

Historische ecotopen en morfologische processen rivieren

Historische ecotopen en morfologische processen rivieren

Haringvliet - Hollandsch Diep, Roerdalslenkmaas en Grensmaas

G.J. Maas

Alterra-rapport 505

Alterra, Research Instituut voor de Groene Ruimte, Wageningen, 2002

REFERAAT

Maas, G.J., 2002. *Historische ecotopen en morfologische processen rivieren; Haringvliet - Hollandsch Diep, Roerdalslenkmaas en Grensmaas*. Wageningen, Alterra, Research Instituut voor de Groene Ruimte. Alterra-rapport 505. 60 lz. 18. fig.; 17 tab.; 19 ref.

Analyse van 19^e eeuwse kaartmateriaal van drie riviertrajecten langs de Maas en de Benedenrivieren gericht op een beschrijving van de historische ecotopen en de geomorfologische processen. Voor het Haringvliet en Hollandsch Diep zijn aparte historische referenties bepaald. Verschillen werden gevonden in het voorkomen van brede intergetijdzones met biezen- en vloedbossen/grienden langs de oevers van het Hollandsch Diep; zandplaten en rietgorzen in de intergetijdzone van het Haringvliet. De Roerdalslenkmaas en Grensmaas werden gedomineerd door akkers en grasland. Overeenkomsten tussen de riviertrajecten werden gevonden in het aandeel oeverwalecotopen, moerassig grasland, moerassig ooibos, strangen en het voorkomen van steiloevers. Langs de Grensmaas kwam procentueel twee maal zo veel ooibos voor als in de noordelijke Roerdalslenk. In een overzichtstabel is de kansrijkdom van processen in de historische situatie voor negen riviertrajecten samengevat.

Trefwoorden: ecotoop, fysiotop, geomorfologische processen, historische referentie, riviertraject, uiterwaarden,.

ISSN 1566-7197

Dit rapport kunt u bestellen door € 27,- over te maken op banknummer 36 70 54 612 ten name van Alterra, Wageningen, onder vermelding van Alterra-rapport 505. Dit bedrag is inclusief BTW en verzendkosten.

© 2002 Alterra, Research Instituut voor de Groene Ruimte,
Postbus 47, NL-6700 AA Wageningen.
Tel.: (0317) 474700; fax: (0317) 419000; e-mail: postkamer@alterra.wag-ur.nl

Niets uit deze uitgave mag worden veeleenvoudigd 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	13
1.1 Achtergrond	13
1.2 Doel	13
2 Materiaal en methode	15
2.1 Kaartmateriaal	15
2.2 Historische ecotopenverdeling	15
2.3 Morfologische processen	17
2.4 Historische waterdiepte	18
3 Historische ecotopenverdeling	19
3.1 Haringvliet-Hollandsch Diep	19
3.2 Roerdalslenkmaas	22
3.3 Grensmaas	26
4 Morfologische processen	31
4.1 Indeling	31
4.2 Processen in estuaria	32
4.3 Processen Haringvliet-Hollandsch Diep	34
4.4 Processen en fysiotopten in een meanderende laaglandrivier en een terrassenrivier	36
4.5 Roerdalslenkmaas	38
4.6 Grensmaas	40
5 Conclusies	45
5.1 Historische ecotopen	45
5.2 Processen	47
6 Aanbevelingen	49
Literatuur	51

Bijlagen

1 Haringvliet - Hollandsch Diep: ecotopen 1885	53
2 De Roerdalslenkmaas ten noorden van Roermond: ecotopen 1849	55
3 De Grensmaas tussen Itteren en Stein: ecotopen 1846-1847	57
4 Geselecteerde historische kaarten	59

Woord vooraf

In opdracht van het Rijksinstituut voor Integraal Zoetwaterbeheer en Afvalwaterbehandeling (RIZA) is door Alterra een onderzoek uitgevoerd naar de historische ecotopen en geomorfologische processen in de riviertrajecten Haringvliet-Hollandsch Diep, Roerdalslenkmaas en Grensmaas.

Het onderzoek is uitgevoerd door Gilbert Maas in samenwerking met:

- John Mulder (Alterra), die de selectie van historische kaarten voor bepaling van de waterdiepte heeft verricht;
- Co Onderstal (Alterra), die de automatische kaartverwerking heeft uitgevoerd;
- Bart Makaske en Martin Jansen (Alterra), die een aantal figuren hebben getekend.

De rangschikking van processen en fysiotopen (tabel 7) is het resultaat van een korte workshop met Henk Wolfert, Bart Makaske en Gilbert Maas. Het conceptrapport is van commentaar voorzien door M.M. Schoor (RIZA) en Bart Makaske.

De projectleiding vanuit het RIZA was in handen van M.M. Schoor. Vanuit Alterra werd het project begeleid door Henk Wolfert.

Samenvatting

Achtergrond en doel

In het kader van het RIZA-projectplan 'Morfologische potenties riviertrajecten' wordt onderzoek gedaan naar de relatie tussen geomorfologische processen en patronen van rivierecotopen in het buitendijkse gebied van de grote rivieren.

Doel van dit onderzoek was:

- Inzicht verkrijgen in de historische ecotopenverdeling in representatieve delen van het Haringvliet- Hollandsch Diep, de Roerdalslenkmaas of Plassenmaas en Grensmaas, voor de riviernormalisatie;
- Inzicht verkrijgen in de ontwikkeling van de ecotopen in relatie tot geomorfologische processen, door middel van een beschrijving daarvan op basis van een analyse van historische kaarten.
- Het verkrijgen van gegevens van de waterdiepte in de periode 1750-1900 in de trajecten Hollandsch Diep-Haringvliet, Afgedamde Maas, Maaskant, Plassenmaas en Grensmaas, door middel van selectie van historische kaarten in diverse archieven.

Materiaal en methode

De historische ecotopen voor het Haringvliet-Hollandsch Diep zijn afgeleid van de 'Rivierkaart Oude Maas, Amer Hollandsch Diep-Haringvliet, 1^e herziening 1884-1886, schaal 1 : 10.000, blad 19 t/m 23'. Voor de trajecten Roerdalslenkmaas en Grensmaas is gebruik gemaakt van de 'Kaart van de rivier de Bovenmaas van Visé tot Woudrichem, 1849-1856, schaal 1 : 10.000 blad 3,4,10,11'.

In het project zijn methoden verkend om zwart-wit historisch kaartmateriaal (semi)automatisch om te kunnen zetten in een GIS-bestanden

Resultaten

Uit de historische kaartanalyse bleek dat er binnen het traject Haringvliet-Hollandsch Diep een verschil in ecotoopsamenstelling was tussen het westelijk en oostelijk deel, resp. Haringvliet en Hollandsch Diep. De overgang lag ter hoogte van Willemstad. Op grond hiervan is zowel voor het Haringvliet als het Hollandsch Diep apart een historische referentie bepaald. Verschillen tussen beide trajecten werden vooral gevonden in:

- een bredere intergetijdezone langs de oevers van het Hollandsch Diep;
- de aanwezigheid van biezengorzen in de intergetijdezone van het Hollandsch Diep en het ontbreken daarvan in het Haringvliet;
- de aanwezigheid van zandplaten en rietgorzen in de intergetijdezone van het Haringvliet;
- het ontbreken van vloedbossen en grienden langs het Haringvliet.

De historische ecotopensamenstelling van de Roerdalslenkmaas en Grensmaas werden gedomineerd door een hoog percentage akker- en grasland. Overeenkomsten in de ecotopensamenstelling tussen de riviertrajecten werden gevonden in het aandeel oeverwalecotopen, moerassig grasland, moerassig ooibos, strangen en het voorkomen van steiloevers.

De riviertrajecten Roerdalslenkmaas en Grensmaas onderscheidden zich van elkaar in de verhouding zomerbed-dalvlakte en de verhouding akker-grasland. Het totale aandeel 'ooibos' langs de Grensmaas (10%) was, door het veelvuldig voorkomen van zachthout-ooibos langs de bedding van de Grensmaas, twee maal zo hoog als het aandeel ooibos in de noordelijke de Roerdalslenk (5%).

Een samenvatting van de voorkomende geomorfologische processen in de onderzochte riviertrajecten is weergegeven in tabel 7 (pagina 45). Naast de riviertrajecten uit dit onderzoek zijn ook de Oude Maas, de Beneden Merwede, de Hollandsche Biesbosch, de Afgedamde Maas en de Maaskant in deze tabel opgenomen (Maas, 2000), waardoor voor een gedeelte van het Beneden-rivierengebied en het Maasdal een overzicht ontstaan van de intensiteit van processen in de periode voorafgaand aan de riviernormalisaties. Uit de tabel komen een aantal (voorlopige) trends naar voren:

- Erosie processen waren vooral aanwezig in terrassenrivieren en getijderivieren. In laaglandrivieren was de intensiteit van erosieprocessen geringer.
- Sedimentatie processen speelden in alle rivieren een belangrijke rol. In de terrassenrivieren en getijderivieren was veel sedimentatie in de bedding als ook op de rivier-/uiterwaardvlakte. In de laaglandrivieren trad vooral sedimentatie op in de uiterwaardvlakte in de vorm van opslibbing en dichtslibbing;
- Binnen de getijderivieren nam van west naar oost de beddingerosie af. Deze afname ging gepaard met een toename van de oeverversnijding met krekken. Er was een duidelijk verschil tussen trajecten met aanwassen en trajecten met opwassen;
- De terrassenrivieren kenden, ten opzichte van de laagland- en getijderivieren een hoge procesdiversiteit en -intensiteit. Dit resulteerde in een grote verscheidenheid aan ecotopen.

Aanbevelingen

Aanbevolen wordt om:

- in het kader van het RIZA projectplan 'Morfologische potenties riviertrajecten', op vergelijkbare wijze als bij de Rijntakken, de procesparameters voor de terrassenrivieren te bepalen en vervolgens voor de getijdenrivieren en terrassenrivieren de kansrijkdom voor processen in de huidige situatie te berekenen;
- een samenvattend overzicht voor de Maas en Rijntakken (incl. Benedenrivieren) op te stellen van de verandering van de historische ecotopen langs de lengte-as van de rivier op basis van de 19^e-eeuwse systematische rivierkartering;
- een samenvattend overzicht op te stellen van de kansrijkdom van processen voor zowel de historische als huidige situatie;

- voor planvormende en evaluerende studies één gebiedsdekkende historische referentie voor het Nederlandse rivierengebied te ontwikkelen en deze op te nemen in het daarvoor ontworpen instrumentarium (Decision Support Systems);
- de ontwikkelde kennis over geomorfologische processen geschikt te maken voor inzet in Decision Support Systems (DSS).

1 Inleiding

1.1 Achtergrond

In het kader van het RIZA-projectplan 'Morfologische potenties riviertrajecten' wordt in samenwerking met Alterra, UU en WL onderzoek gedaan naar de relatie tussen geomorfologische processen en patronen van rivierecotopen in het buitendijkse gebied van de grote rivieren. De historische situatie van voor de riviernormalisatie (ca. 1850) dient daarbij als referentie. Verkregen inzichten in de omstandigheden die nodig zijn voor de ontwikkeling van ecotopen worden gebruikt om aan te geven waar zich thans nog kansrijke situaties voordoen voor de ontwikkeling van deze ecotopen. Voor de Rijntakken is reeds onderzoek gedaan naar deze aspecten (Maas et al., 1997). De riviertrajecten in het Benedenrivierengebied en van de Maas hebben een ander karakter dan de Rijntakken, met andere randvoorwaarden (o.a. afvoerregime en getij-invloed) en ingrepen (Nieuwe Waterweg en Delta-werken), waardoor andere processen van belang zijn. Het is daarom gewenst ook voor het Benedenrivierengebied en de Maas de geomorfologische geschiktheid voor ecotopen te onderzoeken. Het uiteindelijke doel is een karakterisering van de Benedenriviertakken en de Maas, waarmee de kansrijkdom voor verschillende ecotopen in beeld gebracht kan worden. Hiervoor ontbreekt het echter nog aan (1) data van peilingen van de waterdiepte in de 19^e eeuw en (2) een historische referentie van het Haringvliet-Hollandsch Diep, de Roerdalslenkmaas en de Grensmaas.

1.2 Doel

Doel van dit onderzoek was:

- Inzicht verkrijgen in de ecotopenverdeling van het Haringvliet- Hollandsch Diep, de Roerdalslenkmaas of Plassenmaas en de Grensmaas voor de situatie rond 1840, door middel van historische ecotopenkaarten en taartdiagrammen van de ecotopenverdeling in representatieve delen van de trajecten van ca. 10 km lengte;
- Inzicht verkrijgen in de ontwikkeling van de ecotopen in relatie tot geomorfologische processen, door middel van een beschrijving daarvan op basis van een analyse van historische kaarten.
- Het verkrijgen van gegevens van de waterdiepte in de periode 1750-1900 in de trajecten Hollandsch Diep-Haringvliet, Afgedamde Maas, Maaskant, Plassenmaas en Grensmaas, door middel van selectie van historische kaarten in diverse archieven.

2 Materiaal en methode

2.1 Kaartmateriaal

Voor de bepaling van de historische ecotopen in het riviertraject Haringvliet-Hollandsch Diep is gebruik gemaakt van de 'Rivierkaart Oude Maas, Amer Hollandsch Diep-Haringvliet, 1^e herziening 1884-1886, schaal 1 : 10 000'. Uit deze serie kaarten zijn de bladen 19 t/m 23, respectievelijk Klundert, Willemstad, Ooltgensplaat Zuid, Ooltgensplaat Noord en Den Bommel in de analyse gebruikt. Omdat de rivierkaarten uit de periode 1830-1850 voor het Hollandsch Diep-Haringvliet niet op korte termijn beschikbaar waren is in afwijking van de vorige ecotopenstudies met deze 1^e herziene versie gewerkt.

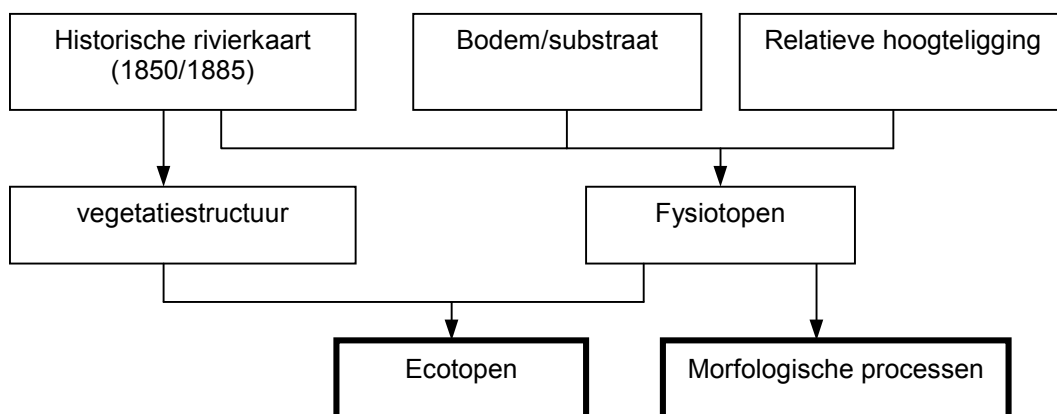
Voor de trajecten Roerdalslenkmaas en Grensmaas is gebruik gemaakt van de 'Kaart van de rivier de Bovenmaas van Visé tot Woudrichem, 1849-1856, schaal 1 : 10.000'. Uit deze serie zijn voor de Roerdalslenkmaas de bladen Horn (10) en Neer (11) uit 1849 gebruikt en voor de Grensmaas de bladen Reckheim (3) en Stein (4) uit 1846-1847.

De bodemgegevens voor deze studie zijn afkomstig van de Bodemkaart van Nederland 1 : 50.000 en een studie naar de alluviale gronden van de Maas (Van den Broek et al., 1964). De hoogtegegevens zijn ontleend aan zowel recente als historische bronnen. Historische gegevens over de hoogteligging van de uiterwaarden of de rivierdalvlakte waren te vinden op de 1^e herziening van de rivierkaarten uit periode 1880-1890. Daarnaast is gebruik gemaakt van het 'Top-10 hoogtepuntenbestand met gegevens uit de periode 1950-1970. Tenslotte bood het Actueel Hoogtebestand Nederland (AHN, 1998) veel informatie over geomorfologische patronen die in historische perioden zijn ontstaan.

De onderzochte riviertrajecten en het gebruikte kaartmateriaal zijn in overleg met de opdrachtgever vastgesteld.

2.2 Historische ecotopenverdeling

Voor de beantwoording van de eerste twee onderzoeksvragen is een werkwijze toegepast zoals weergegeven in figuur 1. De 19^e-eeuwse rivierkaarten vormden het uitgangspunt van het onderzoek (zie par. *kaartmateriaal*). Deze kaarten geven een ruimtelijk beeld van de vegetatiestructuurtypen in deze periode. Dit kaartbeeld is gedigitaliseerd volgens de in subparagraaf *digitaliseren* beschreven methode. De historische vegetatiestructuur is met behulp van recente en historische informatie over de bodemgesteldheid en relatieve hoogteligging, vertaald naar een historische ecotopenkaart. De ecotopen zijn ingedeeld volgens de ecotopenindeling van het Rivier-Ecotopen Stelsel (RES; Rademakers en Wolfert, 1994) en het Benedenrivier-Ecotopen Stelsel (BES; Maas, 1998).



