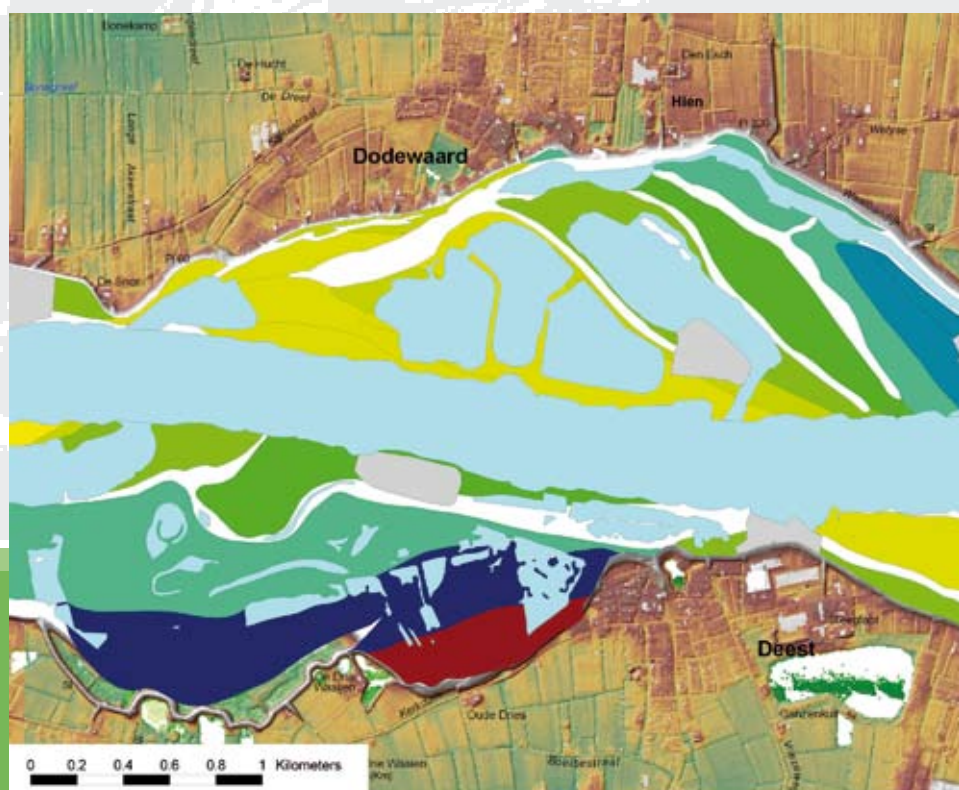


Databank van de lithologische opbouw en morfologische ontwikkeling van de uiterwaarden van de Midden-Waal

K.A. Hebinck



Databank van de lithologische opbouw en morfologische ontwikkeling van de uiterwaarden van de Midden-Waal

Dit onderzoek is gefinancierd door het BSIK-programma Delft Cluster [CT04.32.62] en het ministerie van LNV [KB1-0721]

**Databank van de lithologische opbouw en morfologische
ontwikkeling van de uiterwaarden van de Midden-Waal**

K.A. Hebinck

Alterra-rapport 1678

Alterra, Wageningen, 2008

REFERAAT

Hebinck, K.A., 2008. *Databank van de lithologische opbouw en morfologische ontwikkeling van de uiterwaarden van de Midden-Waal*. Wageningen, Alterra, Alterra-rapport 1678. 38 blz.; 3 fig.; 1 tab.; 21 ref.

In de uiterwaarden van de Rijntakken in Nederland zijn de komende decennia vele ingrepen gepland, in het kader van Ruimte voor de Rivier. Een efficiënte uitvoering van deze ingrepen is gebaat bij een goede kennis van de lithologische opbouw en de morfologische ontwikkeling van de uiterwaarden. Met het oog hierop is binnen het Delft Cluster-onderzoek *Sedimentatiedynamiek in riviervlakten – naar een basis voor sedimentbeheer* een digitale databank (op CD bij dit rapport) van de lithologische opbouw en morfologische ontwikkeling van de uiterwaarden van de Midden-Waal opgezet, welke in dit rapport beschreven wordt. De databank bestaat uit bestaande data in de vorm van boorgegevens, lithologische profielen, slibmatdata, zware-metalenprofielen, oude rivierkaarten en een aantal thematische kaarten: een kleidiktekaart, een kaart met geschikte klei voor de grof-keramische industrie, een kaart met geschikte klei voor dijkbouw, een zanddieptekaart, een ouderdomskaart, een geomorfologische kaart, historische ecotopen-/fysiotopenkaarten, bodemkaarten en een hoogtekaart van de uiterwaarden. In dit rapport worden deze onderdelen apart beschreven.

Trefwoorden: database, geografisch informatiesysteem, geomorfologie, lithologie, uiterwaarden, Waal

ISSN 1566-7197

Dit rapport is digitaal beschikbaar via www.alterra.wur.nl. Een gedrukte versie van dit rapport, evenals van alle andere Alterra-rapporten, kunt u verkrijgen bij Uitgeverij Cereales te Wageningen (0317 46 66 66). Voor informatie over voorwaarden, prijzen en snelste bestelwijze zie www.boomblad.nl/rapportenservice.

© 2008 Alterra

Postbus 47; 6700 AA Wageningen; Nederland

Tel.: (0317) 474700; fax: (0317) 419000; e-mail: info.alterra@wur.nl

Niets uit deze uitgave mag worden veelevoudigd en/of openbaar gemaakt door middel van druk, fotokopie, microfilm of op welke andere wijze ook zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van Alterra.

Alterra aanvaardt geen aansprakelijkheid voor eventuele schade voortvloeiend uit het gebruik van de resultaten van dit onderzoek of de toepassing van de adviezen.

Inhoud

Woord vooraf	7
Samenvatting	9
1 Inleiding	11
1.1 Achtergrond	11
1.2 Doelstelling	12
1.3 Opzet rapport	12
2 Opzet van de databank	13
2.1 Gebiedsbeschrijving	13
2.2 Schematische opbouw databank	14
2.3 Handleiding voor gebruik databank	14
3 Onderdelen van de databank	17
3.1 Boringen	17
3.2 Lithologische profielen	19
3.3 Slibmatdata	19
3.4 Zware-metalenprofielen	20
3.5 Lithologische kaarten	20
3.5.1 Kleidiktekaart	20
3.5.2 Kaart van geschikte klei voor grof-keramische industrie	21
3.5.3 Kaart van geschikte klei voor dijkbouw	22
3.5.4 Zanddieptekaart	23
3.6 Ouderdomskaart	23
3.7 Oude rivierkaarten	24
3.8 Overige kaarten	25
4 Conclusies en toepassingen van de databank	27
Literatuur	29
<i>Bijlagen</i>	
1 Overzicht van beschikbare kaarten per uiterwaard	31
2 GIS-databank van de uiterwaarden van de Midden-Waal (separaat op CD)	37

Woord vooraf

De databank van de lithologische opbouw en morfologische ontwikkeling van de uiterwaarden van de Midden-Waal is tot stand gekomen binnen het Delft Cluster-programma als onderdeel van het project ‘Sedimentatiedynamiek in riviervlakten – naar een basis voor sedimentbeheer’. Dit project is uitgevoerd onder leiding van Bart Makaske (Alterra) en Hans Middelkoop (UU) als samenwerking tussen Alterra en de Universiteit Utrecht. De in het projectvoorstel beschreven producten 3 en 4, te weten, een databank met de lithologische opbouw en morfologische ontwikkeling van de Midden-Waal en een databank met kenmerken van de kleilaag binnen de Waal-uiterswaarden, worden in dit rapport beschreven.

Voor de uiteindelijke databank is getracht de beschikbare, maar verspreid opgeslagen, data van de uiterwaarden van de Midden-Waal te verzamelen en overzichtelijk samen te voegen. Hiervoor is gebruik gemaakt van verschillende databronnen. Bijzondere dank gaat uit naar vooral Gilbert Maas, Fokke Brouwer, Hans Middelkoop en Henk Berendsen voor het ter beschikking stellen van delen van deze data. Daarnaast gaat dank uit naar Bart Makaske en Hans Middelkoop voor de aanvullende commentaren gedurende het project en bij het rapport.

Samenvatting

In de uiterwaarden van de Rijntakken in Nederland zijn de komende decennia vele ingrepen gepland. Voor een kostenefficiënte en duurzame inpassing van deze maatregelen is een goede kennis van de sedimentatiedynamiek en morfologische ontwikkeling van de uiterwaarden vereist. Met het oog hierop is het project *Sedimentatiedynamiek in riviervlakten – naar een basis voor sedimentbeheer* opgezet om sedimentatieprocessen en hun producten in de uiterwaarden op verschillende tijdschalen in beeld te brengen. Als onderdeel van dit project is een digitale databank (op CD bij dit rapport) opgesteld van de lithologische opbouw en morfologische ontwikkeling van, en de ruimtelijke verdeling in kenmerken en kwaliteit van het sediment binnen, de uiterwaarden van de Midden-Waal, welke in dit rapport beschreven wordt. Als de Midden-Waal wordt hierbij het traject beschouwd tussen Nijmegen en Tiel. Voor deze databank zijn geen nieuwe gegevens verzameld; zij is gebaseerd op de bestaande maar voorheen verspreid opgeslagen data. De databank bestaat uit bestaande data in de vorm van boorgegevens, lithologische profielen, slibmatdata, zware-metalenprofielen, oude rivierkaarten, en een aantal thematische kaarten, te weten een kleidiktekaart, een kaart met geschikte klei voor de grof-keramische industrie, een kaart met geschikte klei voor dijkbouw, een zanddieptekaart, een ouderdomskaart, een geomorfologische kaart, historische ecotopen-/fysiotopenkaarten, bodemkaarten en een hoogtekaart van de uiterwaarden.

