Het meandergedrag van de Overijsselse Vecht; historische morfodynamiek en kansrijkdom voor natuurontwikkeling

32/446 (402) 2e ex.

BIBLIOTHEEK STARINGGEBOUW

Het meandergedrag van de Overijsselse Vecht; historische morfodynamiek en kansrijkdom voor natuurontwikkeling

H.P. Wolfert
G.J. Maas
G.H.P. Dirkx

LANDBOUWCATALOGUS
- 3 MEI 1996

Rapport 408

- 3 MEI 1996

DLO-Staring Centrum, Wageningen, 1996

+ 4 kr+
1320361

REFERAAT

H.P. Wolfert, G.J. Maas, G.H.P. Dirkx, 1996 *Het meandergedrag van de Overijsselse Vecht; historische morfodynamiek en kansrijkdom voor natuurontwikkeling.* Wageningen, DLO-Staring Centrum. Rapport 408; 98 blz.; 35 fig.; 9 tab.; 64 ref.; 1 aanh.; 2 kaarten.

Onderzocht is waar het proces van meanderen in de Overijsselse Vecht weer toegelaten kan worden. Patronen van historische laagwaterbeddingen (1720, 1850 en 1890) en geomorfologische eenheden (anno 1890) zijn gekarteerd (1 : 25 000). Zes riviertrajecten zijn onderscheiden, die verschillen in meandergedrag en dynamiek. Het meandergedrag hangt sterk af van de landschappelijke ligging en de bodemkundige samenstelling van oevers. De jaarlijkse aangroei van oevers bedroeg gemiddeld 4,2 ha. Op basis van de rivierdynamiek en beperkingen vanuit rivierbeheer en landgebruik zijn kansrijke locaties geselecteerd. Door deze beperkingen en elkaar overlappende ruimtelijke aanspraken voor abiotische en biotische natuur is een integrale natuurontwikkelingsvisie nodig.

Trefwoorden: geomorfologie, historische geografie, rivierdynamiek

ISSN 0927-4499

©1996 DLO-Staring Centrum, Instituut voor Onderzoek van het Landelijk Gebied (SC-DLO)
Postbus 125, 6700 AC Wageningen.
Tel.: (0317) 474200; fax: (0317) 424812; e-mail: postkamer@sc.dlo.nl

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

DLO-Staring Centrum aanvaardt geen aansprakelijkheid voor eventuele schade voortvloeiend uit het gebruik van de resultaten van dit onderzoek of de toepassing van de adviezen.

Project 2734 [RAP408.EVR / 03-96]

Inhoud

	blz.
Woord vooraf	9
Samenvatting	11
1 Inleiding	15
1.1 Doel van het onderzoek	15
1.2 Meandergedrag	15
1.3 De Overijsselse Vecht	17
1.4 Beleidskader	19
1.5 Onderzoeksopzet	21
1.6 Opbouw van dit rapport	22
2 Methoden	23
2.1 Geomorfologisch onderzoek	23
2.1.1 Stroomgebiedszones en riviertrajecten	24
2.1.2 Geomorfologische eenheden	25
2.2 Historisch onderzoek	27
2.2.1 Kaarten	27
2.2.2 Geschreven bronnen	32
2.3 Bodemonderzoek	32
3 Riviersysteem	33
3.1 Stroomgebied	33
3.1.1 Landschap en geologische ondergrond	33
3.1.2 Afvoer en rivierdimensies	39
3.1.3 Bewoning en landgebruik	42
3.2 Meandergordel en rivierdal	43
3.2.1 Geomorfologische eenheden	43
3.3 Substraattypen	48
4 Meandergedrag	57
4.1 Patronen	57
4.1.1 Dimensies	57
4.1.2 Ontwikkeling	61
4.1.3 Invloed van de mens	65
4.2 Dynamiek	68
4.2.1 Migratiesnelheid	68
4.2.2 Erosiegevoeligheid	71
5 Geografische kansrijkdom	73
5.1 Criteria en randvoorwaarden	73
5.1.1 Natuurlijke processen	73
5.1.2 Landgebruik	75
5.2 Kansrijke situaties	76
5.2.1 Trajecten	76
5.2.2 Locaties	77

5.3 Haalbaarheid meandering 79

6 Discussie en conclusies 85
6.1 Historisch referentiebeeld 85
6.2 Geografische kansrijkdom 87
6.3 Beleidsprioriteiten 87

Noten 89

Literatuur 91

Tabellen

1 Aandeel van geomorfologische eenheden aan de oppervlakte van meandergordel of rivierdal per riviertraject 46
2 Minimale, gemiddelde en maximale omvang van de 173 meanders van de Overijsselse Vecht in 1890. 57
3 De oppervlakte van kronkelwaarden per riviertraject 68
4 De historische aangroei en erosie van oevers per riviertraject 69
5 De historische aangroei van oevers langs de Overijsselse Vecht 69
6 De gemiddelde breedte van de Overijsselse Vecht, zoals weergegeven op het gebruikte kaartmateriaal en door Staring en Stieltjes (1848). 71
7 De grootte van de kronkelwaarden en de historische omvang van de nieuwvorming van kronkelwaarden als criterium voor de selectie van kansrijke riviertrajecten 76
8 *Specific stream power* van de Overijsselse Vecht op de twee geselecteerde locaties, in de vroegere en huidige situatie 80
9 Interactie parameter λ_s/λ_w van de Overijsselse Vecht op de twee geselecteerde locaties, in de vroegere en huidige situatie 82

Figuren

1 Terreinvormen en sedimenten van een meanderende rivier (gewijzigd naar: Reading (Ed.), 1978; waterstroming naar Thompson, 1986 en Thorne, 1992) 16
2 Het afsnijden van meanders: kronkelwaardgeulafsnijding (A) en meanderhalsafsnijding (B) (uit: Reading (Ed.), 1978). 17
3 De Overijsselse Vecht en het stroomgebied van de Vecht 18
4 De hiërarchie in stroomgebiedszones, riviertrajecten en geomorfologische eenheden. 24
5 Fragment van de Topografische kaart van Nederland schaal 1 : 25 000, met de situatie van ca. 1890. 29
6 Fragment van de Topografische en Militaire Kaart van het Koningrijk der Nederlanden schaal 1 : 50 000, met de situatie van 1851/1852 (fotografisch vergroot naar schaal 1 : 25 000). 30
7 Fragment van de kaart 'Limiten tussen Bentheim en Overijssel', schaal 1 : 19 200, met de situatie van omstreeks 1720. 31

8 De landschappelijke ligging van de Overijsselse Vecht. 34
9 Stroomafwaartse verschillen in landschappelijke en relatieve hoogteligging van de Vechtafzettingen 35
10 Schematische weergave van de ontwikkeling van het lengteprofiel van de Overijsselse Vecht 37
11 De onderscheiden riviertrajecten van de Overijsselse Vecht 39
12 Stroomafwaartse toename van het debiet van de Overijsselse Vecht, uitgedrukt in oppervlakte stroomgebied (naar: Janssens, 1992) 40
13 Stroomafwaartse toename van de rivierbreedte in 1848 (bij hoogwater volgens Staring en Stieltjes, 1848). 40
14 Stroomafwaartse veranderingen in de maximale rivierdiepte in 1848 (bij hoog water volgens Staring en Stieltjes, 1848). 41
15 Stroomafwaartse veranderingen in de korrelgrootte van het recente beddingmateriaal (naar Rijkswaterstaat, 1967). 41
16 Dwarsprofiel Rheeze-Brucht. 49
17 Dwarsprofiel Karshoek. 50
18 Dwarsprofiel Plaggemars. 51
19 Dwarsprofiel Hessumsche Mars. 52
20 De meting van de afstand tussen buigpunten en de amplitude van meanders. 58
21 Stroomafwaartse variatie en toename van de afstand tussen buigpunten van de meanders in 1890. 58
22 Stroomafwaartse variatie en toename van de amplitude van de meanders in 1890. 59
23 De afstand tussen buigpunten van de meanders in 1890, in de onderscheiden riviertrajecten. 60
24 De amplitude van de meanders in 1890, in de onderscheiden riviertrajecten. 61
25 Stroomafwaartse veranderingen in de kromtefactor van de meanders in 1890. 62
26 De ontwikkeling van de grote meanders die niet-fluviatiele afzettingen zonder esdek aansnijden. 64
27 De ontwikkeling van kleine ganzenek-meanders op plaatsen waar de rivier tegen oude bouwlanden stroomt. 64
28 Kribben ter voorkoming van erosie in de buitenbocht bij Nieuwe Verlaat bij Berkum 66
29 Een historische kronkelwaardgeul-afsnijding op het land van de Graaf van Regteren, aan het begin van de 19^{e} eeuw. 67
30 De zijdelingse verplaatsing van enkele snel migrerende meanders 70
31 Oeverafzetting bij de stuw Vechterweerd in de winter van 1945 (RAF luchtfoto) 74
32 De voor herstel van meandering kansrijke locaties 78
33 Oude en nieuwe waarden van de *specific stream power* en de korrelgroote van het beddingmateriaal op de geselecteerde locaties, vergeleken met die van meanderende en vlechtende rivieren (P = kronkelfactor; aangevuld naar Van den Berg, 1995). 81
34 Oude en nieuwe waarden van de interactie parameter λ_s/λ_w voor de geselecteerde locaties, vergeleken met die van rivieren met alternerende banken en rivieren met eilanden (aangevuld naar: Helmer et al., 1991). 83

35 De historische referentie voor natuurontwikkeling in de riviervlakte van de Overijsselse Vecht, uitgedrukt in geomorfologische eenheden en nieuwvorming per eeuw (zie voor meer exacte waarden de tabellen 1, 4 en 5). 86

Aanhangsels

1 Geraadpleegde archieven 97

Kaarten/bijlagen

1 Kaart Geomorfogenetische gesteldheid anno 1890
2 Kaart Historische laagwaterbeddingen

Woord vooraf

Het in dit rapport beschreven onderzoek is verricht door DLO-Staring Centrum, in opdracht van de Directie Overijssel (inmiddels opgegaan in de Directie Oost-Nederland) van Rijkswaterstaat.

Het onderzoek richtte zich op het historische meandergedrag van de gehele Overijsselse Vecht, en de selectie van een geschikte locatie voor het weer opnieuw laten meanderen van een deel van deze rivier. Dit onderzoek krijgt een vervolg door voor de geselecteerde locaties middels rivierkundige vergelijkingen het meandergedrag modelmatig te simuleren. Na de uitvoering van het herstelproject zelf, zullen de inzichten mogelijk verder vergroot worden door een monitoringonderzoek.

