

Bachelorscriptie Computertoepassingen in de Archeologie

Midden-Paleolithische Vondsten uit Noord-Brabant

Een onderzoek naar de vondstverspreiding en
landschappelijke kenmerken

Auteur:	Michael Schuuring
Studentnummer:	0950661
Universiteit:	Universiteit Leiden
Faculteit:	Faculteit der Archeologie
Begeleiders:	drs. M. Wansleeben & dr. A. Verpoorte
Datum:	30 mei 2012
Plaats:	Leiden

Contactgegevens

Adres: Michael Schuuring
Pelikaanhof 58D
2312EC
Leiden

E-mail: mpschuuring@gmail.com

Telefoonnummer: 06-14703245

Inhoudsopgave

1. Inleiding	1
1.1 Probleem- en doelstelling	1
1.2 Vraagstellingen	3
1.3 Operationalisering	6
1.4 Toetsing	8
1.5 Leeswijzer	11
2. Archeologisch en geologisch kader	12
2.1 Nederlandse Kwartairgeologie	12
2.1.1 TEKTONIEK	16
2.2 Geologie van Noord-Brabant	16
2.2.1 HOLOCEEN NOORD-BRABANT	19
2.2.2 PLEISTOCEEN NOORD-BRABANT	20
2.3 Het Midden-Paleolithicum	23
2.3.1 HET MIDDEN-PALEOLITHICUM VAN NEDERLAND	25
3. Data en methoden	28
3.1 Onderzoeksdata en selectie	28
3.2 Kwaliteit van de gegevens	30
3.3 Representativiteit van de gegevens	31
3.4 Computertoepassingen & analytische methoden	34
4. Verwachtingsmodel	37
4.1 GEOLOGISCHE OVERZICHTSKAART	38
4.2 GEOMORFOLOGISCHE KAART	42
4.3 BODEMKAART	46
4.4 HOOGTEKAART	48
5. Resultaten	51
5.1 Inleiding	51
5.2 Geologische kaart	52
5.3 Geomorfologische kaart	53
5.4 Bodemkaart	54
5.5 Hoogtekaart AHN reliëf	55
5.6 Gecombineerde kaart – predictive model	55
6. Discussie	58
6.1 Inleiding	58
6.2 Geologische overzichtskaart	58

6.3 Geomorfologische kaart	59
6.4 Bodemkaart	60
6.5 Hoogtekaart AHN Reliëf	60
6.6 Gecombineerde kaart – predictive model	62
6.6.1 OUTLIERS	63
6.6.2 OVERIGE OUTLIERS	65
6.7 Gedragsreconstructie	68
7. Conclusie	71
7.1 Aanbevelingen	72
8. Samenvatting	74
9. Literatuur	76
10. Bijlagen	81
Bijlage 1: Betekenis coderingen geologische overzichtskaart	81

1. Inleiding

1.1 Probleem- en doelstelling

Menselijk gedrag wordt in sterke mate beïnvloed door veranderingen in het klimaat en het landschap. Het menselijk gedrag gedurende het Midden-Paleolithicum, de middelste fase van de oude steentijd en met name geassocieerd met de Neanderthaler (*Homo neanderthalensis*), vormt daarop geen uitzondering. Daarbij wordt het archeologisch bodemarchief, zoals archeologen het terugvinden, in grote mate beïnvloed door allerlei geologische processen. Onze kennis over het Midden-Paleolithicum in Nederland wordt met name bepaald door geïsoleerde oppervlaktevondsten, dunne vondstverstrooiingen en opgezogen artefacten. Resten die *in situ* aangetroffen zijn, zoals in de löss en -grindgroeve Belvédère bij Maastricht, zijn zeldzaam (Niekus & Stapert 2005, 91). Daarom is het noodzakelijk om te onderzoeken welke rol natuurlijke en antropogene factoren invloed hebben op de vondstverspreiding van Midden-Paleolithische artefacten.

Hoewel de Midden-Paleolithische oppervlakte- en toevalsvondsten beperkingen opleveren wanneer men gedrag wil interpreteren, zijn deze vondsten van hoge archeologische betekenis. Te denken valt aan informatie over de immense tijdsdiepte waarin mensachtigen in Nederland hebben gewoond. Tevens verschaffen oppervlaktevondsten ons informatie over landgebruik, technologische organisatie en mobiliteit van vroege mensachtigen (Rensink 2005, 119). Bovendien worden deze oppervlaktevondsten indirect gebruikt om informatie te verzamelen over de paleogeografie van ons landschap, en welke geologische processen ons huidige landschap hebben gevormd.

Steentijdonderzoek heeft dikwijls een lage prioriteit bij gemeenten en overheidsinstanties (Rensink & Smit, 2011). Bovendien maakt de Indicatieve Kaart van Archeologische Waarden (IKAW) geen onderscheid tussen archeologische perioden, terwijl met deze verwachtingskaart van archeologie in Nederland gebruikt wordt om beslissingen van vervolgonderzoek op te baseren (van Leusen *et al.*, 2005). Historische perioden hebben

echter wezenlijk verschillende indicatieve waarden dan perioden met jagers en verzamelaars. Daarom wordt in dit onderzoek tevens de waarde van periodespecifiek onderzoek belicht.

Dit onderzoek beperkt zich tot de provincie Noord-Brabant. Samen met de provincie Limburg wordt Noord-Brabant gekenmerkt door het feit dat een groot deel van dit gebied opgeheven wordt ten opzichte van de rest van Nederland. Tevens heeft de vernietigende kracht van het landijs van diverse ijstijden deze provincies nooit bereikt, met als gevolg dat in deze provincies ook landschapsvormen daterend voor de Saalien-ijsbedekking niet verloren zijn gegaan (Rensink 2005, 119). Voor de provincie Noord-Brabant is gekozen binnen het kader van dit onderzoek omdat dit een omvangrijk en duidelijk begrenst gebied is met een relatief grote diversiteit aan Holocene en Pleistocene geologie, waarbij dekzandgebieden een opvallend kenmerk zijn.

Noord-Brabant wordt namelijk in grote mate afgedekt door geologisch 'jonge' dekzandpakketten, die voornamelijk afkomstig zijn uit het midden- en late Weichselien - de laatste ijstijd (Berendsen 2008b, 31). Het is opvallend dat Midden-Paleolithische vindplaatsen aan het oppervlak te vinden zijn, omdat dit dekzand in veel gevallen na de Midden-Paleolithische bewoning is afgezet. Toch komen Midden-Paleolithische vondsten, van vaak onbekende ouderdom, aan of nabij het oppervlak voor. Het is interessant om te bekijken welke geologische en geomorfologische processen verantwoordelijk zijn voor het feit dat deze vondsten toch aan het oppervlak aangetroffen worden.

In het zuiden van het land kunnen aan het oppervlak artefacten gevonden worden, omdat deze oppervlakten vaak door relatief dunne pakketten jonger sediment overdekt zijn, waardoor ze in groeven nog bestudeerd kunnen worden. Op sommige plekken vallen de oude loopvlakken zelfs samen met het huidige oppervlak, omdat zij niet met jongere afzettingen overdekt werden of omdat jongere afzettingen geërodeerd zijn (Roebroeks 1990, 11; Vos & Kiden 2005, 7). Doel van dit onderzoek is vast te stellen welke natuurlijke factoren invloed hebben op de vondstverspreiding van Midden-Paleolithische artefacten, en te achterhalen hoe het komt dat deze artefacten gevonden kunnen worden op plaatsen waar deze aanvankelijk niet verwacht worden op grond van geologische kenmerken.

Oppervlaktevondsten zijn bij uitstek geschikt om een regionaal onderzoek uit te voeren door middel van Geografische Informatie Systemen (GIS), een verzamelaar van computersoftware om ruimtelijke data te verwerken en analyseren. De enorme hoeveelheid ruimtelijke data kan op deze manier gemakkelijk geanalyseerd worden, en verschillende kaarten met indicatieve kenmerken kunnen met elkaar gecombineerd worden tot een gecombineerde indicatieve kaart. Deze indicatieve kaart kan vervolgens getoetst worden aan de hand van bestaande Midden-Paleolithische vindplaatsen. Op basis hiervan worden uitspraken gedaan over de factoren die van invloed zijn geweest op de aanwezigheid van oppervlaktevondsten in Noord-Brabant. De kracht van een GIS systeem schuilt in het feit dat geografische data per thematische laag opgeslagen kan worden, waar vervolgens allerlei bewerkingen en analyses mee uitgevoerd kunnen worden door verschillende kaarten en data aan elkaar te relateren.

In dit onderzoek is het indicatieve model en de discussie daaromtrent gebaseerd op omgevingsvariabelen van Noord-Brabant, bijvoorbeeld kenmerken van geologie, geomorfologie, bodem en reliëf. Het onderzoek begint met het individueel waarderen van variabelen die horen bij een thematische kaartlaag. Er wordt vanuit gegaan dat paleolithische artefacten vooral gevonden worden op plekken waar Pleistocene afzettingen aan of vlak onder de oppervlakte voorkomen, of waar post-depositionele processen zich hebben ingesneden in jongere afzettingen.

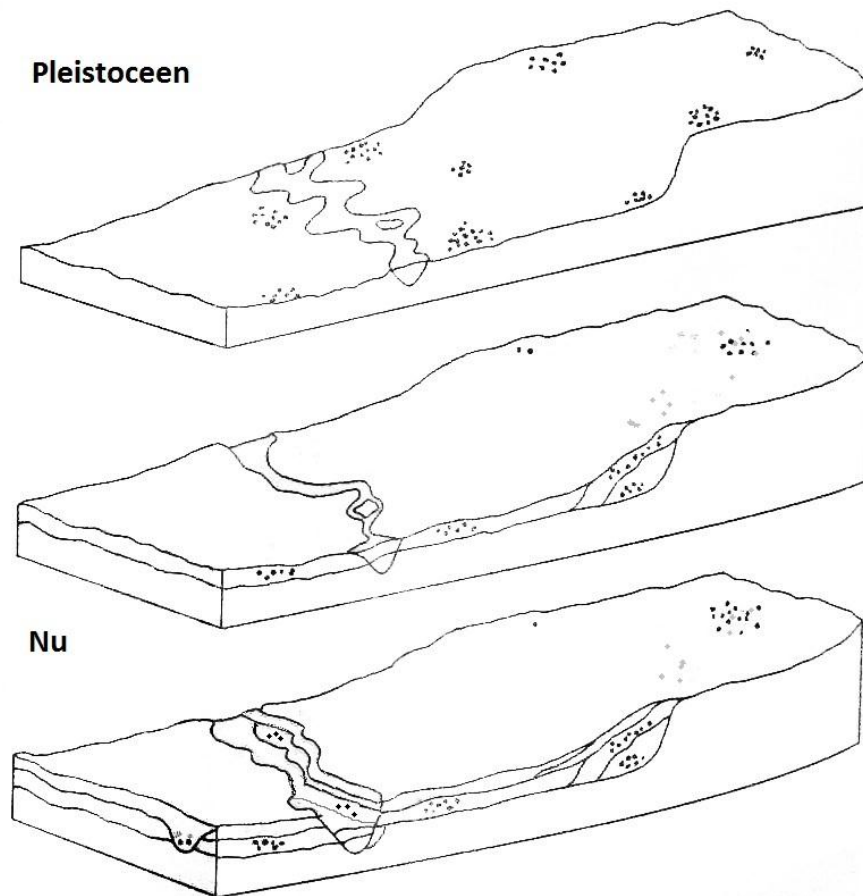
1.2 Vraagstellingen

De nadruk van dit onderzoek ligt op post-depositionele processen - natuurlijke en antropogene veranderingen na depositie van het artefact - die plaats hebben gevonden op regionale schaal. Te denken valt aan afzetting van grotere geologische eenheden, het ontstaan van bodemtypen en de aanwezigheid van plaatsen waar erosie heeft plaatsgevonden, zoals beekdalen en rivierterrassen. Door de vindplaatsen deductief te voorspellen op basis van de geologische-, geomorfologische-, bodem- en reliëfkaart en vindplaatsen buiten de verwachte zones te verklaren, kan bekeken worden welke

geologische en antropogene processen verantwoordelijk zijn voor het aantreffen van deze vondsten.

Hierbij is het zaak te verklaren waarom vindplaatsen voorkomen op plekken waar zij verwacht worden en nog belangrijker, waarom zij voorkomen aan het oppervlak van plekken waar vindplaatsen niet verwacht worden. Tevens is het van belang de huidige bewoningsactiviteit en surveytheorie in acht te nemen. Wanneer informatie hieromtrent bekend is, kunnen er op basis van deze informatie mogelijk uitspraken gedaan worden over menselijk gedrag. Bovendien kunnen er indicatieve modellen over toekomstige vindplaatsen worden gemaakt waarin getracht wordt te voorspellen waar de kans het grootst is om Midden-Paleolithische artefacten aan te treffen.

Op basis van kennis van geologische processen, kunnen enkele toetsbare verwachtingen geschetst worden. Het is aannemelijk dat Midden-Paleolithische vondsten voornamelijk gedaan worden op plekken waar oudere Pleistocene formaties dagzomen. Te denken valt aan de randen van hoger gelegen gebieden, waar sedimentatie in mindere mate heeft plaatsgevonden en waar jongere afzettingen weer weg geërodeerd zijn, bijvoorbeeld dekzandplateau's van de hoger gelegen Peelhorst en de rug van Alphen-Gilze-Rijen (Berendsen 2008b, 30). Ook op plekken waar door erosie oudere oppervlakten zijn blootgelegd worden veel vondsten verwacht. Bijvoorbeeld door fluviatiele erosie, doordat rivieren zich hebben ingesneden en waardoor beekdalen zijn ontstaan.



Figuur 1: Vondstverspreiding en de post-depositionele processen die hier invloed op hebben (naar Roebroeks 1990, 70).

Weinig vondsten worden verwacht op lager gelegen gebieden waar veel sedimentatie heeft plaatsgevonden. Hier zullen eventuele vondsten in veel gevallen worden afgedekt door een dikke laag sediment, en derhalve niet aan het oppervlakte aan aangetroffen worden. Voorbeelden van dit soort gebieden zijn de Roerdalslenk, waar de dikte van het dekzandpakket soms wel 45m kan zijn (Berendsen 2008b, 31) en het westen en noorden van Noord-Brabant, waar Holocene afzettingen aan het oppervlak worden aangetroffen (Berendsen 2008a, 251). In deze gebieden is het wel mogelijk dat vindplaatsen gevonden worden nabij beekdalen, randen van horstplateaus, flanken van vennen, terrassen en andere plaatsen met een sterk verschil in reliëf – maar enkel wanneer deze geomorfologische factoren zich diep genoeg in de ondergrond insnijden. In dit onderzoek

wordt aandacht gegeven aan de dekzandgebieden waar oppervlaktevondsten gedaan worden, en de achterliggende redenen die er voor gezorgd hebben dat deze vindplaatsen hier gevonden kunnen worden ondanks het dikke pakket van Laat-Pleistocene afzettingen.

Op basis van het voorgaande zijn de volgende onderzoeksvragen opgesteld:

1. Op welke geologische features en formaties op of nabij het oppervlak worden de meeste Midden-Paleolithische artefacten gevonden, en welke aanwezige factoren maken de kans groter om artefacten aan te treffen?
2. Welke *site formation processes* (post-depositionele processen) hebben er voor gezorgd dat deze vondsten op of nabij het oppervlakte liggen, en hoe kan verklaard worden dat deze artefacten gevonden zijn op plekken waar dit niet verwacht wordt?
3. Kunnen we met het verspreidingspatroon van de bekende vindplaatsen uitspraken doen over het gedrag van Neanderthalers?
4. Kan met de verkregen resultaten een *predictive model* gemaakt worden, waarin de trefkans van toekomstige Midden-Paleolithische vondsten in het landschap kan worden berekend?

1.3 Onderzoeksopzet & -methodiek.

Om een indicatieve kaart te maken kan gebruikt worden van *inductieve* en *deductieve* methoden. Een inductief model wordt geconstrueerd op basis van bestaande vindplaatsen gerelateerd aan de kenmerken waarin zij aanwezig zijn. Eigenschappen van archeologische sites kunnen bekeken worden, en op basis van deze informatie worden toekomstige sites voorspeld (van Leusen 2005 *et al.*, 29). Wanneer een indicatief model gebaseerd is op een inductieve methodologie, dienen er eerst representatieve samples van het gehele gebied gesurveyed te worden. Wanneer dit niet gebeurt en de bestaande data niet representatief is voor het geheel waardoor het indicatieve model onbetrouwbaar is, worden vooralsnog onontdekte sites op plekken met een lage indicatieve waarde in het model gemist.

Bovendien wordt het model bekrachtigd naarmate er meer sites met deze bias gevonden worden.

Een inductief model is in dit onderzoek niet aan de orde, aangezien dit onderzoek allereerst bedoeld is om een verklaring te geven van de site formation processes waardoor Midden-Paleolithische sites zichtbaar worden. Daarom wordt ook wel gesproken van een deductief model; indicaties zijn gebaseerd op kennis van menselijk gedrag en omgevingsvariabelen die van invloed zijn op de post-depositionele processen van archeologische vondsten die deze vondsten zichtbaar maken aan het oppervlak. Vooral dit laatste is bij dit onderzoek aan de orde. Een nadeel hiervan is dat de kennis van post-depositionele processen die invloed hebben op archeologie van diegene die het model opstelt onvolledig of ontoereikend kan zijn, waardoor het deductieve model niet volledig indicatief is. In dit onderzoek echter worden relatief eenvoudige en bekende variabelen gebruikt, namelijk omgevingsvariabelen die er voor kunnen zorgen dat oude afzettingen aan het oppervlak dagzomen.

Het waarden van variabelen op de kaart gebeurt door per kaartvariabele (bijvoorbeeld type afzetting, geomorfologie, bodem of reliëfhoek) te bepalen of deze een hoge kans heeft om Midden-Paleolithisch materiaal te bevatten. Op basis van deze verwachtingen wordt voor iedere kaartlaag een verwachtingsmodel gecreëerd op basis van de legenda-eenheden van de desbetreffende kaart. Per legenda-eenheid wordt besloten of die informatie al dan niet indicatief zou kunnen zijn voor Midden-Paleolithische vindplaatsen. Deze informatie wordt vervolgens getoetst (per kaartlaag en gecombineerd) op basis van de huidige vindplaatsen. Hiermee wordt bepaald welke eigenschappen indicatief zijn, en waarom dit het geval is. Tevens wordt getracht te verklaren waarom sites voorkomen op gebieden die niet indicatief zijn voor Midden-Paleolithische vindplaatsen, maar deze toch bevatten.

Een variabele kan gewaardeerd worden als 'weinig kans op sites' omdat het landschap geologisch te jong is, vernietigd is door erosie, of door water onbereikbaar is. In dit geval wordt deze variabele gewaardeerd met een de waarde '0'. Wanneer een variabele een bovengemiddelde kans heeft om Midden-Paleolithisch materiaal te bevatten, wordt

deze gewaardeerd met de waarde '1'. Dit proces wordt herhaald voor iedere kaartvariabele bij iedere thematische kaart.

Bij dit onderzoek worden meerdere kaartlagen betrokken, namelijk; een geologische oppervlaktekaart, een geomorfologische kaart, een bodemkaart, een AHN-kaart met hellingswaarden en een kaartlaag waarin alle vondsten verwerkt zijn. Deze kaartlagen en de waarderingen van variabelen worden besproken in hoofdstuk 3.3. Het waarden naar een binair systeem leidt uiteindelijk tot thematische kaartlagen waar vectoren van de desbetreffende kaart slechts aangeven wordt als een binaire kaart ('0' = geen vondst verwacht, '1' = vondst verwacht).

Nadat alle binaire kaarten gecreëerd waren, werden de kaarten over elkaar heen geplaatst middels *map algebra*, een functie in ArcGIS om eigenschappen van kaarten bij elkaar op te tellen. Dit heeft tot gevolg dat er een nieuwe kaart ontstaat waarin de waarden individuele vectoren bij elkaar opgeteld zijn. Deze waarden representeren de hoeveelheid van archeologisch indicatieve variabelen die elkaar snijden in een kaartvlak. Een waarde van 2 is bijvoorbeeld een onderdeel van een kaartvlak waar twee gunstige variabelen elkaar snijden, bijvoorbeeld een Pleistocene afzetting, een beekdal en een scherpe helling. Dit model wordt vervolgens getoetst voor zowel de individuele kaartlagen als de gecombineerde kaartlaag middels kwantitatieve en kwalitatieve beoordeling.

1.4 Toetsing

Bij alle behandelde gevectoriseerde kaartlagen, namelijk de geologische oppervlaktekaart en de geomorfologische kaart en de bodemkaart, kan de oppervlakte dat een variabele in het landschap inneemt gemakkelijk worden berekend in vierkante kilometer met ieder gebruikt GIS-pakket. Wanneer men de oppervlakte van alle soortgelijke polygonen met een bepaalde legenda-eenheid (bijvoorbeeld een geologisch laagpakket) met elkaar optelt, kan de totale oppervlakte dat dit kenmerk inneemt in de provincie Noord-Brabant uitgerekend worden. Vervolgens kan met ArcGIS of MapInfo worden bepaald hoeveel vindplaatsen aangetroffen zijn binnen deze legenda-eenheid.

Wanneer dit in een tabel geplaatst wordt, kan op basis van de hoeveelheid vindplaatsen en hoeveelheid km² per kenmerk worden hoeveel vindplaatsen je zou verwachten (*frequency expected*) op een bepaald ruimtelijk kenmerk, als toewijzing willekeurig zou gebeuren. Dit wordt berekend door het percentage van het totale aantal vierkante kilometers dat een ruimtelijk kenmerk binnen de provincie inneemt te vermenigvuldigen met het totale aantal vindplaatsen.

$$\begin{aligned} & \% \text{ Oppervlakte kenmerk ten opzichte van totale oppervlakte} * \text{Totaal aantal vindplaatsen} \\ & = \text{Frequency Expected (Fe) voor dat type kenmerk.} \end{aligned}$$

Vervolgens wordt op basis van deze informatie de Chi-kwadraat berekend. Voor ieder kenmerk wordt de waargenomen frequentie vindplaatsen (*frequency observed*) verminderd met de verwachte hoeveelheid vindplaatsen voor een kenmerk (*frequency expected*), wat vervolgens gekwadrateerd wordt. Dit getal wordt gedeeld door de *frequency expected*. Dit wordt gedaan voor ieder kenmerk in de tabel, en de uitkomsten hiervan worden uiteindelijk bij elkaar opgeteld.

$$\chi^2 = \sum (O - E)^2 / E$$

Op basis van het getal dat hier uit komt, kan bepaald worden of er een relatie bestaat tussen het kenmerk en het aantal vindplaatsen. Om dit te bepalen wordt uitgegaan van een geaccepteerde kritische waarde van 5% om de hypothese te toetsen; waarbij de kans kleiner dan 5% is dat de vindplaatsen op grond van toeval verspreid zijn in een gegeven thematische kaart. Vervolgens wordt opgezocht een tabel of de uitgekomen χ^2 -uitkomst hier aan voldoet, waarbij het aantal vrijheidsgraden (*degrees of freedom*) in acht wordt genomen (Fletcher & Lock 2005, 128-134). Het resultaat van een χ^2 -toets is een p-waarde. Normaliter moet de p-waarde – de kans dat de vondstverspreiding op toeval berust - kleiner zijn dan 0.05 (5%) om statistisch significant te worden genoemd. In dit onderzoek wordt hier niet zo streng naar gekeken, en wordt de uitkomst van iedere kaart individueel beoordeeld voor de waarde die het toe kan voegen aan het complete indicatieve model.

Daarnaast wordt op basis van de informatie uit de kruistabel de *gain*-waarde berekend. Bij het berekenen van de *gain*-waarde wordt de indicatieve winst van een voorspellende kaart berekend, ten opzichte van de hoeveelheid oppervlakte dat de positieve indicatieve waarde voor die kaart inneemt. Dit gebeurt om te bepalen of de individuele thematische kaarten voldoende indicatieve waarde hebben om opgenomen te worden in de gecombineerde indicatieve kaart.

De *gain*-waarde wordt uitgerekend door het percentage vindplaatsen in het model te verminderen met het percentage oppervlakte. Hieruit volgt een waarde in percentage die kenmerkend is voor de indicatieve waarde het voorspellende model op basis van een kaart. Wanneer dit percentage voldoende indicatief lijkt te zijn, wordt deze kaart binnen het kader van dit onderzoek als indicatief beoordeeld en opgenomen in de gecombineerde indicatieve kaart.

Wanneer bijvoorbeeld 70% van de vindplaatsen verklaard kan worden op basis van een bepaalde kaart, lijkt de winst van die kaart op het eerste gezicht hoog. Wanneer op diezelfde kaart echter 65% van de oppervlakte een positieve indicatieve waarde heeft, is een absolute indicatieve waarde van 70% niet buiten de lijn der verwachting wanneer vondstverspreiding op toeval zou berusten. De *gain*-waarde is immers slechts 5%; het verschil tussen 70% van de vindplaatsen en 65% van de indicatieve oppervlakte.