De opgenomen boringen in de databank zijn een samenvoeging van de beschikbare boringen uit de archieven van de Universiteit Utrecht, TNO-B&O en Alterra. In de databank zijn hiervan voor de delfstoffenwinning en ecologie relevante kenmerken van de afzettingen in de uiterwaarden opgenomen. Aan de hand van deze boringen zijn lithologische profielen gemaakt. Naast de data die betrekking hebben op de (lithologische) opbouw van de uiterwaarden zijn er in de databank slibmatgegevens van de huidige sedimentatie binnen de Wolferensche waard, de Willemspolder en de Afferdensche en Deestsche waarden opgenomen. Deze data beschrijven de hoeveelheid sediment en enkele kenmerken (korrelgrootte, metaalgehalte) van het sediment dat is afgezet na hoogwaterperiodes in 1993/94 en 2002. Verder zijn er, als indicatie van de gemiddelde sedimentatiesnelheid in de afgelopen eeuw, zware-metalenprofielen uit de Wolferensche waard, de Willemspolder en de Winssensche waard opgenomen.

Aan de hand van de boringen zijn er kaarten van de kleiafzettingen in de uiterwaarden gemaakt. De kleidiktekaart geeft de dikte van het totale kleipakket in de uiterwaarden. Daarnaast zijn er kaarten vervaardigd waarop de dikte van het kleipakket dat geschikt is voor, respectievelijk, de grof-keramische industrie en de dijkbouw is aangegeven. De morfologische ontwikkeling van de uiterwaarden is in de databank weergegeven op een ouderdomskaart, waarop de ouderdom van deelgebieden binnen de uiterwaarden is weergegeven vanaf 1600 AD. De ouderdom van de deelgebieden is bepaald aan de hand van oude rivierkaarten, waarvan tevens

een overzicht in de databank is opgenomen. Tot slot is nog een aantal bestaande kaarten van de uiterwaarden in de databank opgenomen, te weten: een zanddiepte-kaart, een geomorfologische kaart, historische ecotopen-/fysiotopenkaarten, bodemkaarten en een hoogtekaart.

De databank geeft hiermee een goed overzicht van de beschikbare data van de ondergrond en de morfologie van de uiterwaarden van de Midden-Waal. De databank kent vele toepassingen. Hierbij valt te denken aan de bepaling van geschikte locaties voor natuurherstel of grondstofwinning, maar ook aan de modellering van de sedimentatiepatronen binnen de uiterwaarden. De databank kan in de toekomst uitgebreid worden naar het gehele uiterwaardengebied van de grote rivieren in Nederland om een basis te bieden voor (sediment)beheer in de uiterwaarden.

1 Inleiding

1.1 Achtergrond

In het sedimentpakket in de uiterwaarden van de Rijntakken in Nederland zullen de komende decennia vele ingrepen plaatsvinden. Als gevolg van de verwachte toename van de piekafvoeren van de Rijn zijn er in de eerste plaats maatregelen gepland met als doel het verlagen van de hoogwaterstanden. Daarnaast bestaat het doel om de natuurwaarden van het winterbed te vergroten. Dit alles resulteert in vele maatregelen, waarbij op grote schaal grondverzet en grondstofwinning plaats zullen vinden. Voor een kostenefficiënte en duurzame inpassing van deze maatregelen is een goede kennis van de lithologische opbouw van de uiterwaarden en de ruimtelijke verdeling in kenmerken en kwaliteit van het sediment binnen de uiterwaarden onontbeerlijk. Dit heeft betrekking op de huidige afzettingen maar ook op de toekomstige afzettingen, aangezien sedimentatie in uiterwaarden een voortgaand proces is.

De huidige ruimtelijke verdeling in klei- en zandafzettingen binnen het winterbed van de Rijntakken is het resultaat van de rivierprocessen in verschillende perioden. Het grootste deel van de (zand)afzettingen van de huidige Rijntakken is gevormd in de periode tussen de bedijking en de normalisatie, grofweg van 1300 tot 1850. Gedurende deze periode kon de geul zich tussen de dijken nog lateraal verplaatsen. Afzettingen van vóór de bedijking worden, vooral langs de Waal, slechts in geringe hoeveelheden aangetroffen. Vanaf de normalisatie (ca. 1850) vindt er nog vooral afzetting van klei plaats op de uiterwaarden tijdens hoogwaterperioden. De opslibbing van de uiterwaarden is onder de huidige omstandigheden een nog steeds voortgaand proces.

Om de rivierprocessen achter de sedimentverdeling binnen de uiterwaarden op de verschillende tijdschalen in beeld te brengen, vindt het project *Sedimentatiedynamiek in riviervlakten* plaats als samenwerking tussen de Universiteit Utrecht en Alterra. Dit onderzoek beoogt de sedimentatieprocessen en hun producten binnen de uiterwaarden van de Rijntakken in Nederland op verschillende tijdschalen in beeld te brengen. De beoogde resultaten van dit project zijn, naast referentiebeelden van de sedimentatiedynamiek van de Rijn onder natuurlijke, bedijkte en genormaliseerde omstandigheden en vuistregels voor cyclische uiterwaardverjonging, een databank van de lithologische opbouw en morfologische ontwikkeling van de uiterwaarden van de Midden-Waal en de kenmerken van de kleilaag in deze uiterwaarden. In dit rapport wordt deze databank beschreven.

De databank is opgesteld voor dit deel van de Waal, omdat de Midden-Waal vóór de normalisatie gekenmerkt werd door een grote morfodynamiek, wat geresulteerd heeft in een grote variatie in sedimentkenmerken. Daarnaast heeft dit deel van de Waal ook een grote economische waarde, omdat er op grote schaal grondstofwinning plaats vindt. Veel voorgaande studies van de uiterwaarden van de Rijntakken in Nederland

hebben dan ook (onder meer) betrekking gehad hebben op dit deel van de Waal (o.a. Bakker e.a., 2007; Hesselink, 2001; Maas e.a., 1997; Middelkoop, 1997; Wolfert, 2001). Hierdoor is er van de Midden-Waal een grote hoeveelheid data beschikbaar, die zowel betrekking heeft op de lithologische en sedimentologische kenmerken van de afzettingen, als op de morfologische ontwikkeling van de uiterwaarden.

1.2 Doelstelling

De databank van de uiterwaarden van de Midden-Waal is opgezet om een overzicht te geven van: (1) de lithologische opbouw en morfologische ontwikkeling van de uiterwaarden van de Midden-Waal, en (2) de ruimtelijke verdeling van de voor delfstoffenwinning en ecologische ontwikkeling relevante kenmerken van de kleilaag. Naast bestaande kaarten van de Midden-Waal zijn ook nieuwe gebiedsdekkende kaarten van specifieke kenmerken van de sedimenten binnen de uiterwaarden, zoals de ouderdom, in de databank opgenomen. Binnen deze databank worden voor het eerst de relevante data van de uiterwaarden van de Midden-Waal die aanwezig zijn bij de verschillende instituten, vooral de Universiteit Utrecht, Alterra en TNO-B&O, geïntegreerd in één overzicht. De data worden gepresenteerd in een GIS-databank (bij dit rapport op CD), waarin de betreffende data in verschillende kaartlagen zijn opgenomen, waarmee met een eenvoudige handeling de benodigde data is op te roepen.

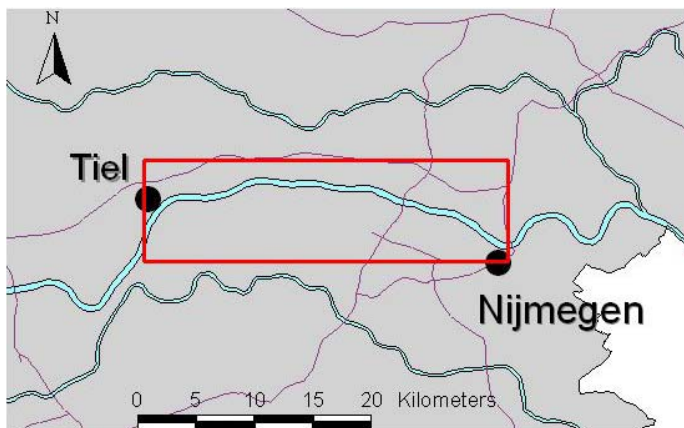
1.3 Opzet rapport

Na deze korte inleiding zullen in het volgende hoofdstuk (hoofdstuk 2) de opzet van de databank en begrenzing van het gebied waarop het betrekking heeft, beschreven worden. Hierbij zal ook aangegeven worden hoe de databank geraadpleegd kan worden. In hoofdstuk 3 zullen de verschillende onderdelen van de databank apart besproken worden. Van ieder onderdeel zal een korte beschrijving gegeven worden voor wat betreft de bron van de data, de manier waarop data zijn opgenomen (of eventueel gediend hebben voor het afleiden van kaarten) en algemene kenmerken van en ruimtelijke patronen in de data. Hierbij zal naast een beschrijving van de manier waarop de data is opgenomen en de data waarvan de kaarten zijn afgeleid, ook de algemene patronen beschreven worden. Tot slot zal in hoofdstuk 4 aangegeven worden wat de mogelijke toepassingen van de databank zijn. In Bijlage 1 is een overzicht van de beschikbare historische kaarten per uiterwaard gegeven. Bijlage 2 is de CD met daarop de digitale databank.