Het onderzoek is begeleid door T. Mars en F. Berben van de Directie Oost-Nederland van Rijkswaterstaat en door M. Schropp en M.M. Schoor van het RIZA Rijksinstituut voor Integraal Zoetwaterbeheer en Afvalwaterbehandeling.

Het onderzoek is uitgevoerd in 1995, door H.P. Wolfert (projectleiding; geomorfologie), G.J. Maas (geomorfologie, bodemkunde), G.H.P. Dirkx (historische geografie), A. Koomen (bodemkundig veldwerk), J.G. Vrielink (bodemkundig advies), C. Onderstal, R. Schuiling en H.A. Gijsbertse (GIS), allen medewerkers van DLO-Staring Centrum.

Staatsbosbeheer en enkele particuliere grondeigenaren hebben toestemming verleend voor het verrichten van bodemkundig onderzoek.

Samenvatting

Het doel van dit onderzoek was inzicht te verkrijgen in de aard en de omvang van het meandergedrag van de Overijsselse Vecht in het recente verleden, om de geografische kansrijkdom te kunnen bepalen voor het weer toelaten van het proces van meanderen.

De Overijsselse Vecht is aan het einde van de 19e eeuw gekanaliseerd, waardoor het rivier(eco)systeem sterk verarmd is. Vanuit het huidige natuur- en landschapsbeleid wordt weer gestreefd naar een natuurlijk(er) riviersysteem. Eén van de maatregelen daarvoor is het verwijderen van de oeverbescherming, waardoor erosie- en depositieprocessen in de rivier weer meer ruimte krijgen. In verband met het rivierbeheer en het overige landgebruik langs de Vecht is deze maatregel niet overal uit te voeren, zodat gezocht moet worden naar locaties waar de mogelijkheden voor herstel optimaal benut kunnen worden.

Dit onderzoek richtte zich vooral op de historische aspecten van het meandergedrag, die bestudeerd zijn door middel van geomorfologisch, historisch geografisch en bodemkundig onderzoek.

Meandergedrag
De Overijsselse Vecht was voor de grote rivierverbeteringswerken uit de periode 1896-1914 een actief meanderende rivier. De historische kenmerken van de Overijsselse Vecht kunnen niet als puur natuurlijk worden beschouwd: zij zijn juist het gevolg van het landgebruik in de bovenstrooms gelegen delen van het stroomgebied.

Door de werking van erosie- en depositieprocessen heeft de rivier in de loop van enkele eeuwen een meandergordel opgebouwd. De geomorfologische gesteldheid daarvan anno 1890 is gekarteerd, op schaal 1 : 25 000 (Kaart 1). Het blijkt dat de verschillende terreinvormen niet overal in dezelfde verhoudingen voorkomen, en dat er ook verschillen zijn in de patronen van laagwaterbedding en geomorfologische eenheden. Er zijn zes verschillende riviertrajecten onderscheiden. Tussen de grens en Hardenberg is een brede overstromingsvlakte gevormd aan weerszijden van een smalle meandergordel. Tussen Hardenberg en Dalfsen heeft de rivier zich ingesneden in een dal. De ondergrond bestaat er vrijwel geheel uit beddingafzettingen van de meanderende Vecht. Binnen deze dalbodem zijn vier deeltrajecten onderscheiden. Na Dalfsen heeft de Vecht in het verleden een delta opgebouwd. Deze is in de Middeleeuwen al grotendeels ingedijkt. Er is hier geen sprake van een meanderende, maar van een *low-sinuosity* rivier met een meer in de lengterichting migrerende laagwaterbedding. De verschillen tussen de trajecten worden vooral bepaald door de landschappelijke ligging.

De rivier was smaller dan tegenwoordig, had flauwere oevers en was met name in de zomerperiode plaatselijk zeer ondiep. Anno 1890 waren in het laagwaterbed 173

meanders aanwezig, die een grote variatie in vorm vertoonden. De ligging van de laagwaterbedding in 1720, 1850 en 1890 is in kaart gebracht, op schaal 1 : 25 000 (Kaart 2). Alhoewel er lokaal wel sprake is geweest van oeverbescherming, heeft men het proces van meanderen in historische tijd niet kunnen belemmeren. De Overijsselse Vecht blijkt een dynamische rivier geweest te zijn: gemiddeld bedroeg de aangroei van oevers 4,2 ha/jaar, hetgeen gelijk staat met een gemiddelde afkalving van 1,4 m/jaar van de aan erosie onderhevige oevers. De maximale waarden voor erosie bedroegen gemiddeld 3,5 m/jaar. Ook kwamen meanderafsnijdingen voor. De dynamiek was echter niet buitengewoon groot: gedurende de periode 1720 - 1890 hield het grootste gedeelte van de Vecht in grote lijnen dezelfde ligging. Elk riviertraject heeft een verschillende dynamiek gekend; met name het verschil tussen de meanderende en de *low-sinuosity* rivier is groot. De dynamiek blijkt sterk af te hangen van de bodemkundige samenstelling van de oevers. Zeer erosiegevoelig zijn stuifzanden op Jong Dekzand, en kronkelwaardafzettingen; erosieresistent zijn rivierkommen en esdekken op Oud Dekzand. Ook de ontginning van woeste gronden aan het einde van de 19e eeuw, heeft effect gehad op de rivierdynamiek.

Natuurontwikkeling

De resultaten van dit onderzoek zijn gebruikt voor het opstellen van een historische referentie: een beeld van het riviersysteem in het verleden, zoals dat ontleend kan worden aan de verzamelde informatie. Deze referentie omvat niet alleen een beschrijving van de vroegere eigenschappen en dynamiek van het riviersysteem, maar ook een kwantificering daarvan, uitgedrukt in geomorfologische eenheden en de snelheid van nieuwvorming daarvan (fig. 35). Daarmee is nu ook een kwantificering van streefbeelden en van doelparameters mogelijk, waaraan de voortgang en de realisatie van het beleid uiteindelijk getoetst kunnen worden.

De geografische kansrijkdom voor het proces van meanderen is direct gekoppeld aan de nieuwvorming van geomorfologische eenheden, door de omvang daarvan en de erosiegevoeligheid van het substraat als criteria te gebruiken. Het blijkt dat twee trajecten kansrijk zijn. Mede op basis van de minimale omvang van een te herstellen traject, de minimale afstand tot de bestaande stuwen, en randvoorwaarden ten aanzien van gevaar voor bebouwing, voorzieningen voor verkeer en waterhuishouding, ecologisch waardevolle natuurterreinen, landbouwgronden en recreatieterreinen zijn binnen deze trajecten twee kansrijke locaties geselecteerd en twee alternatieven voor één ervan. Voor deze locaties is tenslotte nagegaan of het proces van meanderen wel haalbaar is, uitgaande van de huidige dimensies van het laagwaterbed. Onder andere uit berekeningen van de *stream power* en de interactie parameter λ_s/λ_w blijkt dat de huidige omstandigheden niet veel anders zijn dan die in de historische situatie. De mogelijkheden voor het herstel van de natuurlijke rivierdynamiek zijn dus zeker aanwezig, ondanks de aanwezigheid van stuwen in de rivier. Wel kan het vrij lange tijd duren voor het resultaat zichtbaar wordt.

Door de vele randvoorwaarden gesteld vanuit het overige landgebruik blijkt er slechts beperkt ruimte beschikbaar te zijn voor het weer toelaten van het proces van meanderen. Waarschijnlijk zal het veel moeite kosten om de in de referentie genoemde oppervlakten ook maar bij benadering te kunnen realiseren. Op de daarvoor meest geschikte locaties dient men daarom voorrang te geven aan het herstel van

dit proces. Op het terrein van natuurbehoud en -ontwikkeling zijn echter diverse elkaar overlappende ruimtelijke aanspraken geconstateerd, die het herstel van het proces van meanderen nog verder beperken. Dit geldt onder andere het behoud van kwelafhankelijke biotische waarden, die geen toename van de rivierdynamiek verdragen, en de aanleg van natuurvriendelijke oevers op plaatsen die juist kansrijk zijn voor het proces van meanderen. Alleen al voor de natuurfunctie is daarom een goed proces van afweging van prioriteiten tussen abiotische en biotische waarden en tussen proces- en patroonwaarden nodig. Dit onderstreept de wens voor een integrale visie op de ontwikkelingsrichting voor het Vechtdal.

1 Inleiding

1.1 Doel van het onderzoek

Het doel van dit onderzoek was inzicht te verkrijgen in de aard en de omvang van het meandergedrag van de Overijsselse Vecht in het recente verleden, om de geografische kansrijkdom te kunnen bepalen voor het weer toelaten van het proces van meanderen.

Aanleiding van het onderzoek was de wens van de rivierbeheerder om de Overijsselse Vecht weer een natuurlijker karakter te geven. Tot de voorgestelde maatregelen om dit te realiseren behoort ook het opnieuw toelaten van het proces van meanderen op daarvoor geschikte locaties.

1.2 Meandergedrag

Vanouds worden bij de beschrijving van fluviatiele systemen, meanderende rivieren onderscheiden. Meanderende rivieren kenmerken zich door één stroomgeul met een meer of minder sinusvormige loop. Het meanderen hangt direct samen met de waterstroming in de rivier. De beweging van het water is opgebouwd uit twee cellen met een tegengestelde, spiraalgewijze stroming, die van elkaar gescheiden worden door de zone waar het water de grootste stroomsnelheid heeft (Thompson, 1986). Tussen twee meanderbochten in bevindt deze zone zich in het midden van de rivier; het stromingspatroon is daar symmetrisch, evenals het dwarsprofiel. In een meanderbocht wordt het water tegen de concave oever (aan de buitenzijde van de bocht) aangedrukt, zodat hier een asymmetrisch stromingspatroon ontstaat met de grootste stroomsnelheden meer naar de buitenzijde en een ruimere invloedsfeer van de aan de binnenzijde gelegen stromingsspiraal (figuur 1). Erosie vindt met name plaats aan de buitenzijde van de bocht, waar diepten ontstaan in de bedding en de oever wordt ondergraven. Aan de convexe oever treedt juist sedimentatie op, mede onder invloed van de dominante spiraalsgewijze stroming die langs de bedding naar de binnenzijde van de bocht gericht is.