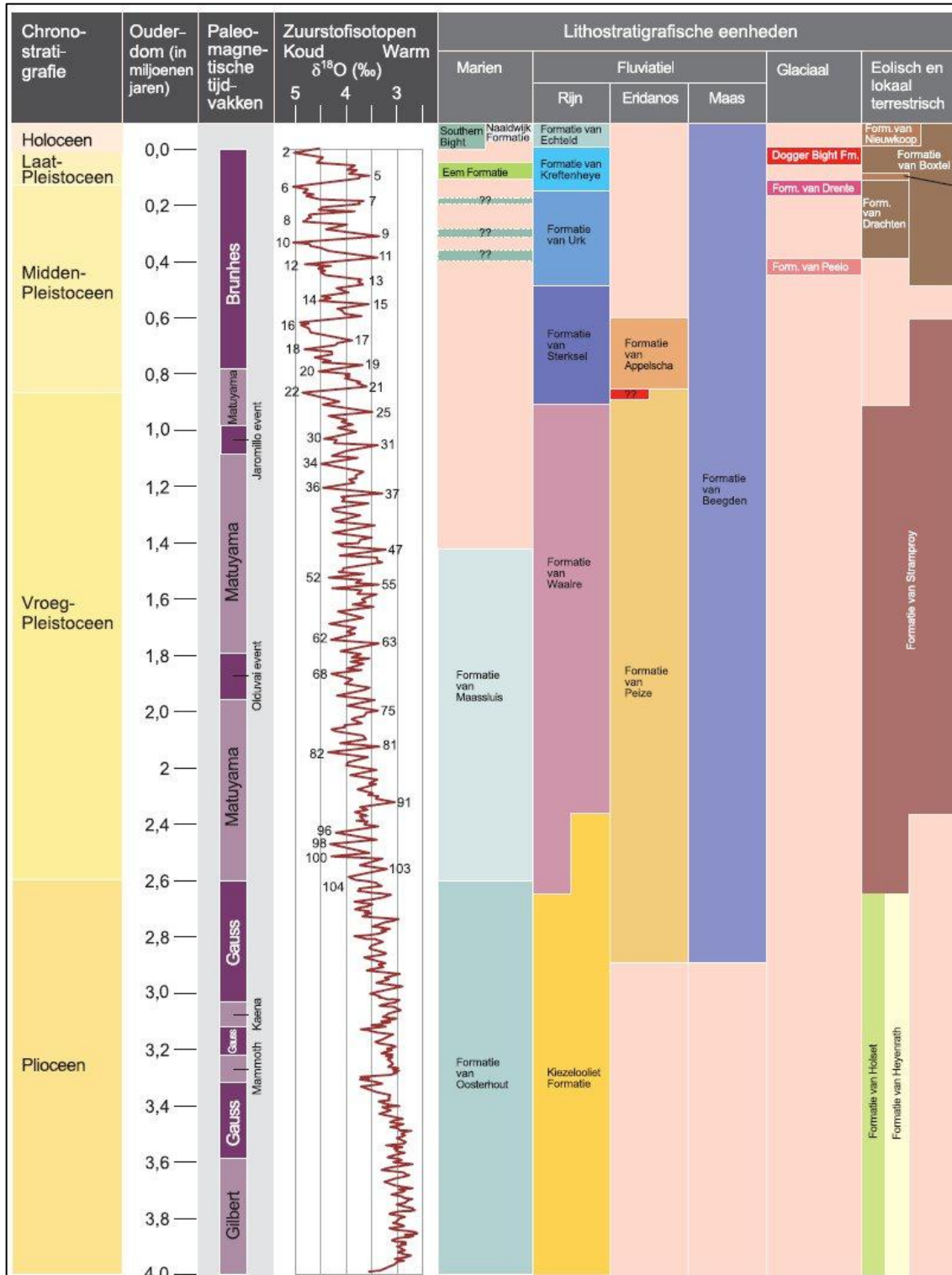
1.5 Leeswijzer

Het rapport volgt in grote lijnen de opzet van het onderzoek. In hoofdstuk 2 wordt het geologisch en archeologisch kader van Nederland en Noord-Brabant beschreven. Hierin wordt in enig detail uitgelegd hoe het landschap van Zuid-Nederland gevormd is, en welke formaties hier afgezet zijn. Daarbij wordt ook een algemene introductie tot het Midden-Paleolithicum beschreven. Hoofdstuk 3 beschrijft hoe de onderzoeksdata verzameld en toegepast zijn, en problemen met de data waar rekening mee gehouden is. Hoofdstuk 4 heeft betrekking tot het verwachtingsmodel, waar bekeken wordt welke factoren bepalend zijn voor een indicatieve kaart. Hoofdstuk 5 bespreekt de resultaten waar deze individuele indicatieve kaarten op getoetst zijn voor hun indicatieve werkzaamheid, en welke kaarten hebben geleid tot het construeren van de gecombineerde indicatieve kaart die tevens getoetst is. Hoofdstuk 6 bediscussieert de uitkomsten van de eerder genoemde toetsen, terwijl hoofdstuk 7 de conclusies van het onderzoek geeft en welke aanbevelingen gedaan kunnen worden voor verder onderzoek.

2. Archeologisch en geologisch kader

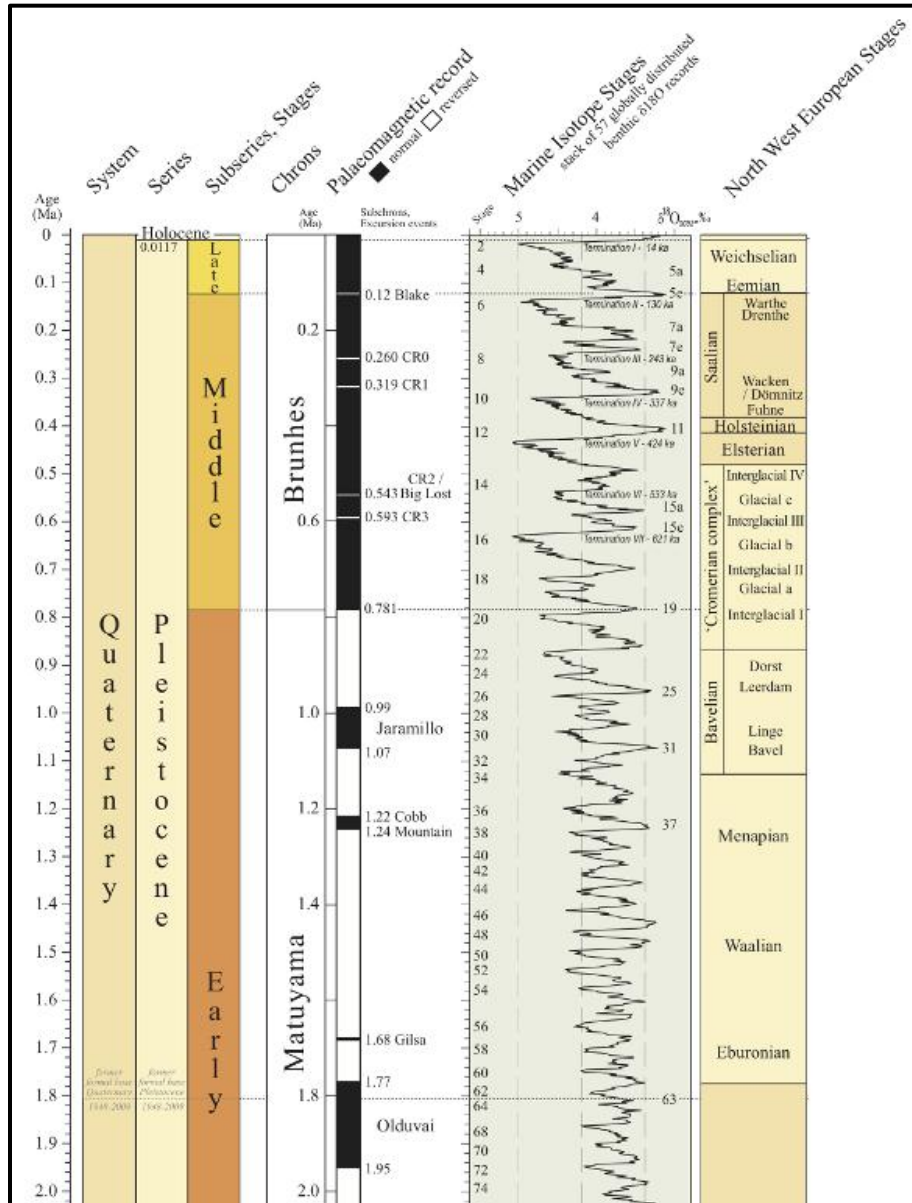
2.1 Nederlandse Kwartairgeologie

De jongste en kortste periode van de geologie is het *Kwartair*, dat onderverdeeld wordt in het *Pleistoceen* (2,6 miljoen tot 10.000 jaar geleden) en het *Holoceen* (10.000 jaar geleden tot het heden, zie fig. 3). De geologie van Nederland wordt met name overheerst door het gegeven dat het oppervlak vrijwel geheel uit afzettingen uit het Kwartair, en dan voornamelijk afzettingen die tijdens de laatste ijstijd (het Weichselien) en daarna zijn gevormd. Afzettingen die vóór het Saalien, de voorlaatste ijstijd, zijn ontstaan, dagzomen slechts op enkele plekken (Berendsen 2008a, 97). Op figuur 2 is ter referentie schematisch weergegeven gedurende welke periode een lithostratigrafische eenheid is afgezet.



Figuur 2: Een overzicht van formaties die en de periode waarin deze afgezet zijn (Westerhoff *et al.* 2003).

Gedurende de laatste 500.000 jaar overheersten relatief koude omstandigheden, zeker op de gematigde breedtegraden zoals Nederland. Slechts 12% van de tijd heerste er een klimaat dat vergelijkbaar is met het huidige interglaciaal, het Holoceen (Berendsen 2008a, 101). Tijdens de hoogtepunten van deze glaciale perioden werd Nederland gekenmerkt door poolwoestijncondities, waarbij een koud en zeer droog klimaat overheerste. De ondergrond had een permafrostlaag die tot enkele tientallen meters diepte kon reiken, waarvan slechts de bovenste laag in de zomer ontdooide (Berendsen 2008a, 112). Het is moeilijk voor te stellen dat hominiden in deze condities leefden. Desondanks is aangetoond dat Midden-Paleolithische hominiden in een groot scala van omgevingen wisten te overleven, inclusief de open omgevingen van Noordwest-Europa tussen de klimatologische extremen van het Pleistoceen (Gamble & Roebroeks 1999, 127).



Figuur 3: Indeling kwartair vanaf 2.0mya, inclusief paleomagnetische indeling, mariene isotopen-etages, en Noordwest-Europese etages (naar Cohen & Gibbard 2011).

De sedimentatiesnelheid en piekafvoer van de Rijn was gedurende glaciële perioden van het Pleistoceen naar schatting ongeveer tien maal zo hoog als gedurende het voorgaande Mioceen en Pliocene. Interglaciële perioden, inclusief het Holoceen, kennen relatief weinig sedimentatie. Koude klimaatcondities werken sedimentatie in de hand, aangezien West-

Europa tijdens glacialen grotendeels onbegroeid was. Bovendien veroorzaakten periglaciale omstandigheden voor de productie van veel los puin, waardoor dit puin gemakkelijk door middel van fluviatiele en eolische processen getransporteerd werd (Berendsen 2008a, 103).

2.1.1 Tektoniek

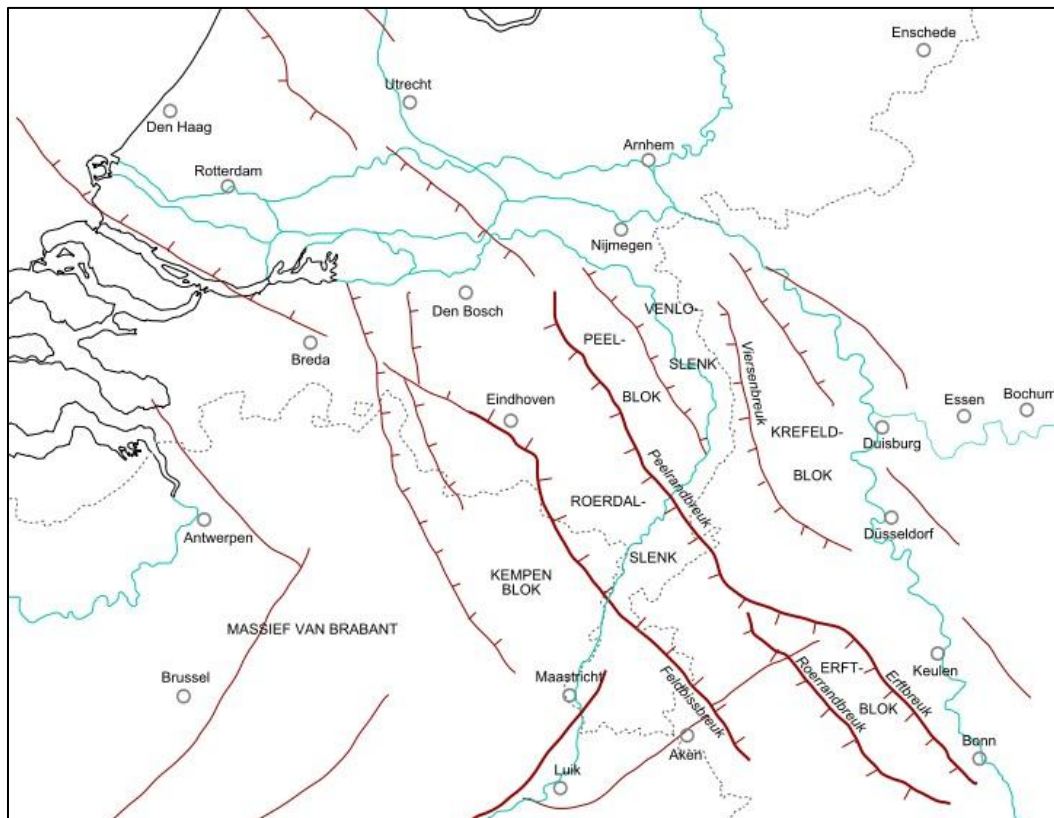
Hoewel in het noorden van het land ook Midden-Paleolithische oppervlaktevondsten gedaan zijn (Roebroeks 1990, 10), zijn deze vondsten veelal afwezig in het westen en noordwesten van het land. De reden hiervoor is dat een groot deel van Nederland dalingsgebied is. Deze daling gebeurt onder invloed van isostatische daling, die toeneemt van 0 mm/eeuw in Limburg tot circa 10-12mm/eeuw in het noordwesten van het land. Dit proces wordt veroorzaakt door de belasting van de aardkorst met sediment, ijs en water. De belasting met ijs en water veranderde bovendien voortdurend, waardoor de isostatische beweging een complex karakter heeft (Berendsen 2008a, 118).

In Nederland wordt deze daling met name veroorzaakt door het feit dat Scandinavië opgeheven wordt sinds de ijspakketten daar verdwenen zijn. Ter compensatie van dit effect daalt de bodem in Nederland om voor de stijging in Scandinavië te compenseren. Het buigpunt van dit proces bevindt zich in Denemarken (Berendsen 2008a, 229). Deze daling wordt versterkt onder invloed van de zogenaamde 'Grote Slenk', een zone in de Noordzee met lange en evenwijdige breuken waartussen het land zakt. Dit proces neemt het noordwestelijke deel van Nederland met zich mee (Berendsen 2008a, 118). Hierdoor accumuleren hier afzettingen, waardoor het westen van ons land en het gebied van de grote rivieren veelal bedekt is met een diepe laag sediment en organisch materiaal door het stijgen van de zeespiegel (Berendsen 2008a, 313; Roebroeks 1990, 10).

2.2 Geologie van Noord-Brabant

De situatie verschilt in het opheffingsgebied onder de lijn zuidwestelijk Noord-Brabant – Nijmegen - Almelo (Berendsen 2005a, 66). Het feit dat het gebied ten noordwesten van

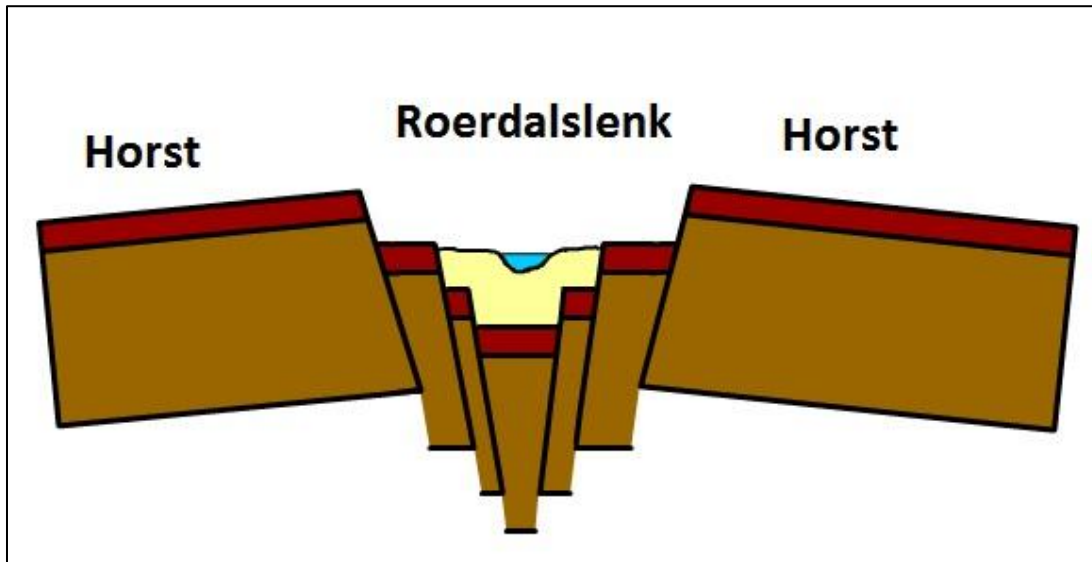
deze lijn blijft dalen, is in grote mate te wijten aan glacio-isostasie – een relict van de laatste ijstijd. Het oosten en zuiden van het land ervaart een tektonische stijging met een snelheid van 0-3mm per eeuw. De enige uitzondering hierop is de Roerdalslenk in het oosten van Noord-Brabant, dat blijft dalen met een snelheid van 1-5mm per eeuw (Berendsen 2008a, 118). Dit wordt dan ook veroorzaakt door actieve breuklijnen in de ondergrond (zie fig. 4).



Figuur 4: Geologische breuken van zuid-Nederland, waar de Roerdalslenk een prominente plek in het landschap inneemt (Pol 2011).

De geologie van het oosten van Noord-Brabant wordt beïnvloed door een aantal zuidoost-noordwest lopende breuken, die gedurende het hele Kwartair actief waren. Opvallend hoog in het landschap vindt men de Peelhorst, dat tegenwoordig nog steeds sneller stijgt dan omliggende gebieden. Ten zuidwesten daarvan ligt de Roerdalslenk, een uitgestrekte depressie in het landschap. Gedurende het late Kwartair is deze tektonische activiteit een

belangrijke factor geweest in de ligging van riviersystemen (Berendsen 2008a, 118; Berendsen & Stouthamer, 2000). Men vindt in de Roerdalslenk zeer veel riviertjes en beken, omdat de Roerdalslenk fungeert als verzamelbekken in het landschap (Berendsen 2008b, 33), zoals schematisch afgebeeld in figuur 5.



Figuur 5: Schematische afbeelding van de Roerdalslenk en de naastgelegen horsten, waarbij duidelijk te zien is dat oude afzettingen aan het oppervlak komen (naar Pol 2011).

Voor Paleolithisch onderzoek in Brabant is tevens de dynamiek van de Maas van grote betekenis. Door onderzoek naar verspreiding en hoogteligging van Pleistocene rivierterrassen, is bekend waar de Maas zich in verschillende fasen van het Pleistoceen bevond. De oudste Maasafzetting in Noord-Brabant dateert van 400.000 jaar geleden, waar het zich voor een deel in het dalingsgebied van de Roerdalslenk bevindt – vele meters beneden het maaiveld, en daardoor niet gemakkelijk toegankelijk. (Bisschops 1973 in Rensink 2005, 120). In het Midden- en Laat-Pleistoceen heeft de rivier zijn loop meerdere keren verlegd ten gevolge van tektonische activiteit en verandering van het klimaat. Gedurende glacialen, wanneer de piekafvoer het hoogste was, werden nieuwe dalen uitgeschuurd en met grove zanden en grinden opgevuld (Van den Berg & Schwan 1996 in Rensink 2005, 120). Riviertjes in Noord-Brabant hebben doorgaans brede en ondiepe dalen.

Ook dit suggereert dat de dalen, die in het Weichselien zijn ontstaan, afkomstig zijn van rivieren die in deze ijstijd een veel grotere afvoer van water hadden (Berendsen 2008b, 33). Deze dalen en terrassen zijn gebieden met een hoge trefkans van midden-paleolithisch materiaal, doordat zij vaak diep in het landschap ingesneden zijn.

Ondanks enig contrast in hoogte tussen de Peelhorst en de Roerdalslenk, komen grote hoogteverschillen niet voor. Het terrein van Noord-Brabant helt af van 35-40m boven NAP in het zuidoosten tot 2,5m boven NAP in het noordwesten. Hoewel de tektonische activiteit door breuken wel tot uiting komt in het hoogtelijnenpatroon, wordt de exacte ligging en de mate waarin deze activiteit zich uit verdoezeld door bedekking met dekzanden (Berendsen 2008b, 29).

2.2.1 Holoceen Noord-Brabant

De volgende formaties en laagpakketten zijn met name in het Holoceen afgezet, waardoor weinig paleolithische vondsten aan het oppervlak worden verwacht. Vondsten werden afgedekt door een dikke laag van Holoceen materiaal dat, tenzij plaatselijk geërodeerd of anderszinds verstoord, paleolithische vondsten zal verhullen. De volgende formaties en laagpakketten zullen dan ook niet meegenomen worden in de verwachtingen van de geologische oppervlaktekaart.

In het noorden van de provincie Noord-Brabant treft men de *Echteld Formatie* aan. Dit zijn afzettingen van de grote rivieren in de Rijn-Maas delta. Deze rivierafzettingen zijn over het algemeen betrekkelijk fijnkorrelig, omdat de rivieren vooral gedurende het jongste deel van het Holoceen een gering verhang hadden (circa 10cm/km). Hierdoor stroomden de rivieren zeer langzaam, en was de afvoer betrekkelijk regelmatig gedurende het jaar. Hierdoor hadden de rivieren tevens een meanderend patroon (Berendsen 2008a, 265). Ten zuidwesten hiervan worden grote delen van de *Naaldwijk Formatie* aan het oppervlak aangetroffen. Hier is gedurende het Holoceen een gebied van lagunaire- en wadafzettingen afgezet; een kustvlakte van hoofdzakelijk zand en klei. Deze afzetting bestaat in Noord-

Brabant uit twee lagen; een klastisch sediment van het *Walcheren Laagpakket* met daarop veen van de *Nieuwkoop Formatie* (Berendsen 2008a, 251).

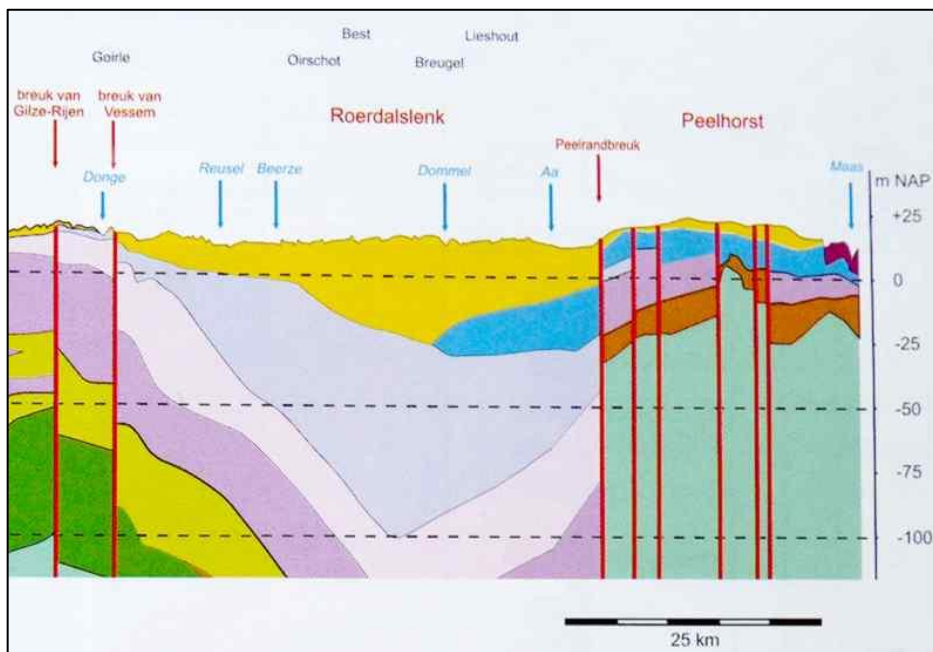
2.2.2 Pleistoceen Noord-Brabant

Een groot gedeelte van Noord-Brabant bestaat uit gebied waar formaties van Pleistocene ouderdom aan of dicht bij het oppervlak liggen. Formaties zijn de fundamentele eenheid in de lithostratigrafische classificatie, en zij worden onderverdeeld in *Laagpakketten* of *Lagen*. Formaties kunnen uit één type gesteente bestaan, maar dit is niet noodzakelijk. Ook regelmatig afwisselende gesteentepakketten, bepaalde laagdiktes en het voorkomen van bepaalde fossielen kunnen gebruikt worden om formaties te karakteriseren. Formaties worden onderscheiden op grond van gesteentekennmerken, en niet op grond van ontstaanswijze of ouderdom. Dit is een belangrijk gegeven; grenzen van de formaties zijn immers niet overal even oud (Berendsen 2008a, 13). Deze formaties en diens laagpakketten die geheel of ten dele gedurende het Pleistoceen zijn afgezet en aan het oppervlak te vinden zijn, hebben een hogere kans om Midden-Paleolithische vondsten te bevatten.

