloed is op de geregistreerde archeologische gegevens.¹¹⁵ Er is dus sprake van een wisselwerking tussen verwachtingsmodel en prospectie. De onderzoeksstrategie wordt in bepaalde delen van Nederland (vaak om kostentechnische redenen) alleen nog maar opgezet in gebieden met een middelhoge of hoge kans voor het aantreffen van archeologische vindplaatsen. Het is echter niet voldoende als het verwachtingsmodel de prospectiestrategie dicteert en vervolgens de resultaten van de prospectie niet worden teruggekoppeld naar het model. Bovendien draagt deze manier van werken het risico in zich van de *self-fulfilling prophecy*: als het verwachtingsmodel aangeeft dat ergens niets zit, dan wordt er ook niet naar gezocht en dus zullen we ook nooit wat vinden - maar evenmin zeker weten dat er daadwerkelijk niets zit.

Agenda

In het tussenrapport van het BBO-programma *Predictive modelling* zijn zes onderzoeksthema's gedefinieerd die van belang zijn om de kwaliteit van verwachtingskaarten in Nederland (en daarbuiten) te verbeteren.¹¹⁶ Deze thema's zijn:

1. de kwaliteit en kwantiteit van de gebruikte archeologische gegevens;
2. het gebruik van relevante landschappelijke (aardkundige) gegevens;
3. het gebruik van sociaal-culturele variabelen;
4. de verbetering van ruimtelijke, stratigrafische en temporele resolutie;
5. de toepassing van statistische methoden en technieken;
6. het toetsen van verwachtingsmodellen.

Ad. 1 Het gebruik van Archis als unieke bron van informatie over archeologische waarnemingen is ontoereikend (zie § 3.1.1). In het kader van bureauonderzoek en de ontwikkeling van verwachtingskaarten is het van belang om naast een kritische benadering van Archis-gegevens, ook gebruik te maken van collecties en informatie die bij amateurs en (lokale) musea aanwezig is. In het kader van omvangrijke projecten kan dit als een voorwaarde worden beschouwd. Deze dienen echter ook kritisch beschouwd te worden.

Ad. 2 Voor een verwachtingsmodel van goede kwaliteit is van belang dat de aardkundige gegevens die gebruikt worden ook relevant zijn voor de archeologische periode en regio. 'Kant en klare' datasets, zoals de digitale bodemkaart en geologische kaarten zijn niet altijd het meest geschikt. Gelukkig komt steeds meer materiaal digitaal beschikbaar.¹¹⁷ Daarnaast is er op het vlak van paleogeografische reconstructies en de kwaliteit van bijvoorbeeld de geomorfologische kaart, aanzienlijke vooruitgang geboekt.¹¹⁸ Het is aan te bevelen om te gaan werken aan een GIS-portal dat zich primair richt op het beschikbaar stellen van en doorverwijzen naar bronnen voor archeologisch bureauonderzoek.

Ad. 3 Vanuit archeologisch-theoretische hoek wordt als belangrijk bezwaar tegen de huidige verwachtingskaarten aangevoerd dat deze voorbijgaan aan de sociale en culturele componenten van locatiekeuze. Dit werd door de makers van verwachtingskaarten altijd gezien als een onmogelijkheid, omdat sociale en culturele variabelen zich moeilijk laten karteren. Toch blijkt dat archeologische

¹¹⁴ D.m.v. Bayesiaanse statistiek (Verhagen 2006; Millard, 2005) of Dempster-Shafer modellen (Ejstrud, 2005; Ducke, in voorbereiding).

¹¹⁵ Tol *et al.*, 2004; Verhagen, 2005.

¹¹⁶ Van Leusen *et al.*, 2005.

¹¹⁷ Zie ook 3.1.5

¹¹⁸ Bijvoorbeeld Berendsen & Stouthamer (2001).

vindplaatsen zich vanuit een fysisch deterministisch perspectief gezien soms op onwaarschijnlijke locaties bevinden, zoals midden in een veengebied. In de praktijk is er nog maar beperkt zicht op de (on)mogelijkheden van het gebruik van sociaal-culturele variabelen voor het opstellen van verwachtingsmodellen.¹¹⁹

Ad. 4 Omdat locatiekeuze in de loop van de tijd verandert, is het noodzakelijk dat verwachtingskaarten onderscheid maken tussen verschillende periodes. Daarnaast moet onderscheid worden gemaakt tussen verschillende vindplaatstypen, omdat die geheel verschillende eisen kunnen stellen aan de benodigde prospectiemethoden. Ook is het van belang dat verwachtingskaarten zo nauwkeurig mogelijk zijn, m.a.w. zo goed mogelijk een gebied afgrenzen waarbinnen vindplaatsen zich kunnen bevinden. In meer algemene bewoordingen, zullen verwachtingskaarten weer moeten geven welke hypothesen er zijn ten aanzien van de ruimtelijke en temporele kenmerken van het archeologische landschap. Dit houdt in dat de aandacht niet uitsluitend wordt besteed aan het 'begrenzen' van 'vondstloze' (let wel, dit staat niet gelijk met 'siteloze') gebieden, maar dat verwachtingen worden uitgesproken t.a.v. het al dan niet voorkomen van specifieke archeologische verschijnselen in het landschap.

Ad. 5 De ontwikkeling van kwantitatieve methoden en technieken op het gebied van verwachtingskaarten is in Nederland de laatste jaren vrijwel volledig tot stilstand gekomen. Ongeveer tien jaar terug leek het onmogelijk om met gebruikmaking van de toen beschikbare gegevens veel verder te gaan dan het maken van een kwalitatieve kaart met een indeling in zones van relatief hoge of lage waarde. Door de beschikbaarheid van nieuwe statistische technieken die het mogelijk maken om onzekerheid te kwantificeren en de toename van betrouwbaar prospectief onderzoek in het kader van de Malta-wetgeving, lijkt het nu mogelijk om verder te komen met statistische toepassingen dan in het verleden.

Ad. 6 Het ontbreekt tot op heden aan duidelijke richtlijnen voor toetsing van verwachtingsmodellen. Dit heeft vooral te maken met het gebrek aan kwaliteitseisen aan de modellen zelf. De kwaliteit van een model valt alleen vast te stellen door het uitvoeren van onafhankelijk (veld)onderzoek. Het is echter onvoldoende duidelijk hoeveel onderzoek noodzakelijk is en hoe dit gebruikt kan worden om de verwachtingskaarten te verbeteren. Met name in de context van grootschalige projecten zou het wenselijk zijn om in het kader van bureauonderzoek (verschillende) verwachtingsmodellen/-kaarten te (laten) ontwikkelen die middels veldwerk getoetst kunnen worden.

Voor de verdere ontwikkeling van verwachtingsmodellen heeft de definitie van de onzekerheid van de archeologische verwachting prioriteit. In de Nederlandse praktijk wordt alleen gesproken over hoge, middelmatige en lage verwachting. Hiermee wordt er aan voorbij gegaan dat de zekerheid waarmee dergelijke uitspraken worden gedaan per gebied sterk kan verschillen. Een enkele keer wordt dit wel aangegeven, bijv. omdat de geologische opbouw van een gebied onvoldoende bekend is, maar meestal blijft dit aspect onbelicht. Deze onzekerheid dient dus in de kaarten expliciet te worden weergegeven en de meest voor de hand liggende manier om dit te doen is door middel van kwantitatieve risicoanalyse en hiervoor zijn statistische methoden en technieken onontbeerlijk. Daarnaast is er geen instrumentarium beschikbaar om te analyseren of de keuzes die worden gemaakt ook de beste zijn. De locatie van bijvoorbeeld een wegtracé kan worden bepaald op grond van de informatie die het verwachtingsmodel biedt - maar de locaties waar het tracé niet komt, worden vervolgens niet onderzocht, dus we kunnen dan ook niet weten of we daadwerkelijk de beste keuze hebben gemaakt. Daarom dient de komende jaren geïnvesteerd te worden in methoden die een kwantitatieve onderbouwing kunnen geven van de te maken beleidskeuzen.

Als tweede prioriteit geldt onderzoek naar de mogelijkheden van archeologische verwachtingsmodellen die mede op basis van sociaal-culturele variabelen worden opgesteld. Hoewel ook landschappelijke variabelen een culturele betekenis zullen hebben gehad in het verleden, wordt op dit moment geen rekening gehouden met factoren als de onderlinge positie van nederzettingen, de effecten van continuïteit of discontinuïteit in bewoning en de invloed van specifieke typen sites op ruimtelijke activiteiten. Hiervoor dient enerzijds een ruimtelijke en inhoudelijke analyse te worden verricht van de archeologische dataset zelf en anderzijds onderzoek te worden gedaan naar archeologische en geografische theorieën over locatiekeuze die zich lenen voor ruimtelijke modellering. Naar verwachting zal een dergelijke benadering, behalve tot een verbetering van de archeologisch-theoretische grondslag van verwachtingskaarten, ook kunnen leiden tot betere voorspellingen. Dergelijk onderzoek zal ook een internationale uitstraling hebben.

¹¹⁹ Verhagen 2007. Zie ook Peeters (2005; 2007) en Whitley (2000, 2005).

3.2 Inventariserend veldonderzoek (IVO)

3.2.1: Oppervlaktekartering: Definitie

In de KNA wordt oppervlaktekartering als volgt gedefinieerd: “karteringsmethode waarbij aan de hand van vondsten vindplaatsen aan het oppervlak worden gelokaliseerd. Hiertoe worden met name akkerbouwpercelen (in verband met de vondstzichtbaarheid) in raaien met een regelmatige tussenafstand belopen, waarbij het oppervlak op vondsten wordt geïnspecteerd”. Het doel van een oppervlaktekartering is om archeologische vondsten op te sporen en te registreren. Door toepassing van de methode kan in gebieden waar sprake is van een goede vondstzichtbaarheid (zie onder) in een relatief korte tijd een eerste inzicht worden verkregen in de verspreiding en ouderdom van archeologische vindplaatsen en daarmee in de bewoningsgeschiedenis van een gebied.

Korte historie

De oppervlaktekartering kent een lange traditie en is een veelvuldig toegepaste methode in archeologisch Nederland. Het is een goedkope techniek, volledig non-destructief en levert naar verhouding veel informatie op wanneer grotere gebieden gekarteerd moeten worden. Vooral amateur-archeologen zijn vertrouwd met het uitvoeren van oppervlaktekarteringen: in veel regio's biedt het de mogelijkheid om op eenvoudige wijze archeologische vondsten te verzamelen. In de professionele archeologie is vooral in de jaren zeventig en tachtig van de vorige eeuw oppervlaktekartering uitgevoerd als onderdeel van de archeologische streekbeschrijving of *Landesaufnahme* (het Duitse woord voor veldverkenning).¹²⁰ In zijn boek over archeologische streekbeschrijving uit 1985 noemt Bos¹²¹ de regionale onderzoeken in Delfland, Vessem, Texel en Waterland als voorbeelden van succesvolle streekbeschrijvingen met een belangrijke rol voor oppervlaktekarteringen. Vanaf het midden van de jaren '90 zijn ook talrijke plangebieden vooruitlopend op niet-archeologische graafwerkzaamheden door middel van oppervlaktekartering geprospecteerd. Daarnaast wordt oppervlaktekartering nog altijd ingezet om steekproefsgewijs te karteren, bijvoorbeeld voor het verzamelen van gegevens voor regionale analyses of voor het maken van verwachtingskaarten. Het belang van de methode wordt onderstreept door de opname van een specificatie over oppervlaktekartering (VS02) in de KNA, als onderdeel van het protocol IVO overig.

Methode

Tijdens een oppervlaktekartering worden percelen systematisch in raaien belopen en onderzocht op de aanwezigheid van archeologische resten: fragmenten aardewerk, stenen artefacten, metalen voorwerpen, puin en andere materialen die een aanwijzing kunnen zijn voor de aanwezigheid van een vindplaats. De intensiteit waarmee percelen worden belopen, bepaalt in belangrijke mate het succes van oppervlaktekartering. Een afstand van 5 tot 10 meter tussen de looplijnen is gebruikelijk. Aangehouden is ook dat het lopen van een tweede set lijnen met een hoek van 45 graden op de eerste de opsporingskans maximaliseert.¹²² Afhankelijk van de vraag- en doelstellingen van onderzoek kan worden besloten de afstanden tussen de banen te vergroten of te verkleinen.

Ook de wijze waarop de vondsten worden verzameld, kan sterk van elkaar verschillen. Een exacte plaatsbepaling door middel van het driedimensionaal inmeten van vondsten is de meest nauwkeurige wijze van registratie. Maar ook kan worden gekozen voor het verzamelen van vondsten in vakken van bijvoorbeeld 10 x 10 meter. Op grasland beperkt de oppervlaktekartering zich tot het inspecteren van molshopen. Daarnaast kunnen ook bodemontsluitingen worden geïnspecteerd, bijvoorbeeld nieuw uitgegraven taluds van beken en geschoonde slootkanten. Bospercelen en grasland zonder molshopen lenen zich in de regel niet voor het uitvoeren van een oppervlaktekartering. In deze gebieden zijn booronderzoek of het graven van proefsleuven de meest geëigende methodes voor het opsporen van archeologische vindplaatsen.

Mogelijkheden en beperkingen

Door middel van oppervlaktekartering worden met name vindplaatsen met een grote archeologische neerslag (veel vondsten aan de oppervlakte) in kaart gebracht. Vuursteenvindplaatsen en nederzettingen uit bijvoorbeeld de Romeinse tijd en Late Middeleeuwen zijn hiervan voorbeelden. Nederzettingen van kleine omvang en met weinig archeologische neerslag en andere complextypen, zoals grafvelden en akkercomplexen, manifesteren zich doorgaans minder duidelijk aan de oppervlakte. In laatstgenoemde gevallen kan een handje vol scherven of zelfs een losse vondst van

¹²⁰ Bijv. Slofstra, 1976; Bos, 1985.

¹²¹ Bos 1985.

¹²² Banning, 2002.

een voorwerp (bijvoorbeeld een stenen dissel of een bronzen munt) reeds een aanwijzing voor een belangrijke vindplaats zijn.

Een beperking van een oppervlaktekartering is dat de methode niet geschikt is voor het opsporen van vindplaatsen die zich op grotere diepte beneden maaiveld bevinden. Daarbij gaat het om vindplaatsen die worden afgedekt door bijvoorbeeld een esdek of een laag klei of zand. Alleen indien archeologisch interessante lagen zich dicht onder of aan het maaiveld bevinden en artefacten door groundbewerking aan de oppervlakte zijn geraakt, is het uitvoeren van een oppervlaktekartering zinvol. Ook verkleuringen in een akker kunnen van archeologische betekenis zijn (bijvoorbeeld een aangeploegd spoor) en dienen tijdens een oppervlaktekartering te worden geregistreerd. Oppervlaktevondsten hebben ten slotte de eigenschap dat ze van elders afkomstig kunnen zijn en bijvoorbeeld door egalisatie of opgebrachte grond op de locatie terecht zijn gekomen.

Beperkingen houden verder verband met het hedendaagse grondgebruik en de mate van vondstzichtbaarheid. In het geval van een slechte vondstzichtbaarheid, is de bruikbaarheid ervan voor karterende (en waarderende, zie onder) doeleinden beperkt.¹²³ In dergelijke situaties is de kans groot dat vondsten niet worden herkend, waardoor vindplaatsen tijdens de kartering worden gemist. Voor een goede beoordeling van de resultaten van een kartering is het verder van belang dat in de rapportage melding wordt gemaakt van de mate van zichtbaarheid van een perceel. Zo kan de vondstzichtbaarheid worden onderverdeeld in geen, slecht, matig en goed. Van een goede vondstzichtbaarheid is sprake als percelen geploegd zijn of braak liggen (zonder oogstresten) en goed zijn uitgerend. Van een slechte vondstzichtbaarheid is sprake indien restanten van de oogst het zicht belemmeren of omdat het perceel net geploegd, maar nog niet uitgerend is. Onder deze omstandigheden is het niet zinvol om een oppervlaktekartering uit te voeren.

Detailkartering

Inleiding

Een specifieke, waarderende vorm van oppervlaktekartering betreft de detailkartering. Het doel van een detailkartering (in het Duits *Feinbegehung*) is om aan de hand van het verspreidingspatroon van oppervlaktevondsten beter inzicht te krijgen in de omvang, begrenzing en interne differentiatie van een archeologische vindplaats. Normaliter volgt een detailkartering op een oppervlaktekartering. De methode wordt uitgevoerd op een plaats waar eerder een concentratie van oppervlaktevondsten is vastgesteld.

Korte historie

In tegenstelling tot de oppervlaktekartering worden detailkarteringen weinig toegepast tijdens archeologisch veldwerk in Nederland. Voor het waarden van een vindplaats wordt tegenwoordig eerder een beroep gedaan op booronderzoek of proefsleuvenonderzoek. Vanwege deze alternatieve technieken beschouwen veel archeologen de detailkartering niet (meer) als een wezenlijk onderdeel van prospectief onderzoek. Toch zijn er zeker situaties waarin het uitvoeren van een detailkartering zinvol kan zijn. Een voorbeeld zijn steentijdvindplaatsen waarvan het vondstmateriaal grotendeels of volledig in de bouwvoor is opgenomen. Ook kan het zinvol zijn om direct voorafgaande aan een opgraving een detailkartering uit te voeren. Op deze wijze kan nader inzicht worden verkregen in de relatie tussen enerzijds (de verspreiding en aard van) vondsten aan de oppervlakte en anderzijds archeologische resten of sporen dieper in de bodem. Door de oppervlaktevondsten nauwkeurig in kaart te brengen, kunnen deze worden gerelateerd aan de opgravingsresultaten.¹²⁴

Methode

Tijdens een detailkartering wordt het hiertoe geselecteerde gebied (vaak een concentratie van oppervlaktevondsten) door twee personen intensief afgelopen. De onderlinge afstand tussen beide personen bedraagt niet meer dan twee à drie meter. Elke archeologische vondst wordt in het veld gemarkeerd, van een nummer voorzien en vervolgens driedimensionaal ingemeten.