Figuur 1 Werkwijze.

Begrenzing van de riviertrajecten

In het Haringvliet-Hollandsch Diep vormde de zeedijk de begrenzing van het studiegebied. Buitendijkse, bekade gorzen maken dus ook deel uit van het studiegebied.

In het onbedijkte deel van de Maas was het onderscheid tussen de rivierdalvlakte en hoogwatervrij terrein niet eenvoudig te herleiden uit het historisch kaartbeeld. Om de rivierdalvlakte te kunnen begrenzen is gebruik gemaakt van informatie over “hooge rivierstanden” in de periode 1850-1880 op de 1^e herziene versie van de rivierkaarten (1894). Door een verhanglijn te trekken van een hoogwatermeting bovenstrooms van het riviertraject naar een hoogwatermeting benedenstrooms, kon in het riviertraject de hoogte van deze hoogwatergolf worden ingeschat. Voor de Grensmaas is gebruik gemaakt van metingen van de hoge afvoergolf op 22-23 december 1880 aan de Rijkspeilschalen te Maastricht en Maasband met een piekhoogte van resp. 46,7 en 38,5 m +NAP. Deze afvoergolf bereikte op 24 december Roermond en Kessel, waar waterhoogten werden gemeten van resp. 20,7 en 19,3 m +NAP. Deze gegevens zijn gebruikt voor de bepaling van hoogwatervrij terrein in het riviertraject van de noordelijke Roerdalslenk.

Kaartinterpretatie

Omdat voor het Maasdal geen historische overstromingsduurgegevens bekend waren, moest het onderscheid tussen de in het RES gedefinieerde ecotooptypen (oeverwal, uiterwaard en moerassige uiterwaard) indirect uit het beschikbare materiaal worden afgeleid. Het gebruik van kaarten met verschillende schalen en bestanden met verschillende nauwkeurigheid, maakte dat de vertaling naar ecotooptypen niet kon plaatsvinden door een modelmatige stapeling van gegevens, maar ‘slechts’ door een interpretatie van geomorfologische patronen gecombineerd met bodemgegevens, relatieve hoogtegegevens, en het bodemgebruik en percelering op de historische rivierkaarten.

Een dergelijke interpretatie van het kaartbeeld met behulp van bodem- en hoogtegegevens was voor het traject Haringvliet-Hollandsch Diep niet nodig. De

legenda van de historische rivierkaarten sloot rechtstreeks aan op de ecotopenclassificatie van het BES.

Digitaliseren

Van de historische rivierkaarten zijn via RIZA zwart/wit afdrukken op schaal 1 : 10 000 verkregen. Binnen het project is geprobeerd een methode te ontwikkelen om dit type kaartmateriaal (semi)automatisch om te kunnen zetten in een GIS-bestand. Daartoe zijn de zwart/wit afdrukken in grijstinten gescand. De digitale-scans zijn vervolgens met Arcinfo-/Arcviewsoftware gegeorefereerd naar het RD-coördinatenstelsel en hierin ingepast aan de hand van herkenbare topografische objecten zoals kruisingen van wegen en kerktorens. Met behulp van digitale filtertechnieken is geprobeerd de rasters, overbodige topografische informatie en toponiemen zoveel mogelijk uit de kaarten te verwijderen. Voor de relatief eenvoudige, contrastrijke en qua rasters en grijstinten homogene kaartenbladen van het traject Haringvliet-Hollandsch Diep is dit grotendeels gelukt. Waar filtering niet toereikend was zijn bestanden handmatig 'geschoond'. Vervolgens zijn uit deze bestanden, in een conversietraject van image naar grid naar vector, lijnenbestanden gevormd met alle aanwezige grenzen uit de oorspronkelijke kaart. Hieruit zijn de voor deze studie relevante grenzen, d.w.z. grenzen tussen ecotopen in het buitendijkse gebied, geselecteerd en geconverteerd naar een polygonenbestand (vlakken). Tenslotte is aan deze vlakken de ecotoopinformatie toegekend.

Op de historische rivierkaarten van de Roerdalslenkmaas en de Grensmaas stond voor dit onderzoek te veel overbodige topografische informatie. Ook was er te weinig contrast tussen de lijnen en de rasters. Hierdoor bleek het niet mogelijk deze bestanden automatisch te 'schonen' en tegelijkertijd de doorlopende lijnstructuren te bewaren. Voor deze trajecten zijn de relevante grenzen tussen ecotopen vanaf het gegeorefereerde historische kaartbeeld gedigitaliseerd.

2.3 Morfologische processen

De beschrijving van de morfologische processen is in de eerste plaats het resultaat van een visuele beoordeling van de rivierkaarten. De rivierkaarten geven informatie over het voorkomen van eilanden, banken en aanwassen in de bedding en de aanwezigheid van steiloevers. Hieruit konden de processen die ten tijde van de kartering in de bedding nog actief waren worden opgespoord. Van processen die niet direct af te lezen waren uit het kaartbeeld, omdat ze ten tijde van de kartering niet (meer) optraden, liggen de sporen vaak vastgelegd in het geomorfologische patroon van de uiterwaard of rivierdalbodem. Een voorbeeld hiervan is het veelvuldig voorkomen van resten van hoefijzermereen die door het proces van meanderhals-afsnijding zijn ontstaan. Dit geomorfologisch patroon van de uiterwaard/rivierdalbodem is uitgedrukt in fysiotopten. Fysiotopten zijn homogene en duidelijk te begrenzen abiotische eenheden. Vervolgens is een matrix opgesteld waarin op basis van bestaande literatuur de relatie is gelegd tussen fysiotopten en processen. Hoe actief de processen ten tijde van de kartering nog waren kan alleen maar goed worden vastgesteld door kaarten uit verschillende perioden met elkaar te vergelijken.

In dit project is dat alleen visueel gedaan. Voor het traject Haringvliet-Hollandsch Diep is de Rivierkaart 1884-1886 vergeleken met de Topographische en Militaire Kaart (TMK) 1839-1859 schaal 1 : 50 000 en de Chromotopografische kaart des Rijks 1 : 25 000 (Bonnekaart) herziene versie 1908-1909. Voor een globale beschrijving van de bedijkinggeschiedenis is teruggegrepen op de toelichting bij de Bodemkaart van Nederland 1 : 50 000 blad 43.

Voor de trajecten Roerdalslenkmaas en Grensmaas is geen nieuwe kaartvergelijking uitgevoerd, maar is gebruik gemaakt van bestaande kaartanalyses die o.a. in het kader van de Maaswerken zijn gedaan (MER Grensmaas, 1998; Liefveld et al., 2000; Faessen, 1993; Paulissen, 1973)

2.4 Historische waterdiepte

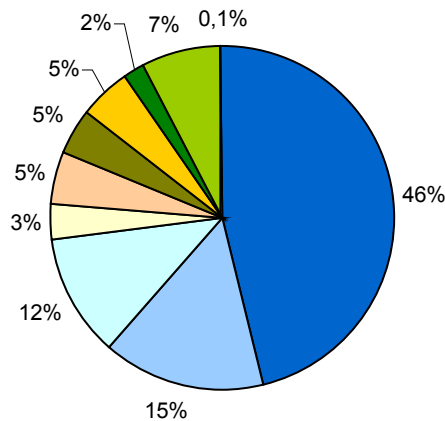
Voor het verkrijgen van gegevens betreffende de waterdiepte in de periode 1750-1900 in de trajecten Hollandsch Diep-Haringvliet, Afgedamde Maas, Maaskant, Roerdalslenkmaas en Grensmaas is uitgegaan van de op Dirkx (1998) gebaseerde lijst van mogelijke bronnen, die door de opdrachtgever is opgesteld. Omdat de gedetailleerde informatie op kopieën van deze kaarten vaak niet leesbaar is, zijn de originele historische kaarten in de diverse archieven geraadpleegd. Bij dit archiefonderzoek zijn de kaarten op hun bruikbaarheid beoordeeld. Bruikbaar zijn leesbare kaarten, met een datering en een referentie waterhoogte; het waterpeil ten opzichte waarvan de peilingen zijn gedaan. Van de geschikte kaarten zijn afdrukken besteld op een formaat, waarbij de diepte-informatie voldoende leesbaar is. Een lijst van gebruikte historische kaarten is weergegeven in bijlage 4.

3 Historische ecotopenverdeling

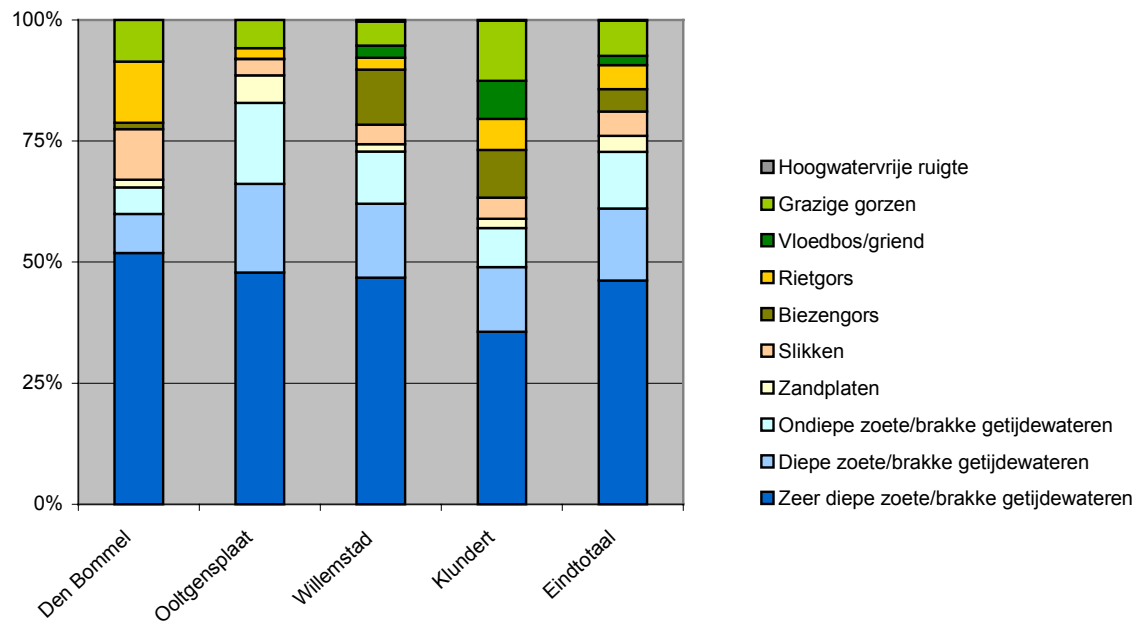
In dit hoofdstuk worden achtereenvolgens de historische ecotopenverdelingen van het Haringvliet- Hollandsch Diep (1885), de Roerdalslenkmaas of Plassenmaas (1849), en de Grensmaas (1848) beschreven.

3.1 Haringvliet-Hollandsch Diep

De kaart van de buitendijkse ecotopen van het Haringvliet-Hollandsch Diep is afgebeeld in bijlage 1. De oppervlakteverdeling van de ecotopen op deze kaart is weergegeven in figuur 2. Dit gegeven is nogmaals weergegeven per historisch kaartblad, van west naar oost, in figuur 3. De kaartbladen Ooltgensplaat Noord en -Zuid zijn in deze figuur samengevoegd. In de laatste kolom staan weer de totalen. Van het eiland Tiengemeten zijn alleen de buitendijkse gebieden opgenomen. De kern van het eiland ligt binnendijs.



Figuur 2 Historische ecotopenverdeling (1885) Haringvliet-Hollandsch Diep (legenda: zie figuur 3).



Figuur 3 Ecotopenverdeling 1885 per kaartblad van west naar oost (%).

In de analyse is onderscheid gemaakt tussen ondiepe, diepe en zeer diepe getijdewateren op basis van de 1.5 m en 3.5 m –ME dieptelijnen op de kaart (ME=middelbare eb= gem. laagwaterstand in de zomermaanden 1871-1880) Deze klassengrenzen wijken enigszins af van de in het RWES-aquatisch gebruikte indeling. Daarin worden de grenzen in estuaria tussen ondiep-matig diep en matig diep-deep gelegd bij resp. 1.0 en 3.0 m –GLW. Het ecotoop ondiepe zoete/brakke getijdewateren wordt in deze studie in vergelijking met de indeling volgens het RWES-aquatisch dus iets overschat.

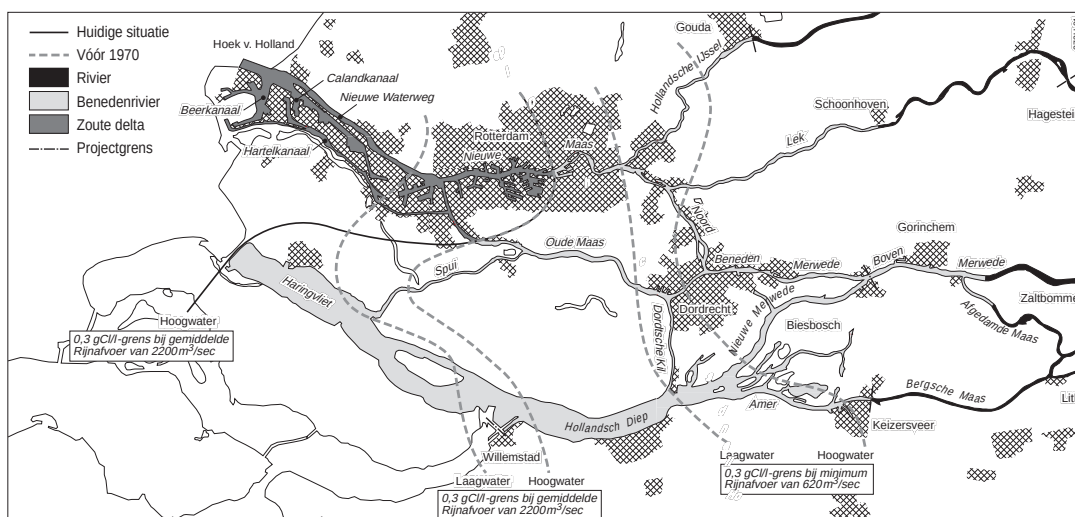
In tabel 1 zijn de oppervlakten van de ecotopen uitgedrukt in hectaren.

Tabel 1 Oppervlakte van de ecotopen (ha) per kaartblad van west naar oost en het eindtotaal.

Ecotoop (BES)	Omschrijving	Den Bommel	Ooltgensplaat		Willemstad	Klundert	Eindtotaal
			Noord	Zuid			
Bz	Zeer diepe zoete/brakke getijdewateren	928	1055	783	1018	589	4373
Bd	Diepe zoete/brakke getijdewateren	144	265	442	332	220	1404
Bo	Ondiepe zoete/brakke getijdewateren	99	215	425	234	134	1108
Bs-2	Platen	27	48	171	33	31	311
Bs-3	Slikken	188	18	114	87	72	479
Kr-0	Biezengors	23	1	0	248	163	436
Kr-2	Rietgors	226	82	0	54	106	468
Kb/Gb	Vloedbos/griend				55	129	183
Gg	Grazige gorzen	154	163	62	107	206	693
Hr	Hoogwatervrije ruigte	0	0	0	8	2	10
	Totaal	1790	1848	1998	2176	1653	9465

De samenstelling van de ecotopen werd in dit traject gedomineerd door de zeer diepe, diepe en ondiepe zoete/brakke getijde wateren (resp. Bz, Bd en Bo). Tezamen namen de aquatische ecotopen drieënzeventig procent van de buitendijkse ruimte in beslag. Twaalf procent waren getijdewateren ondieper dan 1,5 m, gemeten ten opzichte van de gemiddelde laagwaterstand in de zomermaanden. Circa dertig procent van de buitendijkse ruimte behoorde tot de intergetijde zone of de supra-getijdezone. Deze oppervlakte was min of meer gelijkwaardig verdeeld over de verschillende ecomorfologische zones: platen (Bs-2) en slikken (Bs-3) 8%; biezen- en rietgorzen (Kr-0, Kr-2) 10%; vloedbossen/grienden (Kb/Gb) en grazige gorzen (Gg) 9%. De grazige gorzen en grienden waren in de meeste gevallen omgeven door een kade en inundeerden alleen bij waterstanden boven GHW (supra-getijdezone). Slechts een zeer klein percentage is als hoogwatervrije ruigte (Hr) gekarteerd. De oppervlakte van de dijken is niet in de berekening meegenomen.