De formaties en laagpakketten benoemd in deze paragraaf zijn allen afgezet gedurende het Pleistoceen, en bevinden zich nu op of nabij het oppervlak van Noord-Brabant. Zij bevatten dan ook een redelijke kans om oppervlaktevondsten te bevatten. Deze zullen dan ook geïncorporeerd worden in de verwachtingskaart voor de geologische oppervlaktekaart.

Dekzandgebieden zijn gebieden met eolische afzettingen die op grote schaal afgezet werden tijdens het Midden en Laat-Weichselien. Hoewel zij doorgaand 2m dik zijn, kunnen ze in de Roerdalslenk dikten van 15 tot 45m diepte bereiken. In dit gebied zijn echter ook oudere eolische afzettingen te vinden (De Gans 2007, 185; Berendsen 2008b, 31). Deze grootschalige eolische activiteit werd in hand gewerkt door de klimatologische omstandigheden van het Weichselien. Aangezien vegetatie moeilijk kon ontwikkelen door het koude en droge glaciële klimaat, waren er geen obstakels om eolische activiteit tegen te gaan (Waters 1997, 187).

Het dekzandpakket omvat dekzanden uit het Weichselien en het Saalien, die soms van elkaar worden gescheiden door een veenlaag van enkele tientallen centimeters uit het Eemien. Veenpakketten komen echter ook tijdens de glaciële perioden voor. De dekzandpakketten worden samengenomen in de *Boxtel Formatie* (Berendsen 2008b, 30). De Formatie van Boxtel wordt onderverdeeld in negen laagpakketten, die elk op hun eigen wijze ontstaan zijn in koude, periglaciële processen. Zeven van deze negen laagpakketten komen in Noord-Brabant voor, en door de verschillen in ontstaansgeschiedenis varieert per laagpakket de mogelijkheid om Midden-Paleolithische vondsten aan het oppervlak aan te treffen (Berendsen 2008a, 129-130).



Figuur 6: Dwarsprofiel van de Roerdalslenk en de horsten (Aardkundige Waarden, 2011).

Een significant deel van het oosten van Noord-Brabant en een gedeelte van westelijk Noord-Brabant wordt door deze Formatie van Boxtel gedomineerd (zie geologische oppervlaktekaart, hoofdstuk 4.1), hoewel ook bovenop de westelijk Noord-Brabantse formaties een dunne laag dekzand te vinden is. De ouderdom varieert van Midden-Pleistoceen tot en met Holoceen (Berendsen 2005b, 128). Dit zorgt er voor dat de kans om

Midden-Paleolithische vondsten aan te treffen verschilt. Op plaatsen waar de Formatie van Boxtel relatief dun is of afgezet is door beken (zoals het laagpakket van Singraven), is de kans op Midden-Paleolithische oppervlaktevondsten een stuk hoger dan in gebieden met een dikke laag dekzand. De dekzanden van de Formatie van Boxtel zijn dun op de Peelhorst, wat te maken heeft met erosie van dit hoger gelegen gebied.

Onder deze dekzanden ligt een betrekkelijk dikke laag Pleistoceen rivierzand, dat tot de *Beegden Formatie* behoort. De Formatie van Beegden omvat alle afzettingen van de Maas (Berendsen 2005a, 52). In het Maasdal komt de bovenkant van de formatie aan het oppervlak, terwijl hij in de rest van Noord-Brabant bedekt wordt door de Boxtel Formatie (Berendsen 2005b, 125). Aangezien deze formatie van Pleistocene ouderdom is, kunnen Midden-Paleolithische vondsten verwacht worden op de plekken waar deze formatie aan het oppervlak voorkomt.

In het zuidwesten en oosten van Noord Brabant komen fijnzandige en kleiige Oud-Pleistocene afzetting van de *Formatie van Waalre* voor. Deze bevindt zich enkele meters onder een laag dekzand, maar in sommige delen van Noord-Brabant dagzoomt deze formatie aan het oppervlak. De bovenste kleilaag van de Waalre Formatie is van Waalien-ouderdom, een gematigd warme periode van circa 1.5-1.2 miljoen jaar geleden. Doordat deze formatie een van de oudste afzettingen van Noord-Brabant behoort, is de trefkans van Midden-Paleolithische oppervlaktevondsten ook hier aanwezig. Het gebied wordt in het westen van Noord-Brabant begrensd door een klif die is gevormd door mariene erosie in het Eemien-interglaciaal, toen de zeespiegel hoger stond (Berendsen 2008a, 141; Berendsen 2008b, 30-31). De Waalre Formatie is in het westen van Noord-Brabant gevormd door een estuarien milieu, terwijl de formatie in het oosten van Noord-Brabant is gevormd door een fluviatiel milieu. In het oosten van Noord-Brabant komt deze formatie slechts in twee kleine gebieden aan het oppervlak voor. (Berendsen 2005b, 122).

Grote delen van zuidwest Noord-Brabant zijn fluviatiele afzettingen uit het Vroeg-Pleistoceen van België. Deze lokale rivierafzettingen van *Formatie van Stamproy* zijn fijnkorrelig en bevatten soms klei- en veenlagen, maar bezitten overwegend fijn tot grof zand met een leem en zanddek van de Formatie van Boxtel. Tevens bezit de Formatie van

Stamproy stabiele zware mineralen met een herkomst uit Tertiaire lagen (Berendsen 2008a, 140; Schokker 2010). Deze formatie wordt in grote delen van zuidwest Noord-Brabant aangetroffen, onder andere op de rug van Alphen-Gilze-Rijen. Deze rug ligt ten westen van de Roerdalslenk, en ligt ook relatief hoog in het landschap. Deze ligging van deze rug wordt veroorzaakt door breuklijnen die inmiddels niet meer actief zijn. Deze rug vormt een waterscheiding tussen de riviertjes in westelijk Noord-Brabant, en de riviertjes van de Roerdalslenk. Door de hoogte en ouderdom van deze formatie, is de trefkans van Midden-Paleolithisch materiaal zeer hoog (Berendsen 2008b, 30-31).

Ten oosten hiervan, in het midden van Noord-Brabant, ligt de *Formatie van Sterksel*. Deze formatie is gedurende het Cromerien (850-475 ka geleden) door de voorganger van de Rijn afgezet (Berendsen 2008a, 142). Deze formatie bevat vooral grindhoudende zanden met daarbovenop een betrekkelijk dunne laag dekzand van de Formatie van Boxtel (Berendsen 2008b, 30-31). Ook op deze formatie wordt op basis van diens ouderdom verwacht dat de trefkans van Midden-Paleolithische vondsten groot is.

Ten noorden van de vroegere samenvloeiing van de Rijn en Maas vindt men de *Kreftenheye Formatie* onder 1,2m dekzand (Berendsen 2008b, 31). Deze afzettingen zijn afkomstig van de Rijn en Maas, en variëren in ouderdom van het Laat-Saalien tot het begin van het Holoceen (Berendsen 2005b, 124). Dit gebied lag ten zuiden van de landijskap in het Saalien, waardoor de Rijn en de Maas smeltwaterstromen van het landijs opnamen. De piekafvoer van deze rivieren was groot, waardoor deze rivieren een vlechtend patroon hadden over een breed gebied veel zand en grind werd afgezet (Berendsen 2008a, 175-176).

2.3 Het Midden-Paleolithicum

Het Midden-Paleolithicum onderscheidt zich met name van het voorafgaande Oud-Paleolithicum door het gebruik van een meer complexe methode voor de vervaardiging van stenen werktuigen; de Levallois techniek. Deze artefacten worden in Nederland gevonden vanaf ongeveer 250.000 jaar geleden, en ze zijn daarmee de oudste sporen van hominiden

in Nederland tot nu toe. De laatste Midden-Paleolithische vondstcomplexen in Europa dateren van ruwweg 35.000 jaar geleden. Deze periode komt overeen met de periode van de archaische en 'klassieke' Neanderthaler (Klein 2009, 443; Roebroeks 2009, 96).

Neanderthalers (*Homo neanderthalensis* of *Homo sapiens neanderthalensis*) zijn zowel in populaire cultuur als in de wetenschap de meest bekende soort van alle fossiele mensachtigen. In Europa waren zij de directe voorgangers van moderne mensen, en de aanwezigheid van hun artefacten luidt het begin van het Midden-Paleolithicum en tevens de eerste sporen van mensachtigen in Nederland in (Klein 2009, 425; Roebroeks 1990, 10). De sites en artefacten waar zij mee geassocieerd worden, tonen de waarschijnlijkheid dat zij simpelweg cognitief niet in staat waren om volledig modern gedrag te realiseren (Klein 2009, 425). De discussie hierover is echter nog steeds gaande, en het is vooralsnog onmogelijk om een volledig beeld te krijgen van de cognitieve capaciteiten van Neanderthalers.

Neanderthalers waren zeer robuuste en zwaar gespierde mensachtigen met een brede, gezette torso en relatief korte ledematen. Schedels van Neanderthalers worden gekenmerkt door hun langwerpige vorm, en de uitgesproken wenkbrauwboog (Klein 2009, 450-451). Deze eigenschappen worden verklaard door het feit dat Neanderthalers aangepast waren om langdurig in koude omgevingen te kunnen overleven zonder afhankelijk te zijn van culturele aanpassingen aan deze ecologische omstandigheden (Klein 2009, 457-458). In Pleistoceen Noordwest-Europa, waar klimaatschommelingen werden afgewisseld van extreem koude (vol-glaciale) en warme interglaciale fasen, waren 'intermediaire' omstandigheden van rijke steppevegetaties met daarin grote kudden grazers de norm, waar zij waarschijnlijk jacht op hebben gemaakt. Hoewel Neanderthalers meerdere van deze klimaatschommelingen hebben meegemaakt, lijkt het er op dat er geen sprake was van bewoningscontinuïteit binnen Europa, maar een soort eb-en-vloedbeweging (Roebroeks 2009, 107-110).

2.3.1 Het Midden-Paleolithicum van Nederland

Paleolithisch onderzoek in Nederland behoorde gedurende lange tijd tot het domein van de amateurarcheologen, en vondsten uit deze tijd werden pas vanaf 1920 als zodanig erkend. (Roebroeks & van Gijn 2005, 80-81). Onderzoek naar de Midden-Paleolithische periode is interessant omdat het een indruk geeft van de eerste bewoning van Nederland in de oude steentijd door mensachtigen verwant aan de moderne mens, zoals Neanderthalers en de rol van bewoning in Nederland in bredere paleoantropologische context.

In de jaren tachtig bereikte onderzoek naar paleolithisch materiaal in Nederland een hoogtepunt. Dit heeft geleid tot een inventarisatie van Midden-Paleolithische bewoningssporen in Zuid-Nederland, waaronder onderzoek naar vindplaatsen in Maastricht-Belvédère (Roebroeks 1989). De nadruk verschoof van onderzoek op site-niveau naar een regionale aanpak, waar reconstructie van voedselvoorziening en locatiekeuze belangrijker werd. De archeologie van mobiele jagers-verzamelaars blijkt in veel gevallen slechts zinvol te bestuderen in regionaal perspectief (Roebroeks & van Gijn 2005, 88). Het Midden-Paleolithicum van Zuid-Nederland is hoofdzakelijk bekend van oppervlaktevondsten, en opgravingen van kampementen of andere bewoningssporen hebben nauwelijks plaatsgevonden (Rensink 2005, 122).

Hoewel veel informatie over het Midden-Paleolithicum van Nederland uit de zuidelijke provincies komt, zijn de oudste sporen van menselijke aanwezigheid in Nederland tot nu toe afkomstig uit de gestuwde rivierafzettingen in Midden-Nederland, met een ouderdom geschat op 250.000 tot 300.000 jaar oud (Niekus & Stapert 2005, 91). Deze heuvels, waaronder de Utrechtse Heuvelrug en de rug van Wageningen en Lunteren, bestaan uit een opeenvolging van met name fluviaatiele afzettingen uit het Onder- en Midden-Pleistoceen die ontstaan zijn aan de rand van de landijsbedekking gedurende het Saalien, de voorlaatste ijstijd. Op deze oude oppervlakten worden veel artefacten gevonden (Roebroeks 1990, 30; Niekus & Stapert 2005, 96). Deze oppervlakten zijn rijk aan keileem, dat door Midden-Paleolithische mensachtigen gebruikt werd om werktuigen van te maken (Niekus & Stapert 2005, 91). Vele duizenden verzamelde artefacten uit dit gebied zijn

inmiddels gecategoriseerd tot de 'Rhenen-industrie' (Niekus & Stapert 2005, 99), die zich kenmerkt door het algemeen toepassen van de Levallois-techniek. Ook in de noordelijke provincies zijn er tientallen artefacten uit het Midden-Paleolithicum bekend, met name uit het Drents-Friese keileemplateau (Niekus & Stapert 2005, 108).

Hoewel de meeste informatie over het Midden-Paleolithicum is verzameld door middel van oppervlaktevondsten, is het Maastricht-Belvédère project de uitzondering op de regel. Systematisch onderzoek door middel van opgravingen vonden plaats tussen 1981 en 1990 in de löss- en grindgroeve te Maastricht Belvédère. Dit toonaangevende onderzoek is een internationaal voorbeeld van samenwerking tussen archeologen uit zowel de professionele als de amateurarcheologische hoek, met daarbij een uitstekende synthese van informatie uit meerdere wetenschappelijke disciplines (Roebroeks 1989; Rensink 2005, 123). Bij dit onderzoek zijn talrijke artefacten uit het Midden-Paleolithicum verzameld, waaronder losse vondsten van vuistbijlen.

Stenen artefacten uit het Midden-Paleolithicum worden in Nederland onderscheiden op basis van drie 'tradities' die onderscheiden worden op grond van typologische kenmerken. Dit is het Laat-Acheuléen, (gekenmerkt door grotere vuistbijlen), het Moustérien (onder meer met kleinere vuistbijlen en veel schaven) en de Bladspits-traditie die waarschijnlijk voortvloeide uit het Micoquen. De Bladspits-traditie komt in Nederland betrekkelijk weinig voor, en markeert een overgangsfase van het Midden-Paleolithicum naar het Jong-Paleolithicum tussen ruwweg 45.000 tot 30.000 jaar geleden, toen de anatomisch moderne mens (*Homo sapiens*) in Noord-Europa verscheen en de Neanderthaler verdween (Niekus & Stapert 2005, 91).

Het Micoquen, de bladspits-traditie, het Moustérien en de jongste fase van het Acheuléen worden gekenmerkt door toepassing van de Levallois traditie (Rensink 2005, 125). Zoals eerder vermeld wordt het Midden-Paleolithicum gekenmerkt door het veelvuldig voorkomen van met de Levallois-techniek vervaardigde vuurstenen werktuigen, dat de prehistorische vuursteenbewerker in staat stelde om efficiënt met grondstof van vuursteen om te kunnen gaan (van Gijn & Roebroeks 2009, 84). Vuistbijlen komen nog

steeds voor, maar werktuigen op (Levallois-afslagen, met name schaven, spitsen en getande stukken, nemen nu een veel belangrijker plaats in dan in het Oud-Paleolithicum.

Typologische en technologische kenmerken van stenen artefacten zelf bieden mogelijkheid om een enigszins nauwkeurige datering te bepalen. De verschillende tradities hadden doorgaans een zeer lange doorlooptijd, en overlaptten aanzienlijk in gebruikspannen (Rensink 2005, 123). Dit en het gegeven dat oppervlaktevondsten niet in situ gevonden zijn en de oppervlakten zelf moeilijk absoluut gedateerd kunnen worden, houdt in dat het moeilijk te bepalen is wanneer *H. neanderthalensis* voor het eerst in Zuid-Nederland aanwezig was en in welke perioden zij hier aanwezig waren.

3. Data en methoden

3.1 Onderzoeksdata en selectie

Voor deze studie zijn vooral Midden-Paleolithische vindplaatsen gebruikt die geregistreerd zijn in Archeologische Informatiesysteem Archis II. Archis II is een databank waarin gegevens over archeologische vindplaatsen (circa 80.000) en terreinen (circa 13.000) staan opgeslagen, daterend van de prehistorie tot de moderne tijd. Vastgelegd in dit informatiesysteem staan onder meer de aard en ligging van een vindplaats, de vondsten en grondsporen die zijn aangetroffen, de datering, de status van het terrein, en de gebieden waar archeologisch onderzoek plaats heeft gevonden.

Omdat studenten doorgaans geen toegang hebben tot het informatiesysteem van Archis, werd voor dit onderzoek gebruik gemaakt van de cursusomgeving. De informatie die dit systeem bevat is identiek aan de reguliere versie van Archis, maar loopt enkele maanden achter. Dit zal echter voor dit onderzoek niet uitmaken, omdat Midden-Paleolithische vondsten slechts zelden aangetroffen worden. (Rijksdienst voor het Cultureel Erfgoed, 2011).

Binnen Archis werd gezocht naar alle vindplaatsen in de provincie Noord-Brabant waarin Midden-Paleolithische artefacten gevonden werden. Dit leverde 50 zoekresultaten op, waarop de uitgebreide meldingen van deze resultaten opgeslagen zijn. Naast Archis zijn ook diverse bronnen van (amateur)archeologen, archeologische bedrijven en overheidsinstellingen gebruikt om Midden-Paleolithische vindplaatsen in Noord-Brabant te vinden. Uit dit literatuuronderzoek zijn 13 vindplaatsen gevonden die niet in Archis beschikbaar waren. Dit leverde een totaal van 63 bruikbare vindplaatsen op.

Op basis van deze resultaten, de resultaten uit literatuur van Midden-Paleolithisch onderzoek en de onderzoeksvragen werd een inschatting gemaakt welke variabelen gedocumenteerd zouden moeten worden. De informatie uit Archis en overige literatuur diende omgezet te worden naar een eigen database die enkel dient voor dit onderzoek. Hiervoor zijn enkel de relevante variabelen opgenomen die een overzicht van de verschillende variabelen verkregen uit brongegevens en Archis. Deze variabelen zijn

gebruikt om een database van respectievelijk de vindplaatsen en de vondsten van deze vindplaatsen aan te maken (tabel 1 & 2). De tabel 'vindplaats' geeft algemene informatie over de site, en de subtabel 'vondsten' geeft specifieke informatie (wanneer aanwezig) over de individuele vondsten. De informatie uit tabel 'vindplaats' zal met name gebruikt worden in de regionale analyse. De tabel 'vondsten' zal voornamelijk, indien nodig, dienen om in de discussie van de resultaten nadere uitleg te geven wanneer een vindplaats aanwezig is op een plek waar deze niet verwacht wordt.

Vindplaatsn	Waarneming	Obj_code	X_coord	Y_coord	Plaats	Gemeente	Vinder	Jaar vondst	Beschrijver	Datering vor	Literatuur?	Bron	Betrouwbaa
32	106100 52BN-96		196290	399110	Vierlingsbeek	Boxmeer	RAAP Archeolc	1988	Particulier	Heterogeen	<input checked="" type="checkbox"/>	Archis	3
Vondstnumi	Cultuur	Aantal	Materiaal	Code algem.	Code specifi	Beginnaterri	Eindnaterini	Toelichting	MAPINFO_IT	Click to Add			
1	Onbekend	2	Vuursteen	Afval		MPAL	MPAL	AFVAL; 'PALEOM'				104	
2	Onbekend	1	Vuursteen	Afval		LPAL	LPAL	AFVAL; 'PALEOL'				105	
3	Onbekend	1	Vuursteen	Werktuig/gere		PAL	PAL	WERKTUIG OP AFSLAG; 'PALEO'				106	
4	Onbekend	1	Vuursteen	Schrabber		MPAL	MPAL	SCHRABBER; 'PALEOM'				107	

Tabel 1: Een voorbeeld van een vindplaats en diens vondstbeschrijvingen.

Variabele	Omschrijving
Vindplaatsnummer	Unieke identifier voor Midden-Paleolithische vindplaatsen in dit onderzoek.
Waarnemingsnr	Waarnemingsnummer zoals vermeld in Archis, indien van toepassing.
Obj_code	Objectcode zoals vermeld in Archis, indien van toepassing.
X_coord	X-coördinaat RD in m.
Y_coord	Y-coördinaat RD in m.
Plaats	Plaats waar vondstmateriaal gevonden is.
Gemeente	Gemeente waar vondstmateriaal gevonden is.
Vinder	Vinder van het vondstmateriaal.
Jaar vondst	Jaartal waarin de vondst gedaan is.
Beschrijver	Diegene die de vondst beschreven heeft en ingevoerd heeft in Archis
Datering vondsten	Homogeen of Heterogeen - Of er slechts Midden-Paleolithische vondsten gedaan, of vondsten van meerdere dateringen. Op deze manier kan een palimpsest of andere oorzaak hiervan geïdentificeerd worden.
Literatuur aanwezig?	Uitgebreide documentatie in literatuur aanwezig, Ja/Nee.
Bron	Waar de vondstinformatie van dit onderzoek vandaan is gehaald; bijvoorbeeld Archis of de titel van het tijdschrift.
Betrouwbaarheid	Inschatting van betrouwbaarheid van de data op basis van vastgestelde normen. Waarde van 1 (matig betrouwbaar) tot 3 (zeer betrouwbaar).

Tabel 2: Overzicht van variabelen van de tabel vindplaatsen.

Variabele	Omschrijving
Vindplaatsnummer	Unieke identifier voor Midden-Paleolithische vindplaatsen in dit onderzoek.
Vondstnummer	Unieke identifier voor Midden-Paleolithische vondsten in een vindplaats in dit onderzoek.
Aantal	Hoeveelheid van deze vondst bij deze vindplaats.
Materiaal	Materiaal waarvan de vondst gemaakt is.
Code algemeen	Type artefact naar bijvoorbeeld functie of vorm, algemeen gespecificeerd.
Code specifiek	Type artefact naar bijvoorbeeld functie of vorm, gedetailleerd gespecificeerd.
Cultuur	Cultuur geassocieerd met dit type materiaal.
Begindatering	Begindatering: MPAL, PAL, LPAL, MESO, NEO, BRONS, IJZER, ROMEINS, MIDDELEEUWS, MODERN.
Einddatering	Einddatering: MPAL, PAL, LPAL, MESO, NEO, BRONS, IJZER, ROMEINS, MIDDELEEUWS, MODERN.
Toelichting	Overige beschrijving.

Tabel 3: Overzicht van variabelen van de tabel vondsten.

3.2 Kwaliteit van de gegevens

De representativiteit en kwaliteit is beperkt. Iedereen kan immers vondsten aanmelden, en het is vaak lastig om te controleren in hoeverre de opgegeven informatie juist is. Daarom zal iedere aangemelde vondst een inschatting van betrouwbaarheid bevatten, op basis van vastgestelde normen. Deze normen zijn: de beschikbaarheid en kwaliteit van literatuur, de deskundigheid van de vinder en de beschrijver en de zekerheid van vondsten. Zo zal een onzeker gedetermineerde midden-paleolithische afslag binnen een vondstcomplex van sterk chronologisch variërende vondsten laag gewaardeerd worden.

Midden-Paleolithische vindplaatsen in Noord-Brabant worden zelden begeleid door nauwkeurige coördinaatgegevens. In de meeste gevallen wordt slechts een nabij punt gedocumenteerd - veelal de centrale coördinaten van een perceel of vierkante kilometervlak waarvan de coördinaten bekend zijn - en in het minst gunstige scenario wordt slechts het centrum van een plaats in coördinaten uitgedrukt (Rijksdienst Cultureel Erfgoed, 2012).