Mogelijkheden en beperkingen

Evenals bij een oppervlaktekartering zijn de resultaten van een detailkartering sterk afhankelijk van het grondgebruik en de vondstzichtbaarheid (zie oppervlaktekartering). Dankzij het driedimensionaal inmeten van vondsten kunnen de resultaten van een detailkartering in de vorm van een nauwkeurige verspreidingskaart worden gepresenteerd. Daarbij kunnen eventuele

¹²³ Zie ook Hey & Lacey, 2001.

¹²⁴ Groenewoudt, 1994.

concentraties met een verschillend karakter (bijvoorbeeld aardewerk en vuursteen) of uit verschillende perioden (bijvoorbeeld prehistorisch en Romeins) ruimtelijk van elkaar worden gescheiden. Bovendien kan inzicht worden gekregen in de omvang en begrenzing van een archeologische vindplaats, althans voor zover deze vindplaats zich aan de oppervlakte manifesteert. Dergelijke informatie kan een betere onderbouwing geven aan het plannen en uitvoeren van archeologisch vervolgonderzoek, bijvoorbeeld door middel van het graven van proefsleuven.

3.2.2: Booronderzoek

Historie

Prospectief booronderzoek speelt in de Nederlandse archeologie al geruime tijd een belangrijke rol en is de meest voorkomende onderzoeksvorm binnen de Malta-gerelateerde archeologie. Van de in Archis geregistreerde onderzoeksmeldingen betreft ongeveer tweederde archeologisch booronderzoek. Met de recente ontwikkelingen in de (commerciële) archeologie heeft het prospectief booronderzoek een hoge vlucht genomen. Inmiddels is door de SIKB een archeologische standaardboorbeschrijving (ASB) gepubliceerd¹²⁵ die in de KNA 3.1 verplicht is gesteld. Daarnaast bestaat er een leidraad 'karterend booronderzoek'.¹²⁶

Prospectief booronderzoek is echter geen uitvloeisel van de ondertekening van het Verdrag van Valletta in 1992. De ontwikkeling van boormethoden is in Nederland sterk gerelateerd aan de positionering van Nederland als agrarische mogendheid in NW-Europa na de Tweede Wereldoorlog, waardoor behoefte bestond aan gedetailleerde en systematisch verzamelde, bodemkundige informatie. Reeds geruime tijd bestaat er in Nederland - en dan met name in Holoceen Nederland - een traditie, waarin archeologische en bodemkundige/geologische karteringen dikwijls werden gecombineerd. Grootschalig booronderzoek vond bijvoorbeeld plaats nabij Swifterbant in de jaren zeventig van de afgelopen eeuw, waarbij het prehistorische getijdenlandschap en daarin aanwezige nederzittingslocaties nauwkeurig in kaart zijn gebracht.¹²⁷ Ongeveer in diezelfde periode vonden karteringen plaats in West-Friesland, waar eveneens een getijdenlandschap in kaart werd gebracht.¹²⁸ Vervolgens kreeg het booronderzoek een ferme inbedding in de archeologie van Holoceen Nederland via het Assendelver Polder project van het IPP (thans AAC, UvA).¹²⁹ Misschien niet geheel toevallig, verwierf het booronderzoek daarna een prominente positie in het, door Roel Brandt - als één van de drijvende krachten achter het Assendelver Polder project¹³⁰ - geïnitieerde Regionaal Archeologisch Archiverings Project (R.A.A.P.) en werd de boormethode verfijnd en toepasbaar gemaakt voor Pleistoceen Nederland. Met name het onderzoek van Groenewoudt heeft hierin een belangrijke rol gespeeld.¹³¹

Met de toename van het booronderzoek, groeide in de loop der jaren ook de behoefte aan mechanisering van het boorwerk, met name in het kader van grootschalige karteringen op grote diepte bij Almere. Handmatig boorwerk is lichamelijk zwaar en zeer tijdrovend (en daardoor kostbaar) als op diepten van meerdere meters geboord moet worden. Uit deze behoefte volgde de ontwikkeling van het *aqualock*-systeem, dat als enige concurrerend (kwaliteit en snelheid) kan worden beschouwd met handboorgereedschap.¹³²

Uitgangspunten, mogelijkheden en beperkingen

Inmiddels heeft het booronderzoek haar bruikbaarheid voor de archeologische kartering van grote gebieden zeker bewezen en zijn veel vindplaatsen opgespoord. Toch is de effectiviteit van booronderzoek niet altijd en overal gelijk als gevolg van methodische beperkingen. Bovendien zijn er fundamentele theoretische problemen aan de orde. Zowel de methodische als de theoretische problemen hangen samen met de koppeling tussen de steekproef (zowel boorkernen als proefsleuven zijn steekproeven) en de aard en ruimtelijke manifestatie van sporen van vroeger menselijk handelen in de ondergrond.¹³³ Daarnaast is veel booronderzoek sterk gericht op het detecteren van vindplaatsen (de 'stippen op de kaart') en niet zozeer op het in kaart brengen van het

¹²⁵ Bosch, 2005.

¹²⁶ De leidraad 'karterend booronderzoek' kan worden gedownload van www.sikb.nl. Een leidraad 'inventariserend booronderzoek' is in voorbereiding.

¹²⁷ Hacquebord 1976

¹²⁸ Onder andere Ente 1976; idem 1977.

¹²⁹ Brandt *et al.* 1987

¹³⁰ Van der Leeuw 2005.

¹³¹ Groenewoudt 1994.

¹³² Hoog kwalitatieve steekboringen van 2 m lengte met de Nordmeijer en Begemann-boorsystemen leveren zeer goede kernen op, maar zijn met name geschikt voor het gericht bemonsteren op reeds bekende locaties en niet voor de systematische kartering van grotere gebieden.

¹³³ Peeters 2007.

cultuurlandschap in den brede. Strikt genomen worden met booronderzoek ook geen vindplaatsen opgespoord. Prospectief booronderzoek kan de aan-/afwezigheid van archeologische indicatoren op puntlocaties in kaart brengen. De ruimtelijke en chronologische relaties tussen die waarnemingen zullen nader moeten worden geanalyseerd en worden geïnterpreteerd om tot een begrip van het archeologische landschap te komen.¹³⁴

De theoretische grondslag van archeologische boorprospectie in Nederland is gebaseerd op de discussies die in de jaren tachtig van de vorige eeuw in de Verenigde Staten zijn gevoerd over het gebruik van proefputten als prospectiemethode. De essentie van de discussie ligt vooral in de vraag welke steekproefomvang (oppervlak, volume, ruimtelijke spreiding van waarnemingspunten) nodig is om een vindplaats te kunnen detecteren. In dit verband zijn twee factoren van belang: trefkans (*intersection probability*) en vindkans (*detection probability*).¹³⁵ De trefkans is de kans dat in een site wordt geboord,¹³⁶ de vindkans is de kans dat de aanwezige archeologische resten ook daadwerkelijk in een 'treffende' boring worden aangetroffen.¹³⁷ Het product van de trefkans en de vindkans bepaalt de opsporingskans. Hieruit volgt dat de opsporingskans variabel is en sterk afhankelijk is van de aard en ruimtelijke manifestatie van archeologisch herkenbare verschijnselen in de ondergrond.

Op basis van overeenkomsten in vorm, dichtheid en samenstelling van (mogelijke) artefacten en mogelijk antropogene objecten evenals vindplaatstype zijn door Tol *et al.* in Nederland zes prospectiegroepen onderscheiden:

1. nederzettingen met een archeologische laag;
2. nederzettingen met een strooiing van overwegend vuursteen;
3. nederzettingen met een strooiing van overwegend aardewerk;
4. sites met uitsluitend een grondsporenniveau (bijv. grafvelden);
5. lineaire sites (wegen, gegraven waterlopen);
6. sites als puntelementen (zoutovens, steenovens, scheepswrakken).

Afhankelijk van de te verwachten vindplaatstypes kan - theoretisch - dan de meest optimale onderzoeksstrategie (de boordiameter, het boorgrid en de waarnemingsmethode) bepaald worden. Voor gebieden waarvoor niet valt aan te geven welke typen sites er verwacht worden kan een standaardmethode (brede zoekoptie) gebruikt worden. Voor vindplaatsen met een lage vondstdichtheid is booronderzoek minder geschikt. Zoeksleuvenonderzoek¹³⁸ is dan de geëigende techniek, eventueel voorafgegaan door een verkennend booronderzoek om de landschappelijke eenheden nader te begrenzen of de gaafheid van het bodemprofiel vast te stellen.

De door Tol *et al.* voorgestelde benadering is echter niet zonder problemen, zeker waar het gaat om vindplaatsen die worden gekenmerkt door (meer of minder diffuse) strooiingen van vondstmateriaal (vuursteen, aardewerk).¹³⁹ Bij de berekeningen die in de betreffende studie ten grondslag liggen aan de indeling in prospectiegroepen en daaraan gekoppelde prospectiestrategie, is uitgegaan van een 'gemiddeld model'. Er is gerekend met gemiddelde dichtheden (N vondsten per oppervlakte-eenheid X), maar in de bodem zijn nu eenmaal geen gemiddelde dichtheden aanwezig. Binnen hetgeen we als 'site' wensen aan te duiden, is in werkelijkheid sprake van een grote variatie aan (relatieve) dichtheden. Dit betekent, dat de opsporingskans primair afhankelijk is van de definitie van een 'site', want dat bepaalt wat de kans is dat op een site wordt geboord (trefkans). De kans dat er daadwerkelijk archeologisch materiaal in een boring wordt aangetroffen, wordt vervolgens bepaald door de mate van variatie aan (relatieve) dichtheden in relatie tot het boorvolume (= steekproefvolume).¹⁴⁰ De discrepantie tussen de - op basis van boorresultaten - verwachte en de bij opgravingen werkelijk aangetroffen dichtheden/hoeveelheden vondstmateriaal is in dit verband illustratief.¹⁴¹ Op dit vlak is echter nog onvoldoende onderzoek gedaan, waarschijnlijk ook, omdat de problematiek verre van eenvoudig is en geschikte datasets ontbreken of niet makkelijk beschikbaar komen.¹⁴²

¹³⁴ Peeters 2007, 289.

¹³⁵ Krakker, Shott & Welch 1983. De Amerikaanse terminologie is voor de Nederlandse situatie vertaald door Groenewoudt (1994).

¹³⁶ Niet te verwarren met de trefkans die op de IKAW wordt gehanteerd: dit betreft de verwachte dichtheid aan archeologische vindplaatsen.

¹³⁷ Tol *et al.*, 2004.

¹³⁸ Ook wel prospectief graven genoemd.

¹³⁹ Peeters 2006; idem 2007.

¹⁴⁰ Peeters 2007.

¹⁴¹ Zie bijv. Bats, Bastiaens & Crombé (2004) en Peeters, Schreurs & Verneau (2001) voor enkele voorbeelden.

¹⁴² Door Peeters (2007, p. 269) wordt de problematiek opgevat als een schaalprobleem, waarbij de essentie zit in de vergelijking van en extrapolatie naar verschillende volume-eenheden (boorkern versus gridcel/vak), gekoppeld aan de werkelijke verdeling van objecten in de ondergrond. Zie voor een verdere discussie over dit onderwerp onder andere ook artikelen in de Archeobrief, verschenen in 2007 en 2008.

Daarnaast is het van belang om hier stil te staan bij de behandeling van boormonsters. Enerzijds heeft dit betrekking op de personele bezetting, anderzijds op de verwerking van grondmonsters. In diverse publicaties is al gewezen op de noodzaak voor het inzetten van inhoudelijk gekwalificeerd personeel.¹⁴³ Dit kan per gebied en te verwachten aard van archeologisch materiaal/perioden sterk verschillen. De betrouwbaarheid van een booronderzoek wordt hierdoor in sterke mate bepaald: wat niet herkend wordt, kan ook niet gevonden worden. Deze menselijke factor is minstens even belangrijk als de statistische factor 'vindkans'. Vervolgens wordt de vindkans ook nog beïnvloed door de verwerkingswijze van monsters. Er bestaat een groot verschil tussen het handmatig verbrokkelen in het veld en het systematisch (nat) zeven over een maaswijdte van 1 mm en vervolgens uitzoeken van gedroogde residuen. Naar de effecten hiervan is evenmin nog veel onderzoek uitgevoerd. Een interessant voorbeeld van Bats *et al.* gaat in op het effect van verschillende zeefmaaswijdtes (4, 3, 2 en 1 mm) op de herkenbaarheid en omvang van vuursteenstrooiingen.¹⁴⁴

Agenda

Onderzoek naar de betrouwbaarheid en zeggingskracht van prospectief onderzoek blijft van het grootste belang. Dit geldt zowel voor vindplaatsgericht booronderzoek, als voor booronderzoek dat meer is gericht op het in kaart brengen van het bredere cultuurlandschap. Hoewel door Tol *et al.* aandacht is besteed aan de minimale eisen waaraan booronderzoek voor het opsporen van vindplaatsen zou moeten voldoen, is het nog onvoldoende duidelijk hoe de verschillende archeologische vindplaatsen die Nederland kent zich manifesteren bij prospectief onderzoek. Een systematische evaluatie van opgravingen en begeleidingen, waarbij de voor prospectie relevante kenmerken worden geregistreerd, vindt op dit moment niet plaats. Dit geldt voor de vondstdichtheid van verschillende klassen artefacten, de fragmentatiegraad van het vondstmateriaal, en de ruimtelijke verspreiding van artefacten en grondsporen. Ook worden de resultaten van prospectieonderzoek in relatie tot de resultaten van successievelijke opgravingen of begeleidingen niet systematisch geëvalueerd. Deze gegevens zijn echter wel noodzakelijk om efficiënte prospectiestrategie te kunnen ontwikkelen voor het opsporen van vindplaatsen. Voor het onderzoek van cultuurlandschappen is het voorts noodzakelijk dat prospectief booronderzoek zich meer richt op het in kaart brengen van de ruimtelijke en chronologische structuur van het actuele, archeologische landschap. Daarbij is het van belang dat niet alleen wordt gekeken naar zones met archeologische indicatoren, maar ook naar zones waar deze ontbreken en dat informatie wordt verzameld over landschapsvormende processen. De focus ligt daardoor niet zozeer op de vraag wat men in het verleden op een specifieke plaats heeft gedaan, maar op de vraag hoe het landschap is gebruikt en hoe archeologische verschijnselen (inclusief de 'lege' gebieden!) in de context van landschapsvormende processen begrepen kunnen worden. In relatie met de vraag naar de betekenis van ruimtelijke patronen in het landschap kan ook gedacht worden aan onderzoek naar specifieke materiaalgroepen. Zo is onderzoek naar de 'mobiliteit' van vuursteensplinters in relatie tot vuursteensites van belang om inzicht te verkrijgen in de mogelijke betekenis van diffuse vuursteenstrooiingen in een gebied. Als er meer inzicht is in de mate waarin microdebitage bijvoorbeeld door de wind verplaatst kan zijn, zijn er mogelijk meer aanknopingspunten om te differentiëren in verspreidingspatronen die bij booronderzoek worden vastgesteld. Het is verder wenselijk dat er een mechanisch boorsysteem komt dat beter geschikt is voor archeologisch onderzoek en bij voorkeur voor verschillende soorten onderzoek te gebruiken is. Omdat het niet te verwachten is dat een dergelijke ontwikkeling snel spontaan plaats zal vinden, zou deze vanuit de archeologie ingezet moeten worden. Op die manier kan ook zeker gesteld worden dat het uiteindelijke systeem goed aansluit op de eisen en wensen van de archeologisch onderzoeker. Uiteindelijk zou een dergelijke ontwikkeling kunnen en moeten leiden tot een reductie in de kosten voor archeologisch vooronderzoek, al dan niet met een groter percentage opgespoorde sites. Het verdient verder aanbeveling om onderzoek uit te voeren naar de mogelijkheden van prospectief boren naar grotere grafvelden¹⁴⁵ in *wetland*-situaties. Omdat dan een fijnmazig boorgrid vereist is (waarschijnlijk kleiner dan 20x25 m) is het verstandig om een dergelijk onderzoek uit te voeren in situaties waar, door de vastgestelde aanwezigheid van een nederzetting, de locatie van het bijbehorende grafveld bij benadering bekend is.

3.2.3: Proefsleuvenonderzoek Inleiding

¹⁴³ Banning 2002; Kildea & Musch 2006. Zie Van Kolschoten (2006) voor vergelijkbare opmerkingen in relatie tot paleontologische prospectie en uitvoeringsbegeleiding.

¹⁴⁴ Bats, Bastiaens & Crombé 2004.

¹⁴⁵ Inhumatie en crematie met randstructuren.