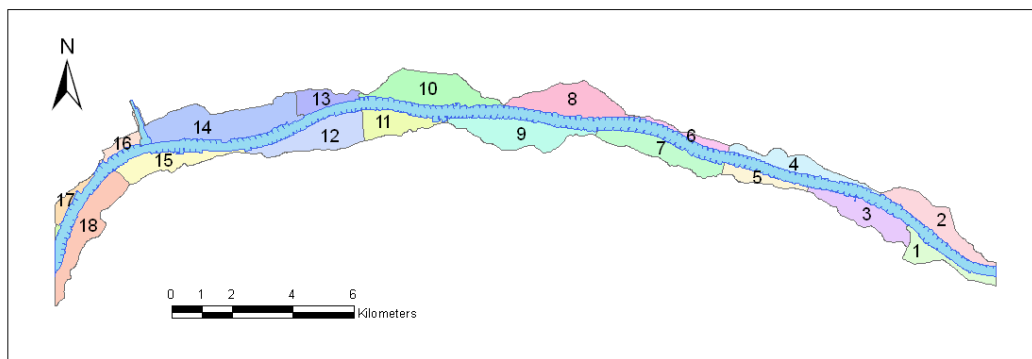
2 Opzet van de databank

2.1 Gebiedsbeschrijving

De databank is opgesteld voor de uiterwaarden van de Midden-Waal. Voor deze databank is dit deel van de Waal gedefinieerd als het traject van de Waal tussen Nijmegen en Tiel met een totale lengte, langs het zomerbed gemeten, van 35 km (km 884 tot km 919) (Fig. 1). In totaal beslaan de uiterwaarden van dit deel van de Waal een oppervlak van 38 km². De namen van de uiterwaarden in de Midden-Waal zijn weergegeven in Figuur 2.



Figuur 1 Ligging van de Midden-Waal.

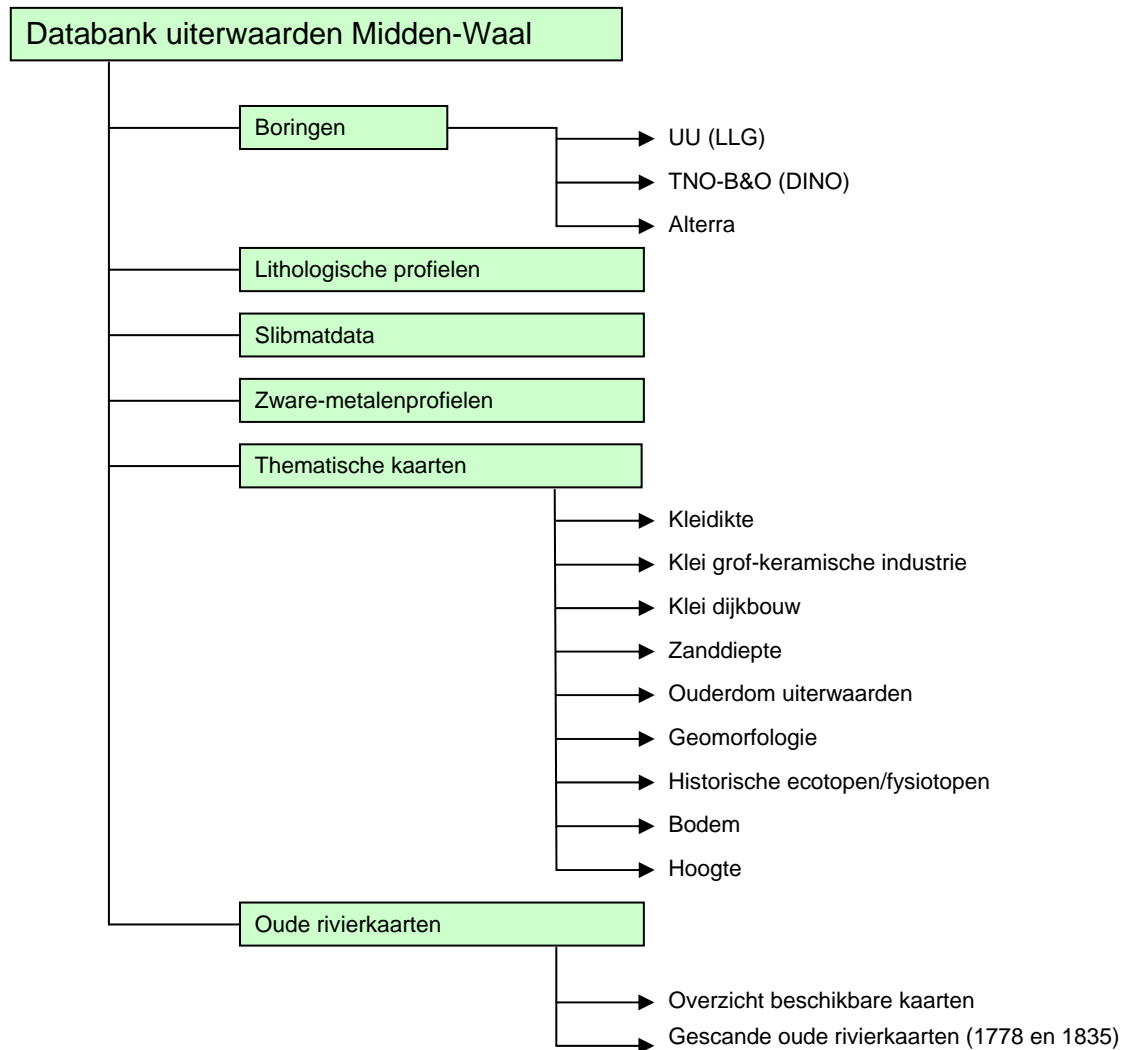


- | | |
|-------------------------------------|-----------------------------|
| 1: Nijmegen | 10: Gouverneursche Polder |
| 2: Oosterhoutsche Weilanden | 11: Drutensche Waarden oost |
| 3: Moespotsche Waard | 12: Drutensche Waarden west |
| 4: Loenensche Buitenpolder | 13: IJzendoorn |
| 5: Ewijcksche Waard | 14: Willemspolder |
| 6: Wolferensche Waard | 15: Wamelsche Uiterwaard |
| 7: Winssensche Waarden | 16: Tiel |
| 8: Hiensche Uiterwaarden | 17: Passewaaij |
| 9: Aferdensche en Deestsche Waarden | 18: Dreumelsche Waard |

Figuur 2 Namen van de uiterwaarden van de Midden-Waal.

2.2 Schematische opbouw databank

Binnen de databank zijn de data in verschillende vormen opgenomen. Zo bestaan de opgenomen data uit boringen, lithologische profielen, slibmatgegevens, zware-metalenprofielen, oude rivierkaarten en een aantal thematische kaarten van de afzettingen binnen de uiterwaarden. De opbouw van de databank met de verschillende onderdelen ziet er uit als weergegeven in Figuur 3.



Figuur 3 Schematische opbouw van de databank van de uiterwaarden van de Midden-Waal.

2.3 Handleiding voor gebruik databank

De uit *shapefiles* (.shp) opgebouwde databank kan met ArcReader 9.2 en ArcGIS 9.2 geraadpleegd worden. De bovengenoemde onderdelen zijn gemaakt als aparte shapefiles, waardoor deze als verschillende kaartlagen zijn op te roepen. In ArcGIS 9.2 zijn GIS-bewerkingen van de databank mogelijk, in ArcReader kunnen de

bestanden alleen bekeken worden. Het programma ArcReader 9.2 is gratis beschikbaar op het internet, maar is ook vanaf de CD (Bijlage 2) te installeren. Op de CD is ook een instructiebestand (arcreader-quickstart-tutorial.zip) van het programma beschikbaar.

Om de toegankelijkheid van de databank te vergroten zijn voor ArcReader 9.2 (.pmf) (op de CD in de '/CD-ArcReader/pmf/'-map) en ArcGIS 9.2 (.mxd) kaartbestanden ('projecten') bijgevoegd, waarin de verschillende onderdelen van de databank al zijn opgenomen als verschillende kaartlagen. De opbouw en weergave van deze kaartbestanden is in beide programma's identiek. De kaartbestanden kunnen door de programma's vanaf de CD gelezen worden; de kaart- en databestanden hoeven dus niet eerst naar de harde schijf gecopieerd te worden. Wanneer dit wel gedaan wordt is het van belang dat de indeling van de bestanden in de mappen niet gewijzigd wordt, in verband met de in de kaartbestanden vastgelegde verwijzingen naar de locaties van shapefiles e.d.

Binnen de shapefiles is de achterliggende data van de vlakken, lijnen of punten opgenomen in de *attribute tables*, waarmee deze data op een eenvoudige manier toegankelijk zijn. Deze data zijn voor een bepaald vlak of punt op te roepen door middel van de knop:



Op deze manier kan bijvoorbeeld uit de boringen de kleidikte in een bepaalde boring opgevraagd worden of kan uit de ouderdomskaart het oppervlak van een deel van een uiterwaard met een bepaalde ouderdom opgevraagd worden.

In de shapefile van de lithologische profielen zijn de figuren van de profielen via een hyperlink op te roepen door op de betreffende profiellijn op de kaart te klikken met behulp van knop:



De figuren verschijnen dan in een apart venster. Via dezelfde functie zijn de figuren van de zware-metalenprofielen en de lijsten van de beschikbare oude rivierkaarten per uiterwaard (in de shapefile kaarten_uitw_midden-waal.shp) ook op te roepen.

Binnen de databank is ook een aantal gescande oude rivierkaarten uit 1778 en 1835 opgenomen. Deze zijn gegeorefereerd, zodat deze kaarten binnen hetzelfde coördinatenstelsel liggen als de andere kaarten in de databank en daarmee goed vergeleken kunnen worden. De kaarten zijn opgenomen in een apart *dataframe* om het geheel overzichtelijk te houden. Om de kaarten zichtbaar te maken moet het betreffende dataframe geactiveerd worden.