Dit is een fout die aanwezig is bij alle kaarten en invloed heeft op de resultaten. Dit is met name belangrijk bij kaarten waarbij kenmerken een relatief klein oppervlakte behelzen, of wanneer vindplaatsen aan de randen van kenmerken verwacht worden. In

enkele gevallen zal de vindplaats aangetroffen worden buiten het kenmerk waarin het verwacht wordt, omdat de centrumcoördinaten – in tegenstelling tot de vindplaats – zich buiten het kenmerk bevindt. Bij de discussie van de resultaten wordt hier rekening mee gehouden.

Buiten Archis om, zijn veel vondsten gemeld in diverse rapporten en regionale tijdschriften. Veel van deze bronnen beschrijven zeer gedetailleerd de vondsten en diens context. Helaas worden slechts weinig van deze vondsten begeleid door coördinaatgegevens. Dit betekent dat er voor dit onderzoek de dichtstbijzijnde vermelde plaats als coördinaatbepaling zal worden opgegeven. Additionele representativiteitsproblemen worden niet verwacht, daar veel informatie in Archis ook niet coördinaatspecifiek is.

Vindplaatsen waarbij dit het geval is eindigen de coördinaten in afgeronde getalseenheden, en dit lijkt helaas eerder regel dan uitzondering te zijn - namelijk 87.6% van de 63 vindplaatsen. De onderzoeksregio is betrekkelijk groot, en de geologische formaties zijn eveneens van grote omvang.

3.3 Representativiteit van de gegevens

Hoewel dit onderzoek niet direct als doelstelling heeft om een indicatief model te maken, is veel kritiek op predictive modelling ook van toepassing op dit onderzoek. Het eerste punt van kritiek, zoals altijd bij een statistische bewerking, is de representativiteit van de gegevens. De grote meerderheid van de geregistreerde artefacten zijn gevonden door professionele- of amateurarcheologen. Zelfs wanneer zij in het meest gunstige geval eventuele onderzoeksbias uit trachtte te sluiten, zullen zij altijd te maken hebben gehad met niet-willekeurige beperkingen om hun survey uit te voeren. Archeologen hebben de neiging om naar sites te zoeken bij plekken die gemakkelijk toegankelijk zijn, nabij steden of dorpen (Kvamme 2006, 20). Ook zullen veel vondsten gedaan worden op plekken waar deze door antropogene oorzaken, zoals akkerbouw en bebouwing, aan het oppervlak liggen.

Ook zichtbaarheid aan de oppervlakte is een probleem waarmee men te maken heeft bij representativiteit van de onderzoeksgegevens. Het is denkbaar dat Midden-Paleolithische vuurstenen vondsten eerder opvallen wanneer zij aanwezig zijn op een oppervlak met weinig andere natuurstenen van dezelfde omvang. Wanneer vuurstenen echter verdoezeld worden in een omgeving met veel andere natuurstenen, waaronder vuursteen, zal een dergelijke object minder snel gevonden worden. Mogelijk zal de vondst zelfs aangemerkt worden als pseudo-artefact – een natuursteen met alteraties die een menselijke oorsprong *lijkt* te hebben.

Een bekend gegeven van oppervlaktevondsten is het probleem van palimpsests; accumulaties van meerdere gebruiksmomenten bovenop een oude afzetting. Dit maakt het lastiger individuele werktuigen te identificeren en dateren, en de samenhang tussen verschillende artefacten te verklaren. Bovendien zijn vondsten uit context, waardoor zij lastig te correleren zijn met gedrag en landschap. Wanneer een Midden-Paleolithisch artefact echter duidelijk gedateerd is te midden van een heterogeen vondstmilieu, kan dit geïnterpreteerd worden als een oude oppervlakte die vaak of langdurig aan het oppervlak heeft gelegen voor meerdere fasen van bewoning. Ook kunnen deze vondsten geaccumuleerd zijn door natuurlijke omstandigheden, zoals transport en depositie door rivieren.

Met deze beperkingen, die inherent zijn aan survey data en modellen die daarop gebaseerd zijn, zal rekening gehouden worden bij de evaluatie en discussie van de resultaten. Door de vindplaatsen deductief te voorspellen op basis van de geologische-, geomorfologische-, bodem- en reliëfkaart en vindplaatsen buiten de verwachte zones te verklaren, kan in bepaalde mate bekeken worden welke geologische en antropogene processen verantwoordelijk zijn voor het treffen van deze vondsten. Het type eenheden waar deze vondsten gevonden worden geven belangrijke informatie over de site formation processes die hier invloed op hebben gehad. Tevens zijn kenmerken waar weinig of geen vindplaatsen gevonden worden, minstens zo belangrijk. Ook hiervoor dient een passende verklaring gezocht te worden.

Alsnog blijft onderzoeksbias, vooral van amateur-archeologen, een reëel probleem. Veel van hen zullen doelmatig zoeken op plekken waar zij vondsten verwachten, en plekken met een relatief lage kans op vondsten worden genegeerd. Ook melden niet alle amateur-archeologen hun vondsten aan op Archis, wat invloed heeft op de representativiteit van het geheel. Lang niet alle gebieden zijn in deze regio gesurveyed. Dit houdt in dat de totale sample (in dit geval 63 vindplaatsen) slechts een klein onderdeel is van geheel aan informatie dat nu beschikbaar is of in de toekomst zal zijn.

Verder valt op dat opvallende, geretoucheerde werktuigen oververtegenwoordigd zijn ten opzichten van andere typen artefacten. In veel collecties komen losse vondsten van bewerkte vuistbijlen, schaven en spitsen voor, dit terwijl niet-geretoucheerde afslagen, kernen en bewerkingsafval nagenoeg ontbreken. Het is aannemelijk dat het huidige bestand van Midden-Paleolithische vondsten het resultaat van selectief verzamelen is, waarin enkel fraai bewerkte voorwerpen worden gepubliceerd (Rensink 2005, 127) en bovendien ook niet alle vondsten gemeld worden in Archis. Daarbij is het mogelijk dat afslagen, kernen en bewerkingsafval niet met zekerheid als Midden-Paleolithisch gedetermineerd kunnen worden, omdat deze voorwerpen niet als zodanig herkend of gedateerd kunnen worden.

Grenzen van geologische formaties zijn vaak niet exact. Immers, de afstand tussen grondboringen is vaak groot, en formaties kennen geen discrete grenzen. De grenzen van de geologische formaties zijn mede bepaald door andere kaarten te raadplegen, waar verschillen in hoogte of vegetatie indicatief zijn voor deze grenzen. Mede hierdoor moet er voorzichtig worden omgegaan met vindplaatsen op of nabij grenzen van formaties. De geomorfologische features kunnen soms echter relatief klein zijn op regionale schaal, en interpretaties hieromtrent dienen dan ook zorgvuldig behandeld te worden. Dit is vooral een probleem wanneer verwacht wordt dat vindplaatsen aan de randen - en dus nabij de grenzen - van een feature liggen, zoals de randen van beekdalen. In dit geval is het mogelijk dat vindplaatsen waarvan de coördinaten niet nauwkeurig bekend zijn, net buiten deze geomorfologische kenmerken liggen.

De geomorfologische kaart omvat tevens antropogene activiteit. Antropogene activiteiten zoals storthopen, afgraving en bebouwing zijn in de geomorfologische kaart

opgenomen. Conclusies hieromtrent dienen echter voorzichtig gemaakt te worden. Immers, de kaart is in 2003 voltooid (Koomen & Maas 2004, 9). Dit betekent dat er sindsdien veel activiteit heeft plaatsgevonden. Belangrijker nog is dat veel van de artefacten vóór productie van deze kaart gevonden werden, en dat veel van de antropogene zaken die vastgelegd zijn op de digitale geomorfologische kaart in die tijd mogelijk nog niet, of niet volledig, aanwezig waren. Tevens dient de betrouwbaarheid en nauwkeurigheid van kaarten altijd in acht te worden genomen (Kvamme 2006, 7). Ook is de omvang van antropogene activiteiten plaatselijk vaak betrekkelijk klein.

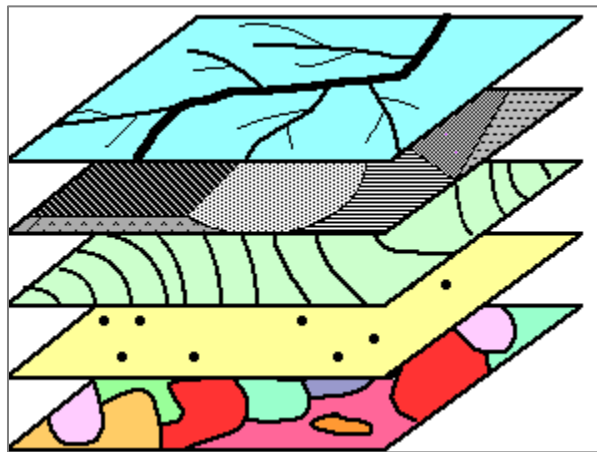
De provincie Noord-Brabant is ruwweg 130km breed, en de gebruikte kaarten verschillen aanmerkelijk van toepassingsschaal. Hierbij komt de eerder besproken foutmarge die inherent is aan de onzekere coördinaatplaatsbepaling van veel vindplaatsen. Al met al kan geconcludeerd worden dat dit een groot regionaal onderzoek is waarbij uitspraken slechts gedaan worden over een globaal niveau op kilometerschaal.

3.4 Computertoepassingen & analytische methoden

Bij dit onderzoek wordt er in grote mate gebruik gemaakt van GIS (Geographical Information Systems). GIS in brede zin is de samenwerking van hardware en software om geografische data te verkrijgen, op te slaan, beheren, manipuleren, analyseren en tonen. GIS combineert in feite een database met digitale kaart, en biedt zeer veel mogelijkheden om ruimtelijke informatie te beheren en analyseren. Hoewel er zeer veel softwarepakketten zijn om geografische data te verwerken, wordt in dit onderzoek zowel Pitney Bowes MapInfo als ESRI ArcGIS en diens extensies gebruikt. Deze pakketten bieden samen voldoende statistische en analytische mogelijkheden om dit onderzoek uit te voeren. Ook wordt Goldensoftware Surfer gebruikt om een contour- en 3D-visualisatie van de Actueel Hoogtebestand Nederland (AHN) van Noord-Brabant te verwerken van ruwe data naar een bruikbare kaart die geïmporteerd kan worden naar ArcGIS of MapInfo.

Kaarten bezitten een immense hoeveelheid ruimtelijke data, dat overzichtelijk verwerkt en gepresenteerd moet kunnen worden. Om deze informatie doelmatig binnen

een GIS-pakket te kunnen gebruiken, wordt deze informatie opgedeeld in verschillende kaartlagen waar een bepaald thema aan variabelen in opgeslagen staan in vector of rasterformaat. De kracht van een GIS systeem schuilt in het feit dat geografische data per thematische laag opgeslagen kan worden, waar vervolgens allerlei bewerkingen en analyses mee uitgevoerd kunnen worden door verschillende kaarten en data aan elkaar te relateren.



Figuur 7: Datalagen in een GIS-systeem (INFORAIN, 1997).

Net zoals ieder computerprogramma is de kwaliteit van de output in grote mate afhankelijk van de kwaliteit van input. Bij dit onderzoek worden meerdere kaartlagen gebruikt, namelijk; een geologische oppervlaktekaart, een geomorfologische kaart, een bodemkaart, een AHN-kaart en een kaartlaag waarin alle vondsten verwerkt zijn, zowel vanuit Archis als primaire bronnen. Deze kaartlagen en hun kwaliteit worden hieronder beschreven. Uiteindelijk zijn deze kaarten met elkaar gecombineerd met als doel de vraagstelling te kunnen beantwoorden.

De volgende kaarten zijn gebruikt om te dienen als basis voor het indicatieve model en zullen in het volgende hoofdstuk uitgebreid beschreven worden:

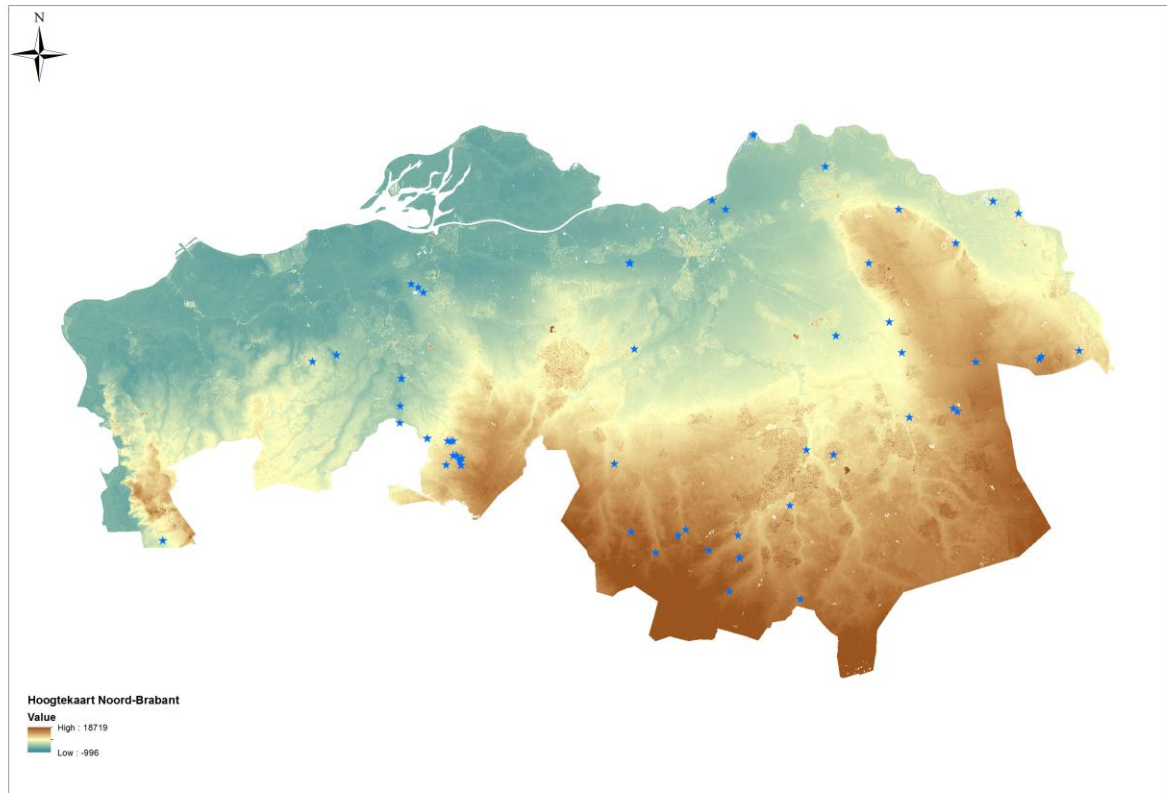
Geologische overzichtskaart, gepubliceerd in PDF-formaat door de Nederlandse Organisatie voor Toegepast Natuurwetenschappelijk Onderzoek (TNO) op een schaal van 1:600.000 en vervolgens handmatig gedigitaliseerd voor dit onderzoek.

Geomorfologische kaart van Noord-Brabant, digitaal gepubliceerd door Alterra Wageningen, op een schaal van 1:50.000.

Bodemkaart van Noord-Brabant, tevens gepubliceerd door Alterra Wageningen op een schaal van 1:50.000.

Hoogtekaart, waarvan de punten ingemeten punten beschikbaar zijn gesteld door Rijkswaterstaat. Deze punten zijn vervolgens omgezet naar een hoogtekaart van Noord-Brabant ten behoeve van dit onderzoek. Deze hoogtekaart is daaropvolgend geconverteerd naar een reliëfkaart om de analyse op toe te passen.

4. Verwachtingsmodel



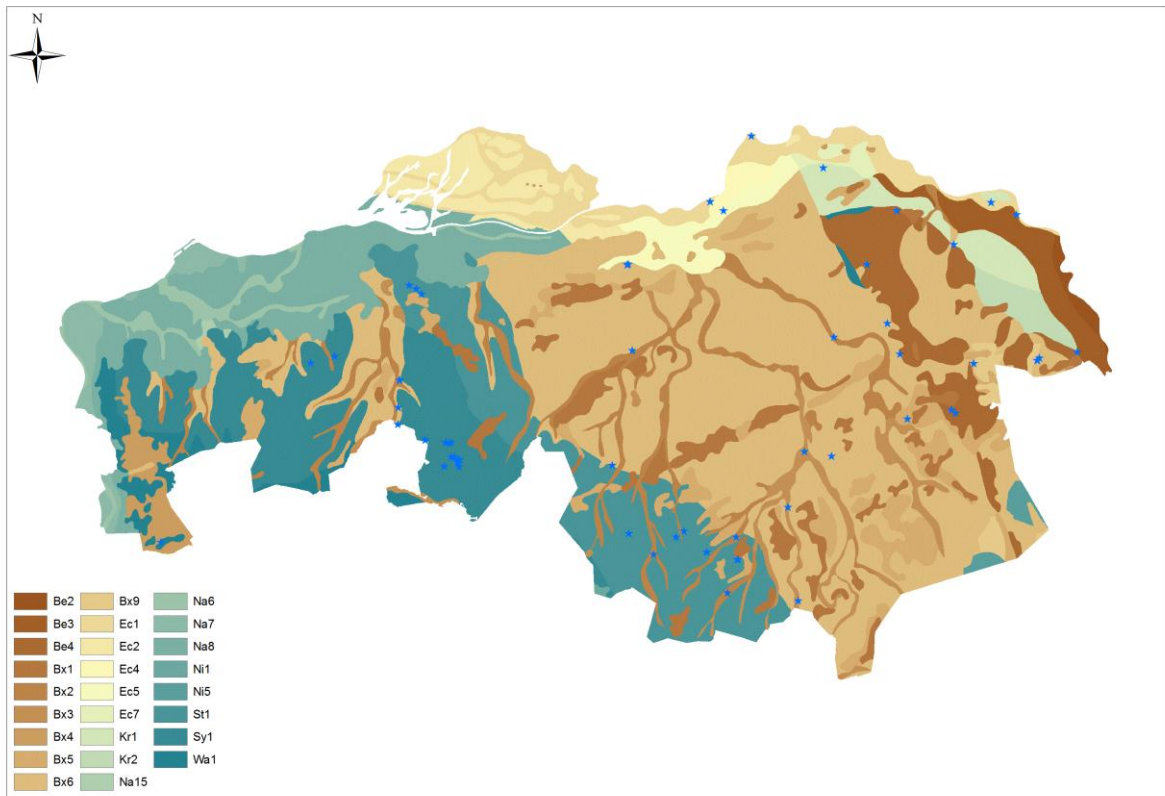
Figuur 8: Hoogtekaart Noord-Brabant en Midden-Paleolithische vindplaatsen.

In totaal zijn er 63 Midden-Paleolithische vindplaatsen in dit onderzoek verwerkt, die op de bovenstaande hoogtekaart te zien zijn. Zoals in een oogopslag te zien is, lijken vindplaatsen met name geconcentreerd aan de randen van de hoger gelegen gebieden van Noord-Brabant met een sterk reliëf, zoals de randen van horstplateaus en beekdalen. Bovendien zijn er in het noordoosten van Noord-Brabant enkele vindplaatsen te zien die langs de Maas liggen en hier mee geassocieerd zijn. Het lijkt er voorsnog op, zonder kwantitatieve methoden toe te passen, dat hoogte en reliëf belangrijke eigenschappen zijn om Midden-Paleolithische vondsten aan te treffen.

4.1 Geologische overzichtskaart

De gebruikte digitale kaart is gebaseerd op de geologische overzichtskaart zoals gepubliceerd door de Nederlandse Organisatie voor Toegepast Natuurwetenschappelijk Onderzoek (TNO), gepubliceerd in 2010. Deze kaart geeft de afzettingen aan of nabij het maaiveld weer, tot een diepte van ca. 5m. De kaart is samengesteld op basis van bestaande kaarten die door de voormalig Rijks Geologische Dienst zijn vervaardigd en waar nodig is deze informatie aangevuld met niet eerder gepubliceerde gegevens. De afzettingen zijn ingedeeld volgens de nieuwe lithostratigrafische indeling die vanaf 1997 door de TNO is ontwikkeld. In deze indeling worden de afzettingen onderscheiden op grond van lithologische eigenschappen, stratigrafische positie en herkomst. Belangrijk voor dit onderzoek is dat de ouderdom van de afzettingen voor de classificatie daarvan geen rol hebben gespeeld (Schokker, 2010). Een beschrijving van de formaties en afzettingen in Noord-Brabant en de afkortingen van de legenda zoals gebruikt in figuur 9 is bijgevoegd in bijlage 1.

De toepassingschaal is 1:600.000, wat betekent dat iedere millimeter een gebied van 600m representeert. Dit zorgt voor een grote foutmarge op de kaart, wat er voor kan zorgen dat vindplaatsen nabij de grenzen van formaties niet altijd weergegeven worden in hun juiste geologische formatie. Hier wordt rekening mee gehouden bij de bespreking van de resultaten.



Figuur 9: Geologische oppervlaktekaart Noord-Brabant.

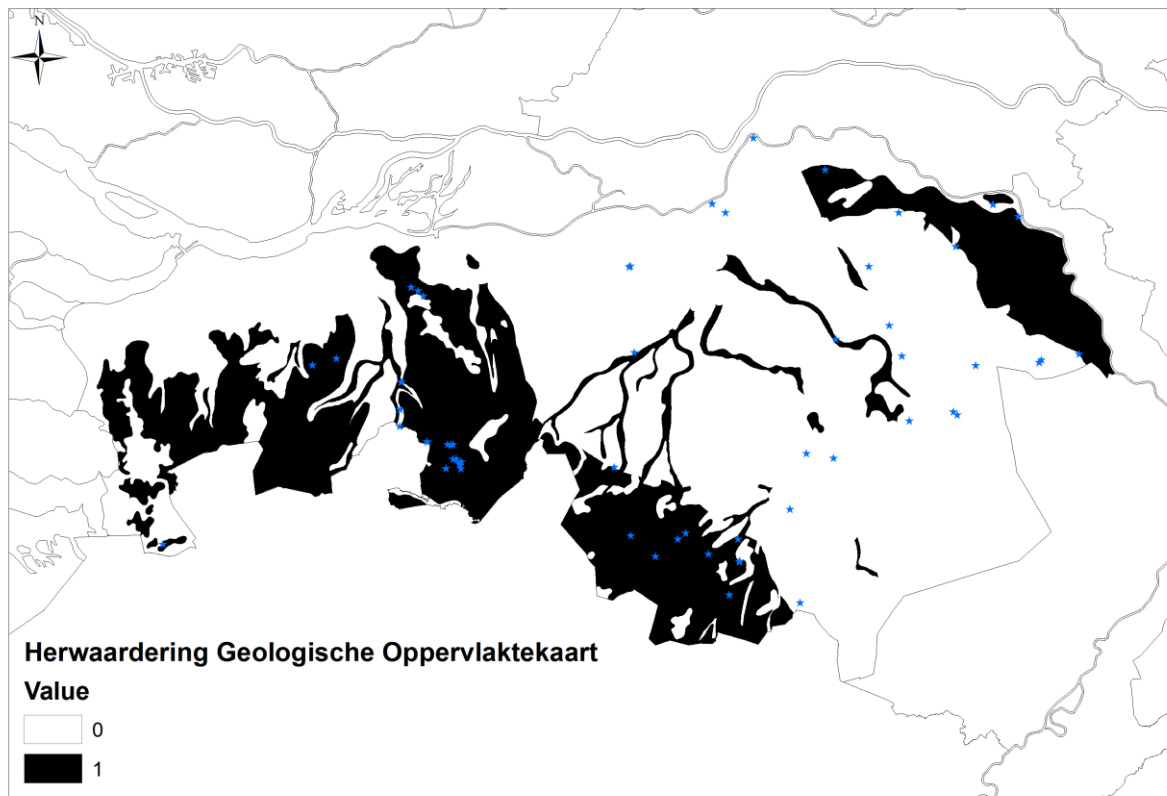
De geologische overzichtskaart was enkel beschikbaar in PDF-formaat en is vervolgens geconverteerd naar image-bestand om daaropvolgend geïmporteerd te worden in het GIS. Deze afbeelding heeft een resolutie van 8473x4641. Hierbij is de breedte van deze afbeelding 150km (17.7m per pixel), en de lengte 82.4km (18m per pixel). Wel wordt in de beschrijving geadviseerd de kaart niet te gebruiken voor een schaal van 1:600.000 of kleiner, waarin 1cm op de kaart 6km representeert. Dit houdt in dat 1mm op de kaart 600 meter representeert, iets waar zorgvuldig mee omgegaan dient te worden.