Voortdurende erosie en sedimentatie heeft het migreren van de meander tot gevolg. Door het afkalven van concave oevers ontstaat ruimte voor de afzetting van beddingmateriaal aan de convexe oever, in de vorm van zandbanken (Engels: point bar), die geleidelijk steeds hoger groeien en uiteindelijk zelfs boven de waterspiegel uitkomen, om dan opgevolgd te worden door een nieuw aangroeiende zandbank. Op den duur ontstaat zo een aaneenschakeling van zandbanken, met daartussen restanten van kleine afvoergeultjes (figuur 1). Dergelijke terreinen worden kronkelwaarden genoemd en zijn opgebouwd uit het grofste materiaal dat de rivier kan transporteren (grind en zand).

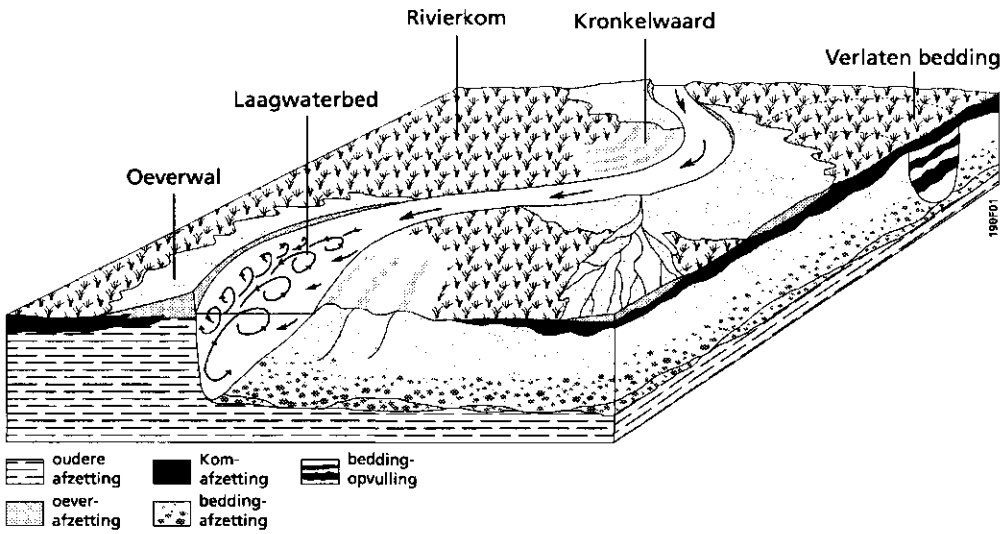


Fig. 1 Terreinvormen en sedimenten van een meanderende rivier (gewijzigd naar: Reading (Ed.), 1978; waterstroming naar Thompson, 1986 en Thorne, 1992)

In zeer dynamische systemen kan door de erosie van concave oevers de meander zo groot worden, dat bij hoge afvoeren het water over de kronkelwaard een kortere weg gaat zoeken. Het water slijpt dan een nieuwe bedding uit en snijdt de oude bocht af: een proces dat meanderhalsafsnijding (Engels: neck cut-off) genoemd wordt (figuur 2). Vervolgens raakt de oude meander van de nieuwe geïsoleerd, omdat er bij de ingang en uitgang veel sediment wordt afgezet: er ontstaat een zogenaamd hoefijzermeer. Daarnaast komt het ook voor dat een nieuwe bedding juist gevormd wordt in één van de oude afvoergeultjes in de kronkelwaard: er is dan sprake van een kronkelwaardgeulafsnijding (Engels: chute cut-off). Uiteindelijk kan zodoende het hoogwaterbed van een meanderende rivier bestaan uit een groot aantal kronkelwaarden.

Naast de sedimentatie van beddingmateriaal vindt er langs meanderende rivieren oeversedimentatie plaats. Er zijn bij overstromingen grote verschillen in stroomsnelheid: het water in de bedding stroomt snel, terwijl in de naastgelegen overstromings

vlakte de stroomsnelheid veel kleiner is in verband met de geringere diepte van het water en de weerstand van de vegetatie. Voortdurend vindt er uitwisseling van water plaats. Komende vanuit de bedding verliest het water veel snelheid. Het vermogen om zand te transporteren wordt dan ook snel kleiner, met als gevolg dat veel van het door het snelstromende water meegevoerde materiaal niet verder kan worden meegenomen en wordt afgezet. Het verlies in snelheid is met name groot direct langs de laagwaterbedding: hier wordt het meeste en ook het grofste oevermateriaal (zand en silt) afgezet in de vorm van een oeverwal. De oeverwal wigt al snel uit.

Iets verder van de bedding af wordt het overige, fijnere materiaal (silt en klei) afgezet. Depositie van deze fracties treedt pas op wanneer de omstandigheden rustiger worden. Het meeste fijnere materiaal wordt afgezet in de lagere delen achter de oeverwal. Deze terreinen worden de rivierkom genoemd. In tegenstelling tot de grovere

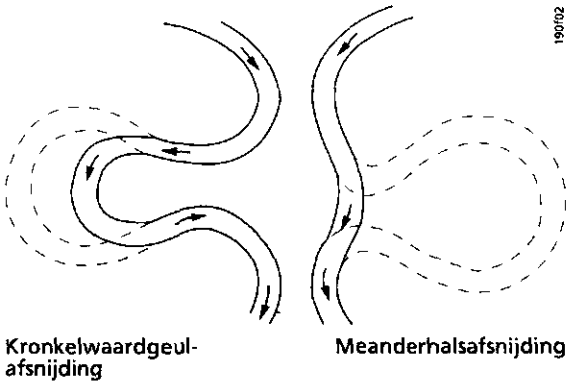


Fig. 2 Het afsnijden van meanders: kronkelwaardgeulafsnijding (A) en meanderhalsafsnijding (B) (uit: Reading (Ed.), 1978).

fracties is afzetting van het in suspensie meegevoerde materiaal gelijk verdeeld over het gehele dal, en vormt zich bij depositie dus geen reliëf.

Voorwaarden voor het ontstaan van een meanderend rivierpatroon zijn in het algemeen een regelmatige afvoer, een gering verhang, en een groot aandeel van de fijnere fracties in het totale sedimenttransport. Vandaar dat meanderende rivieren veel voorkomen in laaglandgebieden. Naast het meanderende type worden in het Nederlandse laaglandgebied ook andere, daarop gelijkende riviertypen onderscheiden, met een anderssoortige dynamiek en een daarmee ander patroon van laagwaterbedding en terreinvormen (Wolfert, 1992; Reijnen et al., 1995; Spek, 1996).

In verband met het bovenstaande wordt de term 'meandergedrag' in deze studie vrij breed opgevat. Het gaat zowel om de erosie- en sedimentatieprocessen in het laagwaterbed van de rivier, als om de patronen van terreinvormen die daarbij onstaan in het hoogwaterbed. Bovendien blijft de analyse niet beperkt tot die rivieren die strikt genomen tot het meanderende type behoren, maar worden de processen en patronen van andere riviertypen ook bestudeerd onder noemer meandergedrag.

1.3 De Overijsselse Vecht

De Vecht is een regenrivier met een stroomgebied van 3785 km^2, waarvan 47% in Duitsland en 53% in Nederland (figuur 3). De rivier ontspringt ten zuiden van Horstmar in Nordrhein Westfalen en mondt uit in het Zwarte Water in Overijssel, die vervolgens uitmondt in het Zwarte Meer. De totale lengte van de Vecht bedraagt 167 km. De lengte van de Vecht op Nederlands grondgebied is 60 km: dit deel wordt de Overijsselse Vecht genoemd. Het verval van de Overijsselse Vecht bedraagt ca. 10 m.