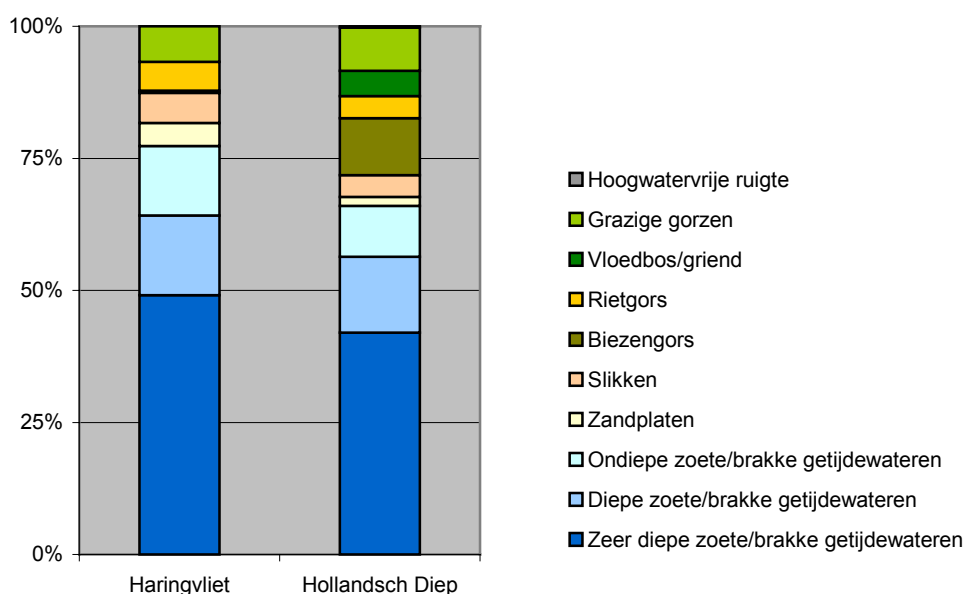
Uit de verdeling van de ecotopen per kaartblad blijkt dat niet alle ecotopen overal in gelijke mate voorkomen. Het meest oostelijke kaartblad Klundert heeft de kleinste oppervlakte water. De oostelijke kaartbladen Klundert en Willemstad hebben ook een relatief kleine oppervlakte zandplaten en slikken. In westelijke richting neemt de oppervlakte hiervan toe. Opvallend is ook het relatief grote aandeel zandplaten op de bladen Ooltgensplaat Noord en - Zuid ter hoogte van de aansluiting met het Volkerak. Op het kaartblad Den Bommel bestaat de lage intergetijde zone weer hoofdzakelijk uit slikken. Een ander opvallend verschil tussen de twee oostelijke en westelijke kaartbladen was het voorkomen van biezen- en vloedbossen/grienden. In deze studie zien we dat biezen- en vloedbossen/grienden naar het westen in de successie werden vervangen door rietgorzen. Alleen in de monding van het Spui kwamen nog biezen- en vloedbossen/grienden voor. Vloedbossen/grienden kwamen ten westen van Willemstad niet meer voor. In de studie naar o.a. de historische ecotopen-samenstelling van de Oude Maas (Maas, 2000) is ook waargenomen dat ten westen van de lijn Oud-Beijerland-Willemstad niet of nauwelijks vloedbossen meer voorkwamen.



Figuur 4 Overzicht van de brakwatergrenzen in het benedenrivierengebied (Maas, 1998 naar Zonneveld, 1960).

De waargenomen verschillen in ecotopenverdeling tussen het oostelijk en westelijk deel van het onderzochte traject lijken goed samen te vallen met de grens tussen zoet- en brakwater bij gemiddeld hoogwater (GHW) en een gemiddelde rivierafvoer (2200m³/sec. bij Lobith) zoals deze door Zonneveld (1960) is vastgesteld voorafgaand aan de afsluiting van het Haringvliet. Overigens staat niet vast dat anno 1885 de grens tussen zoet en brak op dezelfde plaats lag.

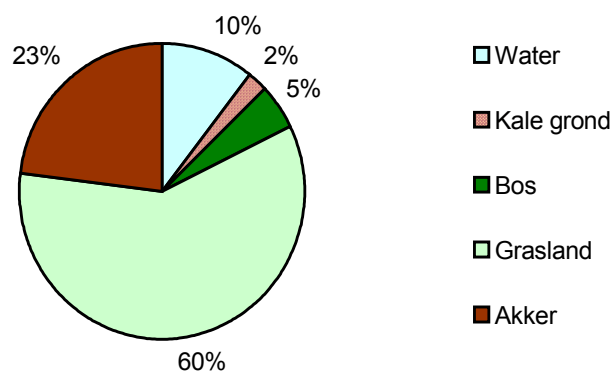
De conclusie is dat op grond van de ecotopensamenstelling per kaartblad er een onderscheid kan worden gemaakt tussen het riviertraject Hollandsch Diep en het riviertraject Haringvliet. Als historische referentie voor het Hollandsch Diep gelden de kaartbladen Klundert en Willemstad. Als historische referentie voor het Haringvliet gelden de kaartbladen Ooltgensplaat Noord en –Zuid en Den Bommel. De historische referentie voor beide riviertrajecten is weergegeven in figuur 5.



Figuur 5 Historische ecotopenverdeling Haringvliet en Hollandsch Diep 1885.

3.2 Roerdalslenkmaas

De kaart van de historische ecotopen van het dal van de Maas in de noordelijke Roerdalslenk is afgebeeld in bijlage 2. De oppervlakteverdeling van het historisch grondgebruik in dit deel van het Maasdal is weergegeven in figuur 6. In figuur 7 en 8 is dit verder uitgewerkt naar ecotopen. De oppervlakte van de ecotopen in hectaren is vastgelegd in tabel 2. Het deel van het rivierdal dat als hoogwatervrij is geclassificeerd is in onderstaande analyses niet meegenomen.

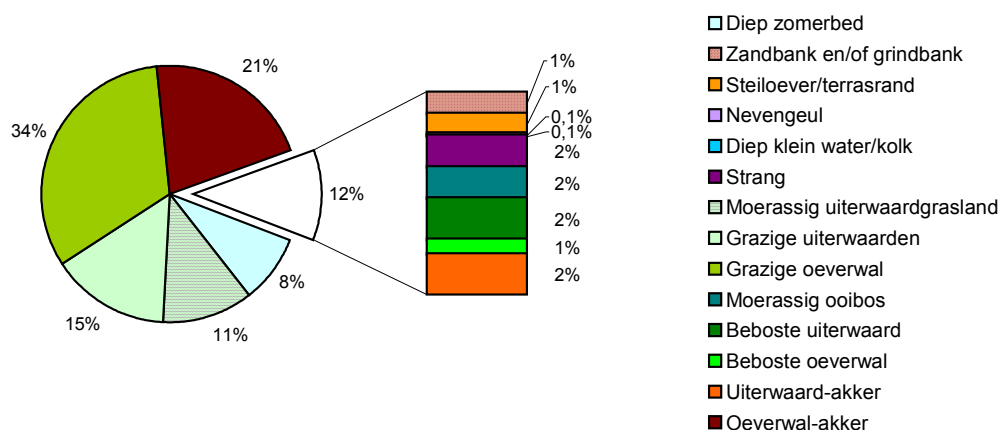


Figuur 6 Grondgebruik (vegetatiestructuur) in de Roerdalslenk in 1849.

Diep zomerbed (Zd) en beekstrang (Ws-5) waren de belangrijkste aquatische ecotopen in het Maasdal van de Roerdalslenk. Uit de 1^e herziene rivierkaart (1903) blijkt dat de zomerbedding, met uitzondering van de binnenbochten van meanders, dieper was dan 1.5 m –GLW. De kaarten geven geen informatie over het beddingsubstraat. Uit het feit dat men in het begin van de twintigste eeuw in de bedding begon met de winning van grind en het feit dat de oeverwalssystemen bestonden uit zandige zavel (profielopbouw ‘fining upwards’) nemen we aan dat de bedding zowel uit grind als zand bestond.

Vanaf de hoger gelegen terrassen mondden een aantal beken uit in de Roerdalslenk. In het onderzochte traject waren de Swalm en de Neerbeek de belangrijkste beken. Vanaf het moment dat deze beken het Maasdal bereikten volgden ze het patroon van oude volgeslibde meandergeulen langs de terrasrand. Vanuit de hogergelegen terrassen kwelde grondwater naar de oude meandergeulen. Deze kwelstroom was blijkbaar zo sterk dat ook in restgeulen waarin geen beken uitmondden, zich kleine beeksystemen hadden ontwikkeld. Langs het zomerbed kwam een beperkt aantal aangekoppelde strangen (Ws-1) voor die niet werden gevoed door beek en/of kwelwater vanaf het terras. Afgesloten strangen (Ws-2) kwamen in dit riviertraject niet voor.

Twee procent van de oppervlakte was kale grond. Hiertoe behoorden alle onbegroeide delen die niet als akker in gebruik waren. Het belangrijkste ecotooptype binnen dit grondgebruik waren zand en/of grindbanken in het zomerbed (Zs-1). In



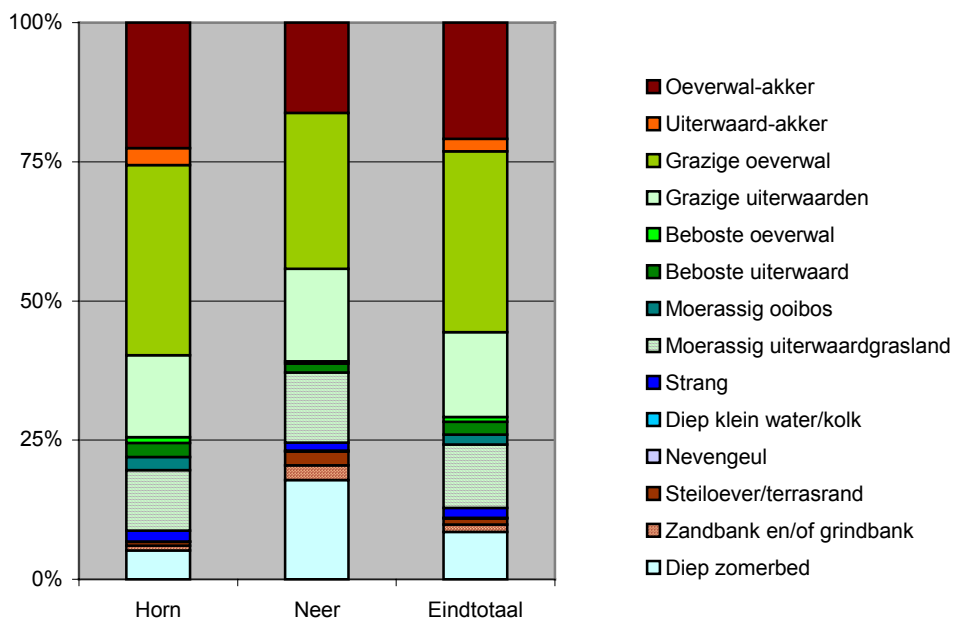
Figuur 7 Historische ecotopenverdeling (1849) Roerdalslenkmaas.

de buitenbocht van meanders kwamen veelvuldig steiloevers in alluviale- en oudere rivierterrasgronden (Zs-5) voor. Vooral ter hoogte van Neer trad erosie op van het laagterras door ondergraving van het zomerbed. Aan de voet van dergelijk erosioevers bevonden zich smalle rivierstrandjes. De historische kaarten geven geen informatie over het substraat van de banken in het zomerbed. Verondersteld wordt dat dit zowel zand als grind is geweest.

Circa vijf procent van de oppervlakte was bedekt met bos. Een belangrijk deel hiervan was ooibos of struweel op laaggelegen aanwaszones langs de bedding van de Maas. Omdat het onderscheidt tussen bos en struweel niet kon worden gemaakt is al het bos in deze positie aangeduid als uiterwaard zachthoutooibos (tabel 2: Ub-3). Een ander deel van het bos lag in de oude meanderrestgeulen tegen de terrasrand. Dit bos is aangeduid als beboste, moerassige uiterwaard (Mb). Hoogst waarschijnlijk waren dit door kwel beïnvloedde broekbossen (Mb-5). Daarnaast kwamen in het rivierdal een aantal grote boomgaarden voor, in tabel 2 aangeduid als uiterwaardproduktiebos (Ub-5, Ob-5). Kleinere fragmenten bos, aangetroffen op hogere, ver van de bedding gelegen delen van de dalvlakte zijn geclassificeerd als uiterwaard/oeverwalhardhoutooibos (Ub-1, Ob-1). Op de ecotopenkaart (bijlage 2) zijn de bossen geaggregeerd naar het fysiotoop waarop ze voorkwamen: oeverwal-ooibos, uiterwaard-ooibos en beboste moerassige uiterwaard.

Zestig procent van de dalvlakte bestond uit grasland. De meeste graslanden (34%) lagen in een brede relatief hooggelegen zone van jonge oeverwal- en kronkelwaardafzettingen aan weerszijde van de rivier. Dat het waarschijnlijk oeverwalgraslanden waren (Og) valt zowel op te maken uit morfologische positie als uit het bodemsubstraat (lichte zavel). De graslanden in volgeslibde meanderrestgeulen zijn gerekend tot de uiterwaardgraslanden (Ug), met uitzondering van de meanderrestgeulen langs de terrasrand, waar onder invloed van kwel waarschijnlijk moerassige uiterwaard- c.q. kwelgraslanden voorkwamen. (Mg).

Bijna een kwart van de oppervlakte was akkerland. De akkers bevonden zich vooral op oudere, relatief ver van de huidige bedding afgelegen kronkelwaard en oeverwal complexen (Ur-3,Or-3).



Figuur 8 Ecotopenverdeling van de Roerdalslenkmaas in 1849 per kaartblad van zuid naar noord (%).

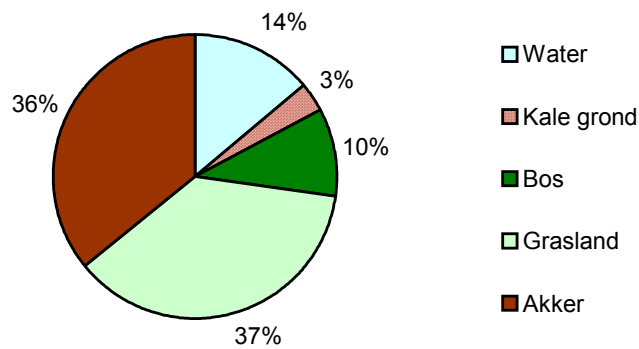
Uit figuur 8 zou men kunnen opmaken dat er een verschil zou bestaan tussen de historische ecotopensamenstelling van de kaartbladen Horn en Neer. Dit verschil wordt vrijwel geheel veroorzaakt door het feit dat de rivierdalbodem van de Maas in noordelijke richting steeds smaller werd. De oppervlakte van de rivierdalbodem op het kaartblad Neer was maar een derde van die op het kaartblad Horn. De dimensies van het zomerbed waren op beide kaartbladen wel gelijk, waardoor relatief gezien het aandeel zomerbed op het kaartblad Neer veel groter was. Dit gold in zekere zin ook voor de aan het zomerbed gekoppelde ecotopen zand- en/of grindbank en steilrand. Toch nam het aandeel steilrand in noordelijke richting ook in absolute zin toe. In de flessenhals tussen Swalmen en Neer waar het brede Maasdal van de Roerdalslenk overgaat in het smalle en diep ingesneden Peelhorstdal trad meer erosie van de terrasranden op. In de onderlinge verhouding tussen de overige ecotopen lijken de beide kaartbladen ten opzichte van elkaar weinig te verschillen. De conclusie is dat de gemiddelde ecotopenverdeling (Eindtotaal) van de kaartbladen Horn en Neer de meest bruikbare historische referentie is voor de Roerdalslenkmaas. Met als opmerking dat de oppervlakte zomerbed licht is overschat.

Tabel 2 Oppervlakte van de ecotopen van de Roerdalslenkmaas in 1849 (ha) per kaartblad van zuid naar noord en het eindtotaal.

Ecotoop (RES)	Omschrijving	Horn	Neer	Eindtotaal
Zo-1	Diep zomerbed	72	88	160
Zs-1	Zandbank en/of grindbank	12	13	25
Zs-5	Steiloever/terrasrand	9	12	21
Wn-1	Nevengeul	1	1	2
Wp-3	Diep klein water/kolk	0	0	0
Ws	Strang	27	7	34
	<i>Ws-1 Aangekoppelde strang</i>	8	0	8
	<i>Ws-2 Afgesloten strang</i>	0	0	0
	<i>Ws-5 Beekstrang/beek</i>	19	7	26
Mg	Moerassig uiterwaardgrasland/kwelgrasland	151	62	214
Ug	Grazige uiterwaarden	205	82	287
Og	Grazige oeverwal	474	138	612
Mb	Moerassig ooibos	33	0	33
Ub	Beboste uiterwaard	35	8	44
	<i>Ub-1 Uiterwaard hardhoutooibos</i>	4	1	5
	<i>Ub-3 Uiterwaard zachthoutooibos</i>	29	4	34
	<i>Ub-5 Uiterwaard productiebos/boomgaard</i>	2	3	5
Ob	Beboste oeverwal	14	2	16
	<i>Ob-5 Oeverwal productiebos/boomgaard</i>	14	2	16
Ur-3	Uiterwaard-akker	42	0	42
Or-3	Oeverwal-akker	313	80	393
	Eindtotaal	1388	495	1883

3.3 Grensmaas

De kaart van de historische ecotopen van de Grensmaas tussen Itteren en Stein is afgebeeld in bijlage 3. De oppervlakteverdeling van het historisch grondgebruik in dit deel van het Maasdal is weergegeven in figuur 9. In figuur 10 en 11 is dit verder uitgewerkt naar ecotopen. De oppervlakte van de ecotopen in hectaren is vastgelegd in tabel 3. Ook in het rivierdal van de Grensmaas is het hoogwatervrij terrein in onderstaande analyses niet meegenomen. De Grensmaas tussen Itteren en Stein was in 1846 een ondiepe grindrivier (Zo-1). Uit de 1^e herziene rivierkaart (1894-1895) blijkt dat grote delen van de zomerbedding bij laag water ondieper waren dan 1.5 m. Hetzelfde blijkt uit een dwarsprofiel in een meander bij Herbricht uit 1902 (Paulissen, 1973). Alleen in de buitenbocht van een meander kon de bedding een diepte van 3 á 4 m aannemen. Watervoerende strangen kwamen langs de Grensmaas nauwelijks voor. Vanaf de hoger gelegen terrassen aan de oostzijde mondden een aantal beken uit in het dal van de Grensmaas. De beek met het grootste stroomgebied was de Geul die ten noorden van Itteren in de Maas uitmondde. Ook vanaf Belgische zijde stroomden een aantal beken door de rivierdalvlakte naar de Maas. De beken volgden in het Maasdal het patroon van oude volgeslibde meandergeulen en worden daarom in de ecotopenclassificatie aangeduid als beekstrangen.