Er kunnen betrouwbaarheidsproblemen ontstaan door de manier waarop deze kaartlaag gedigitaliseerd is. De PDF-laag van de overzichtskaart is geconverteerd naar een image-bestand, dat vervolgens ge-georeferenciert is naar de grenzen van de provincie Noord-Brabant van de digitale kaart met de eenvoudige topografie van Nederland, ook uitgegeven

door TNO. Dit houdt in dat de eerder ongedefinieerde kaart ge-georeferereerd werd naar diens fysieke plaats in het Rijksdriehoek coördinatenstelsel, in dit geval de geologische oppervlaktekaart van Noord-Brabant. Hoewel dit nauwkeurig is gebeurd met 12 verschillende punten in de volledige omtrek van de provincie Noord-Brabant, blijft een foutmarge altijd bestaan. In dit geval schat de Image Registration feature van MapInfo, waarin het georefereren wordt toegepast, dat de pixelfout van de 12 punten gemiddeld 4.75 is, met 7 als hoogste waarde. Dit houdt in dat de gemiddelde afwijking ongeveer 85.5m ($4.75 \cdot 18$) is, waar de lengte van 1 pixel 18m is. Dit is echter nog binnen de geaccepteerde limieten, maar met dit gegeven moet rekening gehouden worden wanneer een vindplaats aan de grens van de eenheid ligt.

Nadat de geologische overzichtskaart werd geplaatst in de juiste geografische positie, werden de individuele geologische formaties gedigitaliseerd in polygonen. Voor ieder polygoon werd een formatiecode toegekend zoals deze in de oorspronkelijke geologische overzichtskaart vermeld werden. Dit resulteerde in een kaart waar de volledige geologische oppervlakte van Noord-Brabant digitaal te gebruiken is voor meerdere geologische en archeologische analytische toepassingen.

Het verwachtingsmodel op basis van de geologische oppervlaktekaart is vervaardigd op basis van de bovengenoemde formaties en laagpakketten zoals deze vermeld worden in de codering (zie bijlage 1). In hoofdstuk 2.2 is benoemd welke formaties en laagpakketten van Pleistocene ouderdom zijn en welke van Holocene ouderdom zijn. Formaties en laagpakketten van Holocene ouderdom zijn vaak te jong om midden-Paleolithische artefacten te bevatten. Deze krijgen derhalve dan ook een waarde van '0'. Pleistocene lithologie krijgt een waarde van '1' om aan te geven dat hier midden-Paleolithische oppervlaktevondsten gedaan kunnen worden. Dit heeft de volgende kaart tot gevolg (fig. 10).



Figuur 10: Herwaardering geologische oppervlaktekaart Noord-Brabant.

1: Be2, Be3, Bx2, Kr1, Kr2, St1, Sy1, Wa1.

0: Be4, Bx1, Bx3, Bx4, Bx5, Bx6, Bx9, Ec1, Ec2, Ec4, Ec5, Ec7, Na6, Na7, Na8, Ni1, Ni5.

In hoofdstuk 2.2 zijn deze keuzes toegelicht. Enkele keuzes dienen echter toegelicht te worden; de inclusie Bx2 en Be3 als positief kenmerk voor de verwachtingskaart, en de inclusie van beekdalen in de Roerdalslenk in de verwachtingskaart. De jongere lagen van de Formatie van Boxtel zijn afgezet gedurende het Weichselien, waardoor zij midden-Paleolithische verhullen onder de laag dekzand. Bx2 is hier geen uitzondering op en betreft relatief jong zand en leem van het laagpakket van Singraven. Het betreft echter beekzand; dit geeft de locatie van beekdalen aan. Door de eigenschap van beken om zich in te snijden in het landschap zijn beekdalen plekken waarbij Pleistoceen landschap aan het oppervlak komt, en derhalve midden-Paleolithische oppervlaktevondsten verwacht kunnen worden.

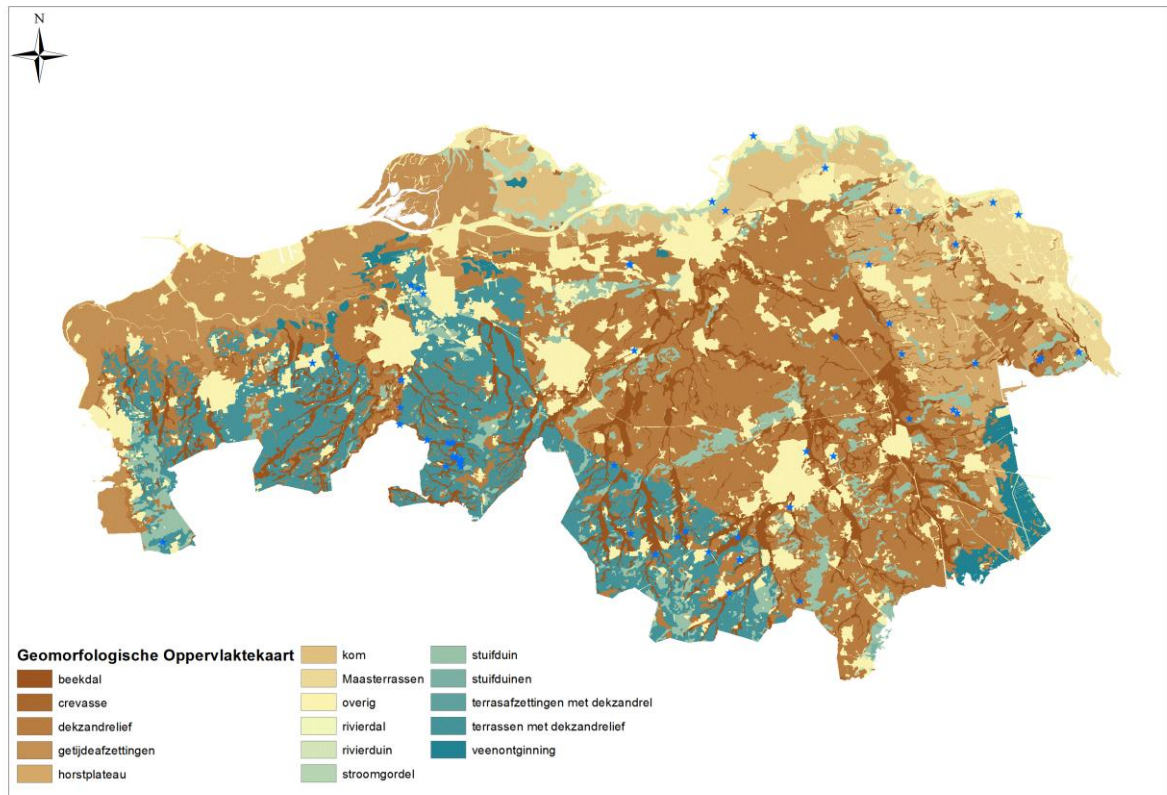
Doordat beekdalen in de geologische oppervlaktekaart en de geomorfologische kaart meegenomen worden onafhankelijk van hun positie in Noord-Brabant, worden ook de beekdalen van de Roerdalslenk meegenomen. Zoals in hoofdstuk 2.2 besproken wordt, kan het dekzandpakket in de Roerdalslenk 15 tot 45 meter dik zijn (De Gans 2007, 185; Berendsen 2008b, 31). Logischerwijs zouden Midden-Paleolithische vondsten hier dus niet verwacht worden. Beekdalen snijden zich echter meters in het dekzand in. Aangezien het dekzand gedurende een lange tijd is afgezet, is het mogelijk dat de beekdalen zich ingesneden hebben in dekzanden die in het Saalien afgezet zijn – de ijstijdperiode voor het Weichselien (Berendsen 2008b, 30). Hiertussen zat het Eemien, een interglaciaal waar Midden-Paleolithische bewoning verwacht kan worden. Derhalve is er voor gekozen om alle beekdalen – en de dus de afzettingen waar beekdalen mee geassocieerd worden - ongeacht locatie op te nemen in de verwachtingskaart.

De keuze om Be2 en Be3 (Formatie van Beegden) op te nemen in het indicatieve model is niet vreemd; het betreffen Pleistocene afzettingen van de Maas. De reden dat Be4 echter niet opgenomen wordt als positieve factor is dat deze een dekzandpakket van de Formatie van Boxtel (laagpakket van Wierden) bevat met een Weichselien pleniglaciaal en laat-glaciale ouderdom (Berendsen 2005b, 129), dat in diens laatste fase jonger is dan het Laat-Midden-Paleolithicum. Hierdoor is de kans op het aantreffen van Midden-Paleolithische artefacten laag.

4.2 Geomorfologische kaart

De digitale geomorfologische kaart is vervaardigd door Alterra (Universiteit Wageningen). Deze kaart geeft elementen en patronen in het landschap weer die informatie geven over reliëf, genese en ouderdom. Het bestand is afgeleid van de Geomorfologische kaart Nederland, en omvat meerdere kaartbladen. Sommige van deze kaartbladen kunnen inmiddels achterhaald zijn ten gevolge van veranderingen in het reliëf door ruilverkaveling, bebouwing en infrastructuur (Koomen & Maas 2004). Desondanks biedt deze vectorkaart

met een toepassingschaal van 1:50.000, waarin iedere centimeter 0,5km representeert, meer dan voldoende resolutie om in dit onderzoek te betrekken.



Figuur 11: Geomorfologische oppervlaktekaart Noord-Brabant.

Midden-Paleolithische vondsten kunnen verwacht worden op gebieden waar oude oppervlakten aan het oppervlak komen door erosie of gebrek aan depositie. Dit kunnen volledige geologische afzettingen van een bepaalde ouderdom zijn, maar ook lokale erosieve kenmerken die zich hebben ingesneden in jongere oppervlakten waardoor oudere vondsten tevoorschijn komen. De processen die tot geomorfologie hebben geleid zijn met name erosief van aard; rivieren en beken die zich hebben ingesneden in het landschap en daardoor dalen en terrassen hebben gevormd. De categorie 'overig' moet nader toegelicht worden; deze omvat met name sporen van antropogene activiteiten, zoals bebouwing en afgraving. Aangezien tijdens deze activiteiten dikwijls oudere afzettingen en artefacten aan

het oppervlakte geraken, zijn ook deze antropogene activiteiten meegenomen in het verwachtingsmodel.

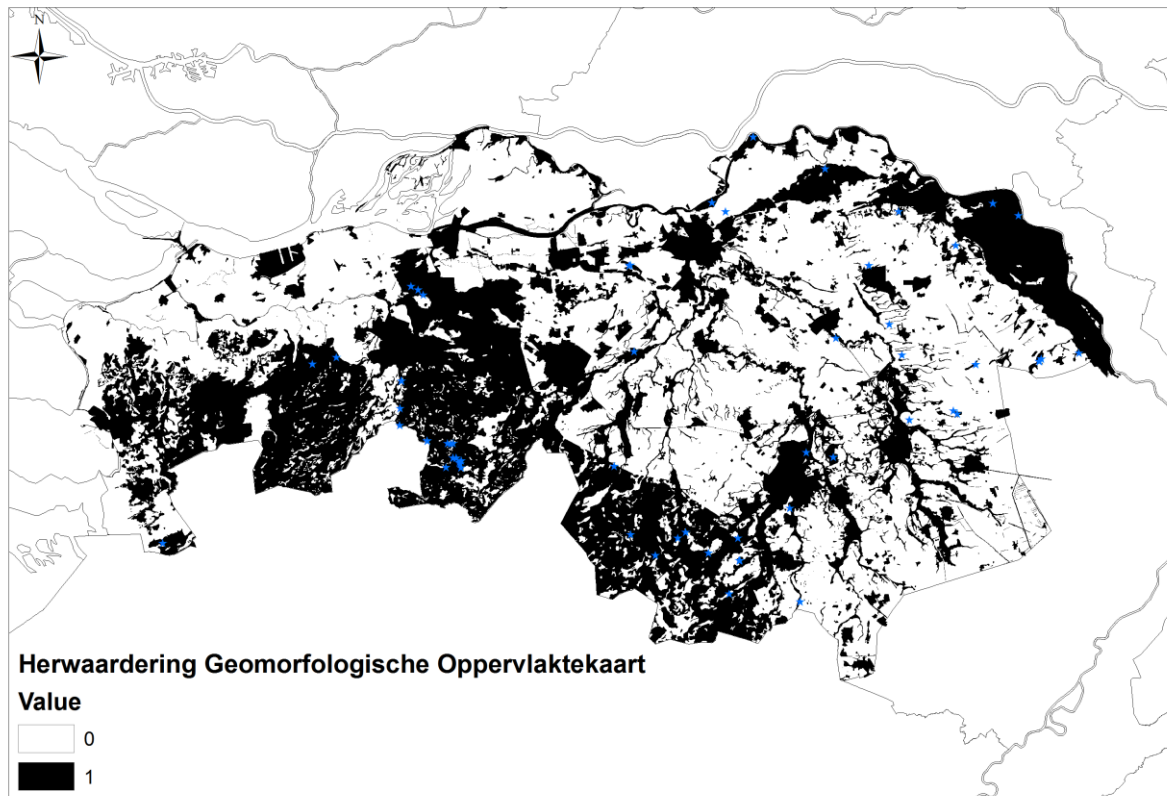
In Noord-Brabant zijn vooral fluviatiele processen belangrijke factoren voor erosie, transport en depositie van sediment en insnijding in jongere oppervlakten, zoals dekzand (Waters 1997, 115). Belangrijke voorbeelden hiervan zijn de beekdalen van Noord-Brabant. Beekdalen zijn in het Pleistocene gebied zijn gevormd tijdens het Weichselien. Door het ontbreken van dichte vegetatie werd de neerslag en sediment niet vastgehouden door vegetatie, waardoor de beken veel groter waren dan tegenwoordig en daardoor veel sediment vervoerden. In het Laat-Glaciaal en het begin van het Holoceen raakte de Pleistocene gronden en brede, ondiepe beekdalen vergroeid met vegetatie. Hierdoor verminderde de sedimentlast van grotere rivier- en beekafvoer drastisch, met diepe insnijding in de ondergrond als gevolg (Vos & Kiden 2005, 13). Doordat deze insnijding vele meters kan zijn, komen oude afzettingen geregeld aan het oppervlak aan de randen van beekdalen met sterk reliëf.

Ditzelfde geldt voor rivierterrassen. Archeologische resten komen geregeld voor op de terrassen van rivieren (Waters 1997, 151), zoals de Maas in Noord-Brabant. Gedurende het Midden- en Laat-Pleistoceen heeft de Maas zijn loop vele malen verlegd ten gevolge van tektoniek en klimaatverandering. Gedurende koude perioden en aan het begin van het Holoceen werden nieuwe dalen uitgeschuurd, waardoor oude afzettingen en diens vindplaatsen wederom aan de oppervlakte kunnen komen (Vos & Kiden 2005, 120).

Bovendien is het verstandig om grote ontsluitingen in de Pleistocene gronden, zoals bouwputten, zandwinputten en andere antropogene ingrepen waar tot in enige diepte gegraven wordt, te onderzoeken (Vos & Kiden 2005, 14). Hier komen geregeld oude afzettingen en archeologisch materiaal aan het oppervlak, waardoor dit de moeite waard is om op te nemen in eventuele indicatieve kaarten voor Midden-Paleolithische vondsten.

De bovenstaande gegevens werden gebruikt om de geomorfologische kaart te interpreteren en voor deze kaart aan te geven welke kenmerken indicatief zijn voor Midden-Paleolithische waarden, die met een positieve indicatieve waarde getoond worden in de onderstaande kaart (fig. 12). Vooral de aanwezigheid van beekdalen, terrasafzettingen, en

gebieden met een sterk reliëf lijken indicatief voor Midden-Paleolithische artefacten. De overige categorieën zijn niet in het indicatieve model opgenomen omdat zij óf wijzen op recente afzettingen, óf dekzand herbergen. Hoewel horstplateaus aan de randen geregeld Midden-Paleolithische artefacten herbergen, zijn zij op zichzelf niet indicatieve voor deze artefacten. De reliëfkaart gebaseerd op het Algemeen Hoogtebestand Nederland zal als indicator dienen voor deze vondsten.



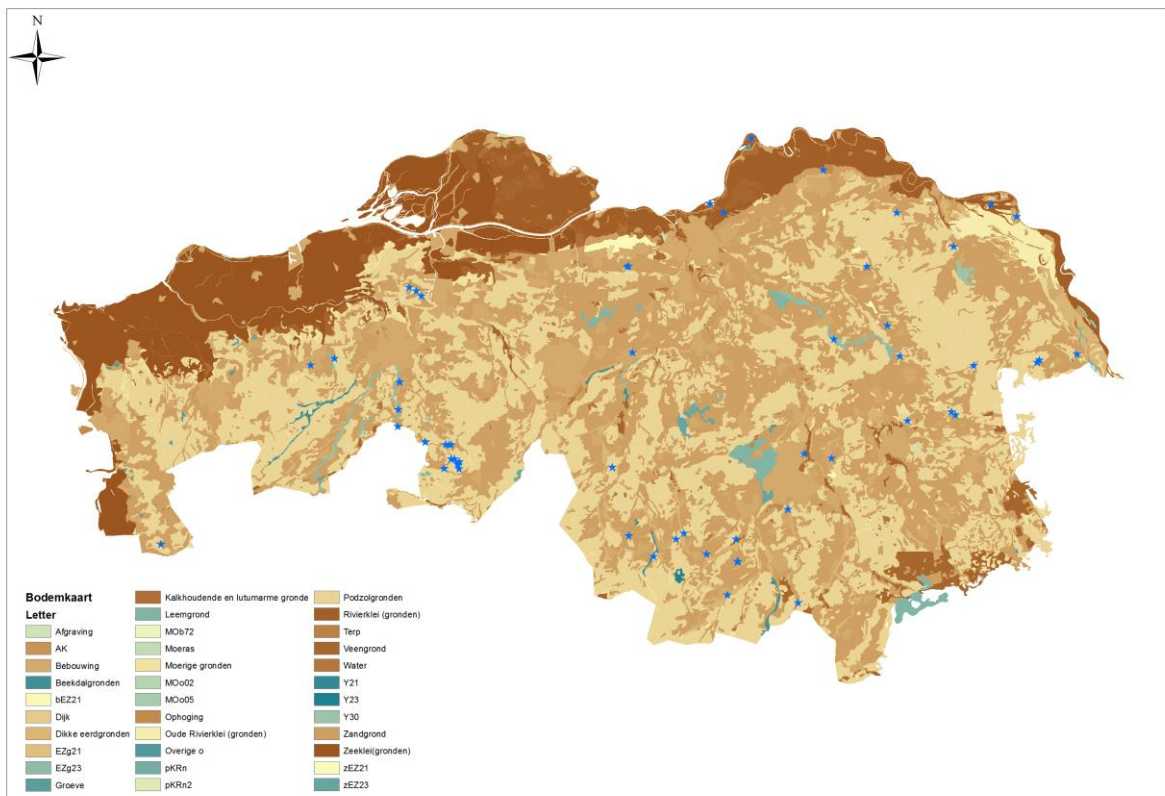
Figuur 12: Herwaardering geomorfologische oppervlaktekaart Noord-Brabant.

1: Rivierdal, maasterrassen, terrassen met dekzandreliëf, beekdal, terrasafzettingen met dekzandreliëf, overig.

0: Stroomgordel, kom, dekzandreliëf, stuifduin, horstplateau, getijdeafzettingen, veenontginning, stuifduinen, rivierduinen, crevasse.

4.3 Bodemkaart

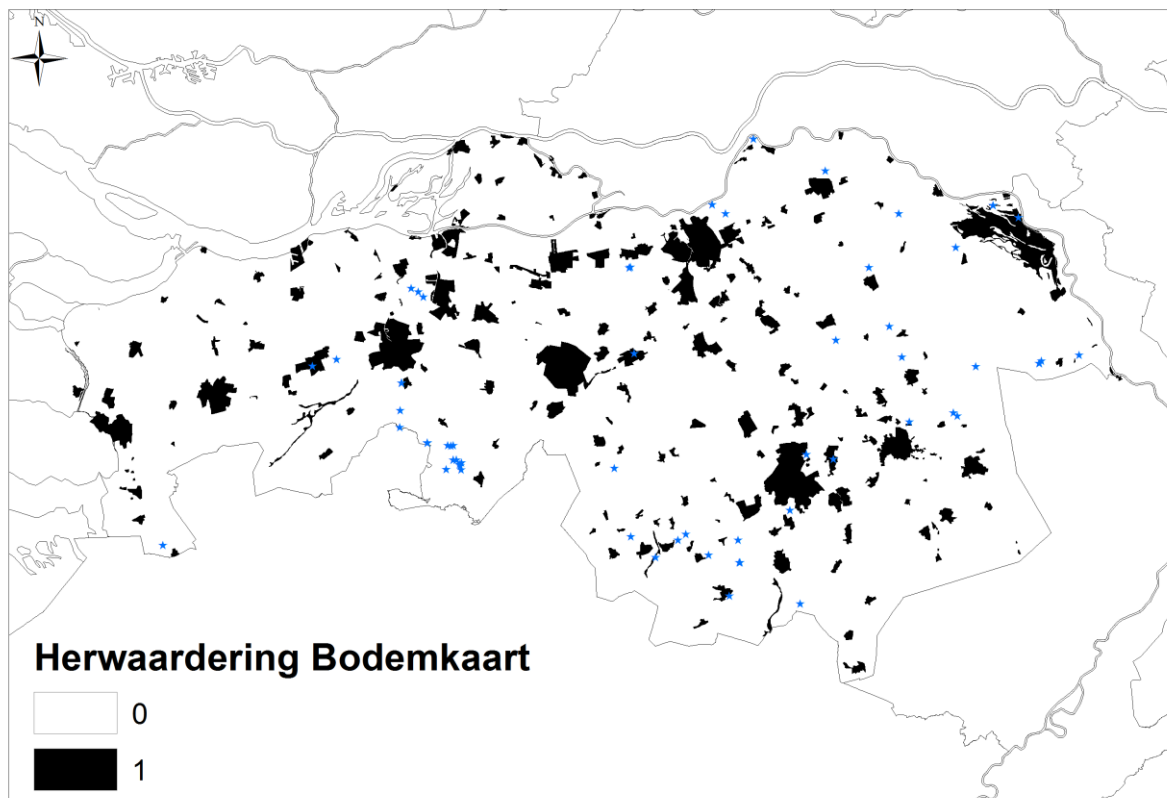
De digitale bodemkaart is wederom geproduceerd door Alterra (Universiteit Wageningen). De bodemkaart geeft ruimtelijke informatie over de bodemopbouw tot een diepte van ongeveer 120 centimeter. Ook deze vectorkaart heeft een toepassingschaal van 1:50.000. Deze kaart geeft informatie over bodemvorming aan de oppervlakte. Deze bodemtypes bevatten echter ook informatie over de zichtbaarheid van de vondsten.



Figuur 13: Bodemkaart Noord-Brabant.

Hoewel de bodem veel kan zeggen over de genese van het landschap, is het in veel gevallen onbruikbaar om iets over de ouderdom van het oppervlak te zeggen in de tijdsdiepte van het Pleistoceen. Bodems vormen immers in gelijkwaardige oppervlakten, die op verschillende momenten afgezet zouden kunnen zijn. Dit zegt weinig over de ouderdom van de oppervlakte. Bodemgenese kost uiteraard tijd, en ontwikkelde bodems zijn in de regel

ouder dan minder ontwikkelde bodems. Hoewel dit proces honderden of zelfs duizenden jaren kan duren en derhalve veel kan zeggen over ouderdom van de oppervlakte, is dit voor onderzoek naar Midden-Paleolithisch onderzoek niet bruikbaar omdat die tijdsdiepte vele malen groter is dan bodemontwikkeling. De categorie 'bebouwing' is wederom in het model opgenomen. Dit omdat bebouwde gebieden plekken zijn waar dikwijls oude oppervlakten blootgelegd worden.



Figuur 14: Herwaardering bodemkaart Noord-Brabant.

1: Bebouwing, beekdalgronden, groeve, oude rivierklei (gronden).