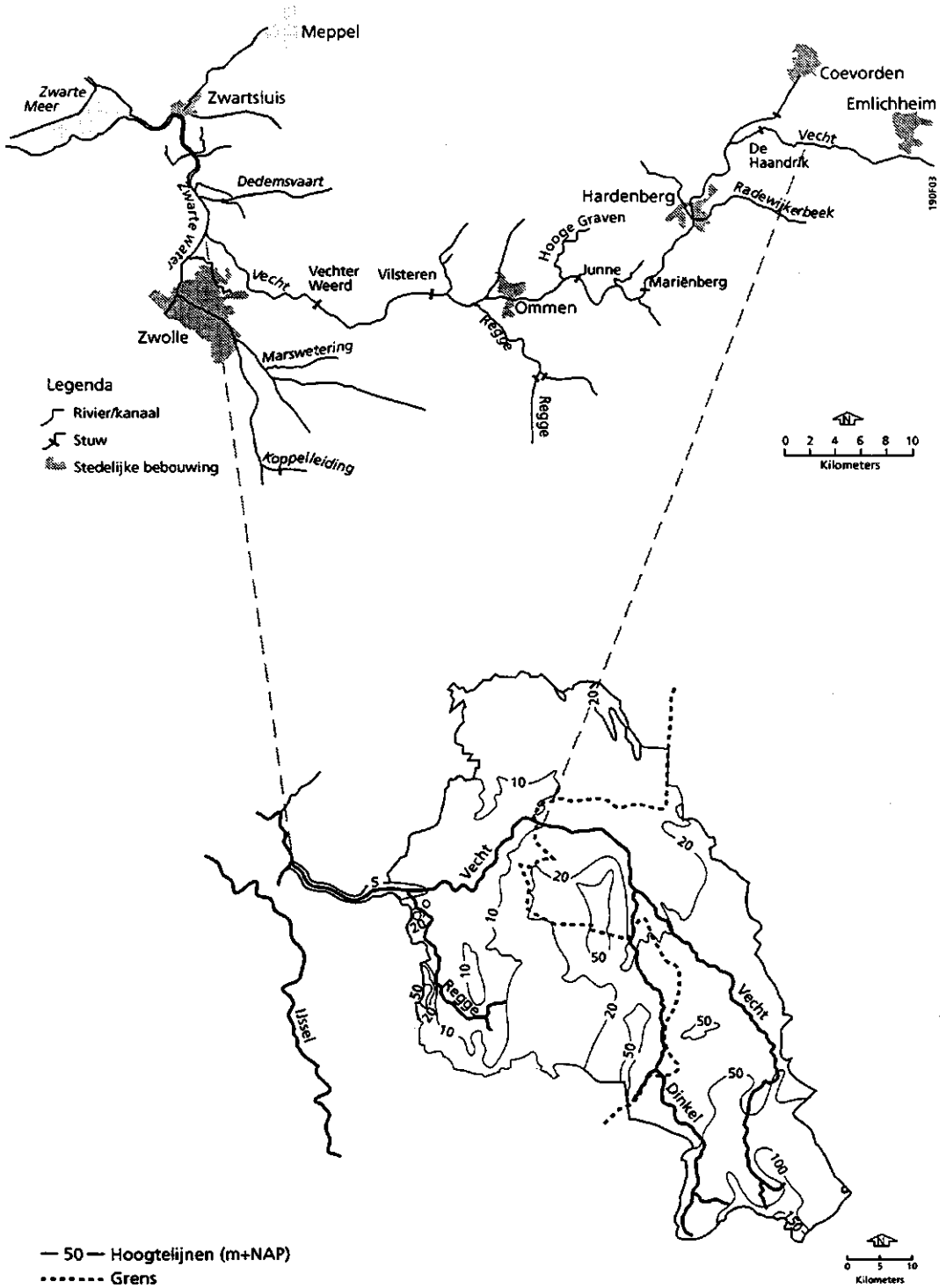


Fig. 3 De Overijsselse Vecht en het stroomgebied van de Vecht

De huidige afvoerkarakteristiek van de Overijsselse Vecht wordt enerzijds gekenmerkt door een relatief snelle afvoer tijdens hoogwatersituaties, en anderzijds door zomerse perioden met nauwelijks of geen stroming in het laagwaterbed. Een groot deel van het debiet is afkomstig uit Duitsland. Kenmerkend voor het Nederlandse deel van de Overijsselse Vecht is de duidelijke toename in afvoer in stroomafwaartse richting, veroorzaakt door de toestroming vanuit vooral het Afwateringskanaal Coevorden en de Regge. Hoge afvoeren op de Overijsselse Vecht bedragen voor een herhalingstijd

van twee jaar, globaal overeenkomend met de *bankfull discharge*, te Emlichheim 111 m^3/s en bij de monding van de Vecht 182 m^3/s (Janssens, 1992).

Aan de Vecht zijn grote verbeteringswerken uitgevoerd, met name om overlast door hoge afvoeren te verminderen. De eerste bedijkingen vonden plaats in de 14e en 15e eeuw, stroomafwaarts van Dalfsen. Bovenstrooms van Hardenberg is in de jaren dertig van de 20e eeuw het hoogwaterbed aanzienlijk verkleind door de aanleg van dijken. De rivier werd in Nederland in de perioden 1896-1914 en 1932-1957 en in Niedersachsen in 1952-1960 gereguleerd. In totaal zijn 69 meanders van de Overijsselse Vecht afgesneden, waarmee de oorspronkelijke rivierlengte is teruggebracht van 90 naar 60 km. Om ongewenste verticale erosie van de bedding en daarmee samenhangende veranderingen in de bovenstroomse (grond)waterstanden tegen te gaan, zijn 7 stuwen aangelegd, waarvan er nu nog 6 in werking zijn. De stuwen Ane en De Haandrik waren al eerder aangelegd, ten behoeve van de scheepvaart in de Overijsselse kanalen, respectievelijk in 1853 en 1858. De oevers van de Overijsselse Vecht zijn vastgelegd met steenbestorting.

Bovengenoemde maatregelen hebben de rivierdynamiek van de Overijsselse Vecht sterk beïnvloed. De afsnijding van meanderbochten en de aanleg van stuwen heeft niet alleen de hydrodynamiek veranderd, maar ook de processen van erosie en sedimentatie (de morfodynamiek) in het laagwaterbed. Met het aanbrengen van oeverbescherming over de gehele lengte van de Overijsselse Vecht is het proces van oeverafslag en daarmee het meandergedrag tot het verleden gaan behoren.

1.4 Beleidskader

De Overijsselse Vecht en het aangrenzende hoogwaterbed zijn in het Natuurbeleidsplan (Ministerie van LNV, 1990) aangewezen als onderdeel van de Ecologische Hoofdstructuur van Nederland (EHS), en in het Beleidsplan Natuur en Landschap 1992-1998 (Provincie Overijsel, 1992) als onderdeel van de Provinciale Ecologische Hoofdstructuur. Het gebied wordt aangegeven als kerngebied en natuurontwikkelingsgebied; door de grote variatie in milieutypen heeft het Vechtdal een belangrijke ecologische betekenis, met name als natte verbindingszone tussen de in Duitsland gelegen bovenstroomse delen van het Vechtsysteem en het Twentse bekengebied en de benedenstrooms gelegen water- en moerasgebieden in Overijssel en het oevergebied van het IJsselmeer. Deze betekenis dient echter versterkt te worden door het toepassen van natuurontwikkeling, gezien de verarming van het rivier(eco)systeem. Samen met het meandergedrag zijn voor een natuurlijke rivier kenmerkende habitats verdwenen, zodat diverse soorten, soortengroepen en levensgemeenschappen sterk zijn achteruitgegaan of in het Vechtsysteem niet meer voorkomen. Naast de verbetering van de natte ecologische infrastructuur is daarom het herstel van een natuurlijk(er) riviersysteem als streefdoel geformuleerd (Rijkswaterstaat directie Overijssel et al., 1994).

Herstel van een natuurlijk(er) riviersysteem kan tevens een rol spelen bij de uitvoering van het nationale landschapsbeleid. In de Nota Landschap (Ministerie van LNV, 1992)

wordt het Vechtgebied aangegeven als een gebied waar de identiteit van het landschap verloren is gegaan en nu weer hersteld dient te worden. Uit de ISP-karteringen (Reimerink et al., 1980) is al eerder gebeleken dat veel van het karakteristieke reliëf in het Vechtdal is geëgaliseerd, waarmee regionale en nationale geomorfologische waarden verloren zijn gegaan. Veelal gaat het daarbij om het reliëf van kronkelwaarden, terreinvormen die juist door natuurlijke processen opnieuw kunnen ontstaan, wanneer de natuurlijke erosie- en sedimentatieprocessen weer een kans krijgen.

In de grotere fluviatiele systemen in Europa kan geen sprake zijn van een herstel van een volledig natuurlijk systeem. Met name geldt dit voor de midden- en benedenlopen van de rivieren, waarvan de rivierdynamiek onder invloed staat van het landgebruik in de bovenstroomse delen van het stroomgebied. Ook voor de Overijsselse Vecht kan hooguit een begeleid natuurlijke situatie (Bal et al., 1995) als doelstelling van het natuurbeleid geformuleerd worden, waarin na het nemen van maatregelen om deze situatie (weer) op gang te brengen, het systeem op zichzelf gelaten wordt. Wel zijn gebieden waar natuurlijke geomorfologische processen hersteld kunnen worden bij uitstek geschikt voor de ontwikkeling van begeleide natuur (Hommel et al., 1994). Het feit dat deze processen onder de huidige klimatologische omstandigheden in Nederland slechts op minder dan 5% van het oppervlak kunnen optreden is een extra motivatie voor het herstel ervan.

Mede in het kader van een proefproject Integraal Waterbeheer Overijssel, opgezet naar aanleiding van de derde nota Waterhuishouding, zijn de afgelopen jaren enkele maatregelen uitgevoerd, die vooral gericht zijn op het verbeteren van de natte ecologische infrastructuur (Rijkswaterstaat directie Overijssel et al., 1994): de meeste stuwen zijn van vispassages voorzien, er zijn op meerdere plaatsen natuurvriendelijke oevers aangelegd. Daarnaast zijn voorbereidingen getroffen om een aantal oude meanders weer aan te koppelen. Voor het herstel van een natuurlijk(er) riviersysteem worden echter erosie-, sedimentatie- en inundatieprocessen essentieel geacht (TAUW, 1992). Eén van de maatregelen die in dit kader zijn voorgesteld, is dan ook het opnieuw toelaten van het proces van meanderen door het verwijderen van de oeverbescherming.

De mogelijkheden hiervoor hangen enerzijds af van de natuurlijke potenties van het riviersysteem. Anderzijds kunnen vanuit de verschillende landgebruiksfuncties binnen het riviersysteem randvoorwaarden aan het proces van meandering worden opgelegd, om eventuele nadelige gevolgen te kunnen beperken. Als primaire randvoorwaarde vanuit het rivierbeheer geldt dat aan de aanwezigheid en ligging van stuwen en dijken niet kan worden getornd. Bovendien moet de vrije afvoer van water, ijs en sediment gewaarborgd blijven. Ook het stuwpeil van de stuw De Haandrik is een vast gegeven, omdat ten behoeve van de scheepvaart het peil in de vaarweg Almelo-De Haandrik-Coevorden niet veranderd kan worden. Met name de blijvende aanwezigheid van stuwen brengt met zich mee dat het meandergedrag niet over de volle lengte van de Vecht kan worden gerealiseerd. Daarnaast zijn er voorlopig nog onzekerheden over het effect van maatregelen en moet bovendien rekening gehouden worden met belangen vanuit andere landgebruiksfuncties in het Vechtdal, zoals die van wonen, verkeer, landbouw, en recreatie. In dit onderzoek wordt er dan ook vanuit gegaan

dat voorlopig slechts op één of twee locaties de oeververdediging zal worden verwijderd.

Gezien deze beperkingen is het zinvol te onderzoeken waar langs de Overijsselse Vecht mogelijkheden benut kunnen worden voor een optimaal herstel van het proces van meanderen. De mate waarin binnen het huidige Vechtsysteem deze mogelijkheden aanwezig zijn, is voor dit onderzoek gedefinieerd als geografische kansrijkdom.