3 Onderdelen van de databank

In de onderstaande beschrijving wordt per onderdeel van de databank in de eerste plaats aangegeven wat de bron van de data is en hoe deze data zijn opgenomen in de databank (legenda). Daarnaast worden kort de algemene kenmerken en patronen van de data besproken.

3.1 Boringen

Binnen de databank zijn in de eerste plaats de beschikbare boringen binnen de uiterwaarden opgenomen. Per boorpunt zijn relevante kenmerken van de ondergrond opgenomen. De boringen zijn ook gebruikt voor het vervaardigen van een aantal lithologische profielen, de kleidiktekaart en de kaarten met de bruikbare klei voor de grof-keramische industrie en dijkbouw. De beschikbare boorgegevens binnen de Midden-Waal bestaan uit boringen van TNO-B&O uit de DINO-databank en boringen uit de databank Laaglandgenese (LLG) van de Universiteit Utrecht (Berendsen, 1995-2007), voor een deel van het gebied aangevuld met boringen die gedaan zijn in het kader van een bodemkartering van de uitbreiding van het landinrichtingsgebied Land van Maas en Waal (Scholten & Brouwer, 1997).

De boringen uit het Laaglandgenese-archief beslaan het grootste deel van de boordata die voor de vervaardiging van de kaarten gebruikt is. Het gaat voor de uiterwaarden van de Midden-Waal om 765 boringen. De boorkolommen zijn over het algemeen bemonsterd en beschreven om de 10 cm. De textuurindeling die bij de beschrijving gebruikt is, is het door Verbraeck (1984) aangepaste systeem van De Bakker & Schelling (1966). Binnen de DINO-databank zijn in totaal 367 boringen opgenomen die betrekking hebben op de uiterwaarden van de Midden-Waal. De boorkolommen zijn beschreven volgens de NEN 5104-textuurindeling (Nederlands Normalisatie-instituut, 1989). Deze indeling verschilt grotendeels alleen in benaming van die van De Bakker & Schelling (1966) en de boorgegevens zijn daarom goed vergelijkbaar met die van de Universiteit Utrecht. De 373 boringen van Alterra wijken enigszins af van de andere boringen doordat deze gedaan zijn in het kader van een bodemkartering. De lithologische kenmerken van de boorkolommen zijn daarom per bodemlaag beschreven. De boringen reiken tot maximaal 4 m-mv, maar veelal ondieper.

In totaal zijn er 1505 boringen beschikbaar die betrekking hebben op de uiterwaarden van de Midden-Waal. Dit betekent een gemiddelde boringdichtheid van 40 boringen per km². De verdeling van de boringen over de verschillende waarden is echter ongelijkmatig, zoals te zien is in Tabel 1.

Tabel 1: Boringdichtheid in de uiterwaarden van de Midden-Waal (zie Fig. 2 voor locaties).

Uiterwaard	Aantal boringen	Aantal boringen per km ²
Nijmegen	33	26
Oosterhoutsche Weilanden	137	56
Moespotsche Waard	23	10
Loenensche Buitenpolder	58	35
Ewijksche Waard	25	29
Wolferensche Waard	19	33
Winssensche Waarden	80	35
Hiensche Uiterwaarden	68	23
Afferdensche en Deestsche Waarden	118	39
Gouverneursche Polder	135	41
Drutensche Waarden oost	167	101
Drutensche Waarden west	108	39
IJzendoorn	13	12
Willemspolder	149	32
Tiel	14	26
Wamelsche Uiterwaard	181	97
Passewaaij	17	31
Dreumelsche Waard	160	55
Midden-Waal	1505	41

Van alle boringen is een lijst van de voor de databank relevante kenmerken opgenomen. Deze lijst ziet er als volgt uit:

- boorpuntnummer;
- bron (UU/TNO-B&O/Alterra);
- X en Y coördinaten;
- datum van boring;
- hoogte van maaiveld (m + NAP);
- diepte boring (cm-mv);
- gemiddeld hoogste (GHG) en laagste (GLG) grondwaterstand (cm);
- zanddiepte (cm-mv);
- kleidikte (cm);
- gemiddeld lutumgehalte van kleilaag (%);
- dikte van bruikbare kleilaag voor grof-keramische industrie en dijkbouw (cm);
- grinddiepte (cm-mv).

Binnen deze lijst zijn het kalk- en ijzergehalte niet opgenomen, omdat die binnen de uiterwaarden weinig variatie vertonen. Voor het kalkgehalte geldt dat vrijwel alle afzettingen kalkrijk (> 2% Ca) zijn. De weinige kalkarme of kalkloze afzettingen binnen de uiterwaarden worden vrijwel alleen aangetroffen in de vorm van (humeuze) kleien in geulopvullingen. In de strangen zijn de sedimenten (deels) ontkalkt.

3.2 Lithologische profielen

Voor een duidelijke weergave van de opbouw van de uiterwaarden zijn in de databank verschillende lithologische profielen opgenomen. Voor zover mogelijk en nuttig is van iedere uiterwaard een lithologisch profiel opgenomen. Een deel van deze profielen is afkomstig uit eerdere publicaties met betrekking tot de uiterwaarden van de Midden-Waal. Het betreft hier de lithologische profielen in de Winssensche Waarden, de Wolferensche Waard, de Afferdensche en Deestsche Waarden, de Gouverneursche Waard en de Willemspolder. Het profiel door de Gouverneursche waard is afkomstig uit Hesselink e.a. (2003) en de profielen in de Afferdensche en Deestsche waarden zijn afkomstig uit Schoor (1994). De andere gepubliceerde profielen zijn afkomstig uit Middelkoop (1997). Voor de overige uiterwaarden is voor deze databank nog een aantal aanvullende lithologische profielen gemaakt met behulp van de boordata. Het betreft hier de profielen door de Oosterhoutsche weilanden, de Hiensche uiterwaard, de Drutensche waard en de Wamelsche waard. Voor de legenda bij de profielen is uitgegaan van de textuurindeling van Verbraeck (1984), aangezien de meeste boringen afkomstig zijn uit het Laaglandgenese-archief, en zijn beschreven volgens deze textuurindeling.

De algemene patronen in de lithologische opbouw van de uiterwaarden zijn in de profielen duidelijk te zien. In de eerste plaats komt in de profielen naar voren dat de dikste kleiafzettingen te vinden zijn in de geulopvullingen. Het betreft hier in de meeste gevallen ook de zwaardere kleiafzettingen. In enkele gevallen is er ook humeuze klei of veen aanwezig in de geulopvulling, wat samenhangt met het rustige afzettingmilieu. Daarnaast is er ook een lichte toename in de kleidikte te zien met een toenemende afstand tot de rivier. Dit patroon is echter niet overal aanwezig en wordt veelal verstoord door vergravingen van het kleidek in de uiterwaarden. Verder zijn er in de profielen grote verschillen te zien tussen de uiterwaarden in het aantal (verlande) strangen en de dikte en lithologie van het sediment binnen deze geulopvullingen.

3.3 Slibmatdata

Naast de data die betrekking hebben op de (lithologische) opbouw van de uiterwaarden zijn er in de databank gegevens opgenomen van de huidige sedimentatie in de uiterwaarden van de Midden-Waal. Deze data zijn verzameld met zogenaamde slibmatten, stukjes kunstgras van 50x50 cm. De data zijn afkomstig uit de Willemspolder en Wolferensche Waard (Middelkoop, 1997; Middelkoop & Asselman, 1998) en de Afferdensche en Deestsche Waarden (Thonon, 2006).

De opgenomen gegevens beschrijven per slibmat enkele kenmerken van het sediment dat gedurende één, of in enkele gevallen twee hoogwaterperiodes is afgezet op de slibmatten. Binnen de slibmatgegevens is in de databank onderscheid gemaakt naar de bron (Thonon of Middelkoop), omdat de bepaalde kenmerken van het sediment niet gelijk zijn en omdat de gegevens verzameld zijn gedurende verschillende hoogwaterperiodes. De beschikbare data uit de Willemspolder en

Wolferensche Waard (Slijk-Ewijk) (Middelkoop) beschrijven de hoeveelheid sediment die is afgezet op de slibmatten gedurende de hoogwaterperiode van 1993/94. De beschikbare dataset is daarnaast onderverdeeld in de slibmatten waarvan alleen de hoeveelheid opgevangen sediment bekend is en de slibmatten waarvan voor het sediment ook het gehalte van vijf metalen (Al, Cd, Cu, Pb en Zn) bepaald is. De data uit de Afferdensche en Deestsche Waarden (Thonon) zijn verzameld gedurende de hoogwaterperiode in het voorjaar van 2002. Deze data omvatten naast de gehalten aan de bovengenoemde metalen ook de korrelgrootteverdeling van het sediment dat is afgezet op de slibmatten.

3.4 Zware-metalenprofielen

Voor de bepaling van de gemiddelde sedimentatiesnelheden in de uiterwaarden gedurende de afgelopen eeuw zijn door Middelkoop (1997, 2002) zware-metalenprofielen gemaakt in verschillende delen van de Midden-Waal. Deze zware-metalenprofielen zijn ook opgenomen in de databank. De zware-metalenprofielen beschrijven het verloop in het Cd-, Cu-, Pb- en Zn-gehalte in de bovenste twee meter van het sedimentpakket in de uiterwaarden. De aanwezige profielen zijn afkomstig uit de Wolferensche Waard (Slijk-Ewijk), de Winssensche Waard en de Willemspolder. In de databank zijn zowel de figuren als de achterliggende data opgenomen. Naast de zware-metalenprofielen is er voor een aantal monsters verspreid over de Winssensche waard en Willemspolder op 10 of 80 cm diepte het zware-metalengehalte bepaald, waardoor de ruimtelijke verdeling in de gehalten binnen de uiterwaarden duidelijk wordt.