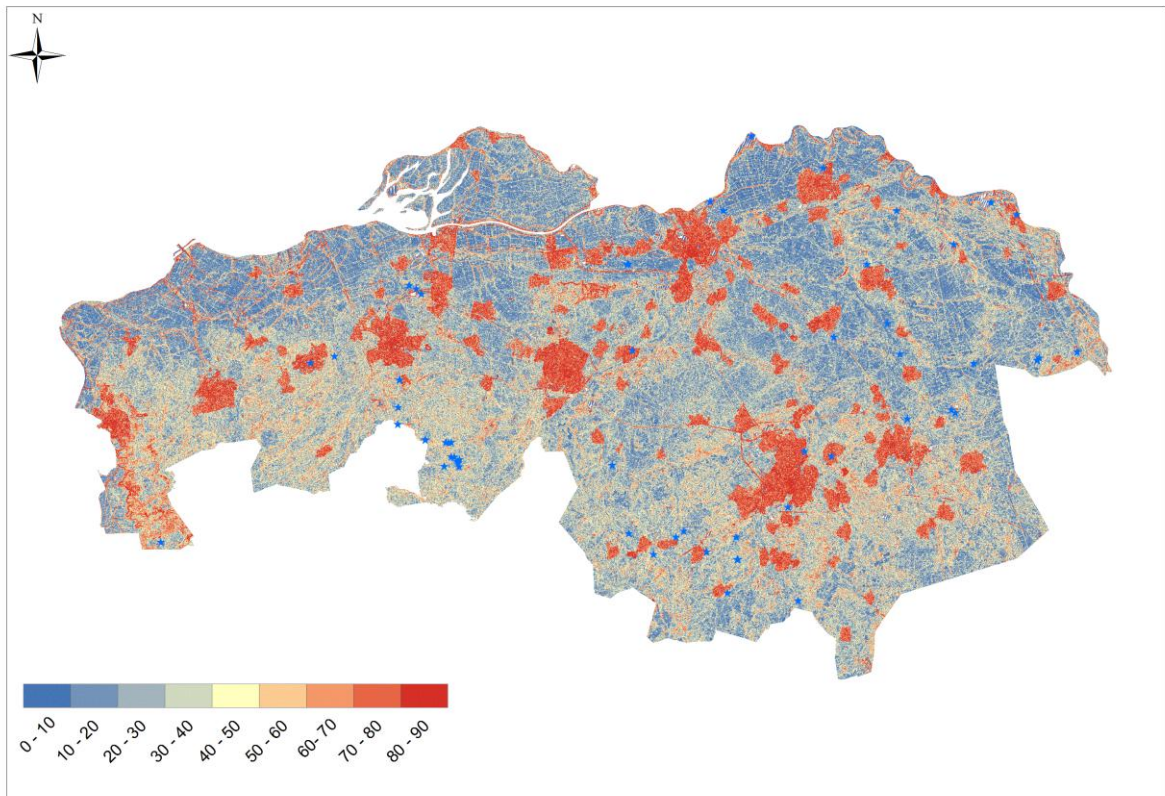
0: Dikke eerdgronden, kalkhoudende en lutumarme gronden, leemgrond, moeras, moerige gronden, ophoging, podzolgronden.

4.4 Hoogtekaart

De hoogtekaart is vervaardigd door een samenwerking tussen Rijkswaterstaat (RWS) en de Waterschappen. In dit onderzoek wordt gebruik gemaakt van de AHN-1, daar de veel nauwkeuriger AHN-2 later in 2012 beschikbaar zal worden. De hoogte van individuele punten is gemeten met laseraltimetrie, waarbij een vliegtuig of helikopter met een laserstraal het aardoppervlak aftast en deze informatie terugkaatst naar het voertuig. De tijd tussen het versturen en terugkaatsen van de laserstraal wordt gebruikt om de hoogte van het oppervlakte te meten.

Tussen 1997 en 2003 is heel Nederland op deze manier gemeten, westelijk Noord-Brabant in de periode 1996-1997, en oostelijk Noord-Brabant in de periode 1997-1998. Dit houdt tevens in dat oostelijk Noord-Brabant gedetailleerder is ingewonnen dan westelijk Noord-Brabant; respectievelijk 3 tot 5 metingen per 16m^2 en 1 tot 1.5 metingen per 16m^2 . Tevens bezit de fout een systematische fout van 5cm en een stochastische fout van 15cm (1 sigma-criterium). Dit houdt in dat minimaal 68.2% van de punten een nauwkeurigheid hebben van 20cm hoogte (van der Zon 2011).

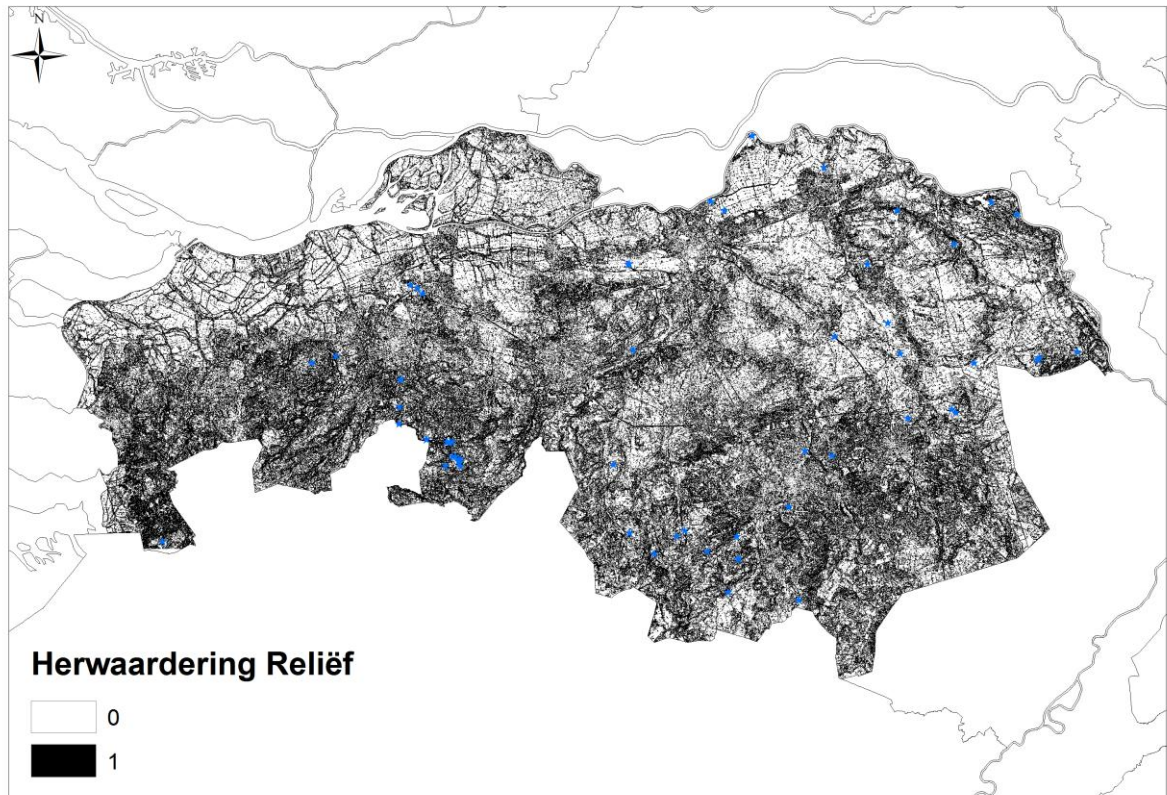
Voor dit onderzoek is dit nauwkeurig genoeg. Voor het digitale hoogtemodel worden de gegevens van het Actueel Hoogtebestand Nederland (AHN) geïnterpoleerd naar een rasterkaart. Dit houdt in dat de puntwaarden algoritmisch gegeneraliseerd worden naar een kaart met rasters van $25*25\text{m}$. De hoogtekaart wordt met name gebruikt om een indruk te presenteren van de hoogteverschillen in Noord-Brabant. Ook wordt onderzocht of er sterke lokale reliëfverschillen zijn die kunnen duiden op erosie, met daarbij een hogere trefkans. Dit met het doel om te bepalen of beken en diens insnijding in de ondergrond mogelijk een factor zijn geweest in de zichtbaarheid van de vondsten. Dit wordt gedaan door middels ArcGIS Spatial Analyst de hellingswaarden te berekenen.



Figuur 15: Reliëfkaart gebaseerd op AHN-hoogtekaart Noord-Brabant.

Dit resulteerde in een kaart waar de hoeken werden gewaardeerd van een waarde van 0 (volledig vlak land) tot een waarde van 90 (hoeken van 90 graden, zoals zou worden verwacht in steden). Dit is lastig in een binaire waarde van 0 of 1 aan te geven, omdat het hier een gradiënt betreft. Het is echter niet noodzakelijk zo dat vondsten een hogere verwachtingswaarde hebben wanneer de hoek scherper is. Daarom is er voor gekozen om een grenswaarde te bepalen. Deze grenswaarde is bepaald op 30, waarbij alles tussen de >30 en <80 een waarde van 1 krijgt, en alles <30 een waarde van 0. De waarde van 30 is gekozen omdat dit het beste de grens tussen vlak land en de benadering van scherp reliëf reflecteert. Bovendien is alle reliëf boven de 80° verwijderd, omdat dit enkel het reliëf van bebouwing aangeeft. Hoewel bebouwing in de voorgaande kaarten nog als positief verwachtingskenmerk aangeschreven werd, is het reliëf van gebouwen op zichzelf geen

voorspeller van Midden-Paleolithische vindplaatsen. Daarom is er voor gekozen om het reliëf van bebouwing niet in deze indicatieve kaart op te nemen.



Figuur 16: Herwaardering reliëfkaart Noord-Brabant.

1: Reliëf >30 en <80.
0: Reliëf <30 en >80.

5. Resultaten

5.1 Inleiding

In de onderstaande tabellen wordt de statistiek uitgedrukt en verwerkt volgens de methoden die in hoofdstuk 1.3 besproken worden. Allereerst wordt er een tabel weergegeven waar algemene informatie over de thematische kaart en de vondstverspreiding van die kaart gegeven wordt. Bij het percentage oppervlakte wordt weergegeven welk percentage van het oppervlak een waardering heeft van '1' (vondsten verwacht op basis van kenmerk) of '0' (geen vondsten verwacht op basis van kenmerk). Voor de gecombineerde indicatieve kaart is dit '0' tot en met '3' - van geen (0) tot hoge (3) vondstverwachting.

Tevens wordt vermeld hoeveel vindplaatsen er per gebied met een bepaalde waardering gevonden zijn. Naast dit getal staat tussen haakjes hoeveel vindplaatsen er op grond van willekeurige vondstverspreiding verwacht zou kunnen worden als *frequency expected*, op basis van het percentage oppervlakte dat een indicatieve waarde inneemt. Deze waarde wordt berekend door het percentage oppervlak dat een waarde inneemt te vermenigvuldigen met de totale hoeveelheid vindplaatsen.

Om hier zinvolle informatie uit te halen, wordt de *gain*-waarde berekend. Dit percentage geeft aan in hoeverre de kaart in staat is om indicatief te zijn voor Midden-Paleolithische vindplaatsen. Dit weegt mee in de bepaling of het zinvol is om de kaart op te nemen in het indicatieve indicatieve model. Daaropvolgend wordt de Chi-kwadraat toets toegepast om toetsen of de vondstverspreiding op grond van toeval verwacht zou kunnen worden en dus statistisch insignificant is.

5.2 Geologische kaart

Waardering	Vindplaatsen	Percentage vindplaatsen	Percentage oppervlakte
0	30 (52.5)	47.62%	83.29%
1	33 (10.5)	52.38%	16.71%
Totaal:	63	100.00%	100.00%

Tabel 4: Kruistabel geologische oppervlaktekaart.

Gain: $(52.38 - 16.71) = 35.67\%$

Frequency Observed (FO)	Frequency Expected (FE)	(FO-FE) ²	(FO-E) ² /FE
30	52.5	506.25	9.65
33	10.5	506.25	48.2
Totaal:		57.86	

Tabel 5: Chi² tabel geologische oppervlaktekaart.

Chi² = 57.86, $p = <.0001$, met 1 vrijheidsgraad = significant.

De p-waarde, die kleiner is dan .0001, toont aan dat de kans dat deze vondstverspreiding op toeval berust zeer klein is en dus statistisch significant is. Bovendien blijkt uit de gain-waarde van 35.67% dat deze indicatieve kaart voldoende Midden-Paleolithische vindplaatsen weet te voorspellen op basis van het percentage vindplaatsen (52.38%) dat verklaard wordt door een relatief gering (16.71%) percentage oppervlakte met een positieve indicatieve waarde.

5.3 Geomorfologische kaart

Waardering	Vindplaatsen	Percentage vindplaatsen	Percentage oppervlakte
0	15 (48)	23.81%	75.76%
1	48 (15)	76.19%	24.24%
Totaal:	63	100.00%	100.00%

Tabel 6: Kruistabel geomorfologische kaart.

Gain: $(76.19 - 24.24) = 51.95\%$

Frequency Observed (FO)	Frequency Expected (FE)	(FO-FE) ²	(FO-FE) ² /FE
15	48	1089.00	22.69
48	15	1089.00	72.60
Totaal:		95.29	

Tabel 7: Chi² tabel geomorfologische kaart.

Chi² = 95.29, $p = <.0001$ met 1 vrijheidsgraad = significant.

De p-waarde, die kleiner is dan .0001, toont wederom aan dat de kans dat deze vondstverspreiding op toeval berust zeer klein is. Ook blijkt uit de gain-waarde van 51.95% dat deze indicatieve kaart voldoende Midden-Paleolithische vindplaatsen weet te voorspellen. Dit is voor alle uitgevoerde toetsen verreweg de hoogste waarde, waardoor de geomorfologische kaart klaarblijkelijk een hoge indicatieve waarde bevat en derhalve een waardevolle toevoeging aan het uiteindelijke gecombineerde indicatieve model is.

5.4 Bodemkaart

Waardering	Vindplaatsen	Percentage vindplaatsen	Percentage oppervlakte
0	56 (57)	88.89%	90.50%
1	7 (6)	11.11%	9.50%
Totaal:	63	100.00%	100.00%

Tabel 8: Kruistabel bodemkaart.

Gain: $(11.11 - 9.5) = 1.61\%$

Frequency Observed (FO)	Frequency Expected (FE)	(FO-FE) ²	(FO-FE) ² /FE
56	57	1.00	0.02
7	6	1.00	0.17
Totaal:		0.18	

Tabel 9: Chi² tabel bodemkaart.

Chi² = 0.18, p = 0.8415 met 1 vrijheidsgraad = niet significant.

Omdat de p-waarde zo groot is (.8415) dat de kans erg groot is dat vondstverspreiding bij deze kaart enkel op toeval berust, lijkt het er op dat de bodemkaart, zoals verwacht voor Midden Paleolithische vindplaatsen in Noord-Brabant, geen indicatieve waarde heeft. Bovendien is de gain (1.61%) erg klein. Hierdoor zal de bodemkaart niet opgenomen worden in de gecombineerde kaart van indicatieve waarden.

5.5 Hoogtekaart AHN reliëf

Waardering	Vindplaatsen	Percentage vindplaatsen	Percentage oppervlakte
0	26 (33.5)	41.27%	52.90%
1	37 (29.5)	58.73%	47.10%
Totaal:	63	100.00%	100.00%

Tabel 10: Kruistabel AHN reliëf.

Gain: $(58.73 - 47.10) = 11.63\%$

Frequency Observed (FO)	Frequency Expected (FE)	(FO-FE) ²	(FO-FE) ² /FE
26	33.5	56.25	1.68
37	29.5	56.25	1.91
Totaal:		3.59	

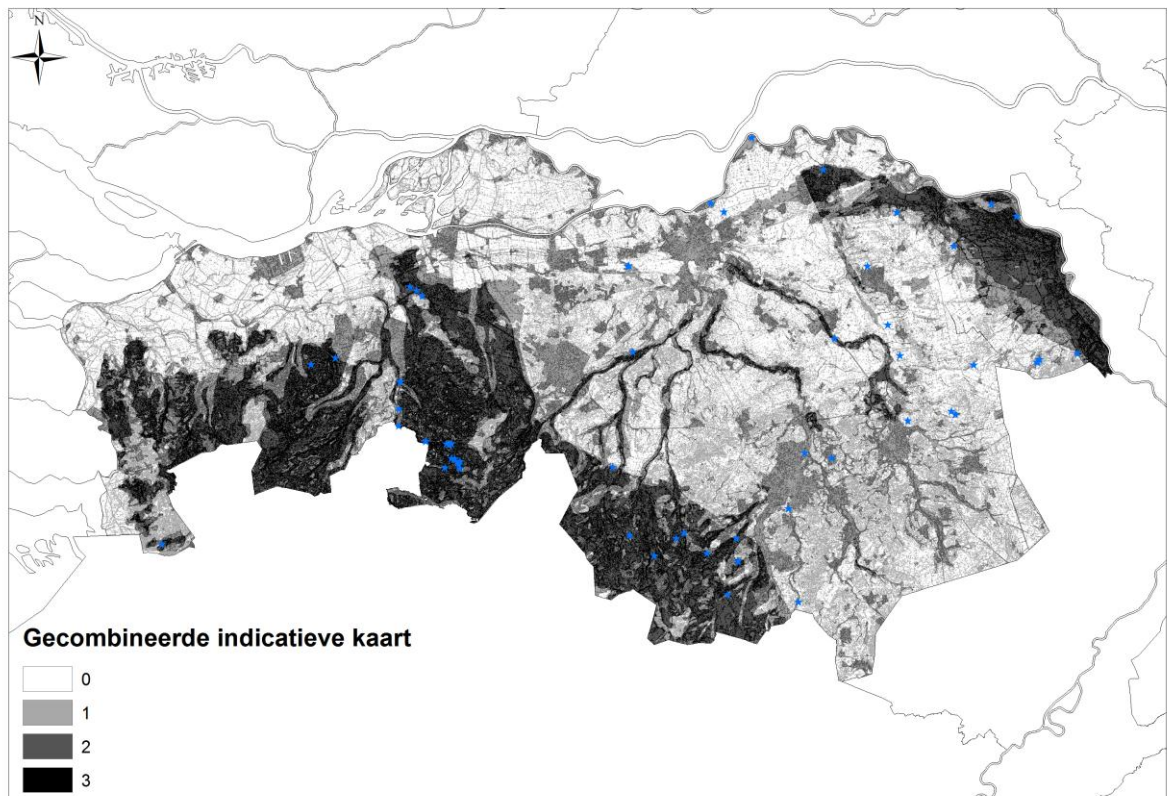
Tabel 11: Chi² tabel AHN reliëf.

Chi² = 37.41, p = 0.0773 met 1 vrijheidsgraad = niet significant, geringe gain.

Hoewel de p-waarde van de reliëfkaart net boven de 0.05 is en dus in strikte zin niet significant is, wordt deze kaart toch opgenomen in het indicatieve gecombineerde model. Dit om een vollediger beeld te krijgen van de factoren die van invloed zijn op de vondstverspreiding, en omdat de gain van 11.63% tevens een indicatieve waarde impliceert.

5.6 Gecombineerde kaart – predictive model

Uiteindelijk werden de indicatieve kaarten met voldoende voorspellende waarde gecombineerd, met de onderstaande gecombineerde indicatieve kaart (fig. 17) tot gevolg. De kaarten die voldoende indicatief werden beoordeeld, zijn afgeleid van de geologische overzichtskaart, de geomorfologische kaart en de reliëfkaart. Zoals in paragraaf 5.4 besproken is, is de bodemkaart niet opgenomen in het gecombineerde indicatieve model. Deze kaart kent daarom vier waarden van 0 tot 3, waarbij de waarde '0' gelijk staat aan 'geen vondstverwachting' en de waarde '3' gelijk staat aan 'hoge vondstverwachting'.



Figuur 17: Gecombineerde indicatieve kaart Noord-Brabant gebaseerd op de geologische-, geomorfologische- en reliëfkaart.

Waardering	Vindplaatsen	Percentage vindplaatsen	Percentage oppervlakte
0	7 (19)	11.11%	30.17%
1	16 (21,25)	25.40%	33.73%
2	18 (15,25)	28.57%	24.25%
3	22 (7.5)	34.92%	11.85%
Totaal:	63	100.00%	100.00%

Tabel 12: Kruistabel gecombineerde indicatieve kaart.

Frequency Observed (FO)	Frequency Expected (FE)	(FO-FE) ²	(FO-E) ² /FE
7	19	144.00	7.58
16	21.25	27.56	1.30
18	15.25	7.56	0.50
22	7.5	210.25	28.03
Totaal:		37.41	

Tabel 13: Chi² tabel gecombineerde indicatieve kaart.

Chi² = 37.41, p = <.0001 met 3 vrijheidsgraden.

De p-waarde van de gecombineerde indicatieve kaart is kleiner dan .0001. Zoals verwacht op basis van de kaarten waar de gecombineerde indicatieve kaart op gebaseerd is, is deze waarde significant. Dit houdt in dat de kans dat vondstverspreiding van Midden-Paleolithische artefacten op toeval berust zeer klein is, en dat geologie, geomorfologie en reliëf invloed hebben gehad op de verspreiding van oppervlaktevondsten in Noord-Brabant. Van de totale hoeveelheid vindplaatsen, kunnen er 7 (11.11%) niet verklaard worden op basis van één of meerdere kenmerken, terwijl het gebied met een negatieve voorspellende waarde 30.17% van het oppervlak behelst. Tegelijkertijd kunnen 22 (34.92%) van de vindplaatsen verklaard worden op basis van een combinatie van alle kenmerken, terwijl de combinatie van alle drie de indicatieve kenmerken slechts 11.85% van het oppervlak innemen.

6. Discussie

6.1 Inleiding

Uiteindelijk hebben alle kaarten behalve de bodemkaart een duidelijke indicatieve waarde – slechts 7 van de 63 vindplaatsen (11.11%) van de vindplaatsen kunnen niet verklaard worden op basis van een of meerdere thematische kaarten. Bovendien blijkt dat 22 (34.92%) van de vindplaatsen zich bevinden in een gebied met een zeer hoge verwachtingswaarde (= waarde 3), terwijl dit slechts 11.85% van het oppervlak behelst.

6.2 Geologische overzichtskaat

Ondanks dat dit kwalitatief de slechtste kaart was doordat de schaal slechts 1:600.000 was en deze kaart handmatig omgezet en gedigitaliseerd is voor dit onderzoek, blijkt het zoals verwacht een zeer goede voorspeller van Midden-Paleolithische vindplaatsen te zijn. De kracht in deze kaart schuilt met name in het feit dat dagzomende Pleistocene afzettingen eenvoudig geïdentificeerd kunnen worden, waarna deze een positieve waarde verkrijgen voor het voorspellen van Midden-Paleolithische vindplaatsen. Uit de resultaten blijkt dat 52.38% van de vindplaatsen verklaard kan worden door enkel Pleistocene afzettingen als indicatief te waarden, waarbij de kans statistisch significant is dat dit niet op toeval is gebaseerd.

Bij het opstellen van de indicatieve thematische kaart voor de geologische oppervlakte zijn enkel afzettingen die volledig Pleistoceen van oorsprong zijn opgenomen. Enkele afzettingen zijn zowel gedurende het Holoceen als het Pleistoceen afgezet, waardoor deze op bepaalde plekken ook vindplaatsen zouden kunnen bevatten. Deze zijn echter niet opgenomen in het indicatieve model, wat verklaart waarom ‘slechts’ 33 van de 63 vindplaatsen verklaard kunnen worden op basis van de geologische kaart. Dit is alsnog een zeer goed resultaat wanneer men rekening houdt met het feit dat de volledig Pleistocene afzettingen slechts 16.71% van het oppervlak van Noord-Brabant innemen.

In toekomstig onderzoek zou het beter zijn deze kaart in groter detail (1:50.000 of groter) te verkrijgen, zodat plaatselijke afzettingen ook opgenomen zouden worden in het onderzoek. Mogelijk zou het zelf mogelijk zijn om een onderscheid te maken tussen Holocene en Pleistocene gedeelten van afzettingen bij lithografie die in beide periodes is afgezet. Bovendien zullen 'grensgevallen', vindplaatsen die net binnen of buiten het kenmerk vallen, met meer zekerheid geplaatst kunnen worden met een kaart met hogere schaal. In ieder geval valt dan uit te sluiten dat de geologische overzichtskaart hier verantwoordelijk voor is.

6.3 Geomorfologische kaart

Hoewel verwacht werd dat de geomorfologische kaart een zeer goede voorspeller voor Midden-Paleolithische vindplaatsen zou zijn, blijkt deze kaart verreweg de meeste informatie te bevatten om deze vindplaatsen te voorspellen. Ondanks dat 24.24% van het oppervlakte een positieve indicatieve waarde kreeg toegekend, bleek dit gebied meer dan 76% van de Midden-Paleolithische vindplaatsen te bevatten met daarmee een gain-waarde van 51.95%.

Met name rivier- en beekdalen, terrassen en dekzandreliëf lijken zeer indicatief te zijn voor de aanwezigheid van Midden-Paleolithische vindplaatsen. Kortom; oude oppervlakten die zichtbaar zijn geworden doordat erosieve activiteiten zich hebben ingesneden in nieuwere afzettingen.

In toekomstig onderzoek zijn er nog meer mogelijkheden om verfijnder resultaten te verkrijgen met de geomorfologische kaart. Aan de randen van horsten dagzomen dikwijls plaatselijke Pleistocene afzettingen waarin Midden-Paleolithische vondsten aangetroffen kunnen worden. In dit onderzoek zijn horsten noch diens randen meegenomen als indicatieve waarde. In toekomstig onderzoek moet de mogelijkheid bekeken worden waarbij een bufferzone van enkele honderden meters rondom een horst gebruikt wordt. Dergelijke bewerkingen zijn uit te voeren in software zoals ESRI ArcGIS, waarbij mogelijk een

beter vindplaatsresultaat geboekt kan worden zonder onnodig veel oppervlakte een indicatieve waarde toe te wijzen.