Proefsleuvenonderzoek vormt reeds jarenlang een volwaardig en belangrijk onderdeel van de cyclus van de Archeologische Monumentenzorg (AMZ) in Nederland. Op jaarbasis worden tientallen onderzoeken in de vorm van proefsleuven uitgevoerd, waarbij verschillende typen vindplaatsen van verschillende ouderdom en in uiteenlopende landschappelijke settings worden onderzocht. Het belang van proefsleuvenonderzoek blijkt ook uit de Kwaliteitsnorm Nederlandse Archeologie (KNA). Hierin is een apart protocol Inventariserend Veldonderzoek, proefsleuvenonderzoek (IVO-P) opgenomen.

Historisch overzicht

Het graven van sleuven kent een lange traditie in archeologisch veldwerk in Nederland. Rond 1905 werd het graven van zoeksleuven voor het eerst op systematische wijze toegepast door J.H. Holwerda. In deze vroege jaren van de professionele archeologie werd uitsluitend handmatig gegraven. De introductie van graafmachines betekende een enorme winst wat betreft de snelheid waarmee sleuven en vlakken konden worden aangelegd. Een voorbeeld van grootschalig sleuvenonderzoek in de jaren '70 waarbij gebruik werd gemaakt van smalle sleuven, is Hoogkarspel-Tolhek.¹⁴⁶ Vanaf de jaren '80 zijn talrijke plangebieden vooruitlopend op de aanleg van nieuwbouwwijken en bedrijventerreinen grootschalig en op systematische wijze door middel van proefsleuven onderzocht.

Tegenwoordig wordt het graven van proefsleuven toegepast in alle fasen van het IVO. In termen van de KNA gaat het om IVO verkennende fase, IVO karterende fase en IVO waarderende fase. Daarnaast wordt het graven van proefsleuven – zoals dat in Frankrijk en delen van Duitsland al jaren de norm is – in toenemende mate gebruikt als een *geïntegreerde* methode van verkennend, karterend én waarderend onderzoek. Doel ervan is het verkrijgen van inzicht in niet alleen de aan- of afwezigheid van archeologische sporen en resten, maar ook in de inhoudelijke en fysieke kwaliteit ervan. Deze werkwijze is algemeen bekend van regionale onderzoeksprojecten, zoals die door de Faculteit der Archeologie van de Universiteit Leiden en de Hendrik Brunsting Stichting van de Vrije Universiteit in Zuid-Nederland worden uitgevoerd. Voorbeelden zijn Cuijk, Weert, Nederweert, Someren en Oss.¹⁴⁷

Mogelijkheden en beperkingen

Het graven van proefsleuven is vooral voor de hogere Pleistocene zand- en lössgronden van waarde gebleken voor het opsporen en nader onderzoeken van archeologische sporen en resten. Veel vindplaatsen in deze gebieden hebben gemeen dat ze uit een grondsporenniveau en een strooiing met een overwegend lage dichtheid van vondsten bestaan. Bovendien bevinden de archeologische sporen zich in de regel binnen 0,5 tot 1 meter –mv en boven de grondwaterspiegel: ze kunnen om deze reden gemakkelijk door middel van proefsleuven worden getraceerd en onderzocht. In Holoceen Nederland en vooral in gebieden waar archeologische sporen en resten dieper dan ca. 2 m – mv liggen, is proefsleuvenonderzoek als karteringsmethode vrijwel ongeschikt. In een dergelijke situatie moet al gauw met bronbemaling worden gewerkt en moeten de sleuven getrapt worden aangelegd. Het voorkomen van archeologische sporen en resten op grotere diepte is bijvoorbeeld van toepassing op het veenweide gebied in West-Nederland en het centraal Nederlands rivierengebied. Voor het opsporen van vindplaatsen in deze afgedekte landschappen ligt het uitvoeren van booronderzoek als methode van prospectief onderzoek meer voor de hand.

In vergelijking met booronderzoek is de opsporingskans van bepaalde typen vindplaatsen door middel van proefsleuvenonderzoek veel groter.¹⁴⁸ Ook vindplaatsen zonder archeologische laag (uitsluitend grondsporen), met een lage vondstdichtheid of bestaande uit kleine clusters van vondsten kunnen in de regel met deze methode worden opgespoord. Voorbeelden zijn graven, erfafscheidingen en perceelsgrenzen en dunne verspreidingen van stenen artefacten. Het gaat om archeologische fenomenen die 'in de boringen' (zelfs bij toepassing van een dicht grid) niet of moeilijk worden herkend en daarmee zonder het graven van proefsleuven zelden in kaart worden gebracht.

Tenslotte hebben proefsleuven als voordeel dat profielen gedetailleerd kunnen worden bestudeerd en dat de bodemkundige (stratigrafische) context, gaafheid en conservering van archeologische sporen en resten beter kunnen worden bepaald.

Effectiviteit en betrouwbaarheid

De pluriformiteit van het archeologische bodemarchief in termen van typen vindplaatsen, ouderdom en landschappelijke context ervan heeft als gevolg dat het proefsleuvenonderzoek een grote mate van

¹⁴⁶ zie o.a. Fokkens 2007.

¹⁴⁷ Voor een overzicht van grote regionale projecten, zie Bloemers 1999.

¹⁴⁸ Zie Tol et al 2004, p. 43.

variatie laat zien. Maar ook gebieden of vindplaatsen waarvoor vergelijkbare uitgangspunten en doel- en vraagstellingen van onderzoek gelden, worden vaak op verschillende manieren door middel van proefsleuven onderzocht. Blijkbaar bestaan er onder Nederlandse archeologen verschillen in opvatting ten aanzien van de werkwijze die in het veld moet worden gehanteerd. Zo worden in vergelijkbare situaties sleuven van verschillende lengtes en breedtes gegraven en bestaan er variaties in het patroon waarin de proefsleuven worden aangelegd. Hierbij moet worden opgemerkt dat deze verschillen in werkwijze vooral van toepassing zijn op waarderend proefsleuvenonderzoek. Uitgaande van een verwachting over de aanwezigheid van bepaalde typen vindplaatsen, neemt men een besluit over wat de best geëigende waarderingsmethode is: hoe breng ik een vindplaats van het type X het best en meest efficiënt in beeld. De afgelopen jaren is bijvoorbeeld op de Brabantse zandgronden ervaring opgedaan met methoden van prospectief proefsleuvenonderzoek, met als doel het opsporen van elk mogelijk type vindplaats als onderdeel van een 'brede zoekoptie'. Wat betreft dit onderzoek kunnen we ook aansluiten bij voorbeelden uit de praktijk van verkennend proefsleuvenonderzoek in Frankrijk. De vraag die daarbij over het algemeen van belang is, geldt niet zozeer het patroon van sleuven als wel de afstand tussen proefsleuven, waarvan de dekkingsgraad een afgeleide vormt.

Tot nu toe is er weinig vergelijkend onderzoek verricht naar de effectiviteit en betrouwbaarheid van proefsleuvenonderzoek gericht op het opsporen van vindplaatsen in Nederland. Wel is er op dit punt onderzoek gedaan met betrekking tot het waarderen van vindplaatsen. Een van de weinige voorbeelden is de analyse van M. Hissel¹⁴⁹ van twee opgravingen in het Brabantse zandgebied (Someren en Lieshout) waarbij sporen uit de Romeinse tijd en de Middeleeuwen zijn aangetroffen. Van beide opgravingen heeft Hissel een hectare van de opgravingsplattegrond geselecteerd en vervolgens geconfronteerd met verschillende (hypothetische) proefsleuvenonderzoeken. Uit haar analyse blijkt dat voor het waarderen van de geanalyseerde vindplaatsen de afstand tussen de sleuven belangrijker is dan de dekking van het areaal. Verder bieden sleuven met een geringe tussenafstand de beste opsporingskans.¹⁵⁰ Deze sleuven dienen wel breed genoeg te zijn om grondsporen te kunnen waarnemen.

Gegevens over de effectiviteit van proefsleuven uit het buitenland zijn onder andere afkomstig uit Frankrijk. Een gangbare methode daar is de *méthode Lorraine* (noot verwijderd) waarbij sleuven in een verspringend grid en met een tussenruimte van 15 of 20 m worden aangelegd. De lengte van de sleuven is eveneens 15 of 20 m en de breedte 2 m. De kans op het aantreffen van een grote of middelgrote vindplaats wordt bij een tussenafstand van 20 m reeds zeer groot geacht (99%). Voor een kleine vindplaats met een diameter van 5 meter of een geïsoleerd graf is de kans op het aantreffen ervan beduidend kleiner: respectievelijk 20% en 10%.¹⁵¹ In Frankrijk wordt momenteel in het algemeen met een dekkingsgraad van 12% gewerkt.¹⁵²

In Denemarken wordt in de regel gewerkt met een dekking van 10-15%.¹⁵³ Er worden parallel aan elkaar lange doorlopende sleuven uitgegraven met een afstand tussen twee sleuven van 20 meter. De minimum breedte van de sleuven bedraagt 2 tot 4 meter.

Ten aanzien van het opsporen (en waarderen) van archeologische vindplaatsen door middel van proefsleuven wordt hier volstaan met het noemen van enkele algemene uitgangspunten:¹⁵⁴

- Voor het bepalen van de afmetingen van een sleuf zijn vooral de (verwachte) dichtheid, verspreiding en de herkenbaarheid van grondsporen en/of vondsten van belang. Om inzicht te krijgen in de aanwezigheid van zowel zones met een hoge spoor- en vondstdichtheid als zones met een lage spoor- en vondstdichtheid verdienen korte sleuven in een systematisch patroon de voorkeur. Door de afstand tussen twee sleuven te beperken wordt een hoger dekkingspercentage bereikt. Daarmee neemt de kans toe dat ook locaties met een lage spoor- of vondstdichtheid in kaart worden gebracht.
- Indien sporen en vondsten zich duidelijk aftekenen in het horizontale vlak kan vaak worden volstaan met een breedte van de sleuf van 2 meter. Voor gebieden waar wordt uitgegaan van een lage vondstdichtheid of van slecht herkenbare sporen kan worden besloten tot het graven van sleuven met een breedte van 4 meter. Hierdoor wordt (bij gelijke tussenafstand, gelijke lengte en een gelijk aantal proefsleuven) een hoger dekkingspercentage en daarmee een grotere kans op het aantreffen van archeologische sporen en resten bereikt. In brede sleuven is de kans dat slecht of moeilijk zichtbare sporen worden herkend groter dan in smalle sleuven.

¹⁴⁹ Hissel 2002.

¹⁵⁰ Zie ook Champion et al. 1995.

¹⁵¹ Mondelinge mededeling J. Vanmoerkerke (INRAP).

¹⁵² Mondelinge mededeling M. Gazenbeek (INRAP, Metz).

¹⁵³ Vejdirektoratet 2005.

¹⁵⁴ Voor een uitgebreidere bespreking, zie Borsboom, A. & P. Verhagen, 2008.

- Hoe beter de sleuven over het onderzoeksgebied verspreid liggen, des te beter kan een eerste inzicht worden verkregen in de archeologische kenmerken van een gebied. Het patroon waarin proefsleuven het beste kunnen worden aangelegd, is mede afhankelijk van de omvang en aard van de (verwachte) archeologische sporen en resten.
- Voor het onderzoek van de landschappelijke context van vindplaatsen (waaronder de mate van erosie) worden proefsleuven bij voorkeur met een oriëntatie haaks op het reliëf aangelegd.

Integratie van kartering en waardering

Zoals eerder vermeld, wordt in de KNA onderscheid gemaakt tussen een IVO karterende fase en een IVO waarderende fase, gericht op respectievelijk het opsporen en waarderen van archeologische vindplaatsen (verdichtingen of concentraties van archeologische sporen of resten). In de afgelopen jaren is in Nederland prospectief onderzoek hoofdzakelijk volgens deze fasering uitgevoerd. Nadat bijvoorbeeld een nederzettingsterrein door middel van boringen is getraceerd, wordt een rapport opgesteld en een besluit genomen over het wel of niet uitvoeren van vervolgonderzoek. Indien de vindplaats hiervoor in aanmerking komt, wordt een PvE opgesteld voor waarderend onderzoek, bijvoorbeeld door middel van het graven van proefsleuven. Deze werkwijze is sterk vindplaatsgericht en kent twee duidelijk in tijd gescheiden fasen: een karterende fase en een waarderende fase.

Bij het toepassen van een 'open' onderzoeksstrategie (zie inleiding van dit hoofdstuk) gaat het niet om het opsporen van vindplaatsen van een bepaald type of met bepaalde prospectiekenmerken, die voorafgaande aan het veldwerk in de gespecificeerde verwachting zijn benoemd. Het veldwerk bestaat uit een integratie van karterend en waarderend proefsleuvenonderzoek, waarbij niet alleen archeologische sites (nederzettingen en grafvelden), maar ook 'off-site' archeologische sporen en resten worden opgespoord en gewaardeerd. Het onderscheid tussen een IVO, karterende fase en IVO, waarderende fase is in deze aanpak niet aan de orde. Afhankelijk van de resultaten ervan worden gebieden geselecteerd voor vlakdekkende opgraving.

Bij het gelijktijdig (integraal) uitvoeren van karterend en waarderend onderzoek wordt eerst door middel van proefsleuven vastgesteld of en in welke delen van het plangebied archeologische sporen en resten aanwezig zijn. Bij het aantreffen hiervan wordt direct overgegaan op het uitvoeren van waarderend onderzoek. Daarbij kan het gaan om het verbreden van de sleuven, het verder opgraven (bijvoorbeeld het couperen van grondsporen) en/of het graven van tussenliggende proefsleuven. Afhankelijk van de aard van de aangetroffen sporen wordt bij het graven van tussenliggende sleuven vastgehouden aan het sleuvenpatroon van het karterende onderzoek. Nieuwe inzichten kunnen eventueel leiden tot aanpassingen in het patroon.

Met genoemde werkwijze is reeds jarenlang ervaring opgedaan in het buitenland (Frankrijk, Duitsland, etc.). In Nederland is deze werkwijze in de afgelopen jaren regelmatig toegepast door de Faculteit der Archeologie van de Universiteit Leiden op de Brabantse zandgronden.¹⁵⁵ Om vast te stellen of archeologische sporen en/of resten aanwezig zijn, worden verspreid over het plangebied proefsleuven gegraven. De sleuven liggen parallel aan elkaar en zijn 2 m breed. De afstand tussen twee sleuven bedraagt circa 25 m, afhankelijk van de aard van het te karteren gebied. Uitgangspunt is een dekkingspercentage van 10%. Een voordeel van lange sleuven is praktisch van aard: de kraanmachinist kan in één werkgang doorgaan met het uitgraven van een sleuf en hoeft niet telkens opnieuw een begin te maken met het uitgraven van een nieuwe sleuf. Bovendien kan een doorlopende sleuf in een keer worden ingemeten, terwijl een opeenvolging van korte sleuven veel meer meetwerkzaamheden vergt.¹⁵⁶ Op basis van de bevindingen van de eerst gegraven proefsleuven kan vaak zeer gericht een vervolg aan het onderzoek worden gegeven, inclusief het waarderen van aangetroffen sporen en resten. Daarbij kan van geval tot geval worden gekozen voor een zeer specifieke aanpak: van een vast stramien of standaard is in de regel geen sprake.

3.2.4 Geofysische methoden

Inleiding

De geofysica onderzoekt de fysische eigenschappen van de bodem, zoals de magnetische, elektrische, elektromagnetische of akoestische eigenschappen.¹⁵⁷ Met behulp van geofysische technieken kunnen geologische anomalieën in kaart worden gebracht, maar ook (antropogene)

¹⁵⁵ Fokkens, 2007. Dezelfde werkwijze wordt thans door Archol toegepast.

¹⁵⁶ Fokkens 2007.

¹⁵⁷ Scollar *et al.*, 1990.

verstoringen van de natuurlijke ondergrond. Dit is de reden dat deze van oorsprong geologische technieken nu ook voor archeologische doeleinden ingezet worden.

De meest gangbare geofysische onderzoekstechnieken binnen de archeologie zijn de magnetometrie, elektrische weerstandstechnieken, elektromagnetische technieken en akoestische technieken.¹⁵⁸

Met de groei van het aantal bodemingrepen met daaraan voorafgaand een archeologisch onderzoek is de laatste jaren ook de behoefte gegroeid om op een snelle en goedkope manier inzicht te krijgen in wat er zich in de bodem bevindt. De methodische ontwikkeling is hierbij echter achter gebleven. Inmiddels wordt geofysisch prospectief onderzoek specifiek voor archeologische doeleinden door een aantal bedrijven aangeboden. Hieronder volgt een overzicht van de verschillende geofysische methoden, hun toepassingsmogelijkheden en beperkingen. Allereerst volgt echter een algemeen beeld en zal aangegeven worden hoe er in de toekomst gebruik gemaakt kan cq. zou moeten worden gemaakt van geofysische methoden.

Korte historie van het gebruik van geofysische technieken in de archeologie

Geofysische technieken zijn zeer belangrijk voor het opsporen van olie- en gasvelden. Dit belang heeft ervoor gezorgd dat deze technieken een snelle ontwikkeling hebben doorgemaakt, waardoor het ook mogelijk werd om ze voor de archeologische prospectie in te zetten. Vanaf de jaren veertig van de 20^e eeuw zijn geofysische methoden in Groot-Brittannië en de Verenigde Staten ingezet om archeologische resten in kaart te brengen. Aanvankelijk werd vooral elektrisch weerstandsonderzoek gebruikt, maar in de jaren zestig ontstond daarnaast, door de ontwikkeling van een lichtgewicht magnetometer, de mogelijkheid om snel en grootschalig magnetisch prospectief onderzoek uit te voeren. De archeologische geofysica raakte in deze periode academisch ingebed in Groot-Brittannië, de Verenigde Staten, Zwitserland, Italië, Frankrijk en Duitsland. Pas sinds kort is de prospectieve geofysische archeologie ook in Nederland academisch ingebed op het Instituut voor Geo- en Bioarcheologie op de Vrije Universiteit. In Nederland werden in de jaren zeventig de eerste geofysische opnames van archeologische vindplaatsen uitgevoerd. In de jaren tachtig waren de geofysische methoden zoveel beter en sneller geworden dat ze door commerciële archeologische bedrijven konden worden ingezet. Daarnaast hebben deze technieken een grote groei door kunnen maken door de beschikbaarheid van krachtige computers en zeer nauwkeurige plaatsbepalingssystemen (GPS).