1.5 Onderzoeksopzet

Om inzicht te krijgen in de geografische kansrijkdom voor het proces van meanderen van de Overijsselse Vecht kunnen in principe een historische referentie, een geografische referentie en een systeem-theoretische referentie opgesteld worden (Bisseling (red.) et al., 1994). Dit onderzoek richtte zich op de historische aspecten, zodat de ontwikkeling van het Vechtsysteem over langere tijd gevolgd kon worden, waardoor meer zicht op de dynamiek van processen werd verkregen (During en Joosten, 1992). Bovendien was zodoende de relatie tussen deze processen en de gebiedseigen ecologische waarden en landschapskwaliteiten op een directe wijze vast te stellen. Bij geografische (vaak buitenlandse) referenties ligt dit veel moeilijker, terwijl ook heel vaak de factoren die van invloed zijn op het riviersysteem niet vergelijkbaar zijn. Systeemvreemde referenties zijn vooral bruikbaar bij het uitwerken van de verschillen tussen riviersystemen, bijvoorbeeld om de eigen identiteit van riviersystemen te benadrukken in de beleidsformulering. Systeem-theoretische referenties kunnen worden opgesteld door middel van berekeningen van het meandergedrag en modelsimulaties op basis van empirische regimevergelijkingen en analytisch afgeleide vergelijkingen. Deze kunnen echter pas plaatsvinden wanneer de grootheden van de betreffende rivier geijkt zijn aan de plaatselijke omstandigheden en eigenschappen van de rivier zelf. Ook dit is een legitimatie voor een studie naar een historische referentie.

Het historische meandergedrag van de Overijsselse Vecht is nog niet eerder onderzocht. Door Van Heesel zijn gegevens van voornamelijk hydrologische aard over de rivier uit de 19e eeuw verzameld (TAUW, 1992). Meetgegevens die informatie geven over de erosie- en sedimentatieprocessen in de periode voor de kanalisatie van de Vecht zijn echter nauwelijks aanwezig. Het vroegere meandergedrag is daarom in dit onderzoek vooral afgeleid uit de historische patronen van het laagwaterbed en de terreinvormen en afzettingen in het hoogwaterbed die door fluviatiele processen zijn ontstaan. Een aantal bronnen geeft globale informatie over de abiotische gesteldheid van het Vechtdal en haar omgeving: de Geologische Übersichtskarte, de Bodemkaart van Nederland, de Geomorfologische kaart van Nederland en een aantal hydrologische studies (zie voor de referenties par. 2.1.1). Deze bronnen zijn echter op schaal 1 : 200 000 tot 1 : 50 000 en daarmee te globaal voor het gestelde doel. De fysisch geografische kaart van het Vechtdal van Reijmerink et al. (1980) is wel op een gedetailleerde schaal (1 : 25 000), maar mist essentiële gegevens, nodig voor de analyse van het meandergedrag. Daarom is in dit onderzoek

nieuwe informatie verzameld door middel van geomorfologische, historisch geografische en bodemkundige onderzoeksmethoden.

Juist door het geografische karakter van deze onderzoeksmethoden ontstaat tegelijkertijd de mogelijkheid om de ruimtelijke variatie in het meandergedrag te bestuderen. Deze is geanalyseerd door de zogenaamde afhankelijke systeemvariabelen te beschrijven in relatie tot de onafhankelijke systeemvariabelen. De afhankelijke variabelen, waaronder bijvoorbeeld de breedte, de sinuositeit en de meanderlengte, worden bepaald door de onafhankelijke variabelen of factoren: afvoer, terreinhelling, sedimenttransport, textuur van het beddingmateriaal, aard van het oevermateriaal en oevervegetatie (Wolfert, 1991). Een aantal van deze factoren kan in de ruimte van het riviersysteem en zelfs in die van de meandergordel zelf sterk van aard verschillen, hetgeen in de ruimte varierende potenties voor meandering met zich meebrengt. Het gebiedsdekkende karakter van geografische onderzoeksmethoden maakt het mogelijk ook deze (lokale) variaties in het onderzoek te betrekken. Voor dit doel zijn zowel het laag- en hoogwaterbed van de rivier onderzocht, alsook de direct buiten de rivierdalbodem en dijken gelegen terreinen.

Het onderzoek heeft zich gericht op het aangeven van de aard van de meandering, de snelheid van meanderen, de ruimtelijke variatie daarin en de factoren die daarop van invloed zijn zoals de aard van het oevermateriaal. Bij het verzamelen van informatie is erop gelet dat deze tevens bruikbaar zou zijn bij een latere modelsimulatie van het meandergedrag (zie *Woord vooraf*).

Uiteindelijk zijn uit de verzamelde gegevens locaties langs de rivier geselecteerd, die naar verwachting de grootste potenties hebben voor meandering. Daarbij is niet alleen gelet op de natuurlijke potenties van het riviersysteem zelf, maar ook op de randvoorwaarden die gesteld worden vanuit de andere landgebruiksfuncties die de rivier en haar omgeving te vervullen hebben (zie par. 1.4).

1.6 Opbouw van dit rapport

Na deze inleiding worden in hoofdstuk 2 de onderzoeksmethoden voor de analyse van het historische meandergedrag besproken. De resultaten van het onderzoek worden in de hoofdstukken 3, 4 en 5 behandeld: in hoofdstuk 3 staan de abiotische eigenschappen van het riviersysteem centraal; in hoofdstuk 4 de vroegere rivierdynamiek en het meandergedrag, terwijl hoofdstuk 5 zich concentreert op de geografische kansrijkdom voor het opnieuw toelaten van meandering en de haalbaarheid ervan. De conclusies van het gehele onderzoek worden besproken in hoofdstuk 6.

In de tekst wordt door middel van noten verwezen naar gebruikte archiefstukken. Een overzicht van geraadpleegde archieven is als Aanhangsel opgenomen.

2 Methoden

2.1 Geomorfologisch onderzoek

Om inzicht te krijgen in het meandergedrag en de geografische kansrijkdom daarvoor, is het nodig het abiotische deel van het riviersysteem zodanig te analyseren dat inzicht verkregen wordt in de verschillende factoren die invloed hebben op de afhankelijke riviersysteemvariabelen (zie par. 1.5). Deze factoren variëren in de ruimte en de tijd, maar niet allemaal op dezelfde schaal. Het Vechtsysteem is daarom geclassificeerd volgens een hiërarchische benadering, waarin wordt gewerkt met verschillende niveaus van ruimtelijke en temporele dimensie. Daarbij zijn klassegrenzen, die zijn onderscheiden op globaal niveau, ook klassegrenzen in de lager gelegen, meer gedetailleerde niveaus. Naarmate het niveau meer gedetailleerd wordt veranderen de indelingskenmerken geleidelijk van weinig veranderlijke en kwalitatieve, naar veranderlijke en kwantitatieve.

Hiërarchische classificaties zijn door diverse auteurs gebruikt om fluviatiele systemen te beschrijven (Frisell et al., 1986; Amoros et al., 1987; Mitch en Gosselink, 1993; Rademakers en Wolfert, 1994). De hiërarchische benadering maakt het namelijk goed mogelijk eigenschappen van complexe systemen op inzichtelijke en navolgbare wijze te ordenen en aangrijpingspunten voor toepassingen in beleid en beheer op verschillende dimensies en tijdschalen te formuleren. Met name het sterk gereduceerde aantal indelingskenmerken per hiërarchisch niveau wordt als een voordeel gezien. Zo is de stroomsnelheid bijvoorbeeld binnen de rivierbedding een belangrijke factor voor het onstaan van bijvoorbeeld zandbanken, maar kunnen de verschillende geomorfologische patronen van de meandergordel vaak met andere, eenvoudiger te meten indelingskenmerken worden beschreven, zoals het verhang van het landschap en het debiet. Bijkomend voordeel voor onderzoeksprojecten is dat ook in de verzameling van gegevens onderscheid gemaakt kan worden in globale en meer gedetailleerde informatie, afhankelijk van het te onderzoeken niveau, hetgeen een efficiënte werkwijze met zich meebrengt.

In dit onderzoek is aangesloten op de niveaus van het Rivier-Ecotopen-Stelsel (Rademakers en Wolfert, 1994), een voor de Rijn en de Maas ontwikkelde hiërarchische ecotopentypologie. De niveaus in deze typologie hebben echter hier een meer abiotische invulling gekregen, in verband met het meer geomorfologische doel van dit onderzoek: onderscheiden worden stroomgebiedszones, riviertrajecten en geomorfologische eenheden of terreinvormen (figuur 4). De stroomgebiedszones en riviertrajecten zijn eerst in kaart gebracht op grond van globale informatie. Naarmate meer gegevens over de geomorfologische eenheden beschikbaar kwamen is deze indeling, met name voor wat betreft de begrenzingen, bijgesteld.

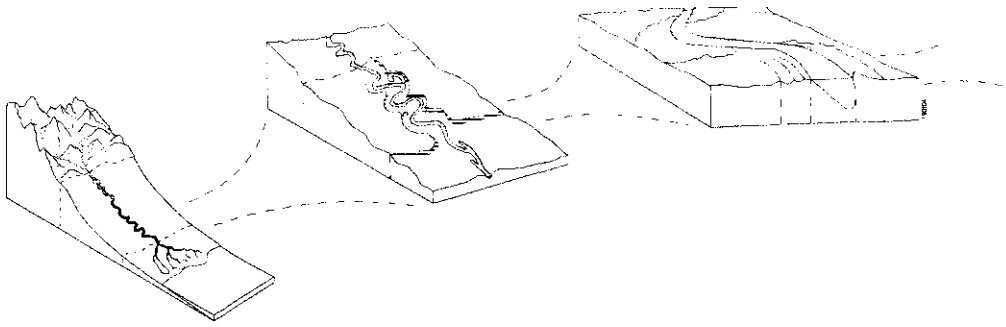


Fig. 4 De hiërarchie in stroomgebiedszones, riviertrajecten en geomorfologische eenheden.

2.1.1 Stroomgebiedszones en riviertrajecten

Het onderscheid in zones binnen het stroomgebied berust bij grote rivieren op een gradiënt op (sub)continentale schaal, bepaald door grootschalige geologische processen en klimaatsverschillen. Onderscheiden worden een erosiezone, een transportzone en een depositiezone (Schumm, 1988). Het eerste deelsysteem betreft een hooggelegen zone, waar het regenwater zich verzamelt en waar voornamelijk erosie plaatsvindt. Het tweede deelsysteem is een zone waar het water en de erosieprodukten voornamelijk doorgevoerd worden. In de derde, laaggelegen zone tenslotte worden de erosieprodukten afgezet en wordt het aangevoerde water over een breed gebied gedistribueerd. Op het schaalniveau van stroomgebieden heeft de mens nauwelijks invloed.