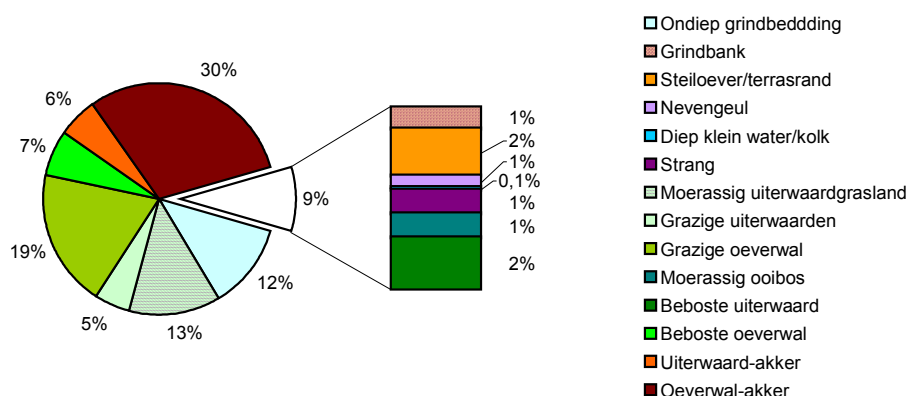


Figuur 9 Grondgebruik (vegetatiestructuur) in het dal van de Grensmaas tussen Itteren en Stein in 1846.

Op verschillende plaatsen verspreid over het traject lagen kleine en grote onbegroeide grindbanken (Zs-1) als eilanden in de bedding. De rivier werd verdeeld in een hoofdgeul en nevengeul (Wn-1). De meest prominente eiland-nevengeul-situatie lag in 1846 bij Herbricht. Tussen twee scherpe meanderbochten lag een groot eiland: Steengrind.

In het gehele traject lagen in de meanderbinnenbochten grindbanken. De oevers in de meanderbuitenbochten waren steiloevers. De hoogste steiloever met een hoogte van 20 m. lag ten noorden van Elsloo. Hier werd de Schaarberg door de Maas ondergraven.

Tien procent van de oppervlakte was bedekt met bos. Bijna de helft van het bos was ooibos of struweel op hoog- en laaggelegen aanwaszones (kronkelwaarden en oeverwallen) in de binnenbocht van meanders. Het onderscheid tussen bos en struweel kon ook hier op basis van de kaarten niet worden gemaakt. De bossen op kronkelwaardruggen en oeverwallen zijn geheel onder de noemer oeverwal zachthoutooibos (Ob-3) in kaart gebracht. Bossen in de lagere delen van de aanwaszone langs de bedding zijn als uiterwaard-(zachthout)ooibos (Ub-3) op de ecotopenkaart weergegeven. Rond de dorpen langs de Grensmaas, lagen veel boomgaarden. Deze zijn in tabel 3 aangeduid als uiterwaardproductiebos (Ub-5). Bossen in een oude meanderrestgeul tegen de oostelijke terrasrand zijn als beboste moerassige uiterwaard (Mb) geclassificeerd. Bossen, gelegen in oude, niet door kwel beïnvloedde restgeulen of op oudere oeverwalcomplexen, zijn gekarteerd als uiterwaard- en oeverwalhardhoutooibos (Ub-1, Ob-1). Op de ecotopenkaart (bijlage 3) zijn de bossen geaggregeerd naar het fysiotoop waarop ze voorkwamen: oeverwal-ooibos, uiterwaard-ooibos en beboste moerassige uiterwaard.



Figuur 10 Historische ecotopenverdeling in het dal van de Grensmaas in 1846-1847 tussen Itteren en Stein.

Ruim een derde van de dalvlakte bestond uit grasland. Vijftig procent van de graslanden lag in de hooggelegen aanwaszone van jonge oeverwal- en kronkelwaardafzettingen aan weerszijde van de rivier: oeverwalgraslanden (Og). De overige graslanden lagen in beekdalen en volgeslibde meanderrestgeulen. De grootste oppervlakte laaggelegen graslanden lag tegen de oostelijke terrasrand nabij Geulle. De in deze studie gebruikte bronnen waren niet eenduidig over de hydrologische situatie van deze graslanden. Het is onduidelijk of hier in 1846 kwelwater uittrad vanaf het Maasterras of dat deze laagte slechts werd beïnvloed door rivierkwel bij hogere afvoeren. Uit het verkavelingspatroon en grondgebruik op de rivierkaart zou kunnen worden afgeleid dat het permanent natte graslanden waren. De bodemkaart 1 : 50.000 geeft hiervoor geen enkele indicatie. Wel weten we dat de grondwaterstand in het Maasdal in de vorige eeuw sterk is gedaald. Door het uitdiepen van de bedding van de Maas is de ontwateringsbasis verlaagd. De hydrologische informatie van de Bodemkaart komt waarschijnlijk niet overeen met de situatie in 1846. De graslanden in de meanderrestgeul langs de oostelijk terrasrand zijn daarom als moerassige uiterwaard- c.q. kwelgraslanden (Mg) op de ecotopenkaart gezet. Laaggelegen graslanden in de jonge aanwaszone, zoals graslanden in kronkelwaardgeulen, zijn weergegeven als uiterwaardgraslanden (Ug).

De oppervlakte akkerland (36%) was vrijwel gelijk aan de oppervlakte grasland. De akkers bevonden zich zowel op oudere als jongere kronkelwaard- en oeverwalafzettingen (Ur-3,Or-3). In veel gevallen grensden akkers aan de bedding.



Figuur 11 Ecotopenverdeling van de Grensmaas in 1846 per kaartblad van zuid naar noord (%).

Uit figuur 11, waarin per kaartblad de ecotopenverdeling is weergegeven, blijkt dat de verschillen tussen Rechheim en Stein vooral worden veroorzaakt door de natte graslanden tegen de oostelijke terrasrand op het blad Rechheim en de steilrand bij Elsloo op het blad Stein. Dit verschil biedt onvoldoende basis om op grond van de ecotopenverdeling tot een nadere opsplitsing van het riviertraject over te gaan. De ecotopenverdeling in de kolom 'eindtotaal' is daarom goed bruikbaar als historische referentie.

Tabel 3 Oppervlakte van de ecotopen van de Grensmaas in 1846 (ha) per kaartblad van zuid naar noord en het eindtotaal.

Ecotoop	Omschrijving	Rechheim	Stein	Eindtotaal
Zo-1	Ondiep grindbeddding	95	99	194
Zs-1	Grindbank	8	10	18
Zs-5	Steiloever/terrasrand	3	32	36
Wn-1	Nevengeul	6	3	9
Wp-3	Diep klein water/kolk	1	1	2
Ws	Strang	11	7	18
	<i>Ws-1 Aangekoppelde strang</i>	1	3	4
	<i>Ws-2 Afgesloten strang</i>	0,3	0,5	0,8
	<i>Ws-5 Beekstrang/beek</i>	10	3	13
Mg	Moerassig uiterwaardgrasland/kwelgrasland	167	38	205
Ug	Grazige uiterwaarden	31	50	81
Og	Grazige oeverwal	114	191	305
Mb	Moerassig ooibos	10	9	19
Ub	Beboste uiterwaard	17	22	39
	<i>Ub-1 Uiterwaard hardhoutooibos</i>	1	12	12
	<i>Ub-2 Uiterwaard zachthoutooibos</i>	5	5	10
	<i>Ub-5 Uiterwaard productiebos/boomgaard</i>	11	6	17
Ob	Beboste oeverwal	30	75	105
	<i>Ob-1 Oeverwal-hardhoutooibos</i>	2	9	11
	<i>Ob-3 Oeverwal-zachthoutooibos</i>	10	50	60
	<i>Ob-5 Oeverwal-productiebos/boomgaard</i>	18	16	34
Ur-3	Uiterwaard-akker	75	14	89
Or-3	Oeverwal-akker	224	264	488
	Totaal	840	911	1751

4 Morfologische processen

4.1 Indeling

In dit hoofdstuk wordt de relatie gelegd tussen de ecotopensamenstelling op de historische rivierkaarten en de achterliggende geomorfologische processen. Alvorens een beschrijving te geven van deze processen per riviertraject is in tabel 4 een overzicht opgesteld van de meest voorkomende processen en de bijbehorende fysiotopen (homogene abiotische eenheden).

Tabel 4 Processen en fysiotopen.

Processen	Fysiotopen		
	Getijderivier	Laaglandrivier	Terrassenrivier
Erosie			
 Meanderbocht afsnijding		rivierbedding strang (hoefijzermeer)	rivierbedding strang (hoefijzermeer)
 Beddingerosie	getijgeul	rivierbedding	rivierbedding terrasvorming
 Oevererosie	kliffen	afslagoevers aangesneden stuwwal	afslagoevers terrasrand
 Oeverversnijding	kreken wiel	crevasse wiel	ingesneden beekloop wiel
Sedimentatie			
 Opwas	platen killen	eilanden nevengeulen	eilanden nevengeulen
 Aanwas	slikken zeestrand	hoge kronkelwaard lage kronkelwaard alternerende banken	hoge kronkelwaard lage kronkelwaard alternerende banken
 Oeverwalvorming	getij oeverwal	rivieroeverwal	rivieroeverwal
 Opslibbing	gorzen	uiterwaardvlakte	rivierdalvlakte
 Dichtslibbing	verlaten killen	strangen	strangen
 Verstuiving	kustduinen	rivierduinen	rivierduinen

De pijlen in de tabel geven de hoofdrichting aan van de erosie- en sedimentatieprocessen:

- verticale erosie 
- laterale erosie 
- verticale accretie 
- laterale accretie 

Meanderbochtafsnijding, oeverversnijding en verstuiving zijn processen met zowel een duidelijke verticale als laterale component.

De bij de processen behorende fysiotopen zijn onderverdeeld naar riviertype. De riviertypen onderscheiden zich van elkaar op grond van lange termijn processen (tabel 5). Deze processen worden beïnvloed door onafhankelijke factoren als zeespiegelstijging en tektoniek.

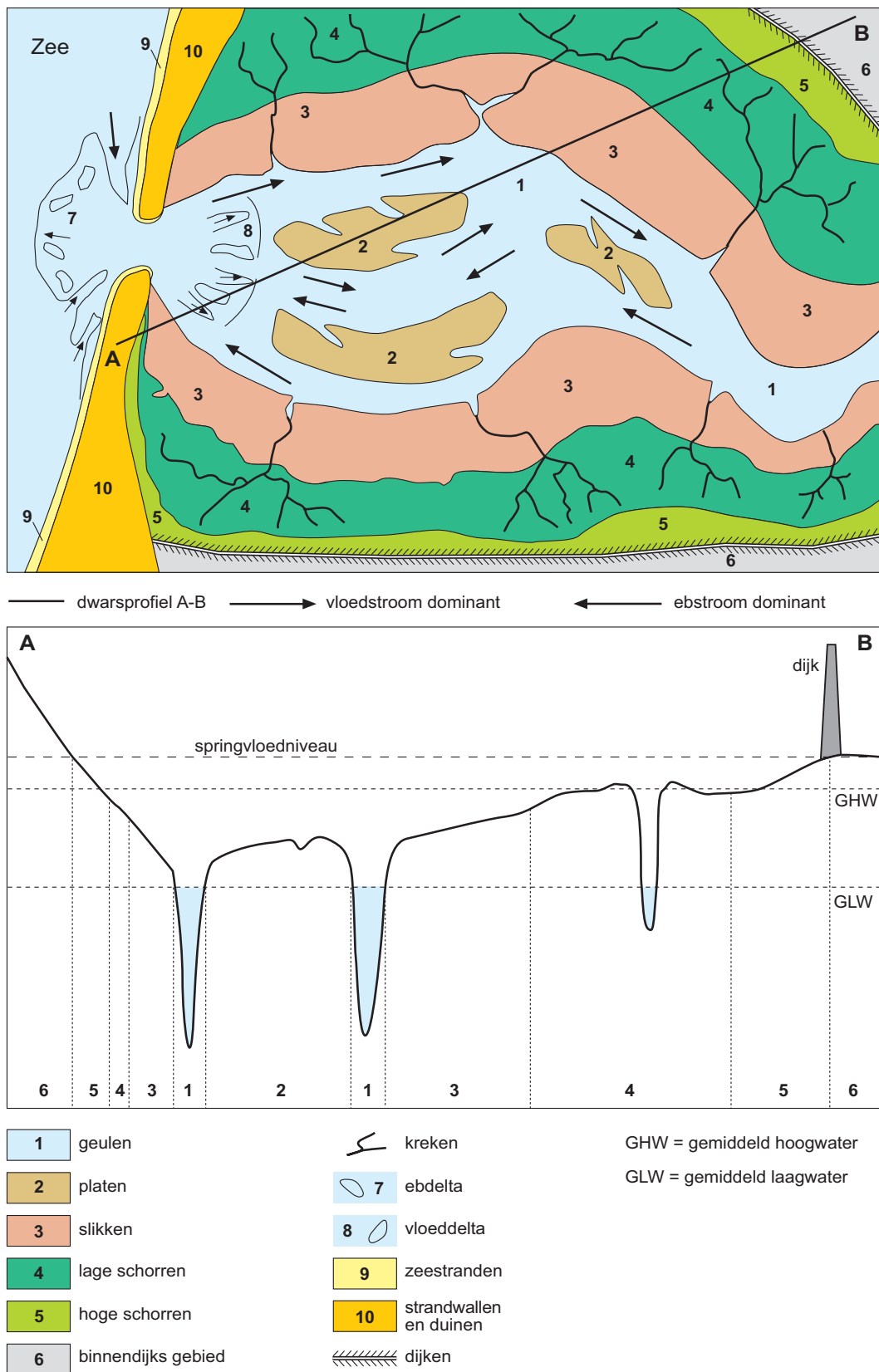
Tabel 5 Indeling van de riviertypen.

Riviertype	Dominant proces
Getijde rivier	Sedimentatie
Deltarivier	Sedimentatie/transport
Terrassenrivier	Erosie/transport

4.2 Processen in estuaria

In figuur 12 zijn schematisch de in een estuarium voorkomende fysiotopen weergegeven. Kenmerkend voor een estuarium is de naar buiten gerichte ebstroom en de naar binnen gerichte vloedstroom. Bij de kentering van het getij neemt de stroomsnelheid af tot nul en neemt daarna weer toe in de tegenovergestelde richting. De stroming is bij de ebstroom sterker omdat ook het rivierwater moet worden afgevoerd. Door de hoge stroomsnelheden zijn de getijgeulen (1) diep. De verschillende geulen worden vaak niet in gelijke mate door de eb- en vloedstroom gebruikt. In bepaalde geulen treden sterke vloedstromen op terwijl andere geulen vooral benut worden door de ebstroom. Men spreekt dan over eb- en vloedscharen. Dit effect kan ook optreden in de situatie dat twee estuariumarmen bij elkaar komen, zoals bij het Haringvliet en het Volkerak. Tussen de geulen liggen platen (2), zandige opwassen die bij laagwater droogvallen. Doordat de getijgeulen zich voortdurend verleggen veranderen ook de platen van vorm en positie. De hoge morfodynamiek zorgt ervoor dat deze platen vaak onbegroeid blijven. In de monding van het estuarium kan op de hoger gelegen platen bij laagwater duinvorming optreden.

Langs de randen van de getijgeulen liggen de slikken (3). Slikken worden gevormd door het proces van aanwas ofwel laterale accretie. Het substraat van de slikken is vaak slibrijker dan dat van de platen, maar kan ook verrassend zandig zijn. Slikken liggen in de lage intergetijdezone, direct boven GLW. Vanaf een overstromingsduur kleiner dan 50% raken de slikken begroeid met pioniervegetaties. In het zoete tot brakke deel van het estuarium wordt deze eerste fase in de successie meestal gevormd door biezengors. Vanaf het moment dat de slikken hiermee begroeid raken worden ze schorren of gorzen genoemd: biezengors (4). Met het toenemen van de begroeiing wordt tijdens hoogwater steeds meer fijn sediment door de planten ingevangen. Dit is het proces van opslibbing of verticale accretie. Naarmate het biezengors verder opslibt, verandert de vegetatie in riet: rietgors. Ook deze rietgorzen bevinden zich nog beneden het GHW-niveau. Vanaf ca. 40 cm beneden het gemiddeld hoogwaterniveau komen onder natuurlijke omstandigheden in het zoete deel van het estuarium vloedbossen tot ontwikkeling.