Naast de elektrische en magnetische methoden ontstond aan het eind van de vorige eeuw interesse in de bruikbaarheid van elektromagnetische methoden, zoals grondradar, voor archeologische doeleinden. In Groot-Brittannië en de Verenigde Staten is vanaf de jaren negentig de archeologische interesse verschoven van de vindplaats naar het cultuurlandschap en worden geofysische methoden steeds vaker op grootschalige wijze ingezet. In Nederland is de inzet van de geofysica in de archeologie echter op vindplaatsniveau blijven steken.

Toepassing van geofysische technieken

Geofysische technieken zitten als archeologisch prospectieve methode wat betreft detail en kosten tussen booronderzoek en proefsleuvenonderzoek in. Voor waterbodems is het, naast een gericht bureauonderzoek, de enige methode om prospectief onderzoek in het veld uit te voeren. De afzonderlijke geofysische technieken zijn binnen de Nederlandse context echter nog onvoldoende getest, waardoor het moeilijk is om uitspraken te doen over toepasbaarheid van de verschillende technieken. Wellicht zouden deze non-destructieve technieken een belangrijke schakel kunnen vormen in de prospectieve archeologie.

Geofysische technieken kunnen naast booronderzoek gebruikt worden om de eventueel aanwezige archeologische resten in kaart te brengen. Anderzijds zijn boringen voor de interpretatie van de geofysische dataset vaak onontbeerlijk.

Elektrische weerstandsmetingen kunnen ingezet worden op vindplaatsen met (bak)steenbouw en grote gegraven sporen, zoals grachten en greppels. Magnetometrisch onderzoek is inzetbaar bij verbrande structuren, ovens en haarden, metaalbewerkingssites, moerneringsporen en wegen. Van grondradar is bekend dat het goed werkt om (bak)steenstructuren op zandgronden in kaart te brengen. Bovendien kan er mee onder bestrating worden gemeten. Een Drentse veenweg is met succes gekarteerd met behulp van grondradar¹⁵⁹, in Duitsland is hiervoor *Spectral Induced*

¹⁵⁸ Zie voor een uitgebreide beschrijving van deze methoden Gaffney & Gater 2003 en Clark 1996.

¹⁵⁹ Hoewel de veenweg duidelijk zichtbaar werd in de metingen, wilde men nog exactere gegevens omtrent de locatie. Theunissen *et al* 2006

Polarisation gebruikt¹⁶⁰. Onderzoek naar de kartering van nat hout is bij uitstek een onderwerp dat binnen de Nederlandse archeologie zou moeten worden opgepikt. Tot op heden zijn er geen geofysische methoden ingezet voor het opsporen van de natte archeologie in het holocene winterbed van rivieren. Met de recentelijk verbeterde geofysische technieken en plaatsbepalingssystemen moet het nu mogelijk zijn om deze technieken structureel in dit type prospectief onderzoek toe te passen. Een succesvol uitgevoerde sedimentologisch onderzoek met behulp van grondradar geeft aan dat de techniek inderdaad ook toegepast zou kunnen worden voor archeologische prospectie.¹⁶¹ Het opsporen van scheepsresten door middel van karterend booronderzoek is moeilijk en kostbaar. Vooral de locatie van scheepsresten in diepe geulen is moeilijk te voorspellen. Geofysische onderzoekstechnieken zouden hier een uitkomst kunnen bieden, waarbij ingezet kan worden op het karteerbaar maken van de lading of van het schip.

Geofysische technieken kunnen ook op een geologische manier ingezet worden voor archeologische doeleinden. Een voorbeeld van een typisch Nederlandse problematiek is de prospectie van het afgedekte pleistocene landschap van de IJsselmeerpolders. Hier is de pleistocene oppervlakte afgedekt met enkele meters holocene sedimenten. Archeologische prospectie wordt aan de hand van een booronderzoek uitgevoerd, maar wordt bemoeilijkt door de dikte van het te doorboren pakket. Geofysische methoden kunnen in principe het pleistocene (micro)reliëf in kaart brengen, zodat het booronderzoek meer gericht kan worden uitgevoerd. De uitdaging is hierbij dat een bestaande techniek (waarschijnlijk elektromagnetisch of geo-elektrisch) zo aangepast zal moeten worden dat er op een hoge resolutie snel gemeten kan worden.

Mogelijkheden en beperkingen en onderzoeksagenda geofysische methoden

De belangrijkste uitdaging binnen het archeologisch geofysisch prospectief onderzoek is een verandering van schaal. Terwijl prospectief boren en *remote sensing* als grootschalige onderzoeksmethoden gebruikt worden, worden geofysische methoden op het land vaak op het niveau van een enkele vindplaats ingezet. Dit is historisch zo gegroeid; in de beginjaren van de archeologische geofysica kon dit technisch gezien niet anders en bovendien was ook de archeologie als wetenschap site-gericht. Nu in de archeologische wetenschap de aandacht van de vindplaats naar het cultuurlandschap is verschoven, is het nodig om de prospectieve methodologie zo aan te passen dat dit veranderde onderzoeksobject onderzocht kan worden. Aan de apparatuur is technisch gezien veel veranderd. Vooral geofysische methoden maken een constante ontwikkeling door, waardoor apparatuur steeds sneller kan meten, meer sensoren en meer dataopslag heeft. De koppeling van veel van de apparatuur aan GPS systemen en 'gemotoriseerd meten' maakt ook dat de methoden sneller zijn geworden. In het buitenland worden geofysische technieken dan ook steeds vaker ingezet om archeologische landschappen in kaart te brengen (bijv. rond het Egyptische Saqqara¹⁶² en neolithisch Orkney¹⁶³). Ook in Nederland zal, als men dat wil, grootschalig geofysisch onderzoek vaker deel uit kunnen maken van archeologische inventarisatieprojecten.

Voor het zover is, is het echter noodzakelijk om voor de Nederlands archeologisch-geologische situatie een evaluatie van de afzonderlijke geofysische technieken te maken. Op dit moment gebeurt dat voor de magnetometrie¹⁶⁴, maar voor de andere technieken is het niveau van de *case study* niet vaak overstegen. Het onderzoek in Nederland zal zich op twee zaken moeten richten. Allereerst moet onderzocht worden hoe 'oude' technieken zoals magnetometrie, geo-elektrisch onderzoek en grondradaronderzoek in de Nederlandse situatie gebruikt kunnen worden. Daarnaast moet vernieuwend onderzoek zich richten op het ontwikkelen van nieuwe methodes in specifiek Nederlandse situaties. De archeologische geofysica in het buitenland richt zich momenteel vooral op de verbetering van elektromagnetische technieken en het zou logisch zijn als de Nederlandse archeologie zich hierbij aan zou sluiten. Door technische ontwikkelingen zijn grondradarsystemen¹⁶⁵ steeds bruikbaar geworden voor de archeologie. Het is nu van belang uit te zoeken in hoeverre grondradar in de Nederlandse *wetlands* bruikbaar is voor archeologische prospectie. Op de zandgronden moet onderzocht worden of de dikte van een plaggendek met behulp van grondradar in kaart gebracht kan worden. Ook zou men kunnen onderzoeken of geofysische technieken inzetbaar zijn bij bijvoorbeeld terpenonderzoek of onderzoek naar grafheuvels.

¹⁶⁰ Schleifer et al. 2002

¹⁶¹ Bakker et al. 2007

¹⁶² Mathieson et al. 1999.

¹⁶³ GSB Prospection 2004.

¹⁶⁴ Kattenberg & Aalbersberg, 2004.

¹⁶⁵ Ground Penetrating Radar (GPR).

Er moet aandacht besteed worden aan alternatieve methoden om het pleistocene oppervlak, daar waar dit is afgedekt door dikke holocene pakketten, in kaart te brengen. De toepassing van geofysische technieken zoals de multi-sensor weerstandsmeter of reflectietechnieken (akoestiek of GPR) ligt hierbij voor de hand. Een nieuw type elektromagnetisch instrument, de EM38B, heeft goede resultaten opgeleverd bij prospectief archeologisch onderzoek in Groot-Brittannië. Dit instrument kan naast de conductiviteit van de bodem ook de magnetische susceptibiliteit meten en combineert dus een meting van twee fysische eigenschappen in één instrument. Het is zinvol om dit instrument ook voor de Nederlandse situatie te onderzoeken.

Voor onderzoek in het holocene winterbed van rivieren en voor onderzoek aan waterbodems is de ontwikkeling van geofysische methoden eveneens van groot belang. Dit omdat deze gebieden met conventionele technieken moeilijk te onderzoeken zijn en omdat het hier gaat om zeer hoogwaardige, maar tevens zeer kwetsbare archeologische resten. In NOaA hoofdstuk 21 (Het rivierengebied in de Middeleeuwen en Vroegmoderne tijd) komen de rivieren en uiterwaarden als aandachtsgebied aan de orde. Uit dit hoofdstuk blijkt dat onze huidige kennis over het ontstaan van de uiterwaarden en de constructie van kunstwerken voor een groot deel gebaseerd is op geschreven bronnen. Het beeld dat deze bronnen hiervan geven is nog maar nauwelijks door middel van archeologische opgravingen of onderwaterarcheologie getoetst. Bovendien zijn als gevolg van ingrepen in de bedding van de rivier veel oorspronkelijk middeleeuwse elementen en patronen verdwenen. In de meest recente rivierbeteringsprojecten worden nu ook veel 19e eeuwse elementen bedreigd. Geofysische technieken kunnen een belangrijke rol spelen bij het in kaart brengen van deze elementen. Er moet echter nog nader onderzoek gedaan worden naar de toepassing van de verschillende geofysische technieken in zowel het holocene winterbed als in waterbodems. Welke geofysische technieken zijn het meest geschikt voor het opsporen van archeologica gelegen in de zogenaamde natte aandachtsgebieden? Is de inzet van een geofysische techniek nog afhankelijk van de aard en omvang van de te verwachten archeologica? Welke waarde kan worden toegekend aan de verschillende geofysische technieken? Uit het IMAGO-onderzoek is gebleken dat er niet één enkele meettechniek bestaat, waarmee het probleem van de detectie van archeologische waarden in een waterbodem kan worden opgelost. Er zal bijna altijd een combinatie van technieken moeten worden gebruikt.¹⁶⁶ Aangezien het hier gaat om technisch hoogwaardige onderzoeken en er een duidelijk gemeenschappelijk belang is wordt de aanbeveling gedaan om het innovatieve onderzoek zoveel mogelijk in synergie met de waterbeheerder (in de meeste gevallen Rijkswaterstaat) te realiseren. Proeven gedaan met bodempenetrerende georadar zijn, onder laboratoriumomstandigheden, zeer succesvol geweest.¹⁶⁷ Onderzoek in het veld lijkt ook veelbelovend.¹⁶⁸ Naar verwachting kan deze techniek na nader onderzoek en modificatie succesvol worden ingezet, zowel in het natte als op het droge. Deze techniek heeft de beperking dat ze alleen gebruikt kan worden in zoet water, waardoor de techniek vooral geschikt is voor de natte prospectie in het rivierengebied.

Beschrijving geofysische methoden

Elektrische methoden (weerstandsonderzoek)

Beschrijving

Door de weerstand van de bodem te meten kunnen structuren die zich onder de grond bevinden in kaart gebracht worden. Er wordt eigenlijk een soort weerstandsplattegrond van de bodem gemaakt. Elektrisch weerstandsonderzoek wordt doorgaans uitgevoerd in een grid van 1 x 1 of 0,5 x 0,5 m. Er kan op verschillende dieptes gemeten worden. In de Nederlandse praktijk gaat het vaak om muurresten, grachten en greppels van kastelen en forten.

Toepassingsgebied

De kwaliteit van de resultaten van elektrisch weerstandsonderzoek hangt vooral af van het contrast tussen de matrix en het te karteren object. Contrasten tussen baksteen en zand enerzijds en klei anderzijds zijn goed meetbaar (dus kastelen die met rivierklei zijn afgedekt¹⁶⁹ en kleilig opgevulde greppels in het zandgebied¹⁷⁰).

¹⁶⁶ IMAGO-projectgroep, 2003 (deel 1).

¹⁶⁷ IMAGO-projectgroep, 2003 (deel 2).

¹⁶⁸ Bakker *et al.* 2007

¹⁶⁹ bijvoorbeeld kasteel Buren (Bente & Van Kempen 2000) en Huis te Meteren (Kattenberg & Dekker, 2006) vele andere voorbeelden in het boek van Ven Kempen en Hom (2005)

¹⁷⁰ bijvoorbeeld de gracht van Huis Bevervoorde in Gelselaar (Scholte Lubberink 2000)

Mogelijkheden en beperkingen

In een grid van 1 x 1 m kan met twee personen ongeveer een halve hectare per dag gemeten worden. Dit is zo langzaam dat weerstandsonderzoek als verkennende prospectieve methode niet bruikbaar is. De kracht van de methode ligt hem vooral in het feit dat op non-destructieve wijze zeer gedetailleerde informatie over het bodemarchief verkregen kan worden, er kunnen bijv. individuele muren in kaart gebracht worden. De methode werkt niet in zeer natte of zeer droge omstandigheden.

Magnetometrische methoden

Beschrijving

Met behulp van magnetometrische methoden worden afwijkingen in het aardmagnetisch veld gemeten en op een plattegrond afgebeeld. Met magnetometrische technieken kunnen in ieder geval structuren worden gevonden die *in* of *ex situ* verhit zijn geweest, zoals haarden en ovens, maar ook bakstenen (en dus ook baksteenstructuren). Voorbeelden zijn bijvoorbeeld de baksteenstructuren en ovens in het verdrongen dorp Polre¹⁷¹ en ijzersmeltoventjes in Heeten- Hordelman¹⁷². Er kan tot een diepte van 1,5 meter gemeten worden. Structuren van minimaal 1 à 1,5 m grootte kunnen worden gemeten.

Toepassingsgebied

Geologisch gezien zijn er weinig beperkingen wat betreft toepassing van magnetometrische technieken. De methode werkt ook onder water, zoals bijvoorbeeld werd aangetoond tijdens een magnetometrisch onderzoek naar het verdrongen dorp Valkenisse in de Westerschelde.¹⁷³ In de studie van Kattenberg, gepubliceerd in 2008, is onderzocht onder welke omstandigheden archeologische sporen een meetbaar magnetisch contrast hebben. Dit is voornamelijk afhankelijk van de geologische ondergrond en van eventuele post-depositionele processen. In het rivierengebied, en met name in de Maasvallei, bleek magnetometrie het beste te werken, zoals bijvoorbeeld op het villaterrein van Borgharen en in de ijzertijd nederzetting Boxmeer.¹⁷⁴ In gebieden waar archeologische vindplaatsen post-depositioneel met zeewater zijn geïnundeerd is de methode juist slecht bruikbaar. Voorbeelden zijn bijvoorbeeld Broekpolder, Harnaschpolder en Wervershoof.¹⁷⁵

Mogelijkheden en beperkingen

Met behulp van magnetometrische technieken kan veel sneller gemeten worden dan tijdens het weerstandsonderzoek. Wat snelheid betreft kan magnetometer onderzoek dus als een verkennende methode gebruikt worden, net als in bijvoorbeeld Groot-Brittannië en Ierland.

Elektromagnetische methoden

Beschrijving

De best bekende elektromagnetische techniek is de metaaldetector. Hoewel metaaldetectie op zichzelf geen prospectietechniek is, kan informatie uit metaaldetectie wel aanvullend worden gebruikt. Een vergelijkbaar type elektromagnetisch apparaat is de conductiviteitsmeter (grondradar)¹⁷⁶, waarmee de elektrische weerstand van de bodem bepaald kan worden. Archeologisch gezien kan een structuur gemeten worden wanneer deze uit een ander materiaal bestaat dan de matrix waarin het is ingebed. Het verschil met een reguliere weerstandsmeting is dat er geen contact met de ondergrond nodig is en er dus door bestrating heen kan worden gemeten. In tegenstelling tot de hiervoor besproken technieken worden metingen meestal echter niet vlakdekkend maar in profielen uitgevoerd. Het resultaat is dat men in het profiel de overgangen tussen verschillende materialen kan zien.

Toepassingsgebied

Zolang het contrast tussen het onderzoeksobject en de matrix groot genoeg is, kan grondradar een zeer hoge ruimtelijke resolutie hebben, maar een groot probleem bij deze methode is dat elektromagnetische golven in water geabsorbeerd worden, wat het onderzoek bemoeilijkt. De magnetometrie wordt wel veel gebruikt voor het opsporen van scheepswrakken uit de Nieuwe Tijd en de Nieuwste Tijd. Een voorbeeld hiervan is de wrakruiming inzake de 2^e Westerschelde verdieping. Daarnaast wordt deze techniek ook veel gebruikt voor het opsporen van niet-gesprongen explosieven.