3.5 Lithologische kaarten

3.5.1 Kleidiktekaart

Uitgangspunten

Bij de vervaardiging van de kleidiktekaart is in eerste instantie uitgegaan van de kleidiktes die zijn afgeleid uit de boringen. Bij de bepaling van de kleidikte zijn alle afzettingen meegenomen met een lutumpercentage $> 8\%$, uitgezonderd de leemafzettingen. De afzettingen die hieraan voldoen, zijn in alle boringen goed te bepalen. Bij de bepaling van de kleidikte en de weergave op de kaart is uitgegaan van de volgende punten:

- tussenliggende zandlagen binnen het kleipakket dunner dan 30 cm zijn genegeerd;
- in het geval van dikkere zandlagen is alleen het bovenste kleipakket op de kaart weergegeven, omdat dit wordt beschouwd als het winbare pakket klei;
- bij een toplaag van zand (maximaal 2 m) bovenop de kleilaag is de dikte van dit zandpakket aangegeven.

Voor de interpolatie van de kleidikte in het gebied tussen de boorpunten is vooral uitgegaan van de zanddieptekaart van het Gelders rivierengebied (Berendsen e.a., 2001) en de Geomorfologische Kaart van Nederland (Koomen & Maas, 2004). Voor

zover mogelijk is geprobeerd om de grenzen van de kleidiktekaart te laten samenvallen met de grenzen binnen deze kaarten. Hier moest echter in veel gevallen op grond van boorinformatie van worden afgeweken.

Legenda

Op de kaart is de kleidikte aangegeven in acht klassen van 1 m. De klassen variëren van klasse 1 (0-1 m klei) tot klasse 8 (7-8 m klei). Naast de dikte is ook de begindiepte van de kleilaag aangegeven. Dit laatste is alleen het geval wanneer het kleipakket niet direct aan het oppervlak begint. Hierbij is de diepte aangegeven in klassen van 50 cm.

Ruimtelijke verdeling

De kleidiktekaart laat goed zien dat de dikste kleipakketten te vinden zijn in de vorm van geulopvullingen in de strangen. Op de tussenliggende banken wordt in de meeste gevallen op een geringere diepte zand aangetroffen. Op de banken is het kleipakket voor het grootste deel 1 tot 2 m dik, terwijl de dikte van het kleipakket in de geulopvullingen kan oplopen tot ruim 8 m. Dit verschil in kleidikte heeft veelal te maken met de hoogteligging. De banken liggen in de meeste gevallen duidelijk hoger dan de strangen, zodat in de strangen tijdens een periode van hoogwater gedurende een langere tijd water staat, waardoor er meer sediment afgezet kan worden. Hiernaast is op de kaart een minder duidelijke trend in de kleidikte te zien, waarbij de dikte van het kleipakket toeneemt met de afstand tot de rivier. Dit komt, omdat het grovere sediment direct naast de geul op de oeverwal wordt afgezet en het fijnere sediment verderop in de uiterwaard wordt afgezet.

3.5.2 Kaart van geschikte klei voor grof-keramische industrie

Normen

Voor de kartering van de bruikbare klei voor de grof-keramische industrie is uitgegaan van de normen zoals deze zijn geformuleerd door het Technisch Centrum voor de Keramische Industrie (De Steeg). Deze normen zijn als volgt:

- het humusgehalte is lager dan 2%;
- de leemfractie ($< 10 \mu\text{m}$) ligt tussen de 35 en 60% [dit komt in het algemeen overeen met de lutumfractie ($< 2 \mu\text{m}$) tussen de 22 en 37%];
- de klei is gerijpt;
- de klei bevat geen (harde) schelpen.

De in de LLG- en DINO-databank gehanteerde classificatiesystemen zijn niet eenduidig te vertalen in bovenstaande normen, het door Alterra gehanteerde systeem wel. Voor het LLG-archief betekent dit dat alleen de lichte-kleiafzettingen (LK; kleifractie 25 -35 %) voldoen aan de norm. Voor het DINO-archief betekenen deze normen dat alleen sterk siltige klei qua textuur geschikt is. Ook de overige afzettingen waarvan het lutumgehalte vermeld wordt en binnen de bovengenoemde norm valt zijn opgenomen in de kartering.

Het humusgehalte is in onvoldoende mate van detail opgenomen in de boorbeschrijvingen om de bovenstaande norm goed toe te passen. Alle (zwak) humeuze en humusarme afzettingen zijn daarom buiten beschouwing gelaten. De mate van rijping van de bodem is ook niet aangegeven, maar aangenomen wordt dat voor het gehele gebied de bodem voldoende gerijpt is om te voldoen aan de norm. Er kan dus op basis van deze boringen niet exact begrensd worden welke afzettingen geschikt zijn, maar in ieder geval wel welke afzettingen zeker niet geschikt zijn.

Voor de interpolatie tussen de boringen is uitgegaan van de kleidiktekaart. Er is hierbij ook zoveel mogelijk geprobeerd om de grenzen samen te laten vallen met de grenzen op de kleidiktekaart. Hiervan moest echter in veel gevallen op grond van boorgegevens worden afgeweken.

Legenda

Op de kaart is de bruikbare kleidikte aangegeven in klassen van 50 cm (voor diktes tussen 0 en 2 m) en klassen van 1 m (voor diktes tussen 2 en 5 m). De legenda van de kaart loopt tot een maximale dikte van 5 m. Naast de dikte van de bruikbare kleilaag is de begindiepte van het geschikte pakket weergegeven. De begindiepte is gegeven in zes klassen met een maximale begindiepte van 4 m onder het maaiveld. De eerste 2 m is ook hier verdeeld in klassen van 50 cm.

Ruimtelijke verdeling

De dikste pakketten klei die geschikt zijn voor de grof-keramische industrie zijn voor het grootste deel te vinden in de geulopvullingen in de strangen. Dit hangt voor het grootste deel samen met het gegeven dat binnen deze geulopvullingen ook de dikste pakketten klei worden aangetroffen. Echter de geulopvullingen kunnen ook bestaan uit te zware of te humeuze klei, die niet gebruikt kan worden door de grof-keramische industrie. De aanwezigheid van wel of geen geschikte klei hangt voor een belangrijk deel af van de snelheid van sedimentatie in de geul. In een te rustig milieu met een lage sedimentatiesnelheid is de klei over het algemeen te zwaar en/of te humeus.

3.5.3 Kaart van geschikte klei voor dijkbouw

Normen

De normen die voor de klei die voor de dijkbouw geschikt is worden gehanteerd zijn als volgt (Technische Adviescommissie voor de Waterkeringen, 1996):

- het humusgehalte is lager dan 3%;
- het zandgehalte ($> 63 \mu\text{m}$) bedraagt maximaal 40%;
- het lutumgehalte ($< 2 \mu\text{m}$) ligt tussen de 17,5 en 40%;
- de klei is gerijpt;
- de klei bevat geen (harde) schelpen.

Ten aanzien van het lutum- en humusgehalte zijn de normen voor de dijkbouw soepeler dan de normen van de grof-keramische industrie. Dit betekent voor de boorgegevens uit het LLG- en DINO-archief dat, respectievelijk, zware zavel en

zwak zandige klei ook geschikt zijn. Aangaande het humusgehalte geldt dat nu ook de afzettingen die geclassificeerd zijn als humusarm of zwak humeus voldoen aan de normen voor de dijkbouw.

Legenda

De geschikte klei voor de dijkbouw is op de kaart op dezelfde manier aangegeven als op de kaart van de klei voor de grof-keramische industrie. De dikte van de klei is aangegeven in dezelfde klassen.

Ruimtelijke verdeling

De verdeling van de geschikte klei voor de dijkbouw binnen de uiterwaarden van de Midden-Waal vertoont sterke overeenkomsten met de verdeling van de klei voor de grof-keramische industrie. De geschikte klei voor dijkbouw wordt alleen over een groter oppervlak van de uiterwaarden aangetroffen door de ruimere normen.

3.5.4 Zanddieptekaart

Voor de volledigheid is in de databank van de uiterwaarden van de Midden-Waal ook de zanddieptekaart van de uiterwaarden uit Berendsen e.a. (2001) opgenomen. De informatie op deze kaart komt sterk overeen met de kleidiktekaart: deze kaarten zijn vrijwel inwisselbaar. De zanddieptekaart is echter alleen gebaseerd op de boringen van de Universiteit Utrecht (LLG-archief). Op de kaart is de gefundeerde-zanddiepte aangegeven in elf klassen van 1 m tot een maximale diepte van 11 m onder maaiveld. Voor een verdere beschrijving van deze kaart wordt verwezen naar Berendsen e.a. (2001).

3.6 Ouderdomskaart

Op de ouderdomskaart van de uiterwaarden van de Midden-Waal is de ouderdom van de verschillende morfologische eenheden weergegeven. De ouderdom van de delen van de uiterwaarden is gebaseerd op oude rivierkaarten van de Waal. Daarnaast is voor verschillende uiterwaarden gebruik gemaakt van eerdere studies naar het ontstaan ervan. Het gaat hierbij om studies in de Loenensche Buitenpolder, Winssensche Waard, Hiensche Uiterwaard en Gouverneursche Polder (Middelkoop, 1997, Middelkoop e.a., 1992) en de Afferdensche en Deestsche Waarden (Schoor, 1994). Aan de hand van de oude rivierkaarten en deze studies is een ouderdom gekoppeld aan de verschillende banken binnen de uiterwaarden.