Figuur 12 Schematische weergave van de verschillende fysiotoopen in een estuarium. Naar Vos en Van Heeringen, in Berendsen, 1996.

In de historische situatie werden rietgorzen omgevormd tot wilgengrienden. In figuur 12 liggen deze grienden op de positie van de hoge gorzen (5). Deze grienden werden meestal voorzien van een kade. Tenslotte raakten ook de grienden te hoog opgeslibd en werden ze omgezet in grasland. Dit grasland werd uiteindelijk binnengedijkt (6) en aan het estuarium onttrokken.

De slikken en gorzen worden doorsneden door kreken. Hoewel kreken op zichzelf erosieve vormen zijn, dragen zij bij aan de opslibbing en ontwikkeling van het gors. Wanneer het gors overspoeld raakt van uit het kreeksysteem wordt fijn materiaal in een smalle rug langs de kreek afgezet en vormt zich een getijoeverwal.

Aan de processen in het mondingsgebied van het estuarium wordt in dit onderzoek geen aandacht besteed.

4.3 Processen Haringvliet-Hollandsch Diep

Het historisch kaartbeeld 1885 van het Haringvliet-Hollandsch Diep en de daaraan ontleende verdeling van ecotopen/fysiotopen vertoont sterke overeenkomsten met de schematische weergave van fysiotopen in het estuarium (Fig. 12). We kunnen hieruit opmaken dat de volgende processen in het estuarium van het Haringvliet-Hollandsch Diep actief waren:

- beddingerosie;
- opwas;
- aanwas;
- opslibbing;
- dichtslibbing;
- oeverversnijding.

Beddingerosie

Meer dan de helft van de getijdewateren in het Haringvliet-Hollandsch Diep bestond uit zeer diep water, ofwel getijgeulen. Met name daar waar getijgeulen werden gescheiden door platen kan de activiteit van deze geulen worden afgelezen. Op de kaart van 1885 komen vooral ten noorden van Ooltgensplaat een aantal opwassen in de vorm van zandplaten voor. Uit vergelijking met de topografische kaart van 1850 (TMK, 1839-1859) blijkt dat deze zandplaten ca. 30 jaar eerder ook al bestonden maar dat de morfologie in 30 jaar wel sterk was veranderd. De conclusie die hieruit kan worden getrokken is dat beddingerosie een actief proces was.

Opwas

Grote opwassen kwamen op de kaart van 1885 vooral ten noorden van Ooltgensplaat voor. Maar ook in het Hollandsch Diep kwamen een aantal kleinere platen voor. Deze laatste bevonden zich in vergelijking met de platen in het Haringvliet toch wat meer in de oeverzone. Mogelijk hangt dit samen met een geringere betekenis van het mechanisme van eb- en vloed-schaar. Omdat het oostelijk deel van het Hollandsch Diep in vergelijking met het Haringvliet wat minder diep

In de kaart is zowel de ecotopen- als fysiotopenzonering opgenomen. In 1885 heerste hier een getijverschil van 207 cm tussen eb en vloed. De mediane ebstand (ME) was 77 cm –AP en de mediane vloedstand (MV) was 130 cm +AP. In tabel 6 is een overzicht gegeven van de hoogtemetingen in en nabij het kaartfragment in de verschillende ecotoopzones.

De morfologische ontwikkeling van vóór 1885 kan ook worden afgelezen uit de bedijkinggeschiedenis van de aan het Hollandsch Diep-Haringvliet grenzende polders. Als vier ankerpunten rond het studiegebied liggen de 15^e en 16^e-eeuwse polders Strijen en Korendijk aan de noordzijde en Ooltgensplaat en Willemstad aan de zuidzijde. De min of meer ronde vormen van deze polders geven aan dat we hier te maken hebben met opgewassen resten oud-veenland, zoals Strijen, of zandige opwassen zoals Ooltgensplaat. In de zeventiende tot en met de negentiende eeuw vormen zich vooral aan de noordzijde langgerekte aanwasvelden tussen Strijen en Korendijk. Uit de vorm van de polders kunnen we opmaken dat gedurende de voorafgaande eeuwen het proces van aanwas van een brede intergetijdezone langs de oever steeds actief is geweest. Zandige opwassen (eilanden in de getijderivier) die uitgroeiden tot volwaardige gorzen kwamen beperkt voor. De enige bedijkte opwas in het systeem die in de 18^e en 19^e eeuw op deze wijze is ontstaan, is het eiland Tiengemetten.

Opslibbing

Opslibbing is het proces van verticale accretie van begroeide slikken en gorzen door invang van slib in de vegetatie tijdens de vloed. Afgaande op de ecotopenzonering in de intergetijdezone en de voortgaande inpoldering van hoge gorzen is dit in het estuarium Haringvliet-Hollandsch Diep een zeer actief proces geweest.

Dichtslibbing

Op de historische rivierkaart komt dit proces alleen voor langs de noordoever van het Hollandsch Diep ter hoogte van Strijensas. Hier slibden twee verlaten killen gelegen tussen de vaste oever, De Plaat van het Land van Esch en de Zeehondenplaat vrij snel dicht. Elders in het traject is dit proces niet waargenomen.

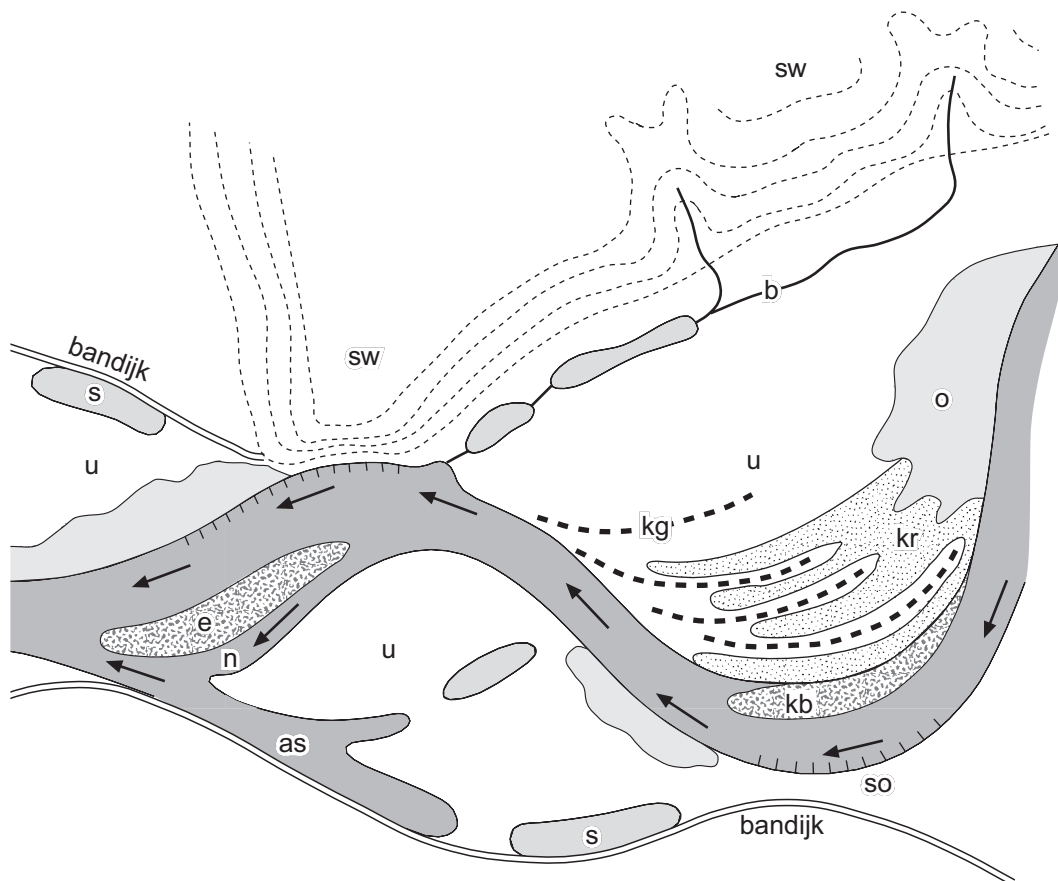
Oeverversnijding

Oeverversnijding met kreken kwam niet in alle aanwaszones in gelijke mate voor. Vooral de biezen- en rietgorzen langs de zuidelijke oevers van het Hollandsch Diep en de brede rietgorzen aan de zuidzijde van het eiland Tiengemetten waren versneden door kreken. De kreken werden veelal rechtgetrokken en gebruikt voor de ontwatering van de hoge gorzen. Uit de historische kaarten kon niet worden afgeleid of er langs de kreken getijoeverwallen waren gevormd.

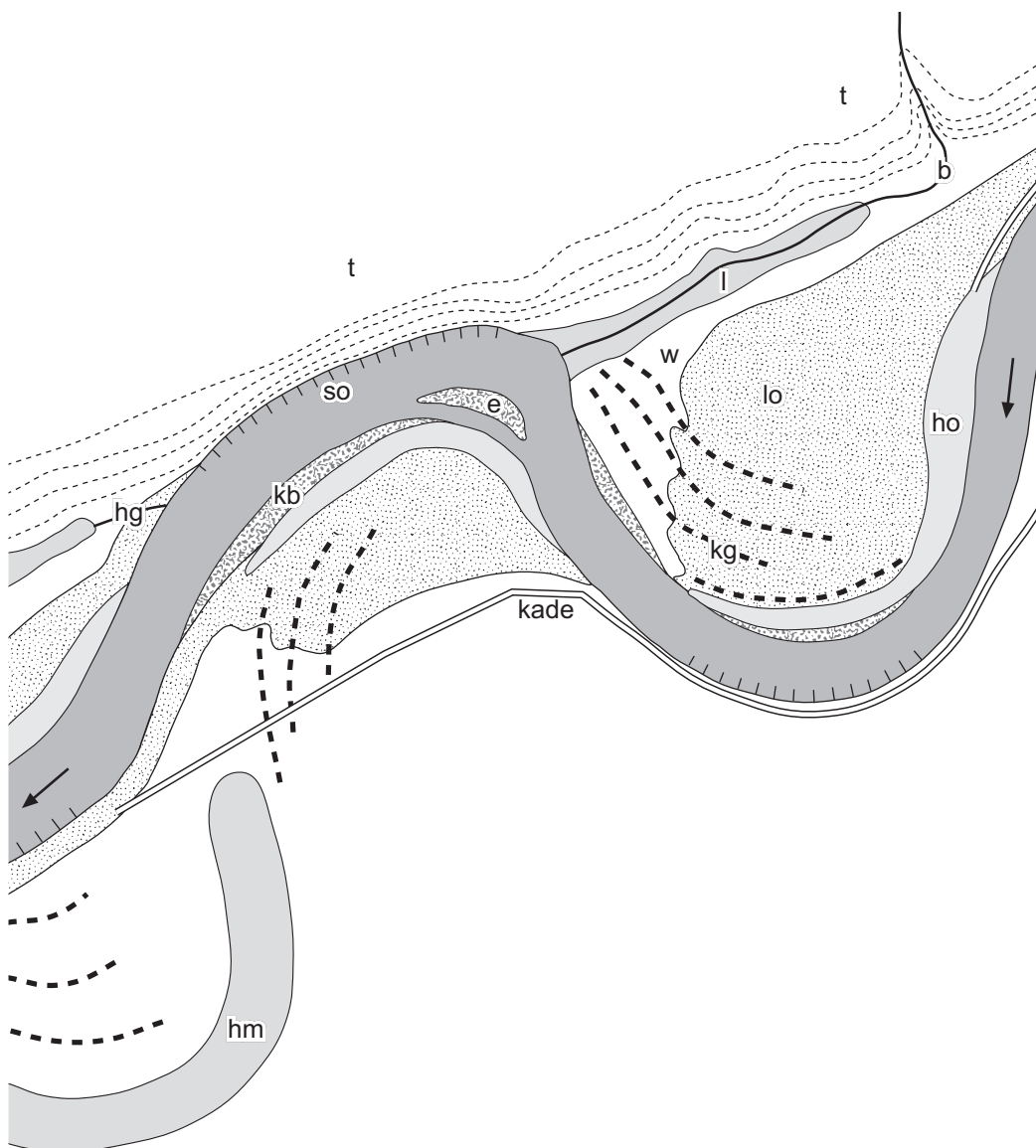
4.4 Processen en fysiotopen in een meanderende laaglandrivier en een terrassenrivier

In figuur 14 en 15 zijn schematisch de fysiotopen in een meanderende laaglandrivier en een terrassenrivier weergegeven. Figuur 14, een voorstelling van de ruimtelijke

eigenschappen van fysiotopen in een laaglandrivier is ontleend aan Wolfert (1998). Voor een uitgebreide beschrijving van figuur wordt verwezen naar het betreffende rapport. De codes in de figuur worden in het figuuronschrift verklaard. In figuur 15 zijn op vergelijkbare wijze als in figuur 14 de ruimtelijke eigenschappen van fysiotopen in een terrassenrivier weergegeven. Hierop zal bij de beschrijving van de processen in de Roerdalslenkmaas en de Grensmaas door middel van het aangeven van de fysiotoopcode() worden teruggegrepen. Beide figuren zijn opgenomen om de verschillen tussen laagland- en terrassenrivieren te illustreren.



Figuur 14 Schematische voorstelling van fysiotopen in uiterwaarden van een laaglandrivier (so=steiloever, n=nevengeul, as=aangekoppelde strang, s=afgesloten strang, kb=kronkelwaardbank, kg=kronkelwaardrug, kr=kronkelwaardgeul, o=oeverwal, u=uiterwaard, b=beek/beekstrang, sw=stuwval).



Figuur 15 Schematische voorstelling van fysiotopten in weerden van een terrassenrivier (so=steiloever, e=eiland, kb= kronkelwaardbank, kg=kronkelwaardgeul, ho=hoge oeverwal, lo=lage oeverwal, w=weerd, l=laagte, b=beek/beekstrang, hg=hoogwatergeul; hm=hoefjzvermeer, t=terras).

4.5 Roerdalslenkmaas

De Roerdalslenkmaas was een zeer sterk meanderende rivier in een brede dalvlakte. Door de dalende tektonische beweging van de Roerdalslenk en een afname van het verhang, vulde de Maas het dal op met fluviale afzettingen. Pleistocene grindpakketten werden afgedekt met Holocene kalkrijke zand- en kleiafzettingen. Binnen het overwegend eroderende en transporterende terrassenriviersysteem was de Roerdalslenk dus een sedimenterend subtraject.

Beddingerosie

In grote delen van de Roerdalslenk trad als gevolg van de dalende tectonische beweging geen verticale beddingerosie op. Alleen op de overgang van de Roerdalslenk naar de Peelhorst sneed de bedding zich in, en kwam een laagterras (t) tot ontwikkeling. Het proces van verticale beddingerosie en terrasvorming onder invloed van tektoniek is een proces dat zich vooral op een geologische tijdschaal afspeelt.

Meanderbochtafsnijding

Uit de ecotopenkaart (Bijlage 2) blijkt dat meanderbochtafsnijding in de Roerdalslenk veelvuldig heeft opgetreden. De vele verlaten meanderbochten/hoefijzermere (hm) getuigen daarvan. Er zijn in de literatuur geen meanderbochtafsnijdingen uit de historisch perioden gedocumenteerd. Op de ecotopenkaart is zichtbaar dat in twee meanderbochten zich hoogwatergeulen (hg) hebben gevormd. Een daarvan is met een kade/dam afgesloten. Direct ten zuiden van het onderzochte traject ligt de bocht van Linne. Zonder beschermende maatregelen als oeververdediging en bedijking zou deze bocht op termijn ook zeker zijn afgesneden. Meanderbochtafsnijding was in de Roerdalslenk een actief proces, maar een doorbraaksituatie kon niet worden gedateerd.

Oevererosie

De Maas kon in 1849 nog vrij in de dalvlakte meanderen. Voortdurend verlegden de meanderbochten zich. Meandermigratie was in Roerdalslenk een continue proces. Door oevererosie verplaatsten de meanderbochten zich zijwaarts en in stroomafwaartse richting. Onder invloed van oevererosie ontstonden steiloevers/afslagoevers (so). Vooral de oostelijke terrasrand werd op verschillende plaatsen aangesneden. Bij Linne en Rijkel bereikten de aangesneden terrassranden een hoogte van 7 meter. Naarmate de Maas de Peelhorst naderde nam het aantal steiloevers/afslagoevers toe. Er zijn voor de Roerdalslenkmaas geen gegevens bekend over snelheden van meandermigratie.

Opwas van grindeilanden

In 1849 kwamen in de Maas in de noordelijke Roerdalslenk één groot eiland (e) en 4 kleinere eilanden voor. Eén eiland was kort daarvoor, door de aanleg van een dam, met de oostelijke oever verbonden. Direct ten zuiden van het onderzochte traject lagen twee grote eilanden in de Maas: La Bonne Aventare en Isabellegreend. La Bonne Aventare lag in de monding van de Roer. Door de aanvoer van sediment had zich vanuit de monding van de Roer een delta in de Maas ontwikkeld. Ook in de mondinggebieden van kleinere beeksystemen kwamen zich dergelijk delta's voor.