Riviertrajecten maken onderdeel uit van een gradiënt langs de rivier, die ook wel het rivier-continuüm (Vannote et al., 1980) genoemd wordt. De gradiënt is echter door landschappelijke overgangen en invloed van zijrivieren niet geleidelijk, maar veelal sprongsgewijs (Amoros et al., 1987), zodat binnen de stroomgebiedszones trajecten van een verschillend karakter te onderscheiden zijn. Klassieke voorbeelden van trajecten zijn die met meanderende, vlechtende of anastomoserende patronen; er bestaan echter ook vele gradaties daar tussen in. De verschillen hangen samen met de water- en sedimenthuishouding van zowel de bovenstroomsgelegen gebieden als het landschap waarin het traject gelegen is. Door het landgebruik in het stroomgebied, en door grootschalig uitgevoerde rivierkundige maatregelen kunnen deze beïnvloed worden.

Informatie over de stroomgebiedszones en de riviertrajecten is afgeleid uit al bestaande informatie over de abiotische gesteldheid van het stroomgebied van de Vecht, met name van de Overijsselse Vecht, en uit informatie over kenmerken van het laagwaterbed van de rivier. Relevant was informatie over de geologische, geomorfologische en bodemgesteldheid, alsmede hydrologische informatie over drainagepatroon, hydrologische (grondwater)systemen en afvoerkarakteristieken. Geraadpleegd zijn:

— geologische kaarten: de Geologische Übersichtskarte 1 : 200.000, Blatt CC 3902 Lingen (Ems) (Zitzman (red.), 1984);
— geomorfologische kaarten: de Geomorfologische kaart van Nederland 1: 600.000 (Maarleveld, 1974) en de Geomorfologische kaart van Nederland 1: 50 000, blad 22-23 (De Lange et al., 1983);
— bodemkaarten: de Bodemkaart van Nederland 1 : 200.000, blad 3 Overijssel (Ente et al., 1965); de Bodemkaart van Nederland 1: 50.000, bladen 20, 21 en 22 (resp. Eilander en Heijink, 1990; Kuijer en Rosing, 1994; Staring Centrum, 1989);
— hydrologische gegevens over grondwatersystemen (Brouwer en Hoogendoorn, 1986; Waterleiding Maatschappij Overijssel, 1987) en rivierregime (Janssens, 1992).

2.1.2 Geomorfologische eenheden

Het onderscheid in geomorfologische elementen gaat vooral uit van laterale (= zijdelingse) morfodynamische gradiënten binnen de riviertrajecten: de dynamiek van geomorfologische processen neemt geleidelijk af met de afstand vanaf de stroomdraad van de rivier. Daardoor zijn verschillen in terreinvorm ontstaan die direct ook de waterhuishouding beïnvloeden. Voorbeelden zijn de oeverwal aan de proximale zijde (dichtbij de rivier) en de rivierkom aan de distale zijde van de gradiënt. De vorming van deze terreinvormen en de aard van de processen zijn sterk te beïnvloeden door lokale, bijvoorbeeld rivierkundige maatregelen.

Voor de analyse van de informatie over geomorfologische eenheden en patronen daarvan, zijn deze op een geomorfologische kaart van het gehele onderzoeksgebied weergegeven (Kaart 1). Er is gekozen voor een geomorfogenetische legenda aangezien sterk de nadruk lag op informatie over de genese van de terreinvormen, en veel minder over bijvoorbeeld de aard van het reliëf. Criteria voor de classificatie en kartering van eenheden waren: landschappelijke ligging, hoogteligging, reliëf en bodemgesteldheid, voor zover zij onderscheidend zijn bij de interpretatie naar morfodynamiek en meandergedrag. Daarbij is gepoogd een reconstructie te maken van de natuurlijke terreinvormen, zoals die er voor de grote rivierkundige verbeteringen en landbouwkundige egalisaties uit gezien zullen hebben. Ook de direct aan het hoogwaterbed grenzende gronden zijn in de kaart opgenomen, aangezien werd verondersteld dat deze het meandergedrag sterk beïnvloeden wanneer zij door de rivier worden aangesneden (Hommel et al., 1994).

De classificatie en kartering zijn verricht op basis van literatuurstudie, analyse van bestaande geologische, geomorfologische, bodemkundige en topografische kaarten, alsmede van waterstaats- en rivierkundige gegevens:
— de Hoogtekaart van Nederland 1 : 10 000, verkend 1953-1972;
— de Topografische kaart van Nederland, schaal 1 : 25 000. Verkend 1983;
— de Fysisch Geografische kaart bij het Integraal Structuurplan Noorden des Lands; regionaal milieu-onderzoek. Deelrapport 22: Vechtdal (Reimerink et al.,1980);
— de Rivierkaarten Overijsselse Vecht schaal 1 : 2000. Verkend 1979, bijgewerkt t/m 1986 (Rijkswaterstaat, Directie Overijssel);

— de Bodemkaart van Nederland schaal 1 : 50 000, blad 21 O., blad 22 W. en O. verkenning afgesloten 1981; (incl manuscriptkaarten schaal 1 : 25 000)
— de Geomorfologische kaart van Nederland schaal 1 : 50 000, blad 22 W. Verkenning afgerond 1982;
— de Kaart van de bodemgesteldheid van het karteringsgebied Dalfsen en Nieuwleusen, ten noorden van de Vecht, schaal 1 : 10 000 (Schelling, 1953);
— de Kaart van de bodemgesteldheid van het ruilverkavelingsgebied Marshoek-Hoonhorst schaal 1 : 10 000 (Groot Obbink, 1979);
— de Kaart van de bodemgesteldheid van het ruilverkavelingsgebied Hardenberg-Oost schaal 1 : 10 000 (Hamming, 1961);
— de Kaart van de bodemgesteldheid van het ruiverkavelingsgebied Dedemsvaart, schaal 1 : 10 000 (Wopereis & Rutten, 1972);
— de Kaart van de bodemgesteldheid van de boswachterij Hardenberg, schaal 1 : 10 000 (Mekkink & Kleijer, 1982);
— de Kaart van de bodemgesteldheid van de boswachterij Ommen, schaal 1 : 10 000 (Vrielink & Dirkx, 1986)

De Hoogtekaart van Nederland bevat alleen puntinformatie en is ten behoeve van de interpretatie eerst uitgewerkt tot een hoogtelijnenkaart van de meandergordel, met een interval van 0,5 of 0,25 m. Voor de kartering van buiten het hoogwaterbed gelegen terreinvormen zijn alleen deze hoogtelijnenkaart en de Bodemkaart van Nederland 1 : 50 000 als bron gebruikt.

Ook historische kaarten hebben een rol gespeeld bij de vervaardiging van de geomorfologische kaart (zie par. 2.2.1).

Om een meer compleet beeld te krijgen van alle aanwezige oude geulen en meanders, en om de ligging daarvan nauwkeuriger in kaart te kunnen brengen zijn door middel van luchtfoto-interpretatie oude geulen en meanders in het rivierdal en de uiterwaarden langs de Overijsselse Vecht gelocaliseerd, en ingetekend op de kaart. Aangezien de interpretatiemogelijkheden van luchtfoto's sterk afhangen van het tijdstip van opname en de vochttoestand van de bodem op dit tijdstip, zijn verschillende reeksen luchtfoto's van verschillende ouderdom worden gebruikt. De voorkeur ging daarbij uit naar de oudere series, zoals de RAF foto's uit de periode 1940-1945. Deze bleken echter niet gebiedsdekkend aanwezig te zijn. Gebruikt zijn:
— Luchtfoto's schaal 1 : 18 800. Opname blad 21 O. 1949, blad 22 W. en O. 1951 (Topografische dienst Emmen);
— RAF luchtfoto's schaal 1 : 7 600. Opname blad 21 O. (gedeeltelijk) 1944 (zie figuur 31);
— de Foto-atlas van Overijssel (Robas en Topografische Dienst, z.j.). Opname 1989.

Voor de classificatie van het riviersysteem is geen veldwerk verricht; wel is tijdens de kartering een *field-check* uitgevoerd, gericht op een juiste interpretatie van - geomorfologische eenheden in samenhang met hun geologisch/bodemkundige opbouw.

Alle onderscheiden eenheden zijn vlakdekkend gekarteerd op schaal 1:25.000. De kaart is gedigitaliseerd met behulp van ARC/INFO, een software-pakket voor het opslaan, bewerken en presenteren van geografische gegevens. ARC/INFO is een

zogenaamd vector-systeem met de mogelijkheid de gegevens op te slaan in polygonen (ESRI, 1989).

2.2 Historisch onderzoek

Het historisch onderzoek is gericht geweest op het functioneren van het riviersysteem in het verleden. Daartoe is gebruik gemaakt van kaart-, literatuur- en archiefstudie (Dirkx et al., 1992).

2.2.1 Kaarten

Vergelijking van de loop van de Overijsselse Vecht op historische kaarten van verschillende ouderdom, geeft mogelijk inzicht in de veranderingen door migratie van de loop en daarmee in de migratiesnelheid. Bovendien geven oude kaarten mogelijk een beeld van eventuele rivierkundige maatregelen en het vroegere landgebruik van het hoogwaterbed.

Allereerst is nagegaan welke kaarten voor dit doel bruikbaar zijn, dat wil zeggen: voldoende gedetailleerd. Naast de topografische kaart uit ca. 1890, is van omstreeks 1850 een betrouwbare topografische kaart schaal 1 : 50 000 beschikbaar: de Topografisch Militaire Kaart van het Koningrijk der Nederlanden. Van omstreeks 1820 is de zogenaamde Hugueninkaart (1820-1824; schaal ca. 1 : 40 000) beschikbaar, die eveneens een betrouwbare weergave van de topografie biedt. Deze kaart is echter niet gebiedsdekkend. Met behulp van het overzichtswerk van Donkersloot-De Vrij (1981) zijn enkele oudere kaarten geselecteerd. Twee kaarten bleken bruikbaar. De eerste is een kaart uit de eerste helft van de 18e eeuw (ca. 1720) van de cartograaf P. de la Rive van de 'Limieten van Bentheim en Overijssel', schaal ca. 1 : 19 200[1]. Deze kaart omvat een gedeelte van de Vecht tussen Laar in Duitsland en de brug in Ommen. De tweede is een andere kaart van P. de la Rive met een ontwerp van een verdedigingsstelling langs de Vecht met een schaal van ca. 1 : 7 200[2]. Deze kaart omvat de 'Eemslinie' van De Haandrik tot aan Vechterweerd. Aangezien beide kaarten van dezelfde cartograaf afkomstig zijn, kunnen we de tweede kaart ook in het begin van de 18e eeuw plaatsen. Beide kaarten wijken nauwelijks van elkaar af.