¹⁷¹ Kluiving *et al*, 2006

¹⁷² Kattenberg, 2005

¹⁷³ Kattenberg, 2008

¹⁷⁴ Kattenberg, 2008

¹⁷⁵ Kattenberg, 2008

¹⁷⁶ Ground Penetrating Radar (GPR).

Voor grondradar zijn goede resultaten geboekt met (bak)steenstructuren op zandgronden. De penetratie van het signaal door water is slecht, waardoor archeologische resten die afgedekt zijn door klei of veen of die zich onder de grondwaterspiegel bevinden slecht meetbaar zijn. De onderzoeksdiepte van grondradaronderzoek is afhankelijk van de frequentie van de gebruikte antenne, maar in principe kan er dieper gemeten worden dan voor archeologische prospectie nodig is. Hoe dieper er gemeten wordt, hoe slechter de resolutie van het resultaat is. Omdat het vlakdekkend uitvoeren van radaronderzoek erg langzaam gaat is deze methode het best geschikt voor het uitvoeren van gedetailleerd prospectief onderzoek, bijvoorbeeld om de vorm of diepte van individuele sporen te bepalen.

Mogelijkheden en beperkingen

Omdat grondradaronderzoek zeer gedetailleerd onderzoek is, zowel in het veld als bij de uitwerking, is de methode niet geschikt om alle typen vindplaatsen op te sporen. De nu in ontwikkeling zijnde gemotoriseerde systemen kunnen hierin misschien verandering brengen.

De archeologische geofysica in het buitenland richt zich momenteel vooral op de verbetering van elektromagnetische technieken en het zou logisch zijn als de Nederlandse archeologie zich hierbij aan zou sluiten. Door technische ontwikkelingen zijn grondradarsystemen steeds bruikbaar geworden voor de archeologie. De huidige ontwikkeling van systemen waarbij met meerdere frequenties tegelijk gemeten kan worden biedt veel nieuwe mogelijkheden. De resultaten van het IMAGO onderzoek laten zien dat grondradar onderzoek in nattere gebieden niet altijd een probleem hoeft te zijn.¹⁷⁷ Het is nu van belang uit te zoeken in hoeverre grondradar in de Nederlandse *wetlands* bruikbaar is voor archeologische prospectie. Op de zandgronden moet onderzocht worden of de dikte van een plaggendeek met behulp van grondradar in kaart gebracht kan worden. In combinatie met andere, bijvoorbeeld magnetometrische, technieken kunnen betere resultaten geboekt worden.¹⁷⁸

Akoestische technieken

Beschrijving

Geofysische surveymethoden en in zeer beperkte mate duik- en booronderzoek, zijn op dit moment de enige karterende methoden voor het opsporen van archeologische resten in, gelegen op-, of stekend uit een waterbodem. Vooral akoestische technieken zijn goed bruikbaar. Achter een boot wordt meetapparatuur meegesleept, waarmee geluidsgolven worden uitgezonden en, na terugkaatsing, weer worden opgevangen. De snelheid en mate van terugkaatsing worden bepaald door de dichtheid van het materiaal. Op die manier kunnen materiaalovergangen van de bodem in beeld worden gebracht. Er valt een onderscheid te maken in hoogfrequente en laagfrequente technieken. De hoogfrequente technieken zijn niet-bodempenetrerend. Ze worden gebruikt om de topografie van een waterbodem in beeld te brengen en objecten gelegen op de bodem of stekend uit de bodem op te sporen. Voorbeelden van hoogfrequente technieken zijn de *side-scan sonar* en *multibeam echoloding*. Deze technieken verschillen onderling voornamelijk in de manier waarop de geluidsgolven worden uitgezonden. De laagfrequente technieken, zoals de *subbottom profiler* en het parametrisch echolood, zijn in staat om wat dieper in de bodem door te dringen, waardoor eventuele objecten onder het oppervlak kunnen worden opgespoord. In tegenstelling tot de vorige twee technieken is het niet mogelijk om met deze laagfrequente technieken vlakdekkend te meten.

Toepassingsgebied

Akoestische technieken kunnen zowel globaal als lokaal worden ingezet. Bij een globale inzet wordt de gehele rivierbodem relatief snel en vlakdekkend opgenomen. Bij een lokale inzet gaat het om locaties waar de archeologische resten zijn waargenomen of er sterke aanwijzingen zijn dat er archeologische resten op of in de bodem aanwezig zijn.

Op dit moment zijn vooral de globaal inzetbare akoestische oppervlakte-technieken van belang voor het opsporen van archeologica met betrekking tot een waterbodem. In algemene zin kan worden gesteld dat *side scan sonar* wordt gebruikt voor het opsporen van fenomenen. *Multibeam echoloding* wordt gebruikt voor het nauwkeurig in beeld brengen van het fenomeen, ofwel de mogelijke archeologische waarde. Daarnaast wordt de *multibeam echoloding* ook gebruikt om de topografie van een waterbodem in beeld te brengen.

¹⁷⁷ IMAGO-projectgroep, 2003

¹⁷⁸ Zo is bijvoorbeeld de Tracer-techniek ontwikkeld, waarmee op relatief grote snelheid kan worden gemeten; ook in kleigrond. Daarmee kunnen de metingen van de grondradar aangevuld worden.

Voor de niet-bodempenetrerende technieken is het resultaat van de metingen onder andere afhankelijk van de bodemgesteldheid, dieptes en ondieptes en hard of zacht sediment. Wind en stromingen bepalen mede de kwaliteit van het opgebouwde sonarbeeld.

Voor meer informatie ten aanzien van de toepasbaarheid van de verschillende geofysische technieken wordt verwezen naar de IMAGO-rapportages¹⁷⁹.

Mogelijkheden en beperkingen

De niet-bodempenetrerende technieken zijn nagenoeg uitontwikkeld en voor de archeologie toepasbaar. Zoals het IMAGO-project heeft aangetoond geldt dit niet voor de bodempenetrerende, laagfrequente akoestische technieken.¹⁸⁰ Deze technieken zijn aanzienlijk minder betrouwbaar en er zal dan ook nader onderzoek gedaan moeten worden naar de mogelijkheden voor het natte prospectieve onderzoek van archeologische resten gelegen in een waterbodem.

¹⁷⁹ IMAGO-projectgroep, 2003 (deel 1).

¹⁸⁰ IMAGO-projectgroep, 2003 (deel 1).

DEEL 4 INZETBAARHEID VAN TECHNIEKEN

4.1: Inleiding

In het navolgende wordt in grote lijnen neergezet wat de inzetbaarheid is van de besproken methoden en technieken voor bureauonderzoek en veldonderzoek. Deze indeling is kwalitatief en draagt ongetwijfeld een tijdelijk karakter, aangezien de technische ontwikkelingen niet stil staan. Deze richtlijnen zijn ook niet bedoeld als een standaard die klakkeloos moet worden nagevolgd; in elke situatie kunnen zich specifieke vragen voordoen, waarvoor opnieuw moet worden bekeken wat de optimale strategie is.

4.1 1: Bureauonderzoek

Verwachtingskaarten

Verwachtingskaarten zijn vooral geschikt als selectie-instrument voorafgaand aan prospectie, en geven de locatie van kansrijke en kansarme zones aan. Daarbij moet worden aangetekend dat het risico bestaat dat zones kunnen worden 'afgeschreven' die dat feitelijk niet verdienen. Dit risico is groter naarmate het schaalniveau van de kaarten grover is, maar kan ook het gevolg zijn van onvoldoende archeologische en landschappelijke kennis over specifieke zones. Een voorbeeld hiervan betreft de van origine lage waardering van beekdalen en holocene riviervlakten op de IKAW, die door nieuwe vondsten volledig is herzien. Om volledig inzetbaar te zijn voor prospectie, moeten verwachtingskaarten informatie bieden over zowel dichtheid, diepteligging als aard van de te verwachten vindplaatsen en de daarbij behorende onzekerheden. Hoewel dit wel geëist wordt in de KNA, is dit in de meeste gevallen nog *wishful thinking*. Toch zijn er op lokaal niveau wel verwachtingskaarten gemaakt die dit inzicht in enige mate bieden en is het in veel gebieden mogelijk om het verwachtingsmodel zodanig op te stellen dat een verkennend booronderzoek gericht kan worden op specifieke landschapskenmerken.

Zowel verwachtingskaarten als het basismateriaal waarop de kaarten zijn gebaseerd, kunnen via GIS prima ontsloten worden.

Remote sensing

Remote sensing is geschikt voor detectie van archeologische fenomenen aan of vlak onder het oppervlak. Deze dienen zich te kenmerken door herkenbare reliëfverschillen of door kleurverschillen in de bodem of vegetatie. Bovendien dienen deze reliëf- en kleurverschillen een vorm te hebben die een archeologische interpretatie waarschijnlijk maakt. Remote sensing heeft als voordeel voor de directe opsporing van vindplaatsen dat het grote oppervlakten beslaat, maar is niet inzetbaar indien vindplaatsen zich op grotere diepte onder het maaiveld bevinden; of zich niet kenmerken door een herkenbaar kleur- of reliëfverschil; of een vorm hebben die niet direct een archeologische interpretatie toelaat.

Fenomenen die met succes zijn opgespoord met behulp van beeldvormende opnamen betreffen akkers, weg- en slootpatronen, perceelsgrenzen, kringgreppels en (bak)stenen structuren. Met het AHN zijn vooral akkers, weg- en slootpatronen, huisplaatsen en grafheuvels op te sporen. In vrijwel alle gevallen geldt dat veldinspectie noodzakelijk blijft ter controle van de interpretatie.

Daarnaast is *remote sensing* geschikt voor het karteren van (paleo-)geografische zones die als basis voor een verwachtingsmodel dienen. Ook hier geldt dat de te karteren fenomenen aan of dicht onder het oppervlak dienen te liggen en gekenmerkt moeten worden door reliëf- of kleurverschil en een kenmerkende vorm. Voorbeelden van succesvolle kartering van kansrijke zones met behulp van beeldvormende opnamen en AHN betreffen fossiele geulsystemen, dekzandruggen, donken en essen. Ook hier geldt dat veldinspectie een noodzakelijk onderdeel van het onderzoek betreft. De interpretatie van de gevonden structuren kan bovendien worden geholpen door de toepassing van GIS *overlay*: digitale bodemkaarten, topografie en de meer recente historische kaarten kunnen op eenvoudige wijze worden gecombineerd met *remote sensing* beelden en zo de interpretatie versterken. Ook kunnen AHN en beeldvormende opnamen worden gecombineerd en kan 3D-visualisatie een hulpmiddel zijn bij de interpretatie.

De meerwaarde van *remote sensing* is van dien aard, dat de inzet hiervan bij bureauonderzoek voor grotere gebieden eigenlijk altijd moet worden overwogen, inclusief het vliegen van nieuwe foto's. Voor kleine gebieden zal de aanschafprijs van de beelden een te groot obstakel kunnen vormen.

Voor het archeologisch vooronderzoek van de holocene riviervlakte vormt *remote sensing* een essentieel onderdeel van de bureaustudie, omdat deze landschappen nauwelijks met conventionele veldtechnieken te onderzoeken zijn.

Om het archeologische beeld op vindplaats- en landschappelijk niveau zo scherp mogelijk te krijgen, wordt het gecombineerd inzetten van technieken uit de *remote sensing*, geofysica en geochemie – aangevuld met oppervlaktekartering en boringen - aanbevolen.

Historisch-geografisch onderzoek

Historisch-geografisch onderzoek is niet alleen geschikt voor het traceren van archeologische fenomenen die relatief kort geleden uit het landschap zijn verdwenen, zoals resten van kastelen en molens, maar vooral ook voor elementen van het (middeleeuwse) cultuurlandschap. Het geeft informatie over de veranderingen die de afgelopen eeuwen in het landschap hebben plaatsgevonden, zodat ook verstoringen van het bodemarchief kunnen worden gelokaliseerd. Het beschikbare kaartmateriaal van voor de 19e eeuw is meestal niet geschikt voor een goede plaatsbepaling en daarom zal aanvullend veldonderzoek vaak noodzakelijk blijven.

Verder kan historisch kaartmateriaal gebruikt worden voor het definiëren van kansrijke zones, zoals essen die herkend kunnen worden aan het oude verkavelingspatroon. Bij het maken van verwachtingskaarten voor de Middeleeuwen en Nieuwe Tijd kan historisch-geografische informatie een belangrijke aanvulling zijn op de huidige, veelal puur op aardwetenschappelijke informatie gebaseerde methodiek. Daartoe is het wel noodzakelijk dat historisch-geografisch onderzoek in een vroeg stadium in het bureauonderzoek wordt betrokken.

Ten aanzien van het natte prospectieve onderzoek vormt het historisch-geografisch onderzoek, in combinatie met het fysisch-geografisch onderzoek, een essentieel onderdeel van de bureauonderzoek. Dit ook weer uit oogpunt van de complexiteit van het natte prospectieve onderzoek in het veld.

De beperkingen van historisch-geografisch onderzoek liggen vooral in de benodigde tijdsinvestering in archiefonderzoek, die een bureauonderzoek relatief duur kunnen maken en de ongelijke beschikbaarheid van de bronnen.

4.1.2: Veldonderzoek

Oppervlaktekartering

Oppervlaktekartering is een goedkope prospectietechniek, die zich echter beperkt tot zones waar vindplaatsen dicht aan het oppervlak liggen en waar de vondstzichtbaarheid hoog is. Daarmee is het een techniek die zelden tot een volledige kartering zal leiden, maar wel uitermate geschikt is voor het verkrijgen van steekproeven van oppervlaktevindplaatsen, bijv. ten bate van het opstellen van een verwachtingskaart. Gevonden vindplaatsen kunnen over het algemeen redelijk worden begrensd met behulp van de verspreiding van het vondstmateriaal, waarbij de omvang van de vindplaats vaak te ruim zal worden geïnterpreteerd t.o.v. het daadwerkelijk sporenareaal. De waarde van detailkartering (*Feinbegehung*) voor waardering is beperkt.

Booronderzoek

Boren is zeer geschikt voor verkennend onderzoek en levert een belangrijke bijdrage aan het begrenzen van kansrijke zones en verstoringen. Of vindplaatsen met voldoende zekerheid worden opgespoord is sterk afhankelijk van de vondstdichtheid en omvang van de site.¹⁸¹ Voor sites die dieper liggen dan ca. 2 m is boren echter de enig praktisch hanteerbare prospectiemethode. Dit geldt ook voor sites die uitsluitend bestaan uit een vondstlaag (dus zonder grondsporenniveau). Indien sprake is van sites met een “vondstarme” vondstlaag is de aanleg van proefputten of proefsleuven een alternatief. Bij een diepteligging van > 5 m is mechanisch boren het beste alternatief. Voor waardering is boren maar beperkt inzetbaar. Alleen sites die een hoge opsporingskans hebben kunnen met behulp van boringen goed worden afgegrensd, in de overige gevallen zal vaak een te kleine zone worden begrensd. Voor grondsporensites met een vondstlaag geldt bovendien dat de verspreiding van de vondstlaag overeen dient te komen met de verspreiding van de onderliggende grondsporen.

Proefsleuvenonderzoek

Proefsleuvenonderzoek is een geschikte methode voor het karteren van vondstarme sites die zich kenmerken door een grondsporenniveau. Vondstrijke sites kunnen over het algemeen goed door booronderzoek worden opgespoord. Voor het waarderen van sites met een grondsporenniveau (vondstrijk en vondstarm) is proefsleuvenonderzoek de enige geschikte methode. Afhankelijk van de verwachte omvang van de vindplaats moet voor kartering een meer of minder dicht sleufpatroon worden gebruikt. Voor sites die dieper liggen dan ca. 2 m is proefsleuvenonderzoek als karteringsmethode vrijwel ongeschikt, omdat dan al gauw met bronbemaling moet worden gewerkt en

¹⁸¹ Zie ook de Leidraad IVO Karterend booronderzoek van het SIKB (downloaden via www.sikb.nl)

de sleuven getrapt moeten worden aangelegd. Over het algemeen wordt bij proefsleuvenonderzoek veel tijd gestoken in het tekenen en beschrijven van de sporen en profielen, wat de methode relatief duur maakt. Voor karterende doeleinden kan echter worden volstaan met een korte beschrijving, zonder couperen van de sporen, waardoor de kosten beperkt kunnen worden.

Geofysica

Geofysische technieken zitten als archeologisch prospectieve methode wat betreft detail en kosten tussen booronderzoek en proefsleuvenonderzoek in. De afzonderlijke technieken zijn echter binnen de Nederlandse context nog onvoldoende getest. Op dit moment zijn de methoden vooral inzetbaar om archeologische vindplaatsen in kaart te brengen of te begrenzen. Geofysische technieken kunnen vaak goed naast booronderzoek gebruikt worden om de eventueel aanwezige structurele resten in kaart te brengen. Anderzijds zijn boringen voor de interpretatie van de geofysische dataset vaak onontbeerlijk. Elektrische weerstandsmetingen kunnen ingezet worden op vindplaatsen met (bak)steenbouw en grote gegraven sporen, zoals grachten en greppels. Magnetometrisch onderzoek is inzetbaar bij verbrande structuren en ovens en haarden, metaalbewerkingssites, moerteringssporen en wegen tot op een diepte van 1,5 m. De onderzoeksdiepte van grondradaronderzoek is afhankelijk van de frequentie van de gebruikte antenne, maar in principe kan er dieper gemeten worden dan voor archeologische prospectie nodig is. Hoe dieper er gemeten wordt, hoe slechter de resolutie van het resultaat is. Omdat het vlakdekkend uitvoeren van radaronderzoek erg langzaam gaat is deze methode het best geschikt voor het uitvoeren van gedetailleerd prospectief onderzoek, bijv. om de vorm of diepte van individuele sporen te bepalen. Een combinatie van grondradar en een magnetometrische prospectietechniek kan echter sneller uitgevoerd worden met betere resultaten.