Legenda

De weergegeven ouderdom van de uiterwaarden op de kaart is onderverdeeld in klassen van 50 jaar vanaf 1600 tot 1900. De afzettingen van voor 1600 zijn niet verder onderverdeeld, omdat er van deze periode geen oude rivierkaarten beschikbaar zijn. Wel zijn de afzettingen die zijn ontstaan vóór de bedijking van de Waal (voor ca. 1300) apart aangegeven. De afzettingen van na 1900 zijn ook niet

verder onderverdeeld, omdat er na de normalisatie geen grote verandering in de omvang van de uiterwaarden heeft plaatsgevonden.

Opbouw uiterwaarden

Op de kaart is zichtbaar dat grote delen van de uiterwaarden van de Midden-Waal door de grote morfodynamiek in dit traject van een recente ouderdom zijn. Het grootste deel van de uiterwaarden (53%) is gevormd na 1600 en maar een zeer klein deel (1,6%) stamt van vóór de bedijking. Op de kaart is goed te zien dat de oudste delen over het algemeen te vinden zijn in het oostelijke (stroomopwaartse) deel van de uiterwaarden, aangezien deze zich in westelijke (stroomafwaartse) richting hebben uitgebouwd. Het algemene beeld van de uiterwaarden laat zien dat de ontwikkeling in verschillende fasen is gegaan, waarbij stroomafwaarts van een bestaande zandbank een nieuwe is ontstaan. Bij dit proces van laterale aanwas heeft de mens in de loop van de tijd een toenemende invloed gehad (Middelkoop, 1997).

Naast de aanwas van de uiterwaarden laat de ouderdomskaart zien dat er grote verschillen in ouderdom zijn tussen de verschillende uiterwaarden. Zo zijn de Winssensche waard en de Hiensche uiterwaarden geheel ontstaan na 1600. Daarentegen zijn de afzettingen in de Oosterhoutsche weilanden, de Moespotsche waard en de Willemspolder-IJzendoorn voor een groot deel al voor 1600 gevormd.

3.7 Oude rivierkaarten

Van de uiterwaarden van de Midden-Waal is een groot aantal oude rivierkaarten beschikbaar. In de databank is een overzicht opgenomen van de oude rivierkaarten van de Midden-Waal, die aanwezig zijn in verschillende archieven in Nederland. Dit overzicht is gebaseerd op de inventaris van de beschikbare oude rivierkaarten van de grote rivieren in Nederland van Hesselink (1999). De kaarten die beschikbaar zijn voor de verschillende uiterwaarden zijn weergegeven in Bijlage 1. Binnen de databank is dit overzicht dusdanig opgenomen dat per uiterwaard aangegeven wordt welke kaarten van de betreffende uiterwaard bekend zijn. Hierbij wordt van iedere kaart de maker, de titel en het archief waarin de kaart zich bevindt vermeld.

Naast een overzicht van de oude rivierkaarten zijn ook gescande oude rivierkaarten opgenomen van de Midden-Waal. Het betreft hier de kaarten uit 1776/1778 van Beijerinck en Hendrikman & Prilleritz en de kaarten uit 1835 van Goudriaan. Deze kaarten zijn opgenomen omdat deze (een groot deel) van de Midden-Waal beslaan en een gedetailleerd beeld geven van de uiterwaarden op verschillende tijdstippen voor de normalisatie van de Waal. Hiermee geven deze kaarten een goede indruk van de toenmalige morfologie, zoals die is ontstaan onder de halfnatuurlijke omstandigheden in de periode tussen de bedijking en de normalisatie van de Waal.

3.8 Overige kaarten

Naast de bovengenoemde kaarten zijn er nog andere kaarten van de uiterwaarden van de Midden-Waal beschikbaar. De belangrijkste hiervan die zijn opgenomen in de databank zijn: de geomorfologische kaart, de historische fysiotopen- en ecotopenkaart, de bodemkaart (1 : 50 000 en 1 : 25 000) en de hoogtekaart (AHN).

De geomorfologische kaart van de uiterwaarden van de Midden-Waal (1 : 25 000) in de databank is een uitsnede van de Geomorfologische Kaart van Nederland. Voor een uitgebreide beschrijving wordt verwezen naar het achtergronddocument hiervan (Koomen & Maas, 2004). De kaart is opgenomen in de databank, omdat deze een goed beeld geeft van de verschillende terreinvormen binnen de huidige uiterwaarden, welke bepalend zijn voor de ruimtelijke verdeling van de verschillende afzettingen. Wat bovendien voor de Midden-Waal opvalt, is dat grote delen van de uiterwaarden vergraven of anderszins verstoord zijn, waardoor in grote delen geen oorspronkelijk bodemprofiel meer aanwezig is.

Naast de oude rivierkaarten is voor de reconstructie van de morfologische ontwikkeling van de uiterwaarden, de historische ecotopen- en fysiotopenkartering van de Waal (Maas e.a., 1997) opgenomen. Deze kaarten geven een goed beeld van de uiterwaarden rond 1780 en 1830 met het oog op het herstel van de natuurwaarden in de uiterwaarden. Voor een verdere beschrijving van deze kaarten wordt verwezen naar Maas e.a. (1997).

Voor een beschrijving van de bodemkenmerken binnen de uiterwaarden zijn de beschikbare bodemkaarten van de Midden-Waal in de databank opgenomen. Van de Bodemkaart van Nederland 1 : 50 000 (Alterra) is een uitsnede van de Midden-Waal opgenomen. Deze kaart laat echter weinig variatie in de uiterwaarden zien. De bodemkaart van de uitbreiding van het landinrichtingsgebied Land van Maas en Waal (Scholten & Brouwer, 1997) geeft voor een klein deel van de Midden-Waal (de Dreumelsche, Wamelsche en Drutensche uiterwaarden) op een schaal van 1 : 25 000 een gedetailleerder beeld van de spreiding in de verschillende bodemtypen.

De hoogtekaart van de uiterwaarden van de Midden-Waal is een uitsnede van het Actueel Hoogtebestand Nederland (AHN) (Van Heerd e.a., 2000). De hoogtekaart is opgenomen in de databank, omdat de huidige sedimentatiepatronen binnen de uiterwaarden zich voor een groot deel laten verklaren door de hoogteligging.

4 Conclusies en toepassingen van de databank

De in dit rapport besproken databank geeft een overzicht van de lithologische opbouw en morfologische ontwikkeling van de uiterwaarden van de Midden-Waal. De opgenomen data van de lithologische opbouw in de vorm van kaarten (kleidiktekaart, zanddieptekaart), profielen en puntdata (boringen, slibmatten) geven een goed beeld van de ruimtelijke verdeling en patronen van de afzettingen in de uiterwaarden.

De patronen in de lithologische opbouw en de diktes van de verschillende afzettingen zijn weergegeven op de kleidikte- en zanddieptekaart. De patronen in de kwaliteitskenmerken van het kleidek zijn terug te vinden op de kaarten met geschikte klei voor de grof-keramische industrie en dijkbouw, maar ook op de bodemkaarten. Deze informatie is ook terug te vinden in de boorgegevens van de uiterwaarden. Daarnaast is de mate van verontreiniging met een aantal zware metalen (Al, Cd, Cu, Pb en Zn) op een aantal locaties opgenomen. Dit is opgenomen voor zowel het kleidek op verschillende dieptes (zware-metalenprofielen) als van de huidige sedimentatie (slibmatdata). De slibmatdata en zware-metalenprofielen geven ook informatie over de sedimentatiesnelheden in de uiterwaarden.

De morfologische ontwikkeling van de uiterwaarden is in de eerste plaats af te leiden uit de ouderdomskaart. Daarnaast geven de oude rivierkaarten, historische ecotopen en fysiotopenkaarten en de geomorfologische kaart ook informatie over de ontstaansgeschiedenis van de huidige uiterwaarden.

De databank geeft hiermee een beeld van de opbouw, ontwikkelingsgeschiedenis en sedimentatiepatronen in de uiterwaarden en kan daarmee voor vele toepassingen binnen Delft Cluster en ook daarbuiten gebruikt worden. In de eerste plaats valt te denken aan het bepalen van geschikte locaties voor grondstofwinning, maar ook voor het herstel van de natuurwaarden in de uiterwaarden. Aan de hand van patronen in sedimentatiesnelheid en sedimentkenmerken kunnen bijvoorbeeld kansrijke locaties voor de ontwikkeling of herstel van bepaalde waardevolle ecotopen geselecteerd worden.

Een andere mogelijke toepassing van de data uit de databank ligt in de modellering van de sedimentatiepatronen binnen de uiterwaarden en het bepalen van het effect van factoren zoals vegetatie op sedimentatiepatronen. De verzamelde data in de databank geeft informatie over de patronen in sedimentkenmerken en sedimentatiesnelheden binnen de uiterwaarden, die gebruikt kan worden bij de calibratie van de sedimentatiemodellen. Daarnaast kan de databank van nut zijn bij het ontwikkelen van vuistregels voor cyclisch uiterwaardbeheer. Aan de hand van de sedimentatiesnelheden in het verleden kan niet alleen geschat worden hoe vaak er ingrepen plaats moeten vinden, maar ook waar dit zou moeten gebeuren, zodat ook economisch interessante afzettingen met goede sedimentkenmerken gewonnen kunnen worden.

Om in de toekomst de toepassingsmogelijkheden te vergroten, kan de databank uitgebreid worden naar de overige Rijntakken in Nederland. Omdat op dit moment van een groot deel van het uiterwaardengebied van de grote rivieren minder data beschikbaar is dan van de Midden-Waal, zou het goed zijn om de resultaten van toekomstig onderzoek in de databank op te nemen. Hiermee kan uiteindelijk voor de uiterwaarden van alle grote rivieren in Nederland een databank ontstaan, waarin de beschikbare data met betrekking tot de lithologische opbouw en morfologische ontwikkeling overzichtelijk en goed toegankelijk zijn samengevoegd. Deze databank kan uiteindelijk bijdragen aan de verbetering van het algehele (sediment)beheer binnen de uiterwaarden.