Aanwas van kronkelwaarden

Door het proces van meandermigratie kwamen in de dalvlakte uitgestrekte kronkelwaarden voor. In de meanderbinnenbochten ontwikkelden zich zand en grindbanken, lage kronkelwaardbanken (kb) bestaande uit beddingsedimenten met een 'fining upwards' profielopbouw. De aanwezigheid van deze kronkelwaardbanken op de historische rivierkaarten is een aanwijzing dat meandering in 1849 nog een

actief proces was. In een recht deel van de bedding ter hoogte van Roermond bevond zich in 1849 een alternerende bank.

Oeverwalvormning en opslibbing

Na afzetting zijn de kronkelwaarden in het Maasdal in de Roerdalslenk bedekt geraakt met een enkele meters dik pakket alluviale afzettingen. Langs de bedding waren dit vooral zandige en zavelige oeverwalafzettingen (lo). Verder van de bedding afgelegen werden vooral zware zavel en lichte klei afgezet (w). Door de sterke opslibbing werd het oorspronkelijk kronkelwaard reliëf sterk genivelleerd en had het Maasdal in de Roerdalslenk echt het karakter van een dalvlakte.

Dichtslibbing

De door meanderbochtafsnijding gevormde strangen (hoefijzermereen=hm) en verlaten nevengeulen zijn al in historische perioden geheel opgevuld geraakt met overstromingssediment. In de Roerdalslenk kwamen in 1849 nauwelijks watervoerende strangen voor. Gelegen achter de oeverwallen langs de bedding van de rivier, functioneerde de oude laaggelegen meandergeulen langs de terrasranden als rivierkommen (Van den Broek et al., 1964). Terrasbeken (b) volgden dit patroon van oude meandergeulen om uiteindelijk in de Maas uit te monden.

4.6 Grensmaas

De Grensmaas was tot de riviernormalisatie een sterk meanderende rivier met een ondiepe grindbedding. De rivier was hoofdzakelijk transporterend en eroderend en had overwegend één hoofdgeul. De meanderbochten migreerden relatief snel in een brede dalvlakte met een steil verhang (0.67 m/km; Paulissen, 1973). De dalvlakte was aan weersijden begrensd door pleistocene rivierterrassen.

Beddingerosie

Beddingerosie was een proces dat vooral op geologische tijdschaal optrad. Door het proces van 'afpleistering', raakte de bedding bedekt met een laag grof grind waardoor deze moeilijk erodeerbaar was. Er zijn geen aanwijzingen dat in historische periode de bedding is ingesneden en terrassen gevormd zijn. Vanaf het einde van de 19^e eeuw is door grindwinning de bedding van de Maas wel sterk gedaald. Peilingen in de Maas geven aan dat de gemiddelde thalweghoogte in de periode 1909 en 1959 in delen van de Grensmaas met maximaal 5 m is afgenomen (Min V&W, 1994). Door de grindwinning werd de pleisterlaag doorbroken en nam de beddingerosie toe. Na de verplaatsing van de grindwinning naar de Roerdalslenk in de 60-er jaren duurde het twintig jaar voordat de pleisterlaag zich had hersteld (Van Winden et al., 2001).

Oevererosie

Meandermigratie was in de Grensmaas een continue proces. Door oevererosie verplaatsten de meanderbochten zich zijwaarts en in stroomafwaartse richting. De oevererosie bereikte in de Grensmaas in historische tijden maximale snelheden van gemiddeld circa 8 m per jaar (De Kramer et al., 2000). Faessen (1993) onderzocht o.a. de verplaatsing van de meanders bij Elsloo en Meers tussen 1686 en 1847. De

uitbochting van de meander in de richting van de Schaarberg ten noorden van Elsloo bedroeg in 160 jaar maximaal 170 m. De meander ten westen van Meers verplaatste zich in dezelfde periode maximaal 100 m zijwaarts. Onder invloed van oevererosie ontstonden steiloevers/afslagoevers (so) en aangesneden terrasranden met maximale hoogte van 20 m.

Meanderhalsafsnijding

Faessen (1993) stelde vast dat het proces van meanderhalsafsnijding in de Grensmaas in de periode 1604 en 1849 driemaal is opgetreden. De meest recente afsnijding was ten zuiden van Obbicht en vond plaats tussen 1804 en 1849 (Paulissen, 1973, p.84). De echte doorbraak vond plaats in 1818. Ook bij Meers had zich een doorbraak/hoogwatergeul (hg) gevormd, maar door de aanleg van een dam in 1724 werd een definitieve doorbraak voorkomen (Van Winden et al., 2001). Meanderhalsafsnijding werd veroorzaakt door de vorming van ijsdammen, ophoping van eigen sediment of door ophoping van door de rivier meegevoerde boomstammen tijdens hoogwater. Door de verlegging van de stroomgeul werd het thalweglengte verkort en kreeg de bedding lokaal het karakter van een verwilderd riviersysteem met nevengeulen en eilanden. De verlaten bedding bleef als restbedding achter in het landschap (hoefijzermeer=hm). Uit het patroon van meanderrestgeulen op de ecotopenkaart (bijlage 3) kan worden afgeleid dat in het traject Itteren-Stein in historische perioden ter hoogte van Stein meanderhals afsnijding heeft plaatsgevonden.

Door de riviernormalisatie in de 19^e en 20^e eeuw werd het zomerbed vastgelegd, en werden de kansen voor het optreden van dit proces geminimaliseerd.

Oeverversnijding

Een speciale vorm van oeverversnijding was de doorbraak van dijken en kades. Het proces resulteerde in de vorming van doorbraakkolken of wielen en doorbraakwaaiers. De wielen waren herkenbaar in het landschap aanwezig als geïsoleerde kleine ronde of ovale watertjes in een bocht van de dijk of kade. Het materiaal uit de kolk werd tijdens de doorbraak in de vorm van een waaier achter het wiel afgezet. Na verloop van tijd was een doorbraakwaaier vaak alleen nog ter herkennen aan de een afwijkende textuur van de bodem ten opzicht van de omgeving. Op de kaart van 1846-1847 werden op de westelijke Maasoever tussen Herbricht en Cotem 11 geïsoleerde watertjes aangetroffen die waarschijnlijk het gevolg zijn van dijkdoorbraken. Het is niet verwonderlijk dat de dijk hier frequent is doorgebroken, omdat door deze dijk het winterbed van de Maas tussen Herbricht en Cotem zeer smal was.

Opwas van grindeilanden

In 1846-1847 kwam in de Grensmaas tussen Itteren en Stein één groot eiland (e) voor in het mondinggebied van de Geul (b) en kwamen 15 kleinere eilanden voor. Faessen (1993) stelde door kaartvergelijking een toename van het aantal eilanden en de oppervlakte van de eilanden vast tussen 1804 en 1847 voor de gehele Grensmaas. Dit in tegenstelling tot het traject Borgharen-Cotem (het zuidelijke deel van het riviertraject van dit onderzoek), waar in deze periode het aantal eilanden sterk terug

nam. Tussen 1847 en 1890 verdwenen de eilanden in de gehele Grensmaas als gevolg van de riviernormalisatie. Eilanden vormden zich vooral in rechte delen van de bedding tussen twee meanders in. Door oevererosie verbreedde de bedding zich en ontstond ruimte voor grindeilanden en splitste de bedding zich in een hoofd- en nevengeul. Ook de aanvoer van sediment door zijbeken kon leiden tot de vorming van banken in de bedding van de Maas. Uit de ecotopenkaart (bijlage 3) blijkt dat tussen Geulle en Elsloo en bij Meers nog twee grote eilanden hebben gelegen: Middelgreend en Michelsgreend. Beide eilanden zijn in de periode 1686-1847 door verzanding en opslibbing van de nevengeul met de oostelijke rivieroever verbonden.

Aanwas van kronkelwaarden

Door het proces van meandermigratie werden in de binnenbocht van meanders lage en hoge kronkelwaardruggen gevormd. Dit is schematisch weergegeven in het bovenste deel van figuur 16. Lage kronkelwaardbanken (kb) groeiden tijdens hoge afvoeren uit tot hoge ruggen (kg). Door meandermigratie vormde zich aan de beddingzijde van de hoge kronkelwaardrug een nieuwe kronkelwaardbank in de bedding. Kronkelwaarden zijn opgebouwd uit beddingsedimenten met een 'fining upwards' profielopbouw (van grof grind naar fijn grind en/of grof zand). De rivierdalvlakte van de Grensmaas bestaat vrijwel geheel uit deze kronkel-aardafzettingen op grof beddinggrind (Paulissen, 1973). Op de historische rivier-aarten 1846-1847 komen in alle meanderbochten lage kronkelwaarden in de vorm van grindbanken voor. De aanwezigheid daarvan is een kenmerk van actieve meandering in deze periode. Alternierende banken zijn op de historische rivierkaarten niet aangetroffen.

Oeverwalvorming

De kronkelwaarden werden vanuit de stroomgeul tijdens hoogwater bedekt met een laag zandig tot zavelig oeversediment (lo). In figuur 16 is weergegeven hoe deze oeversedimenten de kronkelwaard bedekken. Direct langs de bedding was het pakket oeverafzetting wat dikker en vormde zich een oeverwal (ho). Naarmate de kronkelwaarden bedekt raakten met een dikker pakket oeverafzettingen werd meer suspensief getransporteerd materiaal in de vorm van klei en silt in de rivierdalvlakte afgezet (figuur 16, profiel A: fining upwards). Ook in laterale zin was er sprake van selectie van materiaal. In relatief ver van de bedding af gelegen delen van de dalvlakte kwamen kleiige 'komafzettingen' voor (figuur 16 profiel B). De oeverafzettingen nivelleerden grote delen van het kronkelwaardreliëf. Het alluviale sediment was zeer geschikt voor akkerbouw (zie ecotopenkaart, bijlage 3).

Opslibbing

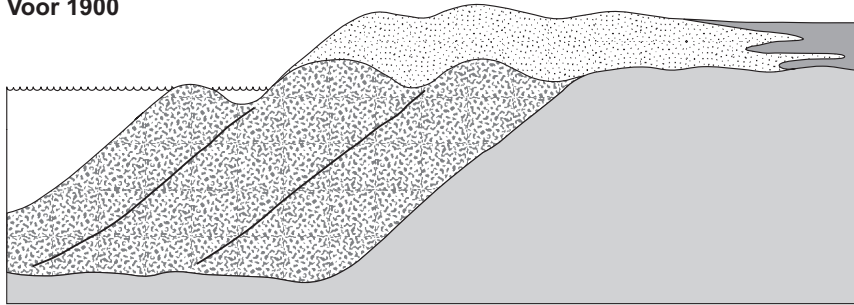
De oeverafzettingen raakten bedekt met een uniform pakket zavel. In het tweede deel van figuur 16 zijn deze afzettingen aangeduid als recente weerdafzettingen. De gemiddelde dikte van het totale pakket oeverwal- en overstromingssediment bedroeg 1-2 m (Paulissen, 1973). De overgang tussen oeverwal- en overstromingssediment is geen scherp grensvlak, maar een geleidelijke overgang. In het MER-rapport Grensmaas deel 8 (1998) is aandacht besteed aan de snelheid waarmee de opslibbing van de rivierdalvlakte plaatsvond. Door vergelijking van hoogtemetingen op rivierkaarten uit 1903 en 1917 met hoogtemetingen op de rivierkaart uit 1975,

werden tal van plaatsen ontdekt waar het maaiveld in deze periode met 30 á 50 cm is verhoogd. Uit radiometrische dateringen van twee bodemprofielen in de dalvlakte van de Maas bij Itteren werden sedimentatiesnelheden geschat van 0.8-2.2 cm/jr in de periode 1963-1986 en 0.4-1.2 cm/jr in de periode 1986-1999 (Van Wijngaarden & Van den Berg, 2001). Deze waarden zijn hoog in vergelijking met de resultaten van het onderzoek van Middelkoop (1997) die voor de bedijkte uiterwaarden uitkomt op een gemiddelde huidige sedimentatiesnelheid van 0.02-0.35 cm/jaar. Cleveringa en Westerhoff (2001) komen op basis van pollenonderzoek tot de conclusie dat sedimentatie op de rivierdalvlakte geen continu proces is geweest. Onderzoek naar drie bodemkernen, gestoken nabij Itteren, gaf aan dat het merendeel van de zavel- en kleiafzettingen gevormd is na de Romeinse tijd. Uit één van de drie bodemkernen kon worden afgeleid dat de bovenste 25 cm gedurende de laatste 150 jaar is gevormd. In het MER-rapport Grensmaas (1998) wordt een relatie gelegd tussen de riviernormalisaties en de hoge opslibbingsnelheid van de rivierdalvlakte van de Grensmaas. Het lijkt waarschijnlijk dat het proces van opslibbing na de riviernormalisatie is toegenomen en dus minder kenmerkend was voor de historische periode.

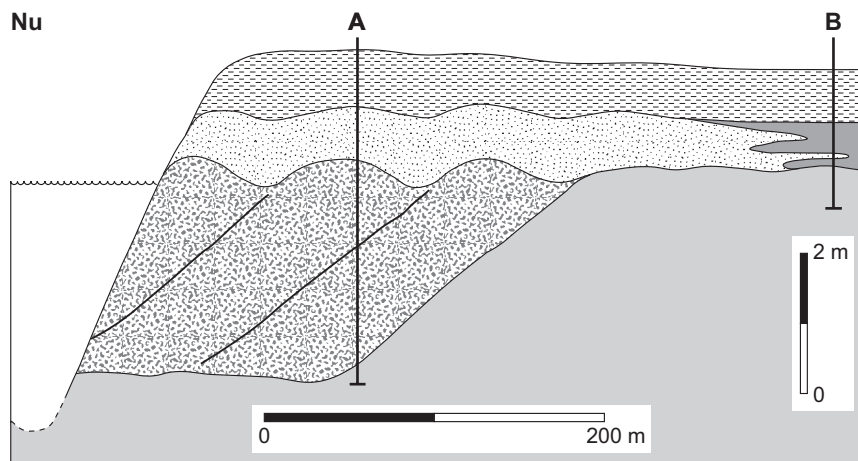
Dichtslibbing geulen

De restgeulen en strangen (hm) langs de Grensmaas raakten opgevuld met oeverwalsediment slibden vervolgens zeer snel dicht. Met uitzondering van enkele beekstrangen (b), die vanaf het terras werden gevoed, waren er op de rivierkaart uit 1846-1847 nauwelijks watervoerende strangen zichtbaar ondanks het feit dat de rivierbedding relatief snel migreerde. Alleen in de oude nevengeul aan de oostkant van het voormalige eiland Middelgreend (bij Elsloo) kwamen kleine oppervlakten watervoerende strang voor. Door Paulissen (1973) werden in restbeddingen in de dalvlakte tot vijf meter dikke lagen oeverwal- en overstromingssediment aangetroffen. Uit het feit dat de alluviale pakketten in de restgeulen tot tweemaal dikker zijn dan de pakketten in de dalvlakte kan worden afgeleid dat de dichtslibbing van geulen nog sneller verliep dan de gemiddelde opslibbing van de rivierdalvlakte. Door dit proces werd het microreliëf van de dalvlakte genivelleerd.

Voor 1900

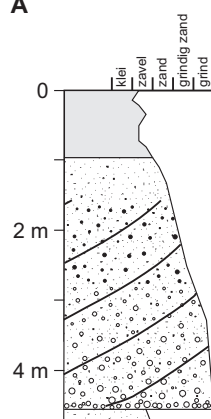


Nu

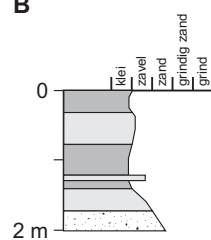


-  Recente weerdafzettingen - lichte klei, zavel
-  Komafzettingen - lichte klei, zware tot matig lichte zavel
-  Oeverwalafzettingen - zeer lichte zavel, zand
-  Beddingafzettingen - grindrijk zand, grind
-  Oudere rivierafzettingen - variabele textuur, voornamelijk zand en grind

A



B



Figuur 16 Schematische dwarsprofiel door de rivierdalvlakte van de Grensmaas vóór 1900 en beden.

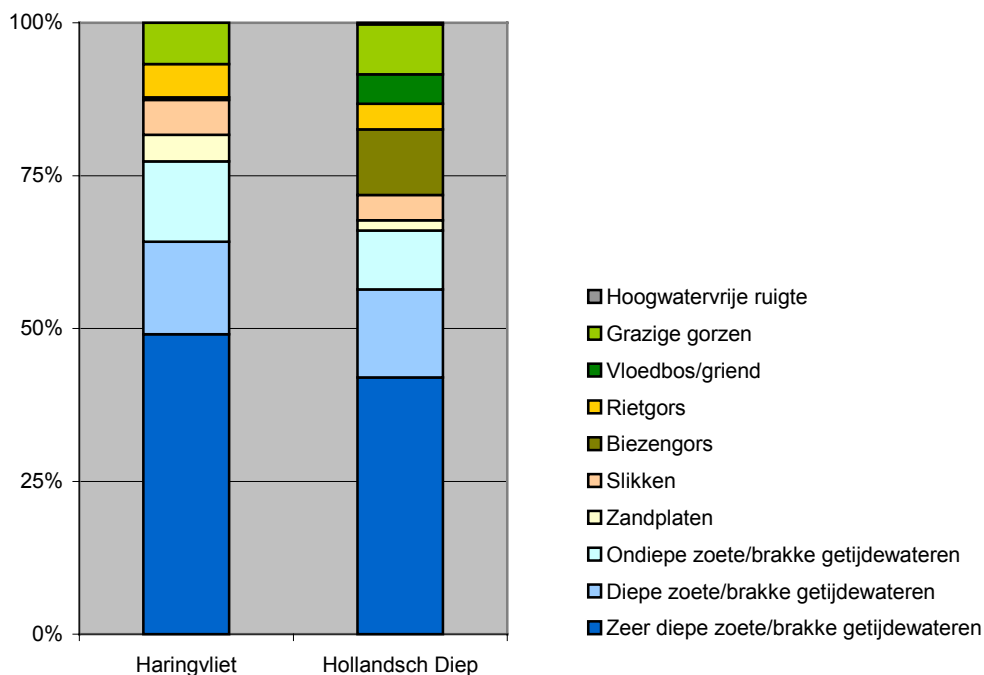
5 Conclusies

5.1 Historische ecotopen

Uit de 19^e-eeuwse rivierkaarten kunnen historische referenties worden afgeleid voor ecotopen in het rivierengebied. Door de ecotopen per historisch kaartblad te beschrijven werden onderlinge verschillen in ecotoopsamenstelling duidelijk, en konden riviertrajecten worden begrensd.