Natte prospectie

Door recente ontwikkelingen is het mogelijk geworden om op een goede en efficiënte manier nat prospectief veldonderzoek uit te voeren. Het gaat hierbij vooral om ontwikkelingen op het gebied van geofysisch bodemonderzoek, plaatsbepaling, GIS-verwerking en procesgang. Voor het in kaart brengen van archeologica gelegen op of stekend uit een waterbodem kunnen niet-bodempenetrerende akoestische technieken worden gebruikt. Het gaat hierbij om een inventariserende globale inzet. Echter wanneer een waarneming in het veld of de bureaustudie een onmiskenbare aanwijzing geeft voor de aanwezigheid van archeologica wordt de techniek aangepast. De wijze waarop is afhankelijk van de diepteligging, bodemgesteldheid, aard van de archeologica en de grootte van het onderzoeksgebied. Het gaat dan vaak om een bodempenetrerende locale inzet. Bij geofysisch bodemonderzoek kan gedacht worden aan hoge resolutie akoestische technieken, magnetometeronderzoek of in geval van zoetwater grondradar. Afhankelijk van de resultaten van het voorgaande kan besloten worden om vanaf een vaartuig aanvullend booronderzoek uit te laten voeren, of om een duikend archeologisch onderzoeksteam in te zetten.

4.1.3: Inzetbaarheid van prospectietechnieken

Door de versnippering van de verschillende onderzoeksfasen in de huidige AMZ-praktijk, is het vaak moeilijk om een geïntegreerde onderzoeksaanpak te hanteren. Toch blijkt in de praktijk dat een geïntegreerde aanpak van groot belang is om tot een goed prospectieresultaat te komen. De zwakke punten van bepaalde opsporingstechnieken kunnen worden verminderd door gelijktijdig gebruik te maken van een techniek die deze zwakke punten niet heeft. Een bekend voorbeeld betreft de toepassing van geofysische meetmethoden, waarbij de interpretatie van de geconstateerde anomalieën vaak moeilijk is als niet tegelijkertijd door middel van booronderzoek informatie over de ondergrond wordt verkregen. Zeker bij bureauonderzoek geldt dat technieken elkaar kunnen versterken: met behulp van GIS kunnen allerlei bronnen moeiteloos met elkaar worden vergeleken, waardoor de interpretatie van een patroon op een *remote sensing* beeld vereenvoudigd wordt. Omgekeerd kan een luchtfoto een veel exactere begrenzing aangeven dan bijvoorbeeld een historische kaart. Ook bij het prospectief veldwerk kan een hybride aanpak, met zowel boringen als proefsleuven, goed werken.

Prospectie moet een creatief en vooral ook flexibel onderzoeksproces zijn, waarbij een combinatie van verschillende methoden, gelijktijdig of opeenvolgend, ingezet worden. Hoewel een matrix met de verschillende variabelen en prospectietechnieken een goed houvast zou bieden om te beoordelen welke technieken in aanmerking komen voor het uitvoeren van prospectie op basis van een specifieke verwachting, moet worden aangetekend dat de uiteindelijke keuze voor een prospectiestrategie ook

zal afhangen van de gewenste zekerheid van de uitspraken die naar aanleiding van de prospectie worden gedaan. Ook is er met opzet niet voor gekozen om een uitspraak te doen over waar in Nederland welke prospectiemethode het best geschikt is voor specifieke complextypen (bijv. wat is de beste methode om steentijdvindplaatsen op te sporen in het oostelijk zandgebied). De hoeveelheid parameters die bij een dergelijke indeling moet worden beoordeeld is zo groot, dat een dergelijke matrix al snel honderden verschillende 'best practices' zou opleveren en daarmee zo goed als onwerkbaar wordt. Bovendien houdt een dergelijke benadering het risico in dat zij beperkend gaat werken bij het vaststellen van de prospectiestrategie, waar flexibiliteit juist geboden is (zie ook § 4.2.2).

4.2: Prioriteiten voor archeologische prospectie in Nederland

4.2.1: Site versus cultuurlandschap

De toegenomen aandacht voor het cultuurlandschap in de Nederlandse archeologie impliceert dat de opsporing van de archeologische *off site* meer aandacht verdient dan op dit moment het geval is. Hierbij spelen twee, elkaar versterkende, effecten een rol. Ten eerste zijn *off site* fenomenen moeilijker op te sporen dan traditionele archeologische vindplaatsen. Slechts in een beperkt aantal gevallen zullen al in de fase van bureauonderzoek of verkenning *off site* fenomenen worden gekarteerd. Hierbij valt te denken aan fenomenen als *celtic fields*, langakkers, grafheuvels en weg- en slootpatronen die nog aan de oppervlakte herkenbaar zijn op *remote sensing* opnamen. Zowel de omvang als de sporendichtheid en concentratie aan artefacten is bij *off site* fenomenen geringer dan bij sites. Ongeacht de gekozen prospectiemethode, is daarom meestal een intensievere aanpak nodig dan bij het opsporen van sites.

Daarnaast zijn de huidige prospectiemethoden, met uitzondering van proefsleuven en in sommige gevallen geofysische methoden, over het algemeen slecht in staat om *off site* fenomenen te herkennen. Wel is het mogelijk om met behulp van het huidige instrumentarium zones te definiëren die kansrijk zijn voor de aanwezigheid van *off site* fenomenen. Met name de directe omgeving van nederzettingen komt dan in aanmerking. Dit impliceert dat voor het succesvol opsporen van *off site* fenomenen, het opsporen van nederzettingen een eerste vereiste is.

Uiteraard bestaat elk cultuurlandschap echter uit veel meer dan archeologische sporen van menselijk handelen, al dan niet met een *off site* karakter. Het landschap heeft een morfologie en een bodem, en het zijn toch in de eerste plaats groene elementen en patronen die het beeld bepalen. Een daadwerkelijk landschapsgerichte benadering vraagt daarom veel meer, namelijk om interdisciplinair onderzoek waarbij de archeologie slechts één van de deelnemende disciplines is. De andere zijn de historische-geografie, de fysische geografie, de historische ecologie, en (bij retrospectief onderzoek van hedendaagse landschappen) de historische bouwkunde¹⁸². Een dergelijke integrale benadering heeft ook consequenties voor de archeologische prospectie. Die zou zich niet meer alleen op 'archeologie' moeten richten, maar tevens op het detecteren van niet-archeologische fenomenen die vanuit een landschapsarcheologisch perspectief ook relevant zijn. Hierbij is te denken aan het opsporen van organische sedimenten met historisch-ecologische en archeobotanische mogelijkheden. In een volgende versie van dit NOaA hoofdstuk zullen de praktische consequenties van deze bredere benadering verder worden uitgewerkt.

4.2.2: Vaststellen prospectiestrategie

Indien mogelijk moet al in een PvE (voor booronderzoek in een Plan van Aanpak) worden aangegeven naar welke archeologische fenomenen gezocht gaat worden. Dit moet gebeuren op basis van een specifieke verwachting en die verwachting moet zeer goed onderbouwd zijn. De ervaring van archeologische projecten in de afgelopen jaren leert echter dat het vaak niet goed mogelijk is om een gespecificeerde verwachting op te stellen. In dat geval moet een zo open mogelijke prospectiemethode worden gekozen. Een dergelijke strategie voorkomt dat te vroeg wordt ingezoomd op locaties met een hoge dichtheid aan vondsten en sporen. In dit hoofdstuk beschouwen we een open onderzoeksstrategie als richtinggevend voor prospectief onderzoek van het cultuurlandschap. Dat wil zeggen dat de methoden die worden ingezet, er op zijn gericht om zoveel mogelijk vindplaatsen van zeer uiteenlopende typen en perioden op te sporen. De in de KNA beschreven gespecificeerde verwachting is wel van belang voor het gebruik van proefsleuven als waarderend

¹⁸² Groenewoudt 2006, 117

instrument, uitgaande van vindplaatsperspectief en gericht op het vaststellen van de inhoudelijke en fysieke kwaliteit van individuele vindplaatsen.

Gezien het bovenstaande is het van belang dat in elk PvE of PvA dat ten grondslag ligt aan prospectief veldwerk, wordt gemotiveerd waarom er voor een bepaalde prospectietechniek is gekozen. De diversiteit van het bodemarchief is zo groot, dat in elke regio en voor elk type bodemingreep een toegespitste prospectiestrategie dient te worden gekozen. Een cruciale stap in het kiezen van de prospectiestrategie is het vaststellen van de betrouwbaarheid van de gekozen strategie bij het opsporen van het verwachte type vindplaatsen. Het prospectieonderzoek moet creatief en flexibel blijven, zodat ook ingespeeld kan worden op onverwachte vondsten.

Met de huidige kennis is het al mogelijk om aan te geven welk type vindplaatsen problemen zullen opleveren bij opsporing. Zo zijn daar de *off site* fenomenen met een relatief kleine omvang en een lage dichtheid aan sporen en vondsten. Voor de succesvolle opsporing hiervan zijn intensieve methoden nodig. Daarnaast is er de categorie van kleine sites, vooral steentijdvindplaatsen, die ook een intensieve prospectiestrategie vereisen. Verder zijn vindplaatsen met een lage vondstdichtheid problematisch, hoewel deze - indien groot genoeg - vrij eenvoudig met behulp van proefsleuven zijn op te sporen. Wanneer een lage vondstdichtheid echter samenvalt met een kleine omvang, dan moet ook bij proefsleuvenonderzoek een hoge intensiteit worden aangehouden. Verder zijn er de vindplaatsen op grotere diepte (> 5 m onder maaiveld), die eigenlijk alleen met behulp van mechanische boortechnieken kunnen worden opgespoord.

De kleine en slecht herkenbare vindplaatsen en *off site* fenomenen vormen ook een probleem bij de waardering: door de lage opsporingskans is het moeilijk om een goede begrenzing aan te geven en aanvullend proefsleuvenonderzoek zal dan ook plaats moeten vinden in een groter gebied dan waar de artefacten zijn gevonden. Aan de andere kant van het spectrum zijn er de vindplaatsen die bij oppervlaktekartering en prospectief booronderzoek stelselmatig worden overgewaardeerd. Het betreft hier vooral vindplaatsen die grotendeels zijn opgenomen in de bouwvoor en waarvan het vondstmateriaal zich door verploeging over een relatief groot gebied heeft verspreid. In deze gevallen zal het aansluitend waarderend proefsleuvenonderzoek vrijwel altijd een te groot gebied betreffen.

4.2.3: Digitale gegevensontsluiting voor bureauonderzoek

De beschikbaarheid en kwaliteit van digitale bronnen voor bureauonderzoek is op dit moment zeer divers. Enkele recente initiatieven hebben tot een vergroting van het aanbod aan digitale bronnen voor bureauonderzoek geleid, m.n. de vernieuwing van ARCHIS, de lancering van de KICH-website en de website www.watwaswaar.nl. Andere bronnen zijn wel toegankelijk, maar (deels) niet gratis, zoals het AHN¹⁸³, moderne topografische en kadastrale kaarten en de gegevens van het DINO-loket en Alterra. Op het gebied van *remote sensing* en luchtfotografie ontbreekt het aan een goed overzicht van beschikbare gegevens, evenals op het gebied van historisch kaartmateriaal. Ook de toegang tot publicaties en databestanden van uitgevoerd archeologisch onderzoek is nu nog beperkt. Hoewel het project *e-depot Nederlandse Archeologie*¹⁸⁴ beoogt hierin verbetering te brengen, zal er nog heel wat werk moeten worden verricht.

In het verlengde hiervan wordt aanbevolen om GIS een grotere rol te geven bij het bevragen, combineren en presenteren van de gebruikte gegevens. Tot op heden ontbreekt het vaak aan op maat gesneden applicaties, zoals die bijv. door Rijkswaterstaat zijn ontwikkeld in het kader van het IMAGO-project en blijft het gebruik van GIS het domein van specialisten. Hierbij speelt mee dat de ontwikkelkosten van dergelijke applicaties hoog zijn en de verwachte afzetmarkt binnen de archeologie klein. Dit probleem heeft tot op heden de ontwikkeling van vrijwel alle archeologische IT-toepassingen in Nederland parten gespeeld.

Daarnaast is er nog steeds een gebrek aan standaarden voor uitwisseling van gegevens, hoewel ook hierin langzaam verbetering komt, o.a. in het kader van de KNA versie 3.1. Het verdient daarom aanbeveling om binnen de sector een *'task force'* digitale gegevensinwinning en -ontsluiting op te zetten, die de ontwikkelingen op dit gebied beter kan sturen en bijv. een *portal-site* kan beheren die de weg wijst naar de beschikbare digitale bronnen.

¹⁸³ Alleen een ruwe en niet geheel recente versie is gratis te raadplegen via www.ahn.nl

¹⁸⁴ <http://easy.dans.knaw.nl/>

Literatuur

- Asmussen, P.S.G. & D. Bekius 2001: Herinrichtingsgebied Alde Feanen, provincie Fryslân; archeologische verwachtingskaart. Amsterdam (RAAP-rapport 609).
- Bakker, M.A.J., D. Maljers & H.J.T. Weerts, 2007: Ground-penetrating radar profiling on embanked floodplains, *Netherlands Journal of Geosciences – Geologie en Mijnbouw* 86, 55-61.
- Banning, E.B., 2002: *Archaeological Survey*, New York.
- Bats, M., J. Bastiaens & Ph. Crombé, 2004: *Prospectie en waardering van alluviale gebieden langs de Boven-Schelde. CAI-project 2003-2004*, Gent.
- Becker, H., & O. Braasch 1982: Kombination von Luftbildarchäologie und magnetischer Prospektion am Beispiel der hallstattzeitlichen Viereckanlage im Lohfeld bei Neufahrn, Landkreis Freising, Oberbayern. *Arch. Jahr Bayern* 1983, 65-67.
- Becker, H. & J.W.E. Fassbinder 2001: *Magnetic Prospecting in Archaeological Sites*, München (Monuments and Sites VI).
- Bente, D.A. en P.A.M.M. van Kempen, 2000: *Kasteel Buren, gemeente Buren een archeologisch onderzoek*. Amsterdam (RAAP-rapport 611).
- Behre, K-E., 2003: Eine neue Meereesspiegelkurve für die südliche Nordsee. Transgressionen und Regressionen in den letzten 10.000 Jahren. *Probleme der Küstenforschung im Südlichen Nordseegebiet*, Band 28, 9-65.
- Berendsen, H.J.A. & E. Stouthamer 2001: Palaeogeographic development of the Rhine-Meuse Delta, The Netherlands, Assen.
- Berendsen, H.J.A. & K.P. Volleberg 2007: New prospects in geological and geomorphological mapping of the Rhine-Meuse delta: application of detailed digital elevation measurements based on laseraltimetry, *Geologie en Mijnbouw/Netherlands Journal of Geosciences* 86-1, 311-318.
- Bieleman, J., 1987: Boeren op het Drentse Zand 1600-1910. Een nieuwe visie op de oude landbouw. Utrecht.
- Bloemers, J.H.F., 2001: Het NWO-Stimuleringsprogramma 'Bodemarchief in Behoud en Ontwikkeling' en de conceptuele studies, in: Bloemers, J.H.F., During, R., Elerie, J.H.N., Groenendijk, H.A., Hidding, M., Kolen, J., Spek, Th. & M.-H. Wijnen (eds.): *Bodemarchief in Behoud en Ontwikkeling. De Conceptuele Grondslagen*, Den Haag, 1-6.
- Borsboom, A. & P. Verhagen, 2008: *Leidraad Proefsleuvenonderzoek: begeleidende notitie*, Gouda.
- Bos, J.M., 1985: Archeologische streekbeschrijving, een handleiding, Hillegom (AWN-monografieën 4).
- Bos, J.M., 1988: Landinrichting en archeologie: het bodemarchief van Waterland, Amersfoort (NAR 6).
- Bosch, J.H.A., 2005: Archeologische Standaard Boorbeschrijving op basis van de Standaard Boorbeschrijvingsmethode versie 5.2., Gouda (Archeologie Leidraad 3).
- Bont, C.H.M. de, Dirckx, G.H.P, Maas, G.J, Wolfert, H.P., Odé, O. & G.K.R. Polman 2000: Aardkundige cultuurhistorische landschappen van de Biesbosch: beschrijving en waardering als bouwstenen voor het landschapsontwikkelingsconcept en de effectevaluatie voor rivierverruiming, Lelystad (RIZA rapport 2000.053).
- Bont, C.H.M. de & G.J. Maas 2003: Tussen Grave en Ravenstein: Archeologische verwachtingen langs de boorden van de Maas vanuit fysisch- en historisch-geografisch perspectief, Wageningen (Alterra-rapport 762).

Bont, C.H.M. de & G.J. Maas 2005: Tussen Grave en Gennep en Arcen en Velden: Archeologische verwachtingen langs de boorden en in het winterbed van de Maas in stuwpand Grave en het stuwpand Sambeek vanuit fysisch- en historisch-geografisch perspectief, Wageningen (Alterra-rapport 1174).

Bourgeois, J., M. Meganck & J. Semey, 1998: *Cirkels in het land. Een inventaris van cirkelvormig structuren in de provincies Oost- en West-Vlaanderen, II*, Gent (Archeologische Inventaris Vlaanderen. Buitengewone reeks 5).