6.4 Bodemkaart

In hoofdstuk 4.3 werd vermeld dat er verwacht werd dat de bodemkaart weinig indicatieve waarde zou bevatten, omdat huidige bodems weinig zeggen over Pleistocene oppervlakten. Wel werd verwacht dat diverse antropogene activiteiten die vermeld zijn op de bodemkaart (zoals afgraving en stedenbouw) en natuurlijke kenmerken (zoals oude rivierklei en beekdalgrond) in enige mate indicatief zouden zijn voor Midden Paleolithische vindplaatsen.

Hoewel er inderdaad een gain-waarde van 1.61% te zien is, is dit zeer laag. Bovendien blijkt uit de Chi-kwadraat toets dat de kans zeer groot is ($P = 0.8415$) dat vondstverspreiding gerelateerd aan de bodemkaart volledig op toeval berust. De bodemkaart is door deze zwaar wegende argumenten niet opgenomen in de uiteindelijke gecombineerde indicatieve voorspellingskaart. Hoewel deze kaart zeer gedetailleerd is en goed gebruikt kan worden voor archeologisch onderzoek van latere perioden, is deze kaart in de huidige vorm niet geschikt voor Midden-Paleolithisch onderzoek.

6.5 Hoogtekaart AHN Reliëf

De reliëfkaart is gebaseerd op metingen van het Algemeen Hoogtebestand Nederland, dat vervolgens voor dit onderzoek is geïnterpoleerd naar rasters van 25x25 meter. Enkele zeer kleine delen van Noord-Brabant kregen een ongeldige waarde van 'noData', waarschijnlijk omdat deze gebieden de LIDAR-metingen niet of nauwelijks reflecteerden. Deze gebieden zijn echter verwaarloosbaar klein, en bevatten vooralsnog zover bekend geen vondsten.

De reliëfkaart lijkt in de huidige vorm een matige indicatieve waarde te bevatten. Hoewel de gain-waarde 11.63% bedraagt en de kaart daarmee enige indicatieve waarde lijkt te hebben, is de p-waarde niet genoeg om toevallige vondstverspreiding uit te sluiten. De

kaart is alsnog opgenomen in de gecombineerde indicatieve kaart omdat het samen met de geologische en de geomorfologische thematische kaart meer verklaringen kan geven over vondstverspreiding.

Toch zou een reliëfkaart gebaseerd op de AHN een krachtig instrument voor de voorspelling van Midden-Paleolithische vondsten kunnen zijn. In dit onderzoek zijn er enkele belangrijke tekortkomingen aan te merken aan de reliëfkaart zoals gebruikt in dit onderzoek. In tegenstelling tot geomorfologische en geologische kenmerken, is reliëf een continue waarde zonder klassen die oploopt van 0 tot 90 graden. In dit onderzoek is er echter voor gekozen om reliëf tussen de 30 tot 80 graden een positieve indicatieve waarde van '1' toe te kennen, en de overige reliëfwaarden een negatieve indicatieve waarde van '0'.

Dit is echter een methodologisch minder goede manier om reliëfwaarden te gebruiken in deductief voorspellend onderzoek. De grens tussen 29.9 graden en 30 graden is immers niet op gegevens gebaseerd, aangezien er vooralsnog geen gegevens beschikbaar zijn over het optimale reliëf om Midden-Paleolithische vindplaatsen aan te treffen. De grens was daarom ook enkel gesteld wegens praktische overwegingen, enkel gebaseerd op het gegeven dat een meer dan geringe mate van reliëf een indicatieve factor is voor Midden-Paleolithische vondsten.

Dit is een inherent probleem wanneer een vloeibare waarde gereduceerd dient te worden tot een binaire '1' of '0' ('ja' of 'nee') waarde, zoals besproken in paragraaf 3.3.5. In toekomstig onderzoek stel ik voor om het reliëf van geomorfologische features waarop oude afzettingen dagzomen te meten, en deze waarden vervolgens vloeibaar te integreren in een model. Hierdoor worden te vlakke en te steile waarden niet abrupt afgekapt, maar krijgen ze slechts een verminderde waarde tussen de '1' en de '0' – binnen ArcGIS een zogenaamd *fuzzy logic* model. Waarden waarbij het reliëf niet te hoog en te laag is zullen een waarde (nabij) 1 hebben, terwijl overige reliëfwaarden een verminderde indicatieve waarde krijgen naarmate zij de 0 of 90 graden reliëf naderen. Verwacht wordt dat dit de reliëf kaart sterk zal verbeteren, vooral in combinatie met de geomorfologische en geologische oppervlaktekaart. Hier was in dit onderzoek echter geen mogelijkheid voor.

6.6 Gecombineerde kaart – predictive model

De gecombineerde indicatieve kaart is uitstekend geschikt om Midden Paleolithische vondsten te verklaren. Uit de p-waarde van de analyse blijkt bovendien dat de kans zeer klein is dat de vondstverspreiding gerelateerd aan de verschillende indicatieve waarden op toeval berust. Slechts 7 van de 63 vallen buiten één of meerdere van de waarden gecombineerd, en zoals uit de volgende paragrafen zal blijken kunnen ook deze verklaard worden.

De onderzoeksvraag waarom vondsten worden gevonden op plekken waar deze aanvankelijk niet verwacht worden, kan hiermee ook beantwoord worden. Veel vindplaatsen zijn aanwezig op plekken waar deze aanvankelijk niet verwacht werden op grond van de geologische ouderdom van het oppervlak, bijvoorbeeld de jonge dekzandgebieden van de Roerdalslenk.

Deze vindplaatsen kunnen echter verklaard worden door de aanwezigheid van geomorfologische kenmerken zoals beekdalen, stedenbouw, afgravingen en terrasafzettingen. Kortom, allerlei factoren waardoor oude oppervlakten aan het oppervlak verschijnen. Bovendien versterkt sterk reliëf de trefkans van vindplaatsen binnen deze features aanzienlijk. Tevens verklaart sterk reliëf de locatie van vindplaatsen die niet door andere thematische kaarten verklaard wordt, bijvoorbeeld door lokale ingrepen in het landschap die niet tot uiting komen in een grovere kaart.

De gecombineerde indicatieve kaart voor Midden-Paleolithische vindplaatsen is echter slechts zo goed als de zwakste schakels in de kaart. Zoals bediscussieert in de voorgaande paragrafen kunnen er grote winsten geboekt worden op de indicatieve waarde van de gecombineerde kaart. Dit kan vooral gedaan worden door een geologische overzichtskaart in groter detail te verkrijgen en door geen binaire waardebepaling uit de reliëfkaart te verkrijgen.

6.6.1 Outliers

Ondanks deze resultaten die in lijn der verwachting lagen, moet er verklaard worden waarom 7 van de vindplaatsen gevonden worden in gebieden waarin dit niet verwacht wordt op grond van geologie, geomorfologie en reliëf zoals bepaald in de gecombineerde indicatieve kaart. Tabel 14 toont de lijst van vindplaatsen die niet toegewezen kunnen worden aan één of meerdere van de indicatieve eigenschappen.

Vindplaats	X	Y	Geologisch	Geomorfologisch	Reliëf
1	191700	398400	Bx6	Stuifduin (naast dekzandrelief en beekdal)	12,7° (omringd door hogere gebieden 30°+)
2	162220	368780	Bx3	Dekzandrelief (naast beekdal)	20,7°
11	174640	398890	Bx6	Horstplateau	13,7°
12	191440	398100	Bx6	Dekzandrelief (naast beekdal)	18,5° (omringd door gebieden 30°-50°)
37	173140	402620	Bx6	Horstplateau	9,3°
46	153099	416412	Ec3	Kom	24° (naast 30°+ gebied)
47	180919	392092	Be4	Horstplateau	28,3° (naast 30° + gebied)

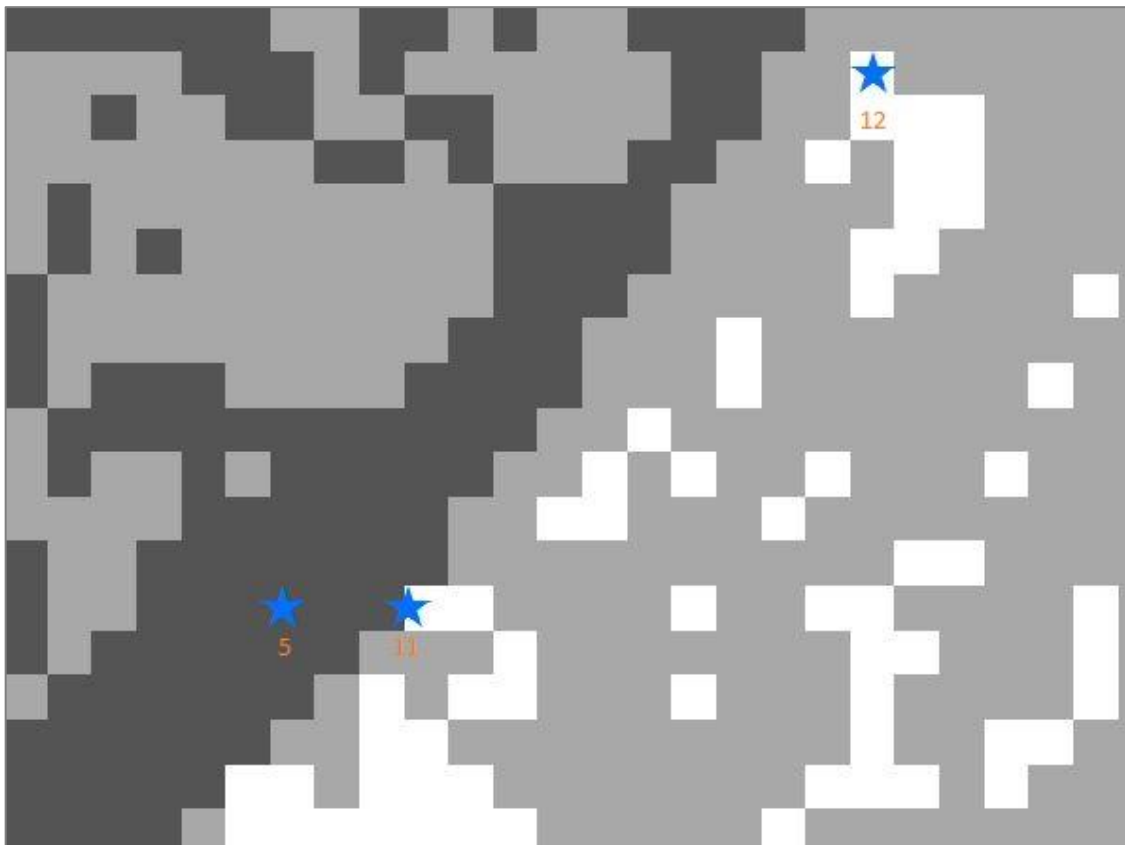
Tabel 14: Lijst van outliers en hun kenmerken.

Zoals besproken in hoofdstuk 3.1, worden Midden-Paleolithische vindplaatsen in Noord-Brabant nauwelijks begeleid door nauwkeurige coördinaatgegevens, en zijn de bijgeleverde coördinaten dikwijls van een nabijgelegen centraal punt. Dit kunnen de centrale coördinaten van een perceel of een vierkante kilometervlak zijn, of het centrum van een dorp of stad (Rijksdienst Cultureel Erfgoed, 2012).

Deze coördinaatfout heeft een grote invloed op de toewijzing van vindplaatsen aan de juiste indicatieve kenmerken. Vindplaats **1**, **2**, **12**, **46** en **47** bevinden zich vlak naast een of meer kenmerken die veelal een duidelijke indicatieve waarde hebben, maar vallen daar net buiten omdat de coördinaten slechts een benadering zijn van de werkelijke coördinaten. Aangezien de rasters vlakken van 25m*25km zijn en de bovenstaande vindplaatsen zich in het raster naast het raster met een indicatieve waarde bevinden, is een foutmarge van 25m vaak al voldoende om de vindplaats te plaatsen in een gebied met een indicatieve waarde van 0 (zie fig. 18).

Bovendien hebben vindplaats **12** en **46** een zeer lage betrouwbaarheid. Beide vindplaatsen zijn niet vergezeld van literatuur. Vindplaats **12**, gevonden in Overloon

gemeente Boxmeer en beschreven door prof. dr. Willems in 1979, bevat een onbekende hoeveelheid lithische artefacten die mogelijk toegeschreven kunnen worden aan het Midden Paleolithicum, maar tevens toegeschreven zou kunnen worden aan het Mesolithicum of Neolithicum. Vindplaats **46** is gevonden en beschreven door dhr. Verhagen op een onbekende datum waarbij zelfs het jaartal onbekend is. Het zou een Mousteriën vuistbijl en afslag bevatten, maar zonder literatuur en overige vondstinformatie is het moeilijk veel waarde toe te kennen aan deze vindplaats.



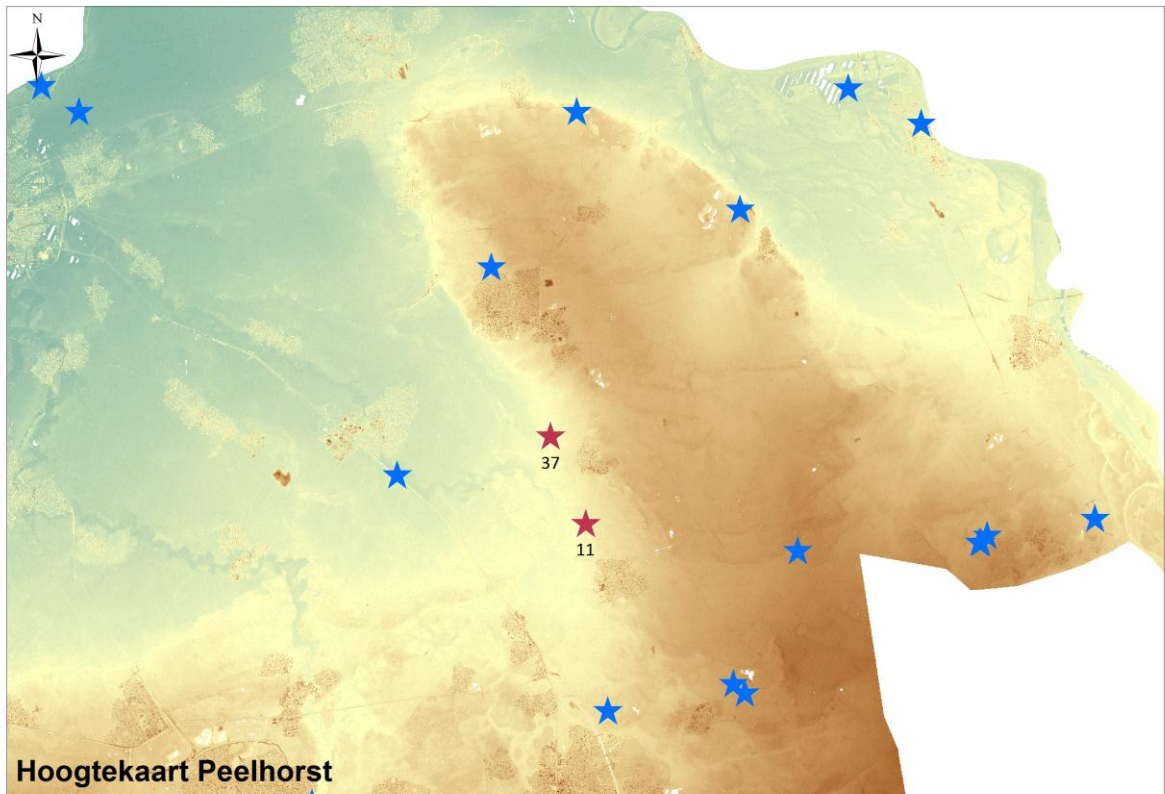
Figuur 18: Een voorbeeld van enkele outliers (vindplaats 11 en 12) en hun nabijheid tot indicatieve waarden lichtgrijs (indicatieve waarde 1) en donkergrijs (indicatieve waarde 2).

In de bovenstaande figuur zijn, van links naar rechts, vindplaats **5**, **12** en **1** te zien. Hoewel vindplaats **5** zich overduidelijk bevindt in een gebied met een gecombineerde waarde van 2 door zijn aanwezigheid in een beekdal dat door geomorfologie en reliëf te herkennen valt,

vallen vindplaats **12** en **1** net buiten de aangrenzende waarde. Duidelijk is dat wanneer de coördinaatplaatsbepaling juist waren geweest, zij hoogstwaarschijnlijk geplaatst zouden zijn in een gebied met een indicatieve waarde van 1 of 2. De bovenstaande figuur is tevens representatief voor vindplaats **2**, **3**, **46** en **47**. Hierdoor wordt de waarde van juiste coördinaatplaatsbepaling aangetoond.

6.6.2 Overige outliers

Er blijven echter twee vindplaatsen over die in een eerste indruk niet verklaard kunnen worden aan de hand van het bestaande indicatieve model. Dit zijn vindplaatsnummer **11** en **37**. Beide bevinden zij zich op de Formatie van Boxtel met een dek van het Laagpakket van Wierden; een fluvioperiglaciale afzettingen (leem en zand) met een zanddek op een horstplateau met gering reliëf (respectievelijk 13,7 en 9,7 graden). Beide vindplaatsen bevinden zich niet in de buurt van één of meerdere indicatieve kenmerken, waardoor het bovengenoemde probleem van onzekere coördinaatplaatsbepaling hier hoogstwaarschijnlijk niet geldt.



Figuur 19: Hoogtekaart Peelhorst en twee outliers (vindplaats 11 en 37) aan de rand van de Peelhorst.

Wanneer deze twee punten, hierboven weergegeven in het rood, echter verduidelijkt worden op de hoogtekaart, valt gelijk op dat zij aan de rand van hoge horst liggen – de Peelhorst. Zoals besproken in hoofdstuk 4.2, zijn de randen van dergelijke horsten belangrijke voorspellers van Midden Paleolithische archeologie. Jongere, afdekkende sedimenten zijn hier immers geërodeerd waardoor oude maasafzettingen van de Formatie van Veghel hier aan het oppervlak liggen (Rensink 2005, 129). De Formatie van Veghel is echter recentelijk opgenomen in de Formatie van Beegden, waaruit het gros van de Peelhorst bestaat (Berendsen 2005a, 52). Deze voormalige Formatie van Veghel dagzoomt echter slechts in kleine delen van de provincie, namelijk aan de westelijke kant van de Peelhorst en daarmee ten oosten van de Roerdalslenk.

Door de gebruikte geologische overzichtskaart en diens schaal van 1:600.000, kunnen dergelijke kleine formaties gemakkelijk gemist worden aangezien deze geen weergave maakt van relatief erg kleine formaties. Ook in de overzichtsliteratuur wordt deze obscure formatie nauwelijks besproken, waardoor deze formatie aanvankelijk niet in het onderzoek meegenomen werd. In toekomstig onderzoek dient een veel nauwkeuriger geologische kaart met een schaal van 1:50.000 gebruikt te worden om adequaat voorbereid te zijn op dergelijke geologische eenheden die in een overzichtskaart de aandacht ontsnappen. Inmiddels is duidelijk dat het grensgebied tussen de Peelhorst en de Roerdalslenk voor enkele delen uit de voormalige Formatie van Veghel bestaat, waardoor het aannemelijk is dat de bovenstaande vondsten daar gedaan zijn.

Bovendien zijn beide vondsten slechts maximaal 500 à 600 meter verwijderd van het dichtstbijzijnde beekdal, het juiste reliëf en de randen van de Formatie van Beegden op de Peelhorst. Hoewel dit enkele honderden meters verder is dan de eerder genoemde vindplaatsen die slechts tientallen meters van indicatieve features af lagen, kan de eerdergenoemde onzekere coördinaatplaatsbepaling hier nog steeds van invloed op zijn. Tevens moet rekening gehouden worden met de beperkingen van de geologische oppervlaktekaart, zoals besproken in hoofdstuk 4.1. Door diens representeert één millimeter 600 meter. Aangezien deze kaart vervolgens handmatig is gedigitaliseerd voor dit onderzoek, is de foutmarge tamelijk groot en zijn dit soort grensgevallen een probleem dat in de toekomst voorkomen dient te worden met een nauwkeuriger kaart.

Zoals in de hoogtekaart duidelijk te zien is, liggen vindplaats **11** en **37** aan de rand van de Peelhorst, waar een substantieel reliëf verwacht zou kunnen worden. Hoewel reliëf een grote indicatieve waarde heeft, ligt het afbreekpunt blijkbaar genuanceerder dan de $>30^\circ$ die gebruikt is in dit onderzoek. Dit is een inherent probleem wanneer een vloeibare waarde gereduceerd dient te worden tot een binaire '1' of '0' ('ja' of 'nee') waarde, zoals besproken in paragraaf 3.3.5 en 5.2.4. In toekomstig onderzoek moeten deze waarde door middel van *fuzzy logic* vloeibaar geïntegreerd worden in een model, waarbij een geleidelijke schaal tussen de 0 en 1 mogelijk is. Hierdoor worden te vlakke en te steile waarden niet abrupt afgekapt.

6.7 Gedragsreconstructie

Het huidige model blijkt dus indicatieve waarde te hebben op de plekken waar vindplaatsen aangetroffen kunnen worden op basis van geologische en geomorfologische kenmerken. In hoeverre kan het huidige verspreidingspatroon gebruikt worden om het gedrag van Neanderthalers in enige mate te reconstrueren?

De vraag is of oppervlaktevondsten überhaupt toevoegen aan onze kennis van het Midden-Paleolithicum. Volgens Kolen *et al.* (1999) is deze scepticisme begrijpelijk; informatie over activiteiten die slechts gedurende een korte periode plaatsvonden, zullen zelden bewaard zijn gebleven. Bovendien zijn informatieve distributiepatronen in hoge mate aangetast door geologische processen. De informatie van oppervlaktevondsten is echter vaak de enige informatie die voorhanden is, waardoor het zaak is de informatie die het geeft zoveel mogelijk te benutten.

Met de huidige gegevens lijkt deze vraag niet voldoende beantwoord te kunnen worden. Oppervlaktevondsten kunnen niet of nauwelijks gedateerd worden. Bovendien zijn oppervlaktevondsten niet in situ, waardoor de context compleet verloren is gegaan en zij niet noodzakelijk gevonden worden nabij de plek waar zij gebruikt zijn. Daarbij is het archeologische bestand niet representatief voor alle gedragingen uit het verleden, en enkel artefacten die van duurzaam materiaal gemaakt zijn bewaard gebleven. Beargumenteerd wordt dat oppervlaktevondsten slechts als complexe palimpsesten gezien moeten worden die zelden bijdragen aan onze kennis van vroeg-menselijk gedrag (Kolen *et al.* 1999, 177).

Door het ontbreken van afdekkende lagen zijn zulke oppervlaktevondsten moeilijk in een geologisch-chronologisch kader te plaatsen. De meeste Midden-Paleolithische artefacttypen hebben immers een lange gebruikperiode, en komen in het gehele Midden-Paleolithicum voor. Deze vondsten leveren weinig informatie over de bewoningsgeschiedenis van Neanderthalers, en onder welke klimatologische en ecologische omstandigheden zij hier leefden (Roebroeks 2005, 98-99). Bovendien kunnen paleogeografische reconstructies niet nauwkeurig voor de volledige periode gemaakt worden, omdat het Midden-Paleolithicum een grote tijdsspanne behelst en de ouderdom

van de vindplaatsen moeilijk exact gedateerd kan worden. Dit omdat de meeste van de sedimentaire sequenties worden gedomineerd door hiaten. Sedimentaire processen vormen niet geleidelijk en lineair, maar zijn episodisch met kortdurende perioden van hoge afzettingssnelheid (Roebroeks & Gamble, 122). Dit gegeven en het feit dat erosie continue plaats heeft gevonden, maakt datering van oppervlaktevondsten door middel van geologie zeer problematisch. Dit zorgt er voor dat het maken van verdere gevolgtrekkingen over het gedrag van Neanderthalers bemoeilijkt wordt. Zelfs als paleogeografische reconstructie plaats kan vinden, kan dit niet afgestemd worden op de datering van de oppervlaktevondst aangezien deze ook niet gedateerd kan worden.

Het gegeven dat vindplaatsen vaak bij (oude) beekdalen en aan de randen van horsten gevonden worden, heeft daarom ook met name te maken met erosie waardoor oude afzettingen aan het oppervlak komen. Het valt te verwachten dat Midden-Paleolithische mensachtigen een voorkeur hadden voor hoger gelegen gebieden met een goed overzicht op bijvoorbeeld een dal of vlakte, waarbij de randen hiervan met name aantrekkelijk zouden zijn door de beschutting. Dit past goed in het beeld van de vele artefacten die aan de randen van horsten en beekdalen zijn gevonden. In een vergelijkbaar onderzoek in Limburg werd verondersteld dat de vondsten in hoger gelegen gedeeltes van het landschap verschilt van vondsten in lagere gedeeltes van het landschap, waarbij verschillende activiteiten op verschillende delen van het landschap hier de oorzaak van zijn (Kolen *et al.* 2009, 186). In dit geval is de scepsis over de waarde van oppervlaktevondsten mogelijk onterecht – een vergelijkbare analyse is echter niet uitgevoerd in het kader van dit onderzoek.