Literatuur

- Bakker, M.A.J., D. Maljers & H.J.T. Weerts (2007) Ground-penetrating radar profiling on embanked floodplains. *Netherlands Journal of Geosciences* 86, pp. 55-61.
- Berendsen, H.J.A. (1995-2007) De laaglandgenese databank. Departement Fysische Geografie, Faculteit Geowetenschappen, Universiteit Utrecht (CD-ROM).
- Berendsen, H.J.A., E.L.J.H. Faessen, A.W. Hesselink & H. Kempen (2001) Zand in banen; zanddiepte-kaarten van het Gelders Rivierengebied, met inbegrip van de uiterwaarden. Provincie, Gelderland Arnhem, 54 p.
- De Bakker, H. & J. Schelling (1966) *Systeem van bodemclassificatie voor Nederland; de hogere niveaus*. Pudoc, Wageningen, 217 p.
- Hesselink, A.W. (1999) Opzet digitale inventaris oude rivierkaarten; combineren van verschillende inventarissen van oude rivierkaarten. ICG-rapport 99/7, Interuniversitair Centrum voor Geo-ecologisch Onderzoek (ICG), Vakgroep Fysische Geografie, Universiteit Utrecht, Utrecht, 21 p.
- Hesselink, A.W. (2001) History makes a river. *Nederlandse Geografische Studies* 292, 177 p.
- Hesselink, A.W., H.J.T. Weerts & H.J.A. Berendsen (2003) Alluvial architecture of the human-influenced river Rhine, The Netherlands. *Sedimentary Geology* 161, pp. 229-248.
- Koomen, A.J.M. & G.J. Maas, (2004) Geomorfologische Kaart Nederland (GKN); achtergronddocument bij het landsdekkende digitale bestand. Alterra-rapport 1039, Alterra, Wageningen, 38 p.
- Maas, G.J., H.P. Wolfert, M.M. Schoor & H. Middelkoop (1997) Classificatie van riviertrajecten en kansrijkdom voor ecotopen; een voorbeeldstudie vanuit historisch-geomorfologisch en rivierkundig perspectief. Rapport 552, Staring Centrum, Wageningen, 157 p.
- Middelkoop, H. (1997) Embanked floodplains in the Netherlands; geomorphological evolution over various time scales. *Nederlandse Geografische Studies* 224, 341 p.
- Middelkoop, H. (2002) Reconstructing floodplain sedimentation rates from heavy metal profiles by inverse modeling. *Hydrological Processes* 16, pp. 47-64.

- Middelkoop, H. & N.E.M. Asselman (1998) Spatial variability of floodplain sedimentation at the event scale in the Rhine-Meuse delta, The Netherlands. *Earth Surface Processes and Landforms* 23, pp. 561–573.
- Middelkoop, H., N.J. van den Berg, E.L.J.H. Faessen & H.J.A. Berendsen (1992) Morfodynamiek van nevengeulen van de Waal: een historisch overzicht. GEOPRO-Rapport 1992.07, Vakgroep Fysische Geografie, Universiteit Utrecht, Utrecht, 42 p.
- Nederlands Normalisatie-instituut (1989) NEN 5104: Geotechniek; classificatie van onverharde grondmonsters. Nederlands Normalisatie-instituut, Delft, 23 p.
- Scholten, A. & F. Brouwer (1997) De bodemgesteldheid van en kleivoorkomens in de uitbreiding van het landinrichtingsgebied Land van Maas en Waal; resultaten van een bodemgeografisch onderzoek. Rapport 598, DLO-Staring Centrum, Wageningen, 50 p.
- Schoor, M.M. (1994) De geomorfologie en het ontstaan van de Afferdensche en Deestsche waarden. RIZA-rapport 94.002, RIZA, Arnhem, 65 p.
- Technische Adviescommissie voor de Waterkeringen (TAW) (1996) Technisch rapport klei voor dijken, Delft.
- Thonon, I. (2006) Deposition of sediment and associated heavy metals on floodplains. *Nederlandse Geografische Studies* 337, 174 p.
- Van Heerd, R.M., E.A.C. Kuijlaars, M.P. Teeuw, & R.J. van 't Zand (2000) Productspecificatie AHN 2000. Rapport MDTGM 2000.13, Rijkswaterstaat, Adviesdienst Geo-informatie en ICT, Delft, 22 p.
- Verbraeck, A. (1984) Toelichtingen bij de geologische kaart van Nederland schaal 1 : 50 000; blad Tiel West (39 W), blad Tiel Oost (39 O). Rijks Geologische Dienst, Haarlem, 335 p.
- Wolfert, H.P. (2001) Geomorphological change and river rehabilitation; case studies on lowland fluvial systems in the Netherlands. *Alterra Scientific Contributions* 6, 200 p.

Bijlage 1 Overzicht van beschikbare kaarten per uiterwaard

Naam uiterwaard	Kaart
Oosterhoutsche Weilanden	Kempinck, B. (1620) Couwater, J. (1722) (2 kaarten) Beyerinck, F. (1777) Beyerinck, F. (1800) Beyerinck, F. (1810)
Moespotsche Waard	Kempinck, B. (1620) Beyerinck, F. (1777) Beyerinck, F. (1800) Beyerinck, F. (1810)
Loenensche Buitenpolder	Witteroos, T. (1571) Kempinck, B. (1615) Van Geelkercken, N. (1631) Van Geelkercken, N. (1632) Van Geelkercken, N. (1639) Couwater, J. (1722) Beyerinck, M. (1763) Beyerinck, M. (1766) Beyerinck, F. (1777) Beyerinck, F. (1800) Beyerinck, F. (1809) Beyerinck, F. (1810)
Ewijckse Waarden	Passavant, G. (1688) Couwater, J. (1722) Beyerinck, F. (1777) Beyerinck, F. (1800) Beyerinck, F. (1810)
Winsensche Waarden	Kempinck, B. (1607) Kempinck, B. (1620) Van Geelkercken, N. (1651) Van Geelkercken, I. (1664) Passavant, G. (1688) Couwater, J. (1723) Hendrikman & Prilleritz, (1776/1778) Beyerinck, F. (1777) Beyerinck, F. (1800) Beyerinck, F. (1810)
Wolferensche Waarden	Kempinck, B. (1615) Beyerinck, F. (1777) Beyerinck, F. (1800) Beyerinck, F. (1810)
Hiensche Uiterwaarden (Dodewaard)	Van Geelkercken, N. (1634) Van Geelkercken, N. (1646) Couwater, J. (1723) (2 kaarten) Beyerinck, M. (1778)
Afferdensche en Deestsche Waarden	Kempinck, B. (1601/07) Hendrikman & Prilleritz, (1776/1778)
Gouverneursche Polder (Ochten)	Van Geelkercken, N. (1634) Van Geelkercken, N. (1646) Couwater, J. (1724) Beyerinck, M. & W. (1778)

Drutensche Waarden oost	Van Berck & Van Schaik Jansz (1571) Van Geelkercken, N. (1646) Hendrikman & Prilleritz (1776/1778)
Drutensche Waarden west	Van Berck & Van Schaik Jansz (1571) Van Geelkercken, N. (1646) Hendrikman & Prilleritz, (1776/1778)
Ijzendoorn	Van Berck & Van Schaik Jansz (1571) Van Geelkercken, N. (1651) Beyerinck, M. & W. (1778)
Willemspolder	Van Geelkercken, N. (1651) Passevant, G. (1694) Leempoel, W. (1709) Leempoel, W. (1723) Camp, J. (1766) Beyerinck, M. & W. (1778)
Wamelsche Uiterwaard	Van Holt, J. (1559) Van Geelkercken, N. (1634) Van Geelkercken, N. (1651) Huef, D. (1652) Van Geelkercken, N. (1656) Heuff, D. (1661) Hendrikman & Prilleritz (1776/1778)
Tiel	Van Holt, J. (1559) Van Geelkercken, N. (1634) Van Geelkercken, N. (1651) Camp, J. (1766) Leempoell, J. (1767)
Dreumelsche Uiterwaard	Van Geelkercken, N. (1634) Leempoell J. (1767) Jongh, M. (1784)
Passewaaij	Van Geelkercken, N. (1634) Leempoell, J. (1767)

De gebiedsdekkende kaarten voor de Midden-Waal zijn:

- Von Wiebeking, K.F. (ca. 1800)
- Goudriaan, B.H. (1835)
- Rivierkaarten Rijkswaterstaat (1873, 1921)

Oude rivierkaarten

RAG = Rijksarchief van Gelderland
AKV = Algemene Kaarten Verzameling
AGN = Archief Gedeputeerden Nijmegen

Beijerinck, F. (1777) Kaart der rivier de Waal van de mond van het Pannerdensche kanaal to de paal van 't Ambt Nederbetuwe in het jaar 1777. RAG, archief Rijkswaterstaat, 33.

Beijerinck, F. (1800) Kaart van een gedeelte der rivier de Whaal van den Oosterhoudschen schaaldijk, tot het dorp Winssen toe, waarop zijn uitgedrukt alle waterwerken, zandplaten enz. RAG, archief Rijkswaterstaat, 38.