Bourgeois, J., M. Meganck, J. Semey, K. Verlaeckt, 1999: *Cirkels in het land. Een inventaris van cirkelvormige structuren in de provincies Oost- en West-Vlaanderen, III.*, Gent (Archeologische Inventaris Vlaanderen. Buitengewone Reeks 7).

Brandt, R.W., W. Groenman-van Waateringe, S.E. van der Leeuw, D.P. Hallewas, J. de Jong, J.P. Pals, 1987: *Assendelver Polder papers. 1*, Amsterdam, (Cingula 10).

Brongers, J.A., 1976: *Air photography and celtic field research in the Netherlands*, Amersfoort (Nederlandse Oudheden 6).

Carmiggelt, A. & E.J. van Ginkel 1995: Vooronderzoek archeologie: rapport van de begeleidingscommissie archeologische aspecten baggerspecie-bergingslocatie Ketelmeergebied. Afdeling Archeologie Onder water, Alphen a/d Rijn.

Champion, T., S.J. Shennan & P. Cuming 1995: Planning for the past, volume 3. Decision-making and field methods in archaeological evaluations, Southampton.

Christlein, R. & O. Braasch 1982: *Das unterirdische Bayern; 7000 Jahre Geschichte und Archäologie im Luftbild*, Stuttgart.

Clark, A., 1996: *Seeing beneath the soil*, Londen.

Cock, J.K. de 1965: Bijdrage tot de historische geografie van Kennemerland in de middeleeuwen op fysisch-geografische grondslag. Groningen.

Cock, J.K. de 1975: Historische geografie van Waterland. *Holland 7*, 329-349.

David, A., 2001: Overview - The role and practice of archaeological prospection, in: D.R. Brothwell en A.M. Pollard (eds.): *Handbook of archaeological sciences*, Chichester, 521-727.

Deeben, J.H.C. (red.) 2008: De Indicatieve Kaart van Archeologische Waarden, derde generatie, Amersfoort (RAM 155).

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

Deeben, J.H.C., B.J. Groenewoudt, D.P. Hallewas & W.J.H. Willems 1999: Proposals for a practical system of significance evaluation in archaeological heritage management, *European Journal of Archaeology 2*, 177-199.

Deeben, J. & R. Wiemer 1999: Het onbekende voorspeld: de ontwikkeling van een indicatieve kaart van archeologische waarden, in: W.J.H. Willems (ed.): *Nieuwe ontwikkelingen in de Archeologische Monumentenzorg*, Amersfoort (NAR 20), 29-42.

Deeben, J., D.P. Hallewas & Th.J. Maarleveld 2002: Predictive modelling in Archaeological Heritage Management of the Netherlands: the Indicative Map of Archaeological Values (2nd Generation), Amersfoort (BROB 45), 9-56.

Deeben, J., J. van Doesburg & B. Groenewoudt 2007: Een inleiding op essen, plaggendekken en enkeerdgronden in het historische cultuurlandschap, in: Doesburg, J. van, M. de Boer, J. Deeben, B.J. Groenewoudt & T. de Groot (red.): *Essen in zicht. Essen en plaggendekken in Nederland: onderzoek en beleid*, Amersfoort (NAR 34), 9-20

Dekker, C., 1971: Zuid-Beveland. De historische geografie en de instellingen van een Zeeuws eiland in de middeleeuwen, Assen.

Demoule, J.P. (ed.), 2004: *La France archéologique. Vingt ans d'aménagements et de découvertes*, Paris.

Denig, C., 1997: *De bewoners van de Utrechtse Oudegracht en Nieuwegracht*, Utrecht (Historische Reeks Utrecht 22).

Driessen, A.M.A.J., 1994: Watersnood tussen Maas en Waal. Overstromingsrampen in het rivierengebied tussen 1780 en 1810, Zutphen.

Donkersloot-de Vrij, M., 1981: Topografische kaarten van Nederland voor 1750. Handgetekende en gedrukte, aanwezig in de Nederlandse rijksarchieven, Groningen.

Donoghue, D., K. McManus, C. Brooke & S. Marsh, 2003: Airborne Thermography and Ground Geophysical Investigation for Detecting Shallow Ground Disturbance under Vegetation, *Geophysical Research Abstracts* 5, 03108, 2003. <http://www.cosis.net/abstracts/EAE03/03108/EAE03-J-03108.pdf>

Ducke, B., in voorbereiding: *Regional Scale Predictive Modelling in North-Eastern Germany, CAA Proceedings 2004 Prato 'Beyond the artifact - Digital interpretation of the past'*.

Ebert, J., 2000: The State of the Art in "Inductive" Predictive Modelling: Seven Big Mistakes (and Lots of Smaller Ones), in: Wescott, K.L. & R.J. Brandon (eds.): *Practical applications of GIS for archaeologists. A predictive modelling kit.*, Londen, 129-134.

Ejstrud, B., 2005: Taphonomic Models: Using Dempster-Shafer theory to assess the quality of archaeological data and indicative models, in: M. van Leusen & H. Kamermans (eds.): *Predictive Modelling for Archaeological Heritage Management: A Research Agenda*. Amersfoort (NAR 29), 183-194.

Engelen, A.F.V., van, J. Buisman. & P. IJnsen, 2001: A millennium of weather, winds and water in the Low Countries, in: Jones, P.D., Ogilvie, A.E.J., Davies, T.D. & K.R. Briffa (eds.): *History and Climate. Memories of the Future?*, New York, 101-124.

Ente, P.J., 1976: The geology of the northern part of Flevoland in relation to the human occupation in the Atlantic time, *Helinium*, 15-35.

Ente, P.J., 1977: Het ontstaan van de bodem van de IJssel Vecht "Delta": West-Overijssel, Noord-Veluwe, Noordoostpolder en Oostelijk Flevoland, *Bijdragen uit het land van IJssel en Vecht*, 7-15.

Ervynck, A., C. Baeteman *et al.*, 1999: Human occupation because of a regression, or the cause of a transgression? A critical review of the interaction between geological events and human occupation in the Belgian coastal plain during the first millennium AD, *Probleme der Küstenforschung im südlichen Nordseegebiet* 26, 97-121.

Faber, J.A., 1972: Drie eeuwen Friesland. Economische en sociale ontwikkelingen van 1500 tot 1800, *A.A.G. Bijdragen* 17, I-II.

Fokkens, H., 1998: *Drowned landscape. The occupation of the western part of the Frisian-Drentian Plateau, 4400 BC - AD 500*, Assen.

Fokkens, H. & R. Jansen 2002: 2000 jaar bewoningsdynamiek. Thema's in het metaaltijdenonderzoek, in: H. Fokkens & R. Jansen: *2000 jaar bewoningsdynamiek. Brons- en ijzertijdbewoning in het Maas – Demer – Scheldegebied*, Leiden, 1-22.

- Fokkens, H., 2007: Sleuven of boren? Archeologische prospectie van oude cultuurlandschappen, in: R. Jansen & L.P. Louwe Kooijmans (eds.): *Tien jaar Archol. Van Contract tot Wetenschap*, Leiden.
- Frijtag Drabbe, C.A.J. von 1972: Luchtfotografie; wat slechts weinig ogen zagen, Den Haag.
- Gaffney, C. & Gaffney V. (eds.), 2000: Non-invasive Investigations at Wroxeter at the end of the 20th Century. *Archaeological Prospection* 7-2.
- Gaffney, C. & J. Gater 2003: Revealing the buried past; geophysics for archaeologists, Stroud.
- Gebers, W. & H. Schwarz, 1989: *Luftbild Archaeologie in Niedersachsen - Erfahrungen bei der Auswertung amtlicher Senkrechtluftbilder*, Hannover (Berichte zur Denkmalpflege in Niedersachsen 3 1989), 154-156.
- Gerritsen, F.A. 2003: Local identities landscape and community in the late prehistoric Meuse-Demer-Scheldt region, Amsterdam (Amsterdam archaeological studies 9).
- Gerritsen, F. & E. Rensink (red.), 2004: *Beekdallandschappen in archeologisch perspectief. Een kwestie van onderzoek en monumentenzorg*, Amersfoort (NAR 28).
- Gottschalk, M.K.E., 1955: Historische geografie van Westelijk Zeeuws-Vlaanderen tot de St.-Elisabethsvloed van 1404, Assen.
- Gottschalk, M.K.E., 1958: Historische geografie van Westelijk Zeeuws-Vlaanderen. II: Van het begin der 15e eeuw tot de inundaties tijdens de tachtigjarige oorlog, Assen.
- Gottschalk, M.K.E., 1971: Stormvloed en rivieroverstromingen in Nederland. I de periode vóór 1400, Assen.
- Gottschalk, M.K.E., 1975: Stormvloed en rivieroverstromingen in Nederland. II de periode 1400-1600, Assen.
- Gottschalk, M.K.E., 1977: Stormvloed en rivieroverstromingen in Nederland. III de periode 1600-1700, Assen.
- Groenendijk, H. & P. Vos 2002: Outside the Terp Landscape: Detecting Drowned Settlements by using the Geo-genetic Approach in the Coastal Region North of Grijpskerk (Groningen, the Netherlands), *BROB* 45, 57-80.
- Groenewoudt, B.J., 1994: Prospectie, waardering en selectie van archeologische vindplaatsen: een beleidsgerichte verkenning van middelen en mogelijkheden, Amersfoort (NAR 17).
- Groenewoudt, B.J. 2006: Sporen van oud groen. Bomen en bos in het historische cultuurlandschap van Zutphen-Looërenk . in: O. Brinkkemper, J. Deeben, J. van Doesburg, D.P. Hallewas, E.M. Theunissen & A.D. Verlinde (red.): *Vakken in vlakken. Archeologische kennis in lagen*, Amersfoort (NAR 32), 117-146.
- GSB Prospection 2004: *Report on Geophysical Survey at Orkney WHS, Phase IV*. GSB Prospection Report 2004/17 (Niet gepubliceerd rapport).
- Gysseling, M., 1960: *Toponymisch woordenboek van België, Nederland, Luxemburg, Noord-Frankrijk en West-Duitsland voor 1226*, Brussel.
- Haquebord, L., 1976: Hologene geology and palaeography of the environment of the levee sites near Swifterbant (polder Oost Flevoland, section G 36-41), *Helinium*, 36-42
- Heeringen, R.M. van & E.M. Theunissen (eds.) 2002: Kwaliteitsbepalend onderzoek ten behoeve van duurzaam behoud van het neolithische vindplaatsen in West-Friesland en de kop van Noord-Holland, Amersfoort (NAR 21), 3 vols.

Heeringen, R. M. van & E.M. Theunissen (eds.), 2002: *Desiccation of the Archaeological Landscape at Voorne-Putten*, Amersfoort (NAR 25).

Heeringen, R. M. van, G.V. Mauro & A. Smit (eds.) 2004a: A Pilot Study on the Monitoring of the Physical Quality of Three Archaeological Sites at the UNESCO World Heritage Site at Schokland, Province of Flevoland, the Netherlands, Amersfoort (NAR 26).

Heeringen, R.M. van, F. van Kregten & I.M. Roorda 2004b: Over de instandhouding van het archeologisch monument 'Polder het Grootslag', gemeente Stede Broec. Het effect van wettelijke bescherming op de kwaliteit van het bodemarchief, Amersfoort (RAM 114).

Heidinga, H.A., 1987: Kootwijk and his neighbours: settlement territories on the Veluwe since the Early Middle Ages, in: Heidinga, H.A. (eds.): *Medieval Settlement and Economy North of the Lower Rhine. Archeology and history of Kootwijk and the Veluwe (the Netherlands)*, Assen (Cingula 9), 153-174.

Heist, M.W.I.M. van, *et al.* 2002: *Handboek grondonderzoek grote projecten*, Delft (RWS/DWW, Grondstoffen 2002/26).

Henderikx, P.A. ,1988: The lower delta of the Rhine and the Maas: landscape and habitation from the Roman period to c. 1000, Amersfoort (*BROB* 36), 447-599.

Hesselink, A.W., 2002: History makes a river. Morphological changes and human interference in the river Rhine. The Netherlands. Utrecht (Netherlands Geographical Studies no. 292).

Heunks, E. & O. Odé, 1998: Ruimte voor Rijntakken: archeologische verwachtingskaart met geomorfogenetische onderbouwing, Amsterdam (RAAP-rapport 362).

Hey, G. & M. Lacey, 2001: *Evaluation of Archaeological Decision-making Processes and Sampling Strategies*, Oxford.

Hissel, M., 2002: Proefsleuvenonderzoek verkend. Een doctoraal scriptie over efficiënt gebruik van proefsleuven als methode voor verkennend, archeologisch onderzoek. Doctoraalscriptie. AAC, UvA, Amsterdam.

Humme, A., R. Lindenbergh en C. Sueur, 2006: *Revealing celtic fields from lidar data using kriging based filtering*, Dresden (Proceedings of the ISPRS Commission V Symposium, Vol. XXXVI, part 5).

IMAGO-projectgroep 2003: *IMAGO Eindrapportage*, Rijkswaterstaat directie IJsselmeergebied, Lelystad (RDIJ rapport 2003-133, 2003-13a en 2003-13b).

Ingold, T., 1993: Globes and spheres: the topology of environmentalism, in: K. Milton (ed.): *Environmentalism: the view from anthropology*, London, 31-42.

Kamermans, H. & M. Wansleeben 1999: Predictive modelling in Dutch archaeology, joining forces, in: Barceló, J.A., Briz, I. & A. Vila (eds.): *New techniques for old times - CAA98. Computer Applications and Quantitative Methods in Archaeology*, Oxford (BAR International Series 757), 225-230.

Kattenberg, A.E. & G. Aalbersberg, 2004: Archaeological prospection of the Dutch perimarine landscape by means of magnetic methods, *Archaeological Prospection* 11, 227-235.

Kattenberg, A., 2005: Magnetische prospectie van ijzerproductieplaatsen: Heeten Hordelman. Een methodologisch onderzoek, Amsterdam (IGBA-rapport 2005-8).

Kattenberg, A. en M. Dekker, 2006: Elektrisch weerstandsonderzoek Meteren Plantage, Geldermalsen; Huis te Meteren en Kasteel Blanckenstijn, Amsterdam (IGBA-rapport 2006-01).

Kattenberg, A. E., 2008: *The application of magnetic methods for Dutch Archaeological Resource Management*, Amsterdam (Geoarchaeological and Bioarchaeological Studies Volume 9).

- Kempen, P. van en C. Horn 2005: *Verborgene kastelen in zicht archeologisch onderzoek en inrichting van kasteelterreinen*, Amsterdam
- Kildea, F. & J. Musch, 2006: Developing methods for the assessment of artefact densities on Mesolithic sites in central France, in: E. Rensink & H. Peeters (eds.), *Preserving the early past. Investigation, selection and preservation of Palaeolithic and Mesolithic sites and landscapes*, Amersfoort (Nederlandse Archeologische Rapporten 31), 141-50.
- Kluiwing, S.J. et al. (eds.), 2006: *De West-Brabantse Delta: een Verdrongen Landschap Vormgegeven*, Amsterdam (Geoarchaeological and Bioarchaeological Studies 7 1571-0750).
- Koomen, A.J.M. & R.P. Exaltus 2003: De vervlakking van Nederland; naar een gaafheidskaart voor reliëf en bodem, Wageningen (Alterra-rapport 740).
- Kolfschoten, Th. van, 2006: Bones and stones get lost. The Dutch Palaeolithic heritage in danger, in: E. Rensink & H. Peeters (eds.), *Preserving the early past. Investigation, selection and preservation of Palaeolithic and Mesolithic sites and landscapes*, Amersfoort (Nederlandse Archeologische Rapporten 31), 77-86.
- Kraker, A.M.J. de 1999: A method to assess the impact of high tides, storms and storm surges as vital elements in climatic history. The case of stormy weather and dikes in the northern part of Flanders, 1488 to 1609, *Climatic Change* 43, 287-302.
- Kraker, A. de 2001: De Vlaamse en Zeeuwse ommelopers in de veertiende, vijftiende en zestiende eeuw, in: Synghel, G.A.M. van (ed.): *Broncommentaren*, Instituut voor Nederlandse Geschiedenis, Den Haag, 167-255.
- Kraker, A. M.J. de, 2006: Flood events in the southwestern Netherlands and coastal Belgium, 1400-1953, *Hydrological Sciences-Journal* 51, 913-930.
- Kraker, A., R. Wielinga & D. de Koning 2008: Middeleeuws proces van zoutzieden als experiment herhaald. *Westerheem* 57, 194-208.
- Kraker, J.J., M.J. Shott & P.D. Welch 1983: Design and evaluation of shovel-test sampling in regional archaeological survey, *Journal of Field Archaeology* 10, 469-480.
- Künzel R., D. Blok & J. Verhoeff 1989: *Lexicon van Nederlandse Toponiemen tot 1200*, Amsterdam.
- Kvamme K. L., 2003: Multidimensional Prospecting in North American Great Plains Village Sites. *Archaeological Prospection* 10, 131-142.
- Laak, J.C. ter 2005: *De taal van het landschap. Pilot toponiemen in de Berkelstreek*. Amersfoort (RAM 123).
- Leenders, K.A.H.W., 1996: *Van Turnhoutervoorde tot Strienemonde. Ontginnings- en nederzettingsgeschiedenis van het noord-westen van het Maas - Schelde - Demergebied, 400 - 1350. Een poging tot synthese*, Zutphen.
- Leenders, K.A.H.W., 1999: Ecologische aspecten van de middeleeuwse zoutwinning in de Delta. *Jaarboek voor ecologische geschiedenis*, 43-60.
- Leenders, K.A.H.W., 2007: Het middeleeuwse zoutwinningsproces, in: Kraker, A.M.J. de en G.J. Borger (red.): *Veen-Vis-Zout. Landschappelijke dynamiek in de zuidwestelijke delta van de Lage Landen*. Amsterdam (Geoarchaeological and Bioarchaeological Studies 8), 113-131.
- Leeuw, S.E. van der 1987: Outline of the project and first results Assendelver Polders, in: Brandt, R.W., W. Groenman-van Waateringe en S.E. van der Leeuw (eds.): *Assendelver Polder Papers I*. Amsterdam (Cingula 10), 1-21.