Daarnaast zijn er diverse kaarten aangetroffen, zoals een kaart die aan het eind van de zeventiende eeuw werd samengesteld over de inundaties rond Bourtange, Coevorden en Ommerschans, die weliswaar een groot gedeelte van de Overijsselse Vecht beslaan, maar voor ons doel te grofschalig zijn.

In het Waterstaatsarchief in het Algemeen Rijksarchief te Den Haag bleken verder nog vele detailkaarten aanwezig welke niet genoemd worden in de overzichtswerken. Deze detailkaarten beslaan echter steeds een zeer beperkt gedeelte van de Overijsselse Vecht. Het gaat om situatietekeningen. Dit geldt tevens voor de kaarten uit de zogenaamde Hingman collectie. Eén van de kaarten uit deze collectie geeft een

doorbraak in een meander weer. De kaart hoort bij een verzoek om deze doorbraak te dempen zodat de rivier weer door haar oude loop zou gaan stromen (zie paragraaf 4.1.3 en figuur 29).

De lopen van de Vecht uit ca. 1890, 1850 en 1720 zijn op één kaart gezet (Kaart 2). Daarvoor gebruikt zijn:

— de Topografische kaart van Nederland schaal 1 : 25 000 (de zogenaamde Bonnekaarten), bladen 274 en 275 (verkend in 1900), 291-292 (1901), 302-303 (1886), 304-306 (1883/1884) en 307 (1901). Gemiddeld genomen geven deze de situatie weer van ca. 1890;
— de Topografische Militaire Kaart van het Koningrijk der Nederlanden schaal 1 : 50 000, blad 21 1-4 en 22 1-4, verkend in 1851-1852. Het gaat hier om de zogenaamde 'netkaarten', de voorlopers van de gedrukte versie, die fotografisch vergroot zijn naar 1 : 25 000;
— de kaart 'Limiten tussen Bentheim en Overijssel'; een kaart van een gedeelte van de provincie en van de loop der rivier de Vecht tussen Ommen en Laar schaal 1 : 19 200, eerste helft 18e eeuw (waarschijnlijk omstreeks 1720) door P. de la Rive (Algemeen Rijks Archief. Genie-archief, situatiekaart O7). Deze kaart is gebruikt voor het gedeelte van de Vecht tussen de grens en Ommen;
— de Kaart van de Eemslinie tussen de rivier de Vecht en de Dollard schaal 1 : 7200, eerste helft 18e eeuw door P. de la Rive (Algemeen Rijks Archief. Genie-archief situatiekaart E.1). Deze kaart is gebruikt voor het gedeelte van Ommen tot voorbij Vechterweerd. Voor de periode van ca. 1720 ontbreekt dus informatie over het laatste deel van de Vecht.

Een fragment van deze kaarten wordt weergegeven in de figuren 5, 6 en 7.

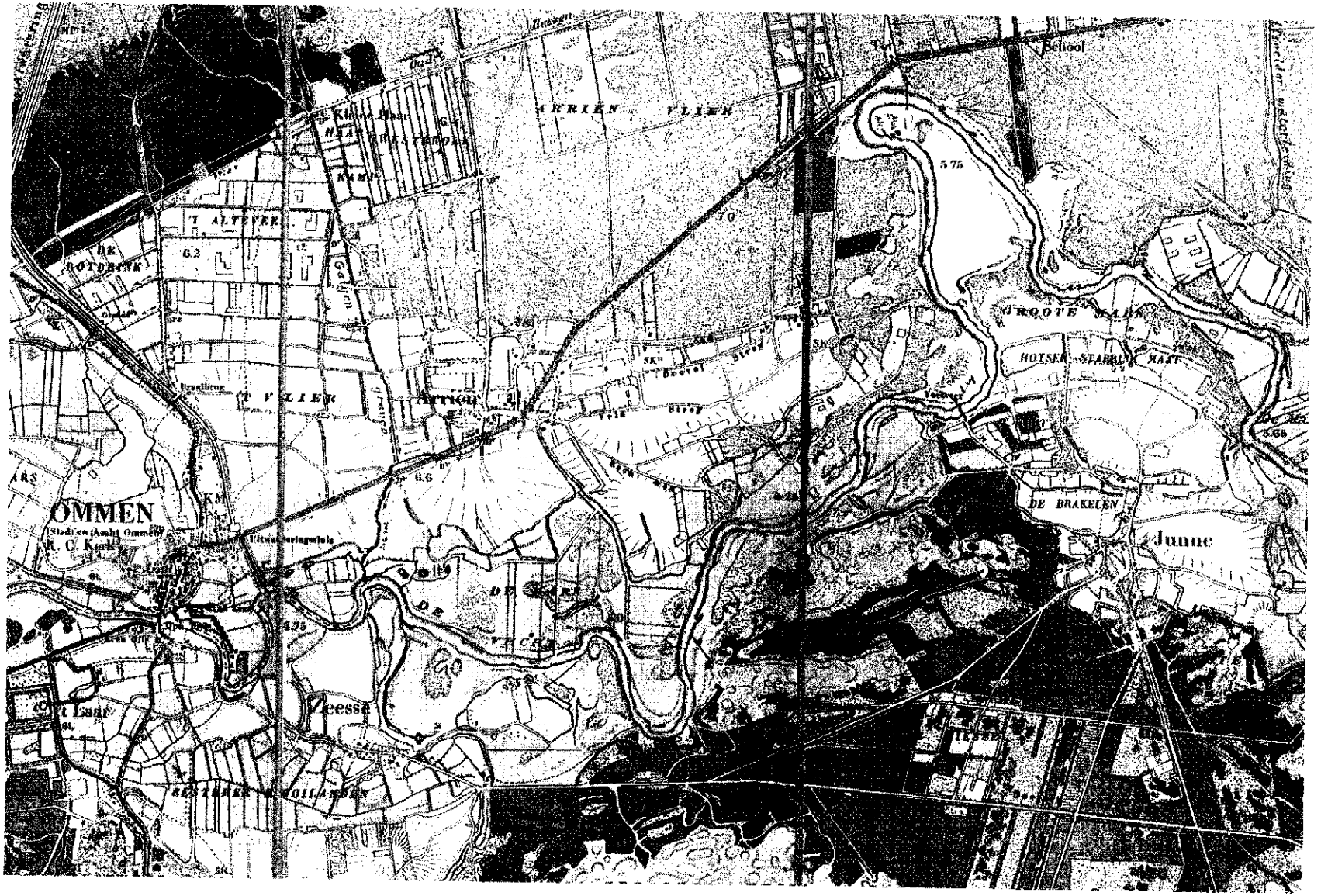


Fig. 5 Fragment van de Topografische kaart van Nederland schaal 1 : 25 000, met de situatie van ca. 1890.

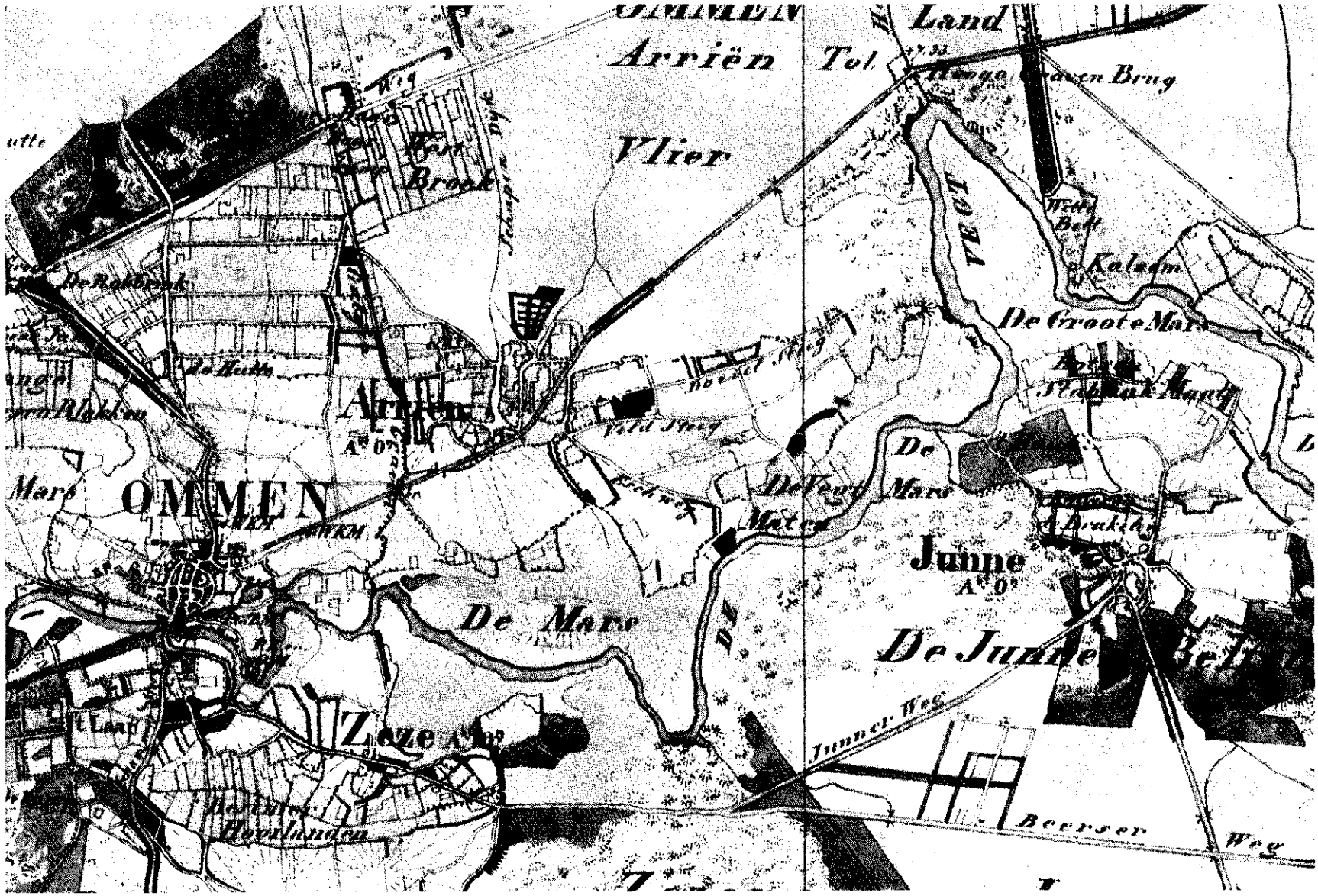


Fig. 6 Fragment van de Topografische en Militaire Kaart van het Koningrijk der Nederlanden schaal 1 : 50 000, met de situatie van 1851/1852 (fotografisch vergroot naar schaal 1 : 25 000).