- Beijerinck, F. (1809) Kaart van de doorbraak onder Loenen in het Ambt van Overbetuwe voorgevallen op den 10 januari 1809. RAG, AKV 385.
- Beijerinck, F. (1810) Kaart van de rivier de Waal beneden Nijmegen gemeente in Slagtmaand 1810". RAG, archief Rijkswaterstaat, 37.
- Beijerinck, M. & W. (1778) Kaarten van de metinge der buitenlanden in den Ampte van Nederbetuwe. Atlas mat 6 kaarten, blad 1: Hien-Wely-Doodeweerd, blad 2: Doodeweerd-Ochten, blad 3: Ijzendoorn-Echteld. RAG, AKV 18.
- Van Berck, C & E. van Schaick Jansz (1571) Chaerte en beschrijvighe van de middelweert met die aangewasse Sande gelegen tot Ochten. RAG, AKV 398.
- Camp, J. (1766) Caart figuratief van de rivier de Waal met de waarden en situatie gelegen boven de stad Thiel tot de zoogenaamde schipperswaard onder het kerspel Echteld. RAG, AKV 471.
- Couwater, J. (1722). Caarte van de uijtterweerde van de heer Hackfordt te Oosterhout gelegen in den Ampte van Overbetouw. RAG, AGN 50.
- Couwater, J. (1722). Caarte van den aanwas van den Rijsweert en uijtgeroeijde weerde van de heer schepen Vermeer gelegen onder Lendt en Oosterholt in den Ampte van Overbetuwe benede de stadt Nijmegen. RAG, AGN 49.
- Couwater, J. (1722). Caarte van den Ewijkken en Loenense rijswaarde van de freulens van Wijckraat. RAG, AGN 51.
- Couwater, J. (1723). Caart van de aangewonne landen en rijsweerden van de heer van Winssen en Doddendaal in het rijk van Nimegen ende Ewijk. RAG, AGN 53.
- Couwater, J. (1723). Caarte van de uijtterweerde en rijsweerde gelegen onder Hien, in den Ampt van Neder Betouw, toestendig aan de weduwe de Bongaarde. RAG, AGN 54.
- Couwater, J. (1723). Caarte van den Middelweerd van de heer Arent Vijgh tot de Snor gelegen onder Dodeweerd in den Ampte van Nederbetouw langs de rivier de Waal. RAG, AGN 55.
- Couwater, J. (1724). Weijweerd gelegen onder Ogten in de Neerbetouw langs de strang van de Middelwerdt van de heer Arnt Vijgh beneden de Snor, van outs genampt den rijswerdt. RAG, AGN 56.
- Goudriaan, B. H. (1835) Kaart van de rivieren de Boven Rijn, de Waal, de Merwede en Oude en een gedeelte van de Nieuwe Maas van Lobith tot Brielle (20 bladen). Kaartenverzameling Topografische Dienst, Emmen.
- Hendrikman, H. G. en P. Prilleritz (1776/1778). Specifecque caart van de buijten landen onder 't kerspel Leeuwen en Druten in den ampte van Tusschen Maas en Waal geleege (...). RAG, archief Verpondingskaarten 171.
- Hendrikman, H. G. en P. Prilleritz (1776/1778). Specifique caart van de Buijten landen onder de kerspels Deest, Afferden en Winssen... RAG, archief Verpondingskaarten 195.
- Hendrikman, H. G. en P. Prilleritz (1776/1778). Specifique caart van de Buijten landen onder Dreumel in den ampte van Tusschen Maas en Waal geleege. RAG, archief Verpondingskaarten 174.
- Hendrikman, H. G. en P. Prilleritz (1776/1778). Specifique caart van de Buijten landen onder Waamel. RAG, archief Verpondingskaarten 183.
- Huef, D. (1652) [Uiterwaarden aan de Waal bij Wamel]. RAG, 0124 AKV 865.
- Heuf, D. (1661) [Een rijswaard in de Waal bij Wamel]. RAG, 0124 AKV 862.

- Jongh, M. d. (1784) Caarte van de geheele rievier de Whael beginnende bij de Varikse kerk benede tot bove den hoek van Dreumel, met de koers der rievier den de bove water en onderduykende zanden.... RAG, 0012 archief Rekenkamer 68.
- Kempinck, B. (1601/1607) Caarte van sekere questieuse middelsant op ten Waalstroom tegenover Druten en Affereden. RAG, 0124 Hof van Gelre en Zutphen AKV 387/388.
- Kempinck, B. (1607) [Kaart van rijswaard tussen Winssen en Ewijk] RAG, 0124 Hof van Gelre en Zutphen AKV 386.
- Kempinck, B. (1615) Ontwerp van der affkarteringe des dijkgen, schaaldijkx ende Wahelstrooms mits die tot bescherminge van den selven daer aen en al boven ende oock daar tegens aver van de Doddendaelsche landerijen aff liggenden questieus hoofken bollartgens ende kribben..... RAG, 0124 Hof van Gelre en Zutphen AKV 382.
- Kempinck, B. (1620) Carthe van de situatie des onlanges opten Wahelstroom tegens den schaaldijk tot Winsshem vanwege er Heren Staten van Gelrelant bevaren sandtwelle (...).RAG, 0012 archief Rekenkamer 57.
- Kempinck, B. (1620) [De Waal bij Oosterhout]. RAG, 0124 Hof van Gelre en Zutphen k. 24
- Leempoell, J. (1726) Caarte des situatie van de soo buijten als binnen den doorgebroken dijk op Paeswaeij gehorende onder Drumpt. RAG, AKV 398.
- Leempoell, J. (1767) Caarte van de situatie der rivier de Waal benefens de aan wederseyde leggende wyrijswaarden -kribben-ridsen-sanden en dijken, beginnende boven van den steenoven van den heer Spilnaar, even onver den Tielsen schaaldijk tot aan het territoire van Varick. RAG, AKV 399.
- Leempoel, W. (1709) Caerte van de situatie den Waelstroom voor en beneden de Rijswaarden van den Hoog welgeboren heer van Klingsted boven de stad Tiel gelegen. RAG, 0124 Hof van Gelre en Zutphen AKV 395.
- Leempoel, W. (1723) Kaart van de wei- en rijswaarden onder Echteld. RAG, AGN 58.
- Passavant, G. (1688) Caart van de rijswaarden van de heren van Winssen en Doddendael in 't Rijck van Nijmegen onder Eeuik [= Ewijk] aen de Waelkant gelegen... RAG, RGN 52.
- Passavant, G. (1694) Kaart van de wei- en rijswaarden van den heer van Hees onder Echteld. RAG, RGN 57.
- Rijkswaterstaat (1870-1880) Rivierkaart, 1e herziening, schaal 1 : 10 000, blad 2 t/m 12, 1e druk. Archief Topografische Dienst, Emmen.
- Rijkswaterstaat (1921-1923) Rivierkaart, 1e herziening, schaal 1 : 10 000, 2e druk. Archief Topografische Dienst, Emmen.
- Van Geelkercken, N. (1631) [Kribben in de Waal tussen Loenen en Doddendaal]. RAG, AKV 383.
- Van Geelkercken, N. (1632) [Kribben in de Waal bij Loenen]. RAG, AKV 384.
- Van Geelkercken, N. (1634) Carte van bevaringe, gedaen door de Rekenkamer des vorstendoms Gelre ende graeffschap Zutphen, anno 1634 den 10 octobris, van de sanden, gelegen onder den weert ontrent de Snor [onder Dodewaard]. RAG, archief Rekenkamer, 61.
- Van Geelkercken, N. (1634) Charte gemeackt in voegen als de heeren Commissarien van de Ed. Rekenkamer des vorstendoms Gelre en de graeffschap Zutphen

- An[no] 1634 den 10 octob[er] het sant tusschen den nieuwen dijck ende Rijtkamer bevaren hebben (...).RAG, archief Rekenkamer 59.
- Van Geelkercken, N. (1634) [Twee middelwaarden in de Waal bij Tiel met de kribben langs de oever]. RAG, AKV 642.
- Van Geelkercken, N. (1639) ...kaart van de Waalstroom tegen de heerlijk[heid] Loenen... RAG, archief Rekenkamer 54.
- Van Geelkercken, N. (1646) [Een door de Rekenkamer bevaren zand in de Waal boven Ochten]. RAG, archief Rekenkamer 62.
- Van Geelkercken, N. (1646) [Een in 1646 door de Rekenkamer bevaren zand in de Waal tussen de Nieuwe dijk bij Hien en de reduite de Rijtkamer]. RAG, archief Rekenkamer 60.
- Van Geelkercken, N. (1651) [Een middelzand genaamd Landschaps Middelweerd en Jr. de Raetweerd in de Waal beneden Leeuwen]. RAG, archief Rekenkamer 63.
- Van Geelkercken, N. (1651) [Landschaps middelwaard in de Waal bij Winssen en van een daarbij gelegen en in 1615 bevaren zand]. RAG, archief Rekenkamer 58.
- Van Geelkercken, N. (1651) [Zanden waaronder het 't groote Sandt en kribben in de Waal ter hoogte van Latestein boven Tiel] Bijzonderheden: Niet op schaal getekend. RAG, archief Rekenkamer 64.
- Van Geelkercken, N. (1654) [Een rijswaard in de Waal onder Leeuwen en Ochten] RAG, 0124 Hof van Gelre en Zutphen, AKV 35.
- Van Geelkercken, N. (1656) [Een zand in de Waal bij Wamel bij de Nobelwaard]. RAG, 0124 Hof van Gelre en Zutphen, AKV 861.
- Van Geelkercken, I. (1664) De landschaps Middelweert [bij Winssen]. RAG, archief Rekenkamer, 139.
- Van Holt, J. (1559) [Zanden in de Waal gelegen voor Tiel en Zandwijk]. RAG, 0124 Hof van Gelre en Zutphen k. 6.
- Von Wiebeking, K. F. (1800) Karte von der Waal, von dem unteren Rhein, dem Leck vonder Merwede und der Maas: und von den Gegenden welche an diesen Fluessen liegen (...). RAG, AKV 281.
- Witteroos, T. (1571) [De Waal tussen Ewijck en Loenen]. RAG, 0124 AKV 606.

**Bijlage 2 GIS-databank van de uiterwaarden van de Midden-Waal
(separaat op CD)**