Leeuw, S. van der, 2005: Why Dutch archaeology isn't what it was forty years ago, in: M.H. van den Dries & W.J.H. Willems (red.), *Innovatie in de Nederlandse Archeologie. Liber amicorum voor Roel W. Brandt*, Gouda, 7-22.

Leusen, P.M. van 1996: Locational Modelling in Dutch Archaeology, in: Maschner, H.D.G. (ed.): *New Methods, Old Problems: Geographic Information Systems in Modern Archaeological Research*, Carbondale (Occasional Paper no. 23), 177-197.

Leusen, M. van, J. Deeben, D. Hallewas, P. Zoetbrood, H. Kamermans & P. Verhagen 2005: A Baseline for Predictive Modelling in the Netherlands, in: Leusen, M. van & H. Kamermans (eds.): *Predictive Modelling for Archaeological Heritage Management: A Research Agenda*. Amersfoort (NAR 29), 25-92.

Leusen, M. van & H. Kamermans 2005 (eds.): *Predictive Modelling for Archaeological Heritage Management: A Research Agenda*, Amersfoort (NAR 29).

Ligtendag, W.A., 1995: *De Wolden en het water. De landschaps- en waterstaatsontwikkeling in het lage land ten oosten van de stad Groningen vanaf de volle middeleeuwen tot ca. 1870*, Groningen.

Lillesand, T.M., R.W. Kiefer en J.W. Chipman 2004: *Remote Sensing and Image Interpretation*, New York.

Maarleveld, Th.J., (ed.) 1986: *Vooronderzoek archeologie. Historisch-geografisch en geologisch onderzoek van de Maasmond in het kader van de voorbereiding van de aanleg van de Grootchalige Locatie voor de berging van baggerspecie uit het benedenrivierengebied*, Rotterdam.

Mathieson, I., E. Bettles, J. Dittmer en C. Reader, 1999: The National Museums of Scotland Saqqara Survey Project, Earth sciences 1990-1998, *Journal of Egyptian Archaeology* 85, 21-43.

McGlade, J 1999: Archaeology and the evolution of cultural landscapes: towards an interdisciplinary research agenda, in: P.J. Ucko & R. Layton (eds.): *The Archaeology and Anthropology of Landscape: Shaping Your Landscape*, London, 458-82.

Metz, W.H., 1997: Aerial Archaeology. An indispensable tool in Prospecting, Monitoring and Protecting the Soil Archive in the Netherlands, in: W.J.H. Willems, H. Kars & D.P. Hallewas (eds.): *Archaeological Heritage Management in the Netherlands. Fifty Years State Service for Archaeological Investigations*, Assen, 192-216.

Millard, A., 2005: What can Bayesian statistics do for archaeological predictive modelling?, in: Leusen, M. van & H. Kamermans (eds.): *Predictive Modelling for Archaeological Heritage Management: A Research Agenda*. Amersfoort (NAR 29), 169-182.

Modderman, P.J.R. 1954: Het documenteren van oudheden, *Westerheem* 3, 58-60.

Mulder, J.R., & T.C. van Steenbergen 1995: *De bodemgesteldheid van het herinrichtingsgebied Zeevang*. Wageningen (DLO-Staring Centrum Rapport 403).

Mueller, J.W., (ed.), 1975: *Sampling in Archaeology*, Tucson.

Neubauer, W., 2001: *Magnetische Prospektion in der Archäologie*, Wenen.

Newman, C., 1997: *Tara: an archaeological survey*, Dublin (Discovery Programme Monograph 2).

Noomen, P.N., 1993: Verkenningen in middeleeuws Rolde. In: J.G. Borgesius et al. (red.). *Geschiedenis van Rolde*, Meppel/Amsterdam, 83-111.

Peeters, H., 2005: The forager's pendulum: Mesolithic-Neolithic landscape dynamics, land-use variability and the spatio-temporal resolution of predictive models in archaeological heritage management, in: M. van Leusen & H. Kamermans (eds.): *Predictive modelling for archaeological*

heritage management: a research agenda, Amersfoort (Nederlandse Archeologische Rapporten 29), 149-68.

Peeters, H., 2006: Sites, landscapes and uncertainty: on the modelling of the archaeological potential and assessment of deeply buried Stone Age landscapes in the Flevoland polders (the Netherlands), in: E. Rensink & H. Peeters (eds.), *Preserving the early past. Investigation, selection and preservation of Palaeolithic and Mesolithic sites and landscapes*, Amersfoort (Nederlandse Archeologische Rapporten 31), 167-84.

Peeters, J.H.M., 2007: *Hoge Vaart-A27 in context: towards a model of Mesolithic-Neolithic land use dynamics as a framework for archaeological heritage management*, Amersfoort (proefschrift Universiteit van Amsterdam).

Peeters, J.H.M. 2008: Een nieuwe archeologische verwachtingskaart voor het mesolithicum en neolithicum in Flevoland, in: J.H.C. Deeben (red.): *De Indicatieve Kaart van Archeologische Waarden, derde generatie*, Amersfoort (Rapportage Archeologische Monumentenzorg 155), 13-29.

Peeters, J.H.M., J. Schreurs & S.M.J.P. Verneau, 2001: Deel 18. Vuursteen: typologie, technologische organisatie en gebruik, in: J.W.H. Hogestijn & J.H.M. Peeters (eds.): *De mesolithische en vroeg-neolithische vindplaats Hoge Vaart-A27 (Flevoland)*, Amersfoort (RAM 79, 20 delen).

Peeters, J.H.M., B. Makaske, J. Mulder, A. Otte-Klomp, D. van Smeerdijk, S. Smit & T. Spek, 2002: Elements for Archeological Heritage Management: exploring the Archaeological Potential of Drowned Mesolithic and Early Neolithic Landscapes in Zuidelijk Flevoland, *BROB* 45, 81-124.

Philips, J.E.R., J.C.G.M. Janssen & T.J.A.H. Claessens, 1965: *Geschiedenis van de landbouw in Limburg 1750-1914*. Assen (Maaslandse Monografieën 4).

Planck, D.O., O. Braasch, J. Oexle & H. Schlichtherl, 1994: *Unterirdisches Baden- Württemberg; 250000 Jahre Geschichte und Archäologie im Luftbild*, Stuttgart.

Renes, H., 1988: *De geschiedenis van het Zuidlimburgse cultuurlandschap*, Assen.

Renes, J. 1999: *Landschappen van Maas en Peel. Een toegepaste historisch-geografisch onderzoek in het streekplangebied Noord- en Midden-Limburg*. Leeuwarden.

Roessingh, H.K., 1970: Village and hamlet in a sandy region of the Netherlands in the middle of the 18th century. An application of the Guttman scalogram technique to socio-historical research, *Acta Historiae Neerlandica* IV, 105-129.

Roymans, N., 1996: The South Netherlands project. Changing perspectives on landscape and culture, *AD* 3, 231-245.

Rutte, R., 2002: *Stedenpolitiek en stadsplanning in de Lage Landen (12^{de}-13^{de} eeuw)*, Zutphen.

Schama, Simon, 1995: *Landscape and Memory*, New York.

Schleifer, N. *et al.*, 2002: Investigation of a Bronze Age plankway by spectral induced polarization. *Archaeological Prospection* 9, 243 – 253.

Online publicatie: <http://www3.interscience.wiley.com/cgi-bin/jissue/100519978>

Schinkel, K., 1998: Unsettled settlement. Occupation remains from the Bronze Age and the Iron Age at Oss-Ussen. The 1976-1986 excavations, in: H. Fokkens (ed.), *The Ussen project. The first decade of excavations at Oss*, Leiden (APL 30), 5-305.

Scholte Lubberink, H.B.G., 1998: Waardevol cultuurlandschap Winterswijk: archeologische inventarisatie en verwachtingskaart (Fase A), Amsterdam (RAAP-Rapport 225.).

Scholte Lubberink, H.B.G., 2000: Milieuzorggebied Neede-Borculo, gemeente Borculo archeologisch onderzoek in het dal van de Koningsbeek te Gelselaar, Amsterdam (RAAP rapport 540)

Schoorl, H., 1973: Zeshonderd jaar water en land. Bijdrage tot de historische Geo- en Hydrografie van de Kop van Noord-Holland in de periode van circa 1150 –1750, *Verhandelingen KNAG* 24.

Scollar, I., A. Tabbagh, A. Hesse & I. Herzog 1990: *Archaeological prospecting and remote sensing*, Cambridge (Topics in Remote Sensing No. 2).

Slicher van Bath, B.H., 1965: The economic and social conditions in the Frisian districts from 900 to 1500, *A.A.G. Bijdragen* 13, 97-134.

Slofstra, J., 1976: Regionale archeologie en Landesaufnahme, *Westerheem* 25, 324-35.

Smeerdijk, D.G. van, T. Spek, T. & M.J. Kooistra 1995: Anthropogenic soil formation and agricultural history of the open fields of Valthe (Drenthe, the Netherlands) in mediaeval and early modern times, *Mededelingen RGD* 52, 451-479.

Smit, B., D., Bekius & A. Hesselink 2003: Cultuurhistorie en aardkunde van het Benedenrivierengebied: inventarisatie en waardering van het oostelijk deel, Lelystad (RIZA rapport 2003.025).

Soonius, C.M., D. Bekius & S. Molenaar 2001: Streekplan Noord-Holland Zuid. Provincie Noord-Holland. Een archeologisch bureauonderzoek, Amsterdam (RAAP-rapport 709).

Sueur, C. 2005: Het microreliëf van Nederland in beeld gebracht, *Archeobrief* 1 2005, 8-13.

Sueur, C. 2006: Remote sensing voor archeologische prospectie en monitoring, Amsterdam (RAAP-rapport 1261).

Spek, T., 1992: The age of plaggen soils. An evaluation of dating methods for plaggen soils in the Netherlands and Northern Germany, in: Verhoeve, A. & J.A.J. Vervloet (eds.): *The transformation of the European rural landscape*. NFWO, Brussel, 72-91.

Spek, T., 2004: Het Drentse esdorpen landschap. Een historisch-geografische studie, Utrecht.

Spek, Th. & L. van Exter 2007: Bewonings- en ontginningsgeschiedenis van het kerspel Raalte tijdens de Middeleeuwen en Vroege Nieuwe tijd. Een historisch-geografisch onderzoek ten behoeve van de archeologie, in: H. van der Velde: *Germanen, Franken en Saksen in Salland. Archeologische en landschappelijk onderzoek naar de geschiedenis van het landschap en nederzettingen uit de Romeinse tijd en Vroege Middeleeuwen in centraal Salland*, Amersfoort (ADC Monografie 1), 399-530.

Stassen, P., 2002: Zandmaas: Proefproject 3 Aanvullende Archeologische Inventarisatie zomerbed Maas tussen Steijl en Grubbenvorst, Maastricht (Maaswerken rapport DLB/2002/9781).

Stoepker, H., E. Rensink & E. Drenth (eds.) 2004: Behoud en onderzoek van archeologische waarden in het Maasdal in het kader van de Maaswerken en de Via Limburg, Amersfoort (RAM 111).

Theunissen, E.M. et al 2006: Kijkoperatie in het veen. Kwaliteitsbepalend onderzoek naar de neolithische veenweg van Nieuw-Dordrecht (gemeente Emmen), Amersfoort (RAM 130).

Tol, A.J., J.W.H.P. Verhagen, A. Borsboom & M. Verbruggen 2004: Prospectief boren; een studie naar de betrouwbaarheid en toepasbaarheid van booronderzoek in de prospectiearcheologie, Amsterdam (RAAP-rapport 1000).

Toorn, L.M. van der, 2007: *Modelling the influence of tillage and water erosion on the formation of the (archaeological) landscape in south Limburg*, Wageningen (scriptie Universiteit Wageningen).

Ucko, P.J. & R. Layton (eds.), 1999: *The Archaeology and Anthropology of Landscape: Shaping Your Landscape*, London.

Valstar, B.J. & A.P.M. Pieters 1994: Verslag testmetingen 'SHARPS pinpoints acoustic positioning systeem' Oostvoornse meer zuidoever 1994, Delft.

Ven, G.P. van de, 2003: Leefbaar Laagland. Geschiedenis van de waterbeheersing en landaanwinning in Nederland, Utrecht.

Verhagen, P., 2005: Prospection strategies and archaeological predictive modelling, in: Leusen, M. van & H. Kamermans (eds.): *Predictive Modelling for Archaeological Heritage Management: A Research Agenda*, Amersfoort (NAR 29), 109-121.

Verhagen, P., 2007: *Case studies in archaeological predictive modelling*, Leiden (Archaeological studies Leiden University)

Verhagen, P., M. Wansleeben & M. van Leusen 2000: Predictive modelling in the Netherlands. The prediction of archaeological values in Cultural Resource Management and academic research, in: Hartl, O. en S. Strohschneider-Laue (eds.): *Workshop 4 Archäologie und Computer 1999*, Wenen. CD-ROM.

Verhagen, P., H. Kamermans, M. van Leusen, J. Deeben, D. Hallewas & P. Zoetbrood 2007: First thoughts on the incorporation of cultural variables into predictive modelling, in: P. Verhagen: *Case Studies in Archaeological Predictive Modelling*, Leiden (ASLU 14), 203-210.

Verhagen, P., 2006: Quantifying the Qualified: the use of Multi-criteria methods and Bayesian statistics for the development of archaeological predictive models, in: Mehrer, M. & K. Wescott (eds.): *GIS and Archaeological Site Location Modeling*, Boca Raton.

Vollmer, M., Guldborg, M., M. Maluck, D. van Marrewijk & G. Schlickbier 2001: *Lancewad. Landscape and Cultural Heritage in the Wadden Sea Region. Project Report*, Wilhelmshaven (Wadden Sea Ecosystem 12).

Vos, P. & J. Bazelmans, 2002. De geogenetische aanpak: gericht prospectief archeologisch onderzoek op geologisch laagniveau, *Archeologische Monumentenzorg - Nieuwsbrief van de Rijksdienst voor het Oudheidkundig Bodemonderzoek* 2, 28-29.

Vries-Metz, W.H. de 1993: Luchtfoto-archeologie in Oostelijk West-Friesland. Mogelijkheden en resultaten van archeologische Remote Sensing in een verdwijnend prehistorisch cultuurlandschap, Amsterdam.

Waldus, W. & H.S.M. van der Velde (eds.) 2006: *Archeologie in vogelvlucht. Toepassingsmethoden van het AHN voor de archeologie*. Amsterdam (Geoarchaeological and Bioarchaeological Studies 6).

Wansleeben, M. & L.B.M. Verhart 1997: Geographical Information Systems. Methodical progress and theoretical decline? *Archaeological Dialogues* 4, 53-70.

Wheatley, D., 2003: Making Space for an Archaeology of Place. *Internet Archaeology* 15. Online Publicatie: http://intarch.ac.uk/journal/issue15/wheatley_index.html

Whitley, T.G., 2000: *Dynamical Systems Modeling in Archaeology: A GIS Approach to Site Selection Processes in the Greater Yellowstone Region*, Pittsburgh (ongepubliceerd proefschrift University of Pittsburgh)

Whitley, T.G., 2005: A Brief Outline of Causality-Based Cognitive Archaeological Probabilistic Modeling, in: Leusen, M. van & H. Kamermans (eds.): *Predictive Modelling for Archaeological Heritage Management: A Research Agenda*, Amersfoort (NAR 29), 123-137.

Wiemer, R., 2002: Standardisation: the key to archaeological data, in: L. García Sanjuan & D. Wheatley (eds.): *Mapping the Future of the Past. Managing the Spatial Dimension of the European Archaeological Resource*, Sevilla (Historia y Geografía Series No. 78), 103-108.

Wiemer, R., 2005: Van mejuffrouw Loeb tot Archis2. Een scenario voor de centrale registratie en verwerking van vondstmeldingen, in: M.H. van den Dries & W.J.H. Willems (eds.): *Innovatie in de Nederlandse archeologie. Liber amicorum voor Roel W. Brandt*, Gouda, 143-150.

Woltering, P.J., 1985: Prehistorie en Romeinse Tijd in West-Friesland, *West-Frieslands Oud en Nieuw* 52, 199-232.

Woltering, P.J., 1995: Occupation History of Texel III. The Archaeological Survey, paleogeography and Settlement Patterns, *BROB* 42, 209-263.

Woude, A.M. van der 1983: Het Noorderkwartier. Een regionaal historisch onderzoek in de demografische en economische geschiedenis van westelijk Nederland van de late middeleeuwen tot het begin van de negentiende eeuw, Utrecht

Zijverden, W.K. van & W.N.H. Laan 2005: Landscape reconstruction and predictive modelling in archaeological research, using a LIDAR based DEM and digital boring databases, in: *Archäologie und Computer, Workshop 9*, Wenen. CD-ROM.