Verschillende activiteiten en voorkeuren qua landschap zijn echter moeilijk aan te tonen op grond van oppervlaktevondsten alleen, vooral wanneer paleogeografische reconstructie voor de specifieke tijdsperiode van de vondst niet uitgevoerd kan worden. De verspreiding van de oppervlaktevondsten in Noord-Brabant kan verklaard worden aan de hand van geologische processen zoals erosie en sedimentatie. Dat gedragingen invloed hebben gehad op de vondstverspreiding van Midden-Paleolithische artefacten in Noord-

Brabant kan niet volledig uitgesloten worden, maar tegelijkertijd ook niet aangetoond worden op grond van de huidige gegevens.

7. Conclusie

Deze studie heeft bijgedragen aan de huidige kennis over de verspreiding van Midden-Paleolithische vindplaatsen in Noord-Brabant, en de relaties van deze vindplaatsen met het landschap. Op basis van dit onderzoek kan geconcludeerd worden dat vindplaatsen tot nu toe alleen gevonden zijn op plekken met afzettingen die gedurende het Pleistoceen afgezet zijn aan het oppervlak, of plekken waar plaatselijke erosie of antropogene activiteit oudere afzettingen aan het oppervlak tonen.

Dit onderzoek heeft bovendien aangetoond dat met name de geologische en geomorfologische kaart indicatief zijn voor Midden-Paleolithische vindplaatsen, ondanks dat de toepassing hiervan nog verbeterd kan worden. Ditzelfde geldt voor de reliëfkaart gebaseerd op het Algemeen Hoogtebestand Nederland, dat weliswaar matig indicatief was voor Midden-Paleolithische vindplaatsen maar in meerdere opzichten sterk verbeterd en aangepast kan worden voor een betere indicatieve waarde. De bodemkaart bleek zoals verwacht weinig indicatief te zijn voor Midden-Paleolithische vindplaatsen, en is niet opgenomen in het gecombineerde indicatieve model.

Het verspreidingspatroon bleek helaas weinig informatie te bevatten over het gedrag van Neanderthalers. De verspreiding van vindplaatsen was zoals verwacht vooral indicatief voor de natuurlijke en antropogene processen die hier voor verantwoordelijk waren, en niet voor landschapsvoorkeuren van Neanderthalers. Eventuele opvallende eigenschappen van vindplaatsen, zoals het voorkomen op hoger gelegen gebieden en nabij beekdalen, kan niet zozeer verklaard worden door menselijk gedrag in het verleden maar door de natuurlijke processen.

Het indicatieve model waarin de verschillende thematische kaarten opgenomen zijn blijkt voldoende in staat om Midden-Paleolithische vondsten in Noord-Brabant te voorspellen op basis van geologie, geomorfologie en reliëf. Dit pleit voor een periode-specifieke Indicatieve Kaart van Archeologische Waarden, teneinde gemeenten en overheidsinstellingen bewuster te maken van de aanwezigheid en waarde van Midden-

Paleolithische sites. Het Midden-Paleolithicum is immers een geschiedenis die wij allen delen, en het zou waardevol zijn om hier meer onderzoek naar te doen.

7.1 Aanbevelingen

Hoewel er enkele onderzoeksvragen beantwoord zijn, zijn er enkele aanbevelingen die bij toekomstig onderzoek in acht kunnen worden genomen. Allereerst zijn er grote verbeterpunten aan te merken op de gebruikte basiskaarten. Zoals in dit hoofdstuk besproken, zou de geologische kaart in gedetailleerdere schaal verkregen moeten worden. De foutmarge van deze kaart is in zijn huidige vorm groot, en een aangeleverde digitale kaart zou dit probleem oplossen. De reliëfkaart gebaseerd op de hoogtekkaart zou er op vooruit gaan wanneer deze gebruik maakt van *fuzzy logic*, waarbij indicatieve waarden tussen de 1 en 0 mogelijk zijn en toekenning van deze waarden gebaseerd is op onderzoek naar optimaal reliëf om paleolithische archeologie aan te treffen – zodat met name randen van horsten en beekdalen in het model opgenomen kunnen worden. Op dit moment was de waarde van de reliëfkaart door zijn toepassing beperkt, maar met de voorgaande aanpassingen zou de indicatieve waarde sterk vooruit moeten gaan.

De bodemkaart bleek niet voldoende indicatieve waarde te bevatten om opgenomen te worden in de gecombineerde indicatieve kaart. Dit neemt niet weg dat onderzoek zich in de toekomst dient te beperken tot de geologische, geomorfologische en reliëfkaart. De mogelijkheden van diverse andere kaarten dient geëxploreerd te worden, zoals de mogelijkheden van paleogeografische reconstructies en kaarten uit voorgaande eeuwen met sterk verminderde antropogene bodemverstoring.

Dit onderzoek maakte gebruik van slechts 63 sites, waardoor de betrouwbaarheid van de steekproef over een gebied van deze afmeting matig was. Bovendien waren deze sites gevonden grotendeels gevonden door amateurarcheologen die doelmatig op zoek waren naar archeologische sites op plekken waar deze verwacht werden. Voor optimale resultaten zou geheel Noord-Brabant op basis van willekeurige samples gesurveyed moeten worden op Midden-Paleolithisch materiaal, zodat ook plekken zonder deze

vondstverwachting een kans krijgen. Bovendien zou een zelfde onderzoek als dit ook uitgevoerd kunnen worden voor Laat-Paleolithisch materiaal om te bekijken tot in hoeverre de onderzoeksresultaten overeen komen. Laat-Paleolithisch materiaal kan immers ook op plekken verwacht worden waar oudere oppervlakten aan het oppervlak komen. Doordat Laat-Paleolithisch minder zeldzaam is, is de steekproef groter met hogere betrouwbaarheid tot gevolg.

De Indicatieve Kaart van Archeologische Waarden (IKAW) is herhaaldelijk bekritiseerd wegens het gegeven dat het geen onderscheid maakt tussen archeologische perioden (van Leusen et al., 2005). Zo wordt er voor voorspellingen geen onderscheid gemaakt tussen het Midden-Paleolithicum en middeleeuws materiaal, ondanks dat deze twee perioden in zeer verschillende gebieden aangetroffen kunnen worden. Er zou bekeken kunnen worden tot in hoeverre de indicatieve kaart geproduceerd voor dit onderzoek Midden-Paleolithische of zelfs Paleolithische vindplaatsen in het algemeen beter voorspeelt dan de IKAW in haar huidige vorm. Op basis van deze resultaten zou bepleit kunnen worden dat het adequaat is om voor iedere periode een aparte indicatieve kaart te construeren. Dit helpt archeologische bedrijven en instituten om doelmatiger onderzoek te doen naar de vroege prehistorie. Bovendien zou dit in grote mate helpen bij het opgraven en conserveren van Paleolithisch materiaal, een onderzoeksgebied dat onder veel gemeenten op dit moment een onderbelicht onderwerp is (Rensink & Smit, 2011).

Wanneer de steekproefgrootte voldoende is en deze deductieve indicatieve kaart grondig is getest, kan men in de toekomst deze op deductieve methoden gebaseerde indicatieve kaart combineren met een indicatief model waar bekeken wordt op welke kenmerken Midde-Paleolithische sites het meest voorkomen. Op basis van deze kaart kunnen toekomstige vindplaatsen nauwkeurig voorspeld worden, en kan de kaart verfijnd worden naarmate meer vindplaatsen beschikbaar zijn. Wel moet men op de hoede zijn voor bias – door enkel gebieden te controleren waar deze vondsten verwacht worden, slaat men gebieden waar deze niet verwacht worden over waardoor het model zichzelf bevestigt. Wanneer het model doeltreffend blijkt, kan een zelfde type onderzoek uitgevoerd worden voor andere regio's van Nederland.

8. Samenvatting

Midden-Paleolithische oppervlaktevondsten zijn de enige bron van activiteit van Neanderthalers gedurende het Pleistoceen in Noord-Brabant. Door de relatieve zeldzaamheid van Midden-Paleolithische vondsten in Nederland is het noodzakelijk om een heldere indruk te krijgen van de natuurlijke en antropogene processen die verantwoordelijk zijn voor het aantreffen van deze vindplaatsen. Delen van Noord-Brabant, met name de laaggelegen Roerdalslenk, worden gekenmerkt door de dekzandgebieden die afgezet zijn gedurende het Weichselien - ook nadat Neanderthalers actief waren in dit gebied. Tevens is onderzocht of er op basis van aanwezige kaarten, namelijk de geologische-, geomorfologische-, bodem- en hoogtekaart een indicatief model geconstrueerd kan worden om toekomstige Midden-Paleolithische vondsten te voorspellen en huidige vondsten te verklaren. Daarbij is ook gekeken of gedrag van Neanderthalers invloed had op deze vondstverspreiding.

Hoewel Midden-Paleolithische artefacten worden aangetroffen in de dekzandgebieden van de Roerdalslenk waar dit door recente sedimentatie niet verwacht werd, blijkt dat deze vondsten verklaard kunnen worden door aanwezige geomorfologische factoren. Vooral de aanwezigheid van beekdalen die zich diep hebben ingesneden in de recentere afzettingen, verhoogt de kans op Midden-Paleolithische vindplaatsen significant. Buiten de dekzandgebieden komen tevens Midden-Paleolithische vondsten voor op Holocene oppervlakten, maar ook deze vondsten kunnen verklaard worden door de aanwezigheid van plaatselijke erosie – naast beekdalen ook rivierdalen en terrassen, dekzandreliëf en antropogene activiteit.

Uiteindelijk konden vrijwel alle vondsten binnen het model verklaard worden aan de hand van de geologische-, geomorfologische- en reliëfkaart, die gecombineerd zijn tot een gecombineerde indicatieve kaart van Noord-Brabant. De bodemkaart werd ook getoetst op voorspellingswaarde, maar bleek zoals verwacht niet voldoende indicatief te zijn voor Midden-Paleolithische vondsten. Slechts 7 van de 63 vondsten konden niet verklaard worden aan de hand van het gecombineerde indicatieve model. Van deze outliers bevonden

zich 5 vlak naast voorspellende factoren, dat toegerekend wordt aan onnauwkeurige coördinaatplaatsbepaling. Twee van de vindplaatsen die niet verklaard kunnen worden, lagen aan de rand van de Peelhorst waar plaatselijk mogelijk een oude Pleistocene afzetting aanwezig is die niet terugkomt op de geologische overzichtskaart door de zeer grote schaal van deze kaart. Aangezien alle vondsten verklaard konden worden door natuurlijke factoren, was gedragsreconstructie onmogelijk.

9. Literatuur

- Berendsen, H.J.A., 2005a. *Landschap in Delen. Overzicht van de geofactoren*. Assen: Koninklijke Van Gorcum.
- Berendsen, H.J.A., 2005b. *Fysisch-geografisch onderzoek*. Assen: Koninklijke Van Gorcum.
- Berendsen, H.J.A., 2008a. *Landschappelijk Nederland*. Assen: Koninklijke Van Gorcum.
- Berendsen, H.J.A., 2008b. *De vorming van het land. Inleiding in de geologie en de geomorfologie*. Assen: Koninklijke Van Gorcum.
- Berendsen, H.J.A. and E. Stouthamer, 2000. Late Weichselian and Holocene palaeogeography of the Rhine–Meuse delta, The Netherlands. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology* 161(3-4), 311-35.
- Cohen, K.M. and P. Gibbard, 2011. Global chronostratigraphical correlation table for the last 2.7 million years. Subcommission on Quaternary Stratigraphy. *International Commission on Stratigraphy*. Retrieved January 3, 2012, from <http://www.quaternary.stratigraphy.org.uk/charts/>.
- Fletcher, M. and G.R. Lock, 2005. *Digging Numbers. Elementary Statistics for Archaeologists*. Oxford: Oxford University School of Archaeology.
- Gans, W. de, 2007. Quaternary. In T. Wong, D.A.J. Batjes and J. de Jager (eds), *Geology of the Netherlands*. Amsterdam: Edita KNAW, 173-197.
- Informatie Archis. *Rijksdienst voor het Cultureel Erfgoed*. Retrieved January 4, 2012, from <http://www.cultureelerfgoed.nl/archeologie/archeologie/archis/archis2>.
- Klein, R.G., 2009. *The Human Career. Human Biological and Cultural Origins*. Chicago: University Of Chicago Press.
- Kolen, J., D. de Loeker, A.J. Groenendijk and J.P. de Warrimont, 1999. Middle Paleolithic surface scatters: how informative? A case study from southern Limburg (the Netherlands). In W. Roebroeks and C. Gamble (eds), *The Middle Paleolithic occupation of Europe*. Leiden: University of Leiden, 177-191.

- Koomen, A.J.M. and G.J. Maas, 2004. Geomorfologische Kaart Nederland (GKN).
Achtergronddocument bij het landsdekkende digitale bestand. *Alterra: Alterra-rapport* 1039, 1-38.
- Kvamme, K.L., 2006. There and Back Again : Revisiting Archaeological Location Modeling. In M.W. Mehrer and K. Westcott (eds), *GIS and Archaeological Site Location Modeling*. Taylor & Francis Group, 3-38.
- Leusen, M. van, J. Deeben, D. Hallewas, H. Kamermans, P. Verhagen and P. Zoetbrood, 2005. A Baseline for Predictive Modelling in the Netherlands. In M. van Leusen and H. Kamermans (eds), *Predictive Modelling for Archaeological Heritage Management: A research agenda*. Amersfoort: Rijksdienst voor het Oudheidkundig Bodemonderzoek, 25-71.
- Niekus, M.J.L.T. and D. Stapert, 2005. Het Midden-Paleolithicum in Noord-Nederland. In J. Deeben, E. Drenth, M. van Oorsouw and L. Verhart (eds), *De Steentijd van Nederland*. Meppel: Krips, 91-118.
- Metadata geomorfologische kaart Noord-Brabant, *Provincie Noord-Brabant*. Retrieved January 10, 2012, from http://metadata.brabant.nl/metadata/BOD.KNM_50_GEOM_V.xml.
- Metadata bodemkaart Noord-Brabant, *Provincie Noord-Brabant*. Retrieved January 10, 2012 from http://metadata.brabant.nl/metadata/BOD.KNM_2000_50_BDK_V.xml.
- Pol, R., 2011. Systeem Aarde: Plaatbewegingen. *Pol Education & Writing*. Retrieved April 25, 2012 from <http://www.rinivanderpol.com/2011/02/systeem-aarde-plaatbewegingen-wereldwijd.html>.
- Rapp, G. and C.L. Hill, 1998. *Geoarchaeology: The Earth-Science Approach to Archaeological Interpretation*. Yale: Yale University Press.
- Renfrew, C. and P.G. Bahn, 2008. *Archaeology: theories, methods, and practice*. London: Thames and Hudson.
- Rensink, E. 2005. Het Midden-Paleolithicum in Zuid-Nederland. In J. Deeben, E. Drenth, M.F. van Oorsouw and L. Verhart (eds), *De Steentijd van Nederland*. Meppel: Krips, 119-143.

- Rensink, E and B. Smit, 2011. *De waarde van resten uit de Steentijd*. Rijksdienst voor het Cultureel Erfgoed. Retrieved April 15, 2012 from <http://www.sam- limburg.nl/actueel.aspx?id=906>.
- Roebroeks, J.W.M., 1990. *Oermensen in Nederland: De Archeologie van de Oude Steentijd*. Amsterdam: Meulenhof.
- Roebroeks, J.W.M., 2009. De Neanderthaler en zijn voorgangers. Oud- en midden- paleolithicum. In L.P. Louwe Kooijmans, P.W. van den Broeke, H. Fokkensand and A. van Gijn (eds), *Nederland in de Prehistorie*. Amsterdam: Uitgeverij Bert Bakker, 93-154.
- Roebroeks, J.W.M. and A. van Gijn, 2009. Paleolithicum en mesolithicum: inleiding. In L.P. Louwe Kooijmans, P.W. van den Broeke, H. Fokkensand and A. van Gijn (eds), *Nederland in de Prehistorie*. Amsterdam: Uitgeverij Bert Bakker, 77-91.
- Roebroeks, J.W.M., 1989. From find scatters to early hominid behavior. A study of middle paleolithic river side settlements at Maastricht-Belvédère (The Netherlands). *Analecta Praehistorica Leidensia* 21.
- Roebroeks, J.W.M. and A. Tuffreau, 1999. Palaeoenvironment and settlement patterns of the Northwest European Middle Palaeolithic. In Roebroeks J.W.M. and C. Gamble (eds), *The Middle Palaeolithic Occupation of Europe*. Leiden: University of Leiden, 121-130.
- Tutorial en Leidraad Vondstmelding Archis, *Rijksdienst voor Cultureel Erfgoed*. Retrieved April 28, 2012 from <http://www.cultureelerfgoed.nl/archeologie/archeologie/archis/vondstmelding>.
- Schokker, J., 2010. *Geologische overzichtskaart van Nederland*. Utrecht: TNO Bouw en Ondergrond.
- Vos, P. and P. Kiden, 2005. De landschapsvorming tijdens de steentijd. In J. Deeben, E. Drenth, M. van Oorsouw, and L. Verhart (eds), *De Steentijd van Nederland*. Meppel: Krips, 7-38.
- Waters, M.R., 1997. *Principles of Geoarchaeology: A North American Perspective*. Tucson: University of Arizona Press.

Westerhoff, W.E., T.E. Wong and E.F.J. de Mulder, 2003. Opbouw van de ondergrond. In E.F.J. de Mulder, M.C. Geluk, I. Ritsema, W.E. Westerhoff and T.E. Wong (eds), *De Ondergrond van Nederland*. Groningen: Wolters-Noordhoff, 247-352.

Zon, N. van der, 2010. *Kwaliteitsdocument AHN-2*. Delft: Rijkswaterstaat Data-ICT-Dienst.

Figuurlijst:

- Figuur 1 (blz. 5): Vondstverspreiding en de post-depositionele processen die hier invloed op hebben (naar Roebroeks 1990, 70).*
- Figuur 2 (blz. 13): Een overzicht van formaties die en de periode waarin deze afgezet zijn (Westerhoff et al. 2003).*
- Figuur 3 (blz. 15): Indeling kwartair vanaf 2.0mya, inclusief paleomagnetische indeling, mariene isotopen-etages, en Noordwest-Europese etages (naar Cohen & Gibbard 2011).*
- Figuur 4 (blz. 17): Geologische breuken van zuid-Nederland, waar de Roerdalslenk een prominente plek in het landschap inneemt. (Pol 2011)*
- Figuur 5 (blz. 18): Schematische afbeelding van de Roerdalslenk en de naastgelegen horsten, waarbij duidelijk te zien is dat oude afzettingen aan het oppervlak komen (naar Pol 2011).*
- Figuur 6 (blz. 21): Dwarssprofiel van de Roerdalslenk en de horsten (Aardkundige Waarden, 2011).*
- Figuur 7 (blz. 34): Datalagen in een GIS-systeem. (INFORAIN, 1997)*
- Figuur 8 (blz. 36): Hoogtekaart Noord-Brabant en Midden-Paleolithische vindplaatsen.*
- Figuur 9 (blz. 38): Geologische oppervlaktekaart Noord-Brabant.*
- Figuur 10 (blz. 40): Herwaardering geologische oppervlaktekaart Noord-Brabant.*
- Figuur 11 (blz. 42): Geomorfologische oppervlaktekaart Noord-Brabant.*
- Figuur 12 (blz. 44): Herwaardering geomorfologische oppervlaktekaart Noord-Brabant.*
- Figuur 13 (blz. 45): Bodemkaart Noord-Brabant.*
- Figuur 14 (blz. 46): Herwaardering bodemkaart Noord-Brabant.*
- Figuur 15 (blz. 47): Reliëfkaart gebaseerd op AHN-hoogtekaart Noord-Brabant.*
- Figuur 16 (blz. 48): Herwaardering reliëfkaart Noord-Brabant.*
- Figuur 17 (blz. 54): Gecombineerde indicatieve kaart Noord-Brabant gebaseerd op de geologische-, geomorfologische- en reliëfkaart.*
- Figuur 18: (blz. 61): Een voorbeeld van enkele outliers (vindplaats 11 en 12) en hun nabijheid tot indicatieve waarden lichtgrijs (indicatieve waarde 1) en donkergrijs (indicatieve waarde 2).*
- Figuur 19 (blz. 63): Hoogtekaart Peelhorst en twee outliers (vindplaats 11 en 37) aan de rand van de Peelhorst.*

Tabellenlijst:

- Tabel 1 (blz. 32): Een voorbeeld van een vindplaats en diens vondstbeschrijvingen.*
- Tabel 2 (blz. 32): Overzicht van variabelen van de tabel vindplaatsen.*
- Tabel 3 (blz. 33): Overzicht van variabelen van de tabel vondsten.*
- Tabel 4 (blz. 53): Kruistabel geologische oppervlaktekaart.*
- Tabel 5 (blz. 53): Chi² tabel geologische oppervlaktekaart.*
- Tabel 6 (blz. 54): Kruistabel geomorfologische kaart.*
- Tabel 7 (blz. 54): Chi² tabel geomorfologische kaart.*
- Tabel 8 (blz. 55): Kruistabel bodemkaart.*
- Tabel 9 (blz. 55): Chi² tabel bodemkaart.*
- Tabel 10 (blz. 56): Kruistabel AHN reliëf.*
- Tabel 11 (blz. 56): Chi² tabel AHN reliëf.*
- Tabel 12 (blz. 57): Kruistabel gecombineerde indicatieve kaart.*
- Tabel 13 (blz. 57): Chi² tabel gecombineerde indicatieve kaart.*
- Tabel 14 (blz. 63): Lijst van outliers en hun kenmerken.*

10. Bijlagen

Bijlage 1: Betekenis coderingen geologische overzichtskaart

Hier volgt een overzicht met de betekenis van coderingen in de legenda (Schokker, 2010).

Formatie van Beegden

Be2	Rivierklei op rivierzand en –grind.
Be3	Rivierzand en –grind.
Be4	Veelal met een dek van Fm. v. Boxtel, Lp. v. Wierden; rivierzand en –grind veelal met een dekzand.

Formatie van Boxtel

Bx1	Lp. v. Kootwijk; stuifzand.
Bx2	Lp. v. Singraven; beekzand en –leem.
Bx3	Lp. v. Singraven; veen.
Bx4	Lp. v. Delwijnen; rivierduinzand
Bx5	Lp. v. Wierden; dekzand
Bx6	Fm. V. Boxtel met een dek van het Lp. v. Wierden; fluvioperiglaciale afzettingen (leem en zand) met een zanddek.
Bx9	Lp. v. Wieren op Fm. v. Boxtel; dekzand op veen.

Formatie van Echteld

Ec1	Fm. v. Echteld; rivierklei op rivierzand.
Ec2	Fm. v. Echteld / Fm. v. Nieuwkoop; rivierklei en –zand met inschakelingen van veen.
Ec4	Fm. v. Echteld / Fm. v. Nieuwkoop op Fm. v. Naaldwijk; rivierklei en –zand met inschakelingen van veen op zeeklei en zand.
Ec5	Fm. v. Echteld op Fm. v. Boxtel; rivierklei op zand.
Ec7	Fm. v. Echteld op Fm. v. Beegden; rivierklei op rivierzand en –grind.

Formatie van Kreftenheye

Kr1	Fm. v. Kreftenheye; rivierzand en –grind.
Kr2	Lp. v. Well met een dek van de Fm. v. Beegden; rivierzand en –grind met een dun dek van zand en klei.

Formatie van Naaldwijk

Na6	Lp. v. Walcheren; zeeklei en –zand.
Na7	Lp. v. Walcheren / Fm. v. Nieuwkoop; zeeklei en –zand met inschakeling van veen.
Na8	Lp v. Walcheren op Fm. v. Nieuwkoop; zeeklei op veen.
Na15	Lp. v. Walcheren op Pleistocene formaties; zeeklei op zand.

Formatie van Nieuwkoop

Ni1	Fm. v. Nieuwkoop; veen.
Ni5	Lp. v. Griendtveen; veen.

Formatie van Sterksel

St1	Fm. v. Sterksel met een dek van de Fm. v. Bortel; rivierzand en –grind met een dekzand.
------------	---

Formatie van Stramproy

Sy1	Fm. v. Stamproy met een dek van de Fm. v. Bortel; fijn tot grof zand en leem met een zanddek.
------------	---

Formatie van Waalre

Wa1	Fm. v. Waalre met een dek van de Fm. v. Bortel; rivierzand en –klei met een zanddek.
------------	--