De historische ecotopensamenstelling in het Haringvliet week af van die in het Hollandsch Diep (Fig. 17). De overgang tussen beide trajecten lag ter hoogte van Willemstad. Verschillen tussen beide trajecten werden vooral gevonden in:

- de verhouding water-intergetijdezone. In het Hollandsch Diep was de intergetijdezone naar verhouding breder;
- de aanwezigheid van platen. In het Haringvliet kwamen meer platen voor;
- de aanwezigheid van biezengorzen. Biezengorzen kwamen vooral voor langs het Hollandsch diep. Langs het Haringvliet kwamen vooral rietgorzen voor;
- de aanwezigheid van vloedbos/griend. Vloedbossen en grienden werden langs het Haringvliet niet aangetroffen.



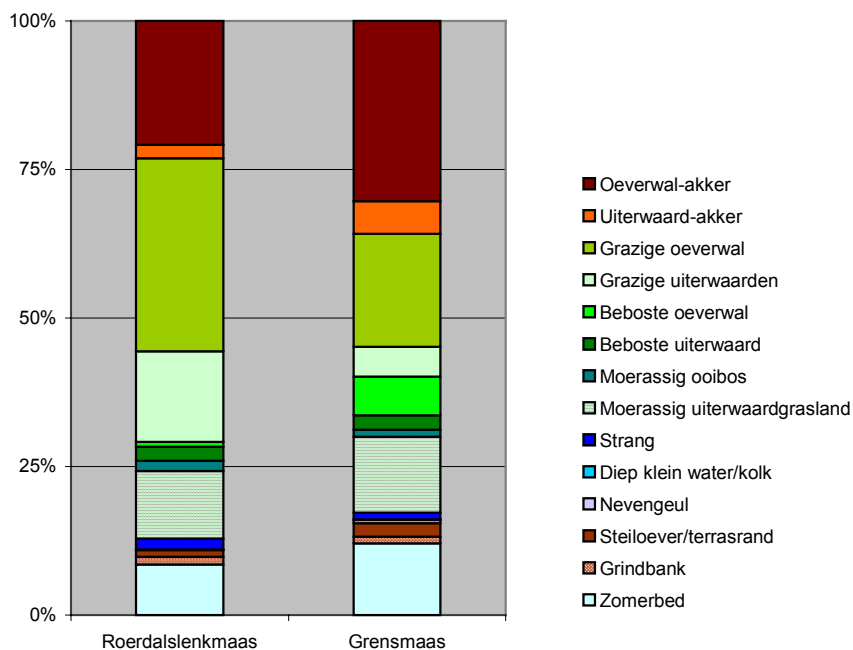
Figuur 17 Historische ecotopenverdeling Haringvliet en Hollandsch Diep 1885.

De historische ecotopensamenstelling van de Roerdalslenkmaas en Grensmaas is weergegeven in figuur 18. Beide riviertrajecten werden gedomineerd door een hoog percentage akker- en grasland. Overeenkomsten in de ecotopensamenstelling tussen de riviertrajecten werden gevonden in het aandeel:

- oeverwalecotopen;
- moerassig grasland;
- moerassig ooibos;
- strangen.

De riviertrajecten verschilden van elkaar op de volgende punten:

- de verhouding zomerbed-dalvlakte;
- de verhouding akker-grasland;
- het totale aandeel 'ooibos' langs de Grensmaas (10%) was twee maal zo hoog als het aandeel ooibos langs de Roerdalslenkmaas (5%). Dit werd voornamelijk veroorzaakt door het veelvuldig voorkomen van zachthout-ooibos langs de bedding van de Grensmaas en het ontbreken van ooibos op de Maasoever in de noordelijke Roerdalslenk;
- het aandeel steiloever/terrasrand. Dit verschil werd enigszins vertekend door de oppervlakte die ingenomen werd door de 20 m hoge steiloever in de Schaarberg bij Elsloo.



Figuur 18 Historische ecotopenverdeling Roerdalslenkmaas (1849) en Grensmaas (1846-1847).

5.2 Processen

De intensiteit van morfologische processen in de riviertrajecten in de tweede helft van de 19^e eeuw is samengevat in tabel 7. Met behulp van een driedelige schaal (1=zwak, 2=matig, 3=sterk) is een inschatting van de sterkte van het proces gemaakt. De erosieve processen (E) nemen in sterkte toe van geel naar rood; de sedimentaire processen (S) van geel naar groen. Door middel van een afwijkende achtergrondkleur is in tabel 7 onderscheid gemaakt tussen sedimentaire processen in de bedding en sedimentatie op de uiterwaard- of dalvlakte. De klasse indeling en omschrijving van de klassen is als volgt:

E	S	niet waargenomen;
1	1	zwak of incidenteel aanwezig;
2	2	matig of verspreid aanwezig;
3	3	sterk of veelvuldig aanwezig;

Naast de riviertrajecten uit dit onderzoek zijn ook de Oude Maas, de Beneden Merwede, de Hollandsche Biesbosch, de Afgedamde Maas en de Maaskant in tabel 7 opgenomen (Maas, 2000). Hiermee is voor een gedeelte van het Benedenrivierengebied en het Maasdal een overzicht ontstaan van de intensiteit van processen in de periode voorafgaand aan de riviernormalisaties. Hoewel de tabel nog niet compleet is, komen toch een aantal (voorlopige) trends naar voren:

- Erosieprocessen waren vooral aanwezig in terrassenrivieren en getijderivieren. In laaglandrivieren was de intensiteit van erosieprocessen geringer. Een uitzondering hierop vormden de dijkdoorbraken, daarvan lag het zwaarte punt in de laaglandrivieren;
- Sedimentaire processen speelden in alle rivieren een belangrijke rol. In de terrassenrivieren en getijderivieren was zowel veel sedimentatie in de bedding als ook op de rivier- en/of uiterwaardvlakte. In de laaglandrivieren trad vooral sedimentatie op in de uiterwaardvlakte in de vorm van opslibbing en dichtslibbing;
- Binnen de getijderivieren nam van west naar oost de beddingerosie af. Deze afname ging gepaard met een toename van de oeverversnijding met kreken. Er was een duidelijk verschil tussen trajecten met aanwassen en trajecten met opwassen;
- De terrassenrivieren kenden, ten opzichte van de laagland- en getijderivieren, een hoge procesdiversiteit en -intensiteit. Dit resulteerde in een grote verscheidenheid aan ecotopen.

		Rivieren			
Processen	Getijde rivieren	Laagland rivieren		Terrassen rivieren	
	Hollandsch Diep Haringvliet Oude Maas Holl. Biesbosch	Beneden Merwede Afdelande Maas Beneden IJssel Midden Waal Sallandse IJssel Boven IJssel Maaskant Lek	Roerdalen Maas Grensmaas		
Erosie					
Meanderbocht afsnijding		riverbedding	1 1	1 1	2 2 1 1 1 1 1 1
		strang (hoeflijzameer)	1	1	1 1 1 1 1 1 1 1
Beddingerosie	geelgeul	3 2 1 1			2 1 2 1 2 1 2 1
Oevererosie	Kliff		1	1 1	3 3 3 3 3 3 3 3
		afslagoever		2	
Oeverversnijding		aangesneden stuwwal			3 2 2 2 2 2 2 2
	kreek	2 2		1 1	3 2 2 2 2 2 2 2
	wiel		1	3	2 2 2 2 2 2 2 2
Sedimentatie					
Opwas	platen en killen	2 1 3 3	3 2	1	2 3 3 3 3 3 3 3
Aanwas	slikken	3 3 2 1	1 1 2	1	2 3 3 3 3 3 3 3
		lage kronkelwaard		1	
	zeestrand		1		1 1 1 1 1 1 1 1
Oeverwalvorming	geijf oeverwal	1 1 2	1 2	2	3 3 3 3 3 3 3 3
Opslibbing	gozen	3 3 3 2	2 2	3 3	3 1 1 1 1 1 1 1
Dichtslibbing	verlaten killen	2 3 1	1 2 3	3	3 1 1 1 1 1 1 1
Verstuiving	Kustduinen		1 3		

Tabel 7 Activiteit van processen en gevolgen in Nederlandse riviertragedien in de 2e helft van de 19e eeuw (1 = zwak, 2 = matig, 3 = sterk).

6 Aanbevelingen

Met deze studie is een nieuwe stap gezet in de richting van een complete en gedetailleerde historische referentie van ecotopen en processen voor het Nederlandse rivierengebied. Van circa 30% van de uiterwaarden zijn nu historische ecotopenkaarten beschikbaar.

De verschillen in ecotopen tussen de riviertrajecten zijn terug te voeren op verschillen in (de intensiteit van) hydro- en morfodynamische processen. In de studie van Wolfert (2001) zijn deze processen voor de laaglandrivieren (Waal en IJssel) uitgedrukt in een aantal rivierkundige parameters. De potenties (kansrijkdom) voor processen, en ecotopen zijn vervolgens bepaald door rivierkundige parameters die de huidige situatie beschrijven, te vergelijken met die in historische tijden. De historische referentie is daardoor een geschikt instrument geworden om streef-beelden en natuurdoelen voor riviertrajecten vast te stellen, aangepast aan huidige rivierkundige randvoorwaarden en met behoud van regionale landschapsidentiteit. Middelkoop (2001) heeft een aanzet gegeven voor uitbreiding van deze parameterset met parameters die de getij-invloed beschrijven. Aanbevolen wordt om, in het kader van het RIZA projectplan 'Morfologische potenties riviertrajecten', ook de procesparameters voor de terrassenrivieren te bepalen en vervolgens de kansrijkdom voor processen in de huidige situatie te berekenen voor de Nederlandse getijdenrivieren en terrassenrivieren.

Veel van de huidige denkbeelden over inrichting en natuurontwikkeling langs de grote rivieren zijn geïnspireerd door een beperkte set historische kaarten. Rivierkaarten werden tot aan de eerste systematische rivierkartering in het midden van de 19^e eeuw vooral gemaakt van die locaties waar problemen optraden in verband met de veiligheid of bevaarbaarheid, of waar eigendomsverhoudingen in het geding waren. Veelal waren dit de meest dynamische delen van het rivierengebied. Vervolgens zijn deze riviertrajecten in de planvorming model gaan staan voor het gehele rivierengebied. De 19^e-eeuwse systematische rivierkarteringen schetsen een evenwichtig beeld van het rivierenlandschap direct voorafgaand aan de riviernormalisatie. Dit beeld staat dicht bij het huidige uitgangspunt en is daarom zeer bruikbaar als startpunt voor planvorming.

Daarom wordt aanbevolen om voor de Maas en Rijnakken een samenvattend overzicht op te stellen van:

- de verandering van de historische ecotopen langs de lengte-as van de rivier op basis van de 19^e-eeuwse systematische rivierkartering;
- de kansrijkdom van processen voor zowel de historische als huidige situatie. Dit kan o.a. door tabel 7 uit dit rapport uit te breiden met de laaglandrivieren op basis van bestaande gegevens (Maas et al., 1997).

In het kader van de ontwikkeling van een instrumentarium voor planvormende en evaluerende studies (Integrale Verkenning Maas) en monitoringstudies

(KaderrichtlijnWater) is het wenselijk te komen tot één gebiedsdekkende historische referentie voor het Nederlandse rivierengebied. De ontwikkelingen op het gebied van nieuwe scan- en digitalisertechnieken (zie methode) maken het mogelijk om sneller en efficiënter dan voorheen analoog kaartmateriaal om te zetten in digitale bestanden. Historische data wordt hierdoor ontsloten en eenvoudig toepasbaar gemaakt. Stappen in deze richting kunnen gezet worden door de terrassenriviertrajecten uit te breiden met een historische ecotopenkartering van de Maastrajecten Bovenmaas, Peelhorstmaas en Venloslenkmaas. Daarbij kan gebruik gemaakt worden van de resultaten van de EHM-studie: *Richtlijnen voor de ruimtelijke verdeling van ecotopen langs de Maas op basis van ecologische netwerken en geomorfologische kansrijkdom* (Liefveld et al., 2000).

Tenslotte wordt aanbevolen de ontwikkelde kennis over geomorfologische processen in relatie tot ecotopen geschikt te maken voor inzet in Decision Support Systems (DSS) voor scenariostudies of planvorming, waarin bijvoorbeeld het effect van maatregelen op processen en vervolgens in ecotoopsamenstelling in beeld gebracht kan worden.

Literatuur

- Berendsen, H.J.A., 1996, Fysisch-geografisch onderzoek; thema's en methoden. Van Gorcum, Assen, 214 p.
- Bodemkaart van Nederland Schaal 1 : 50.000. Toelichting bij de bladen 52, 58, 59 en 60
Wageningen, STIBOKA.
- Broek, J.M.M. van den, en H.W. van der Marel, 1964 De alluviale gronden van de Maas, De Roer en de Geul in Limburg. Wageningen, Mededelingen van de Stichting voor Bodemkartering. Bodemkundige studies nr. 7.
- Cleveringa, P. & W. Westerhoff, 2001. The river clay of the Grensmaas: the cumulative result of 6000 years human interference in the natural vegetation. In: NCR-days 2001, from sediment transport, morphology and ecology to river basin management. NCR-Publications 07-2001.
- Dirkx, J., 1998. Catalogus van historische kaarten van de Maas; met een selectie van kaarten die bruikbaar zijn voor onderzoek naar de geomorfologische geschiktheid van riviertrajecten voor nevengeulen, strangen en moerassen. Notitie, DLO-Staring Centrum, Wageningen.
- Faessen, E.L.J.H., 1993. De morfodynamiek van de Maas: Een analyse van historische kaarten. Utrecht, Instituut voor Ruimtelijk Onderzoek, Rijksuniversiteit Utrecht. Rapport GEOPRO 1993.02
- Kramer, J. de, Wilbers, A., Van den Berg, J., Kleinhans, M., 2000. De Allier als morfologisch voorbeeld voor de Grensmaas – II. Oevererosie en meandermigratie. Natuurhistorisch Maandblad 89, 189-198.
- Liefveld, W.M., G.J. Maas, H.P. Wolfert, A.J.M. Koomen en S.A.M. van Rooij, 2000. Richtlijnen voor de ruimtelijke verdeling van ecotopen langs de Maas op basis van ecologische netwerken en geomorfologische kansrijkdom. Reports of the project Ecological Rehabilitation of the River Meuse (with a summary in english and french). Report no. 35-2000. Institute for Inland Water Management and Waste Water Treatment (RIZA) and Directorate Limburg.
- Maas G.J., H.P. Wolfert, M.M. Schoor en H. Middelkoop, 1997. Classificatie van riviertrajecten en kansrijkdom voor ecotopen; Een voorbeeldstudie vanuit historisch-geomorfologisch en rivierkundig perspectief. Wageningen, DLO-Staring Centrum. Rapport 552.
- Maas G.J. 1998. Benedenrivier-Ecotopen-Stelsel; herziening van de ecotopen indeling Biesbosch-Voordelta en afstemming met het Rivier-Ecotopen-Stelsel en de

voorlopige indeling voor de zoute delta. DLO-Staring Centrum. Rijkswaterstaat RIZA.

Maas, G.J., 2000. Historische geomorfologie Maas en Benedenrivieren: Oude Maas, Merwede-Hollandse Biesbosch, Afgedamde Maas en Maaskant. Wageningen, Alterra. Rapport 75.

Maaswerken, 1998. MER Grensmaas: Landschap, cultuurhistorie en archeologie. Deelrapport 8. Projectorganisatie De Maaswerken, Maastricht.

Middelkoop, H., Kroon, A., 2000. Analyse historische waterstanden Maas – Benedenrivierengebied II. Rapport. Universiteit Utrecht, Utrecht.

Paulissen, E., 1973. De morfologie en de kwartairstratigrafie van de Maasvallei in Belgisch Limburg: Verhandelingen van de Koninklijke Vlaamse Academie voor wetenschappen, letteren en schone kunsten van België: klasse der wetenschappen: jaargang 35, nr 127. Paleis der Academiën, Brussel: 266 pp. en 1 bijlage.

Vos, P.C. en R.M. Van Heeringen, 1997, Holocene geology and occupation history of the Province of Zeeland (SW Netherlands). Mededelingen Nederlands Instituut voor Toegepaste Geowetenschappen TNO 59, pp. 5-109.

Wijngaarden, M. van, en G. van den Berg, 2001. Radiometrisch dateren van uiterwaardbodems. In: NCR-Dagen 2000, Het begin van een nieuwe reeks. NCR-Publicatie 03-2001.

Winden, A. van, J. Reker, en W. Overmars, 2001. Dynamische processen in de Grensmaas. Hoe de morfologische dynamiek in de 19^e eeuw tot stilstand kwam en de mogelijkheden die er zijn voor herstel. Natuurhistorisch maandblad, Oktober 2001.

Wolfert, H.P., 1998. Geomorfologische geschiktheid voor nevengeulen, strangen en moerassen in de riviertrajecten van de Rijntakken. Wageningen, DLO-Staring Centrum. Rapport 621.

Wolfert, H.P., 2001. Geomorphological Change and River Rehabilitation: Case Studies on Lowland Fluvial Systems in the Netherlands. Alterra Scientific Contributions 6, Alterra Green World Research, Wageningen.

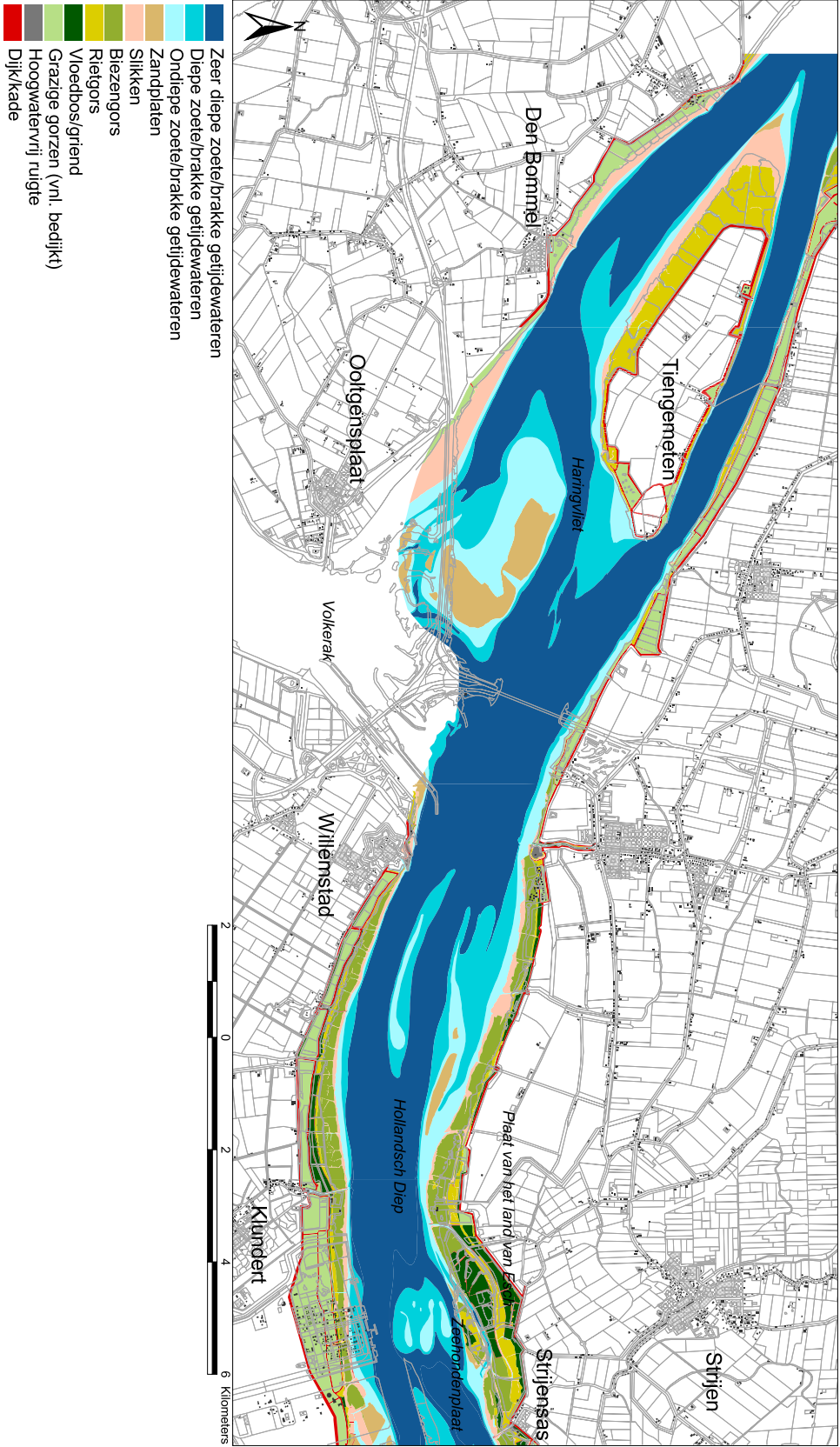
Zonneveld, I.S., 1960. De Brabantse Biesbosch. Een studie van bodem en vegetatie van een zoetwatergetijdendelta. Bodemkundige Studies, 4, Wageningen.

Bijlage 1

Haringvliet - Hollandsch Diep

Ecotopen 1885

Bijlage 1

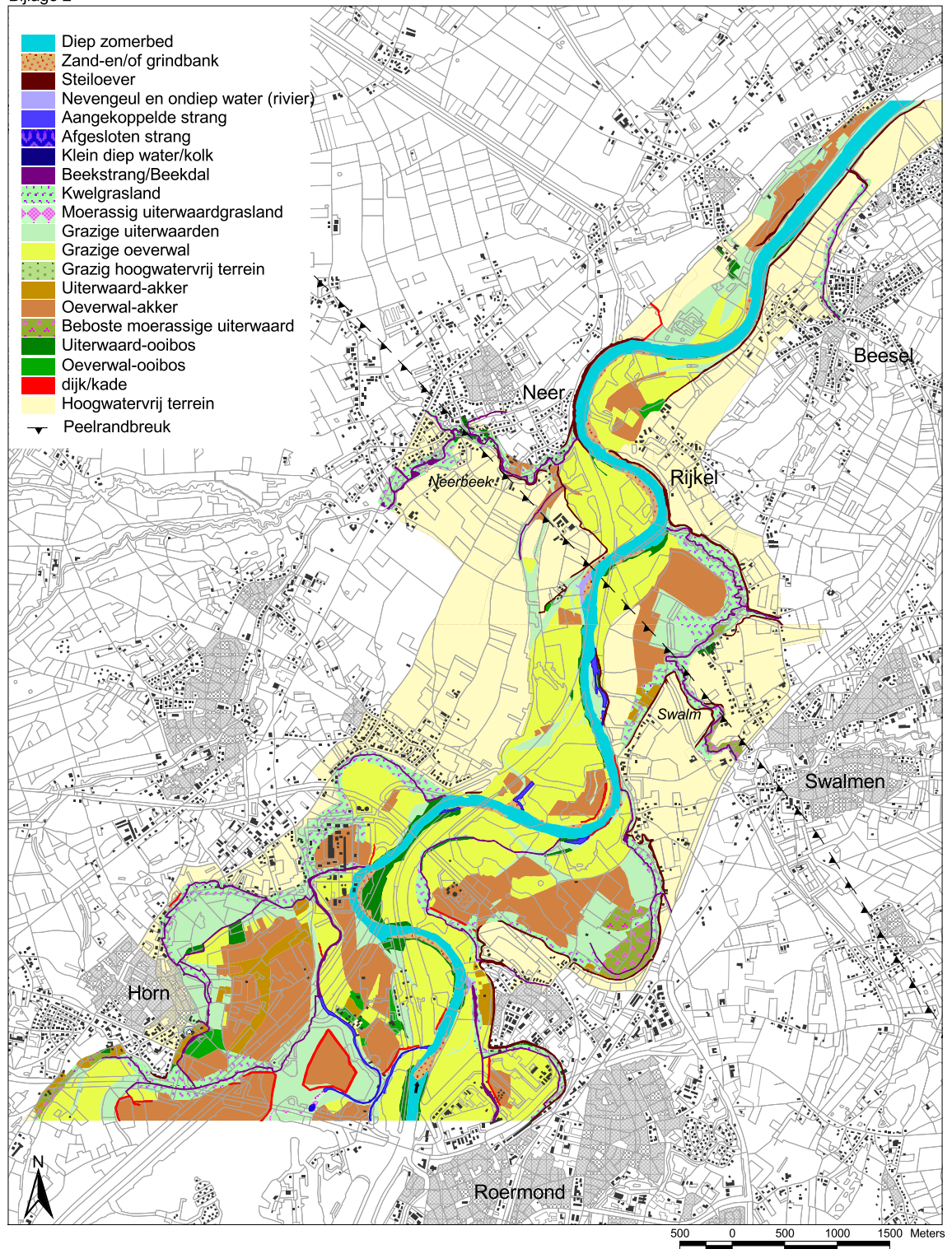


Bijlage 2

De Roerdalslenkmaas ten noorden van Roermond

Ecotopen 1849

Bijlage 2

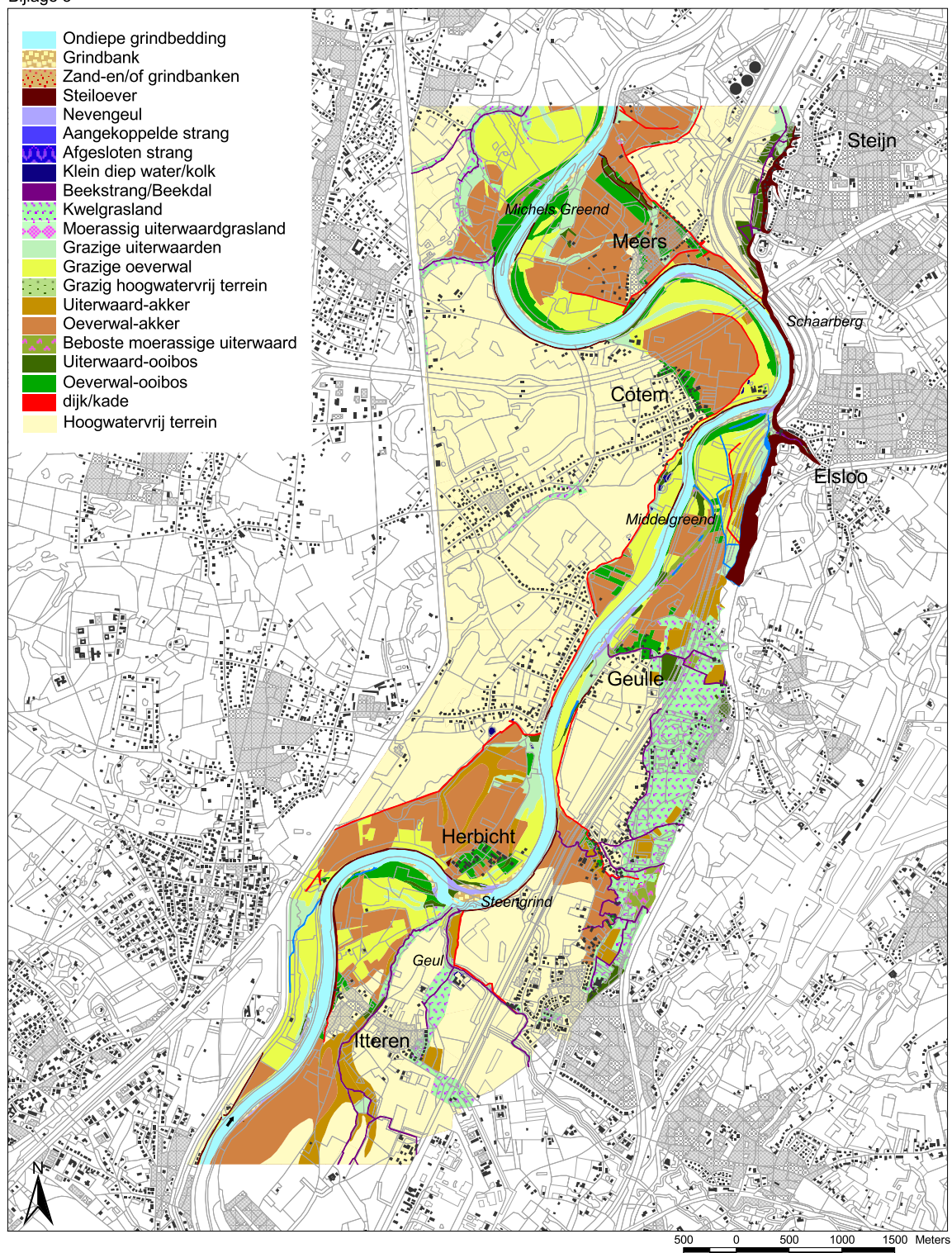


Bijlage 3

De Grensmaas tussen Itteren en Stein

Ecotopen 1846-1847

Bijlage 3



Bijlage 4 Geselecteerde historische kaarten

Uit het archiefonderzoek is gebleken dat de volgende historische kaarten bruikbaar zijn en informatie bevatten over historische waterdiepten. Afdrukken van deze kaarten zijn bij de betreffende archieven besteld en aan de opdrachtgever doorgegeven.

Hollandsch Diep

A.R.A. Situatiekaarten afkomstig van het archief der Genie. Inv. Nr. H101
Anonimus 1881. Peilingen en grondboringen in het Hollandsch Diep bij Moerdijk. Diepten t.o.v. laagwater te Moerdijk wat 0,7 beneden AP is.

Afgedamde Maas

R.A.N.B. Archieven van de Rijkswaterstaat in Noord-Brabant (1741-) 1811-1953. Inv. Nr. 625 Beijerink 1807

Rapport van de waterstaatkundige toestand van de Maas tussen Cuijk en Woudrichem. Het lijvige rapport bevat naast een gedetailleerde beschrijving ook peilingen van de diepte van de rivier in een aantal. Ligging van de profielen is niet aangegeven in het rapport en komt niet overeen met profielen op de rivierkaart 1830.

A.R.A. Verzameling kaarten, 2e gedeelte. Inv. Nr. 784
F.W. Conrad 1796. Kaart van de situatie der rivier de Maas bij de dorpen Aalburg en Wijk, ca. 1 : 3000. Maas met wat aanwassen strangen en een zandbank en peilingen van de waterdiepte t.o.v. het peil bij Heusden.

R.A.N.B. Kaarten-, prenten-, en tekeningenverzameling. Atlas der kaarten en profielen behorende tot het rapport der commissie over de beste rivier-afleidingen van 13 sept. 1825. Inv. Nr. 688, 720, 697, 708 (neg. Nr. 707, 685, 653, 706).

Kaart der situatie van het terrein tusschen 's Hertogenbosch en het zogenaamde Bergse veld beneden Geertruidenberg. Ca. 1 : 10.000.

A.R.A., verzameling kaarten, 2e gedeelte supplement. Inv. Nr. 4000
[n.n.] 1759. Figuratieve Caart van 't beloop van den dijk en de Maas van boven het Hel End tot beneden het Dornwaard... beoosten de steede Heusden. Ca. 1 : 3000. Op de kaart zijn aanwassen gekarteerd en dieptepeilingen aangegeven.

A.R.A. Verzameling kaarten , 2e gedeelte. Inv. Nr. 778
M.D. De Jong en J. Crielaardt. 1790. Caart van de rivier de Maas met beide hare oevers beginnende boven de Nederhemert krib tot beneden die plaat van de Grafelijkheid van Holland. Ca. 1 : 2500. 1 blad met 2 foto's. Maas met aanwassen, strangen en zandplaten en peilingen van de waterdiepte.

A.R.A. Verzameling kaarten, 2e gedeelte. Inv. Nr. 783

J. van Asperen 1809, Kaart van een gedeelte van de rivier de Maas van boven de Hedelse Maas tot beneden 's Rijks rivierwerken, ca. 1 : 1500. 1 blad, 2 foto's. Maas met middelzanden, aanwassen en peilingen t.o.v. het peil bij Heusden.

Maaskant

A.R.A. Verzameling kaarten, 2e gedeelte Inv. Nr. 749

B. Wisborom, 1806. Kaart van een gedeelte der rivier de Maas voor en boven Batenburg... met de gedaane pijlingen op de hoogte van 2 voeten aan het peil van Appeltern, staande aan de Sluis.

A.R.A. Verzameling kaarten, 2e gedeelte, supplement Inv. Nr. 3992

D.J.T. Homkins 1804. Figuratieve kaart van de Maas. Maas bij Mook met gepeilde dieptes en nevengeul. 2 vrijwel identieke bladen.

Plassenmaas

R.A.L. Kaartenarchief van Rijkswaterstaat in Limburg. Inv. Nr. 2. (lade 99.22)

Profils de la Meuse au hameau d'Asselt sou la commune de Swalmen, 1817 [n.n.], schaal 1 : 100. Dwarsprofielen van de Maas bij Asselt, gem. Swalmen. 1 Blad, 14 profielen met laag, gemiddeld en hoog water. Lokatie niet op het blad. Waterdiepten t.o.v. met getallen aangegeven op enkele plaatsen in profiel. Waterdiepten niet gerelateerd aan een peil.

Grensmaas

A.R.A. WCAP 1564

Plan d'une Partie de la Riviere de Meuse au hameau de Cothem 1820. Kaart met de ligging van 40 dwarsprofielen plus getekende dwarsprofielen.