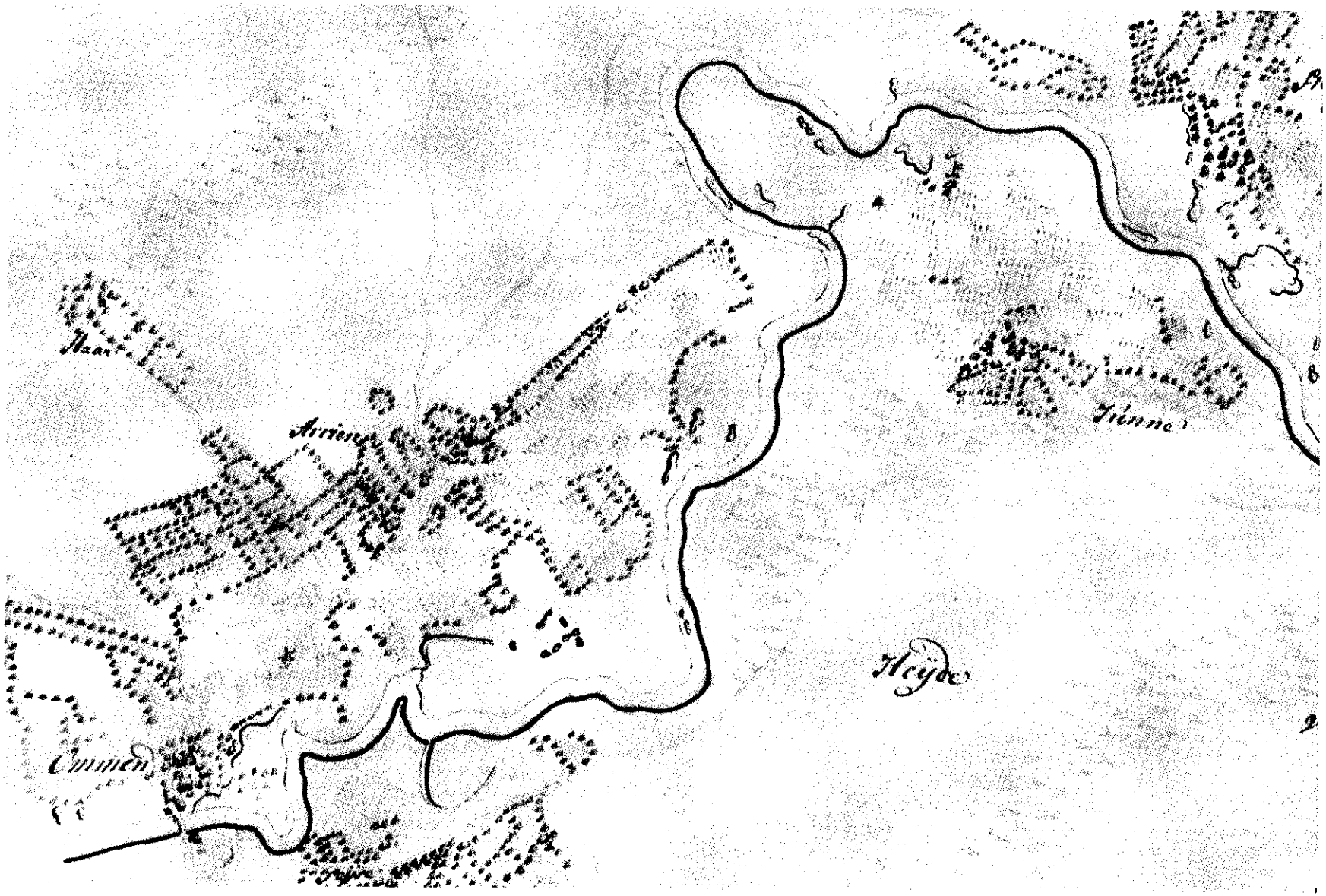


Fig. 7 Fragment van de kaart 'Limiten tussen Bentheim en Overijssel', schaal 1 : 19 200, met de situatie van omstreeks 1720.

De loop van de Vecht op deze kaarten is vervolgens gedigitaliseerd met behulp van ARC/INFO, zodat de veranderingen door laterale erosie en/of sedimentatie tussen de verschillende tijdstippen berekend kon worden. De informatie van de kaarten uit ca. 1890 is gebruikt voor het analyseren van ruimtelijke verschillen in dimensies van de Vechtmeanders.

2.2.2 Geschreven bronnen

Naast het historisch kaartmateriaal zijn ook geschreven stukken in archieven van markeorganisaties, overheden en waterstaat geraadpleegd. Gezocht is naar archiefstukken die direct informatie geven over waterhoogten en het afvoeregime en naar archiefstukken die indirect informatie geven over de waterhuishoudkundige situatie van de Overijsselse Vecht. Bij de laatste categorie gaat het om archieven die gevormd zijn rond conflicten over overstromingen, aanzanding en visserijrechten. Een belangrijke inperking hierbij is dat onderzoek hiernaar zeer tijdrovend is. De meeste archieven zijn niet zodanig gevormd dat ze naadloos bij ecologische of hydrologische onderzoeksvragen aansluiten, zodat, op zoek naar bruikbare informatie, grote hoeveelheden archiefstukken doorgenomen moeten worden. In het kader van dit project is daarom slechts een selectie van archieven geraadpleegd: de voor ons doel best ontsloten en meest kansrijk lijkende. Een overzicht van geraadpleegde archieven is opgenomen als Aanhangsel.

2.3 Bodemonderzoek

Van een aantal representatieve locaties zijn bodemkundige gegevens verzameld. Deze gegevens waren van belang om de kartering van geomorfologische eenheden en de interpretatie naar genese en erosiegevoeligheid te kunnen toetsen en eventueel te kunnen aanvullen. Inzicht in de aard, opbouw en textuur van de ondergrond is tevens relevant om een aantal gegevens over de aard van het sediment te verkrijgen die nodig zijn voor de latere modellering van het erosieproces op de geselecteerde locaties.

Het bodemonderzoek is uitgevoerd door een aantal dwarsdoorsneden van het Vechtdal te construeren, door middel van boringen in raaien. Juist de samenhang van gegevens in een dwarsprofiel geeft een goede indruk van de opbouw van de bodem en maakt een interpretatie naar genese mogelijk. Gekozen is voor locaties die representatief waren voor de verschillende trajecten die zich onderscheiden in meandergedrag en/of karakteristieke trajectkenmerken. Voorwaarde daarbij was dat ook de bodemopbouw van de, op basis van tussentijdse onderzoeksresultaten geselecteerde, locaties voor de praktijkproef in beeld gebracht zouden worden. In vier raaien haaks op het Vechtdal zijn in het totaal 56 boringen uitgevoerd tot een diepte van 2 á 3 meter. De boorgegevens zijn verwerkt in dwarsprofielen. De hoogtegegevens voor deze profielen zijn afkomstig van de Rivierkaart van de Overijsselse Vecht 1 : 2000 (Rijkswaterstaat Dir. Overijssel).

Er zijn in het kader van dit onderzoek geen afzettingen gedateerd.

3 Riviersysteem

3.1 Stroomgebied

In deze paragraaf worden grootschalige veranderingen besproken in landschap, geologische ondergrond, bodem, en rivierdimensies, die als onafhankelijke factor een relatie (kunnen) hebben met het meandergedrag van de Overijsselse Vecht. Aangezien de analyse zich vooral richt op geografische verschillen ligt het accent bij de beschrijving van de resultaten op de stroomafwaartse veranderingen.

3.1.1 Landschap en geologische ondergrond

De geologische geschiedenis van de Vecht begint aan het einde van het Saalien, de voorlaatste ijstijd. Tussen het Drentse keileemplateau en de Overijsselse stuwwallen was gedurende het Saalien een breed dal gevormd (figuur 8), ook wel het oerstroomdal van de Vecht genoemd (Kuijer en Rosing, 1994). Na het afsmelten van de Scandinavische ijskap is dit dal geleidelijk opgevuld met door lokale rivieren aangevoerd sediment. De meeste afzettingen zijn gevormd gedurende perioden met een koud klimaat: het laatste deel van het Saalien en het Weichselien (de laatste ijstijd). Door het nagenoeg ontbreken van vegetatie en de aanwezigheid van een bevroren bodem veroorzaakten solifluctie (het afglijden van hellingen), erosie door sneeuwsmeltwater en verstuiving in het omringende landschap een grote aanvoer van sediment, met name in het voorjaar en de zomer. In het brede dal bevond zich dan ook een stelsel van vlechtende rivierlopen, die telkens van positie veranderden en zodoende een vrij vlakke, gering hellende riviervlakte konden opbouwen. Met het inzetten van het warmere Holocene klimaat, ca. 10 000 jaar geleden, werd de aanvoer van sediment veel minder, en werd bovendien het afvoerregime geleidelijk aan constanter. Grote delen van de brede riviervlakte werden voorgoed door de rivieren verlaten; alleen aan de randen, dicht bij de watertoeleverende gebieden, bleven rivierlopen bestaan: de huidige Vecht in het zuiden en de Reest in het noorden. Kenmerken van deze oude riviervlakte zijn nog te herkennen in het landschap ten noorden van de Vecht rondom Dedemsvaart en Nieuwleusen: het is een vlak landschap, met een constante, zeer geringe helling in westelijke richting. De fluviatiele afzettingen in de ondergrond worden gerekend tot de Formatie van Kreftenheije. Deze gaan naar boven toe over in fluvioperiglaciale afzettingen van de Formatie van Twente (Ter Wee, 1978): naarmate de rivieren zich meer gingen concentreren werden steeds meer sedimenten van lokale oorsprong afgezet in de riviervlakte. Gedurende het Holoceen is een groot deel van dit gebied bedekt geweest met veen.

Landschapstypen

Langs de Vecht zelf is dit pleistocene landschap echter sterk veranderd. Er zijn globaal drie landschapstypen te onderscheiden (figuren 8 en 9):

A - Vanaf de grens tot aan Hardenberg stroomt de Vecht in een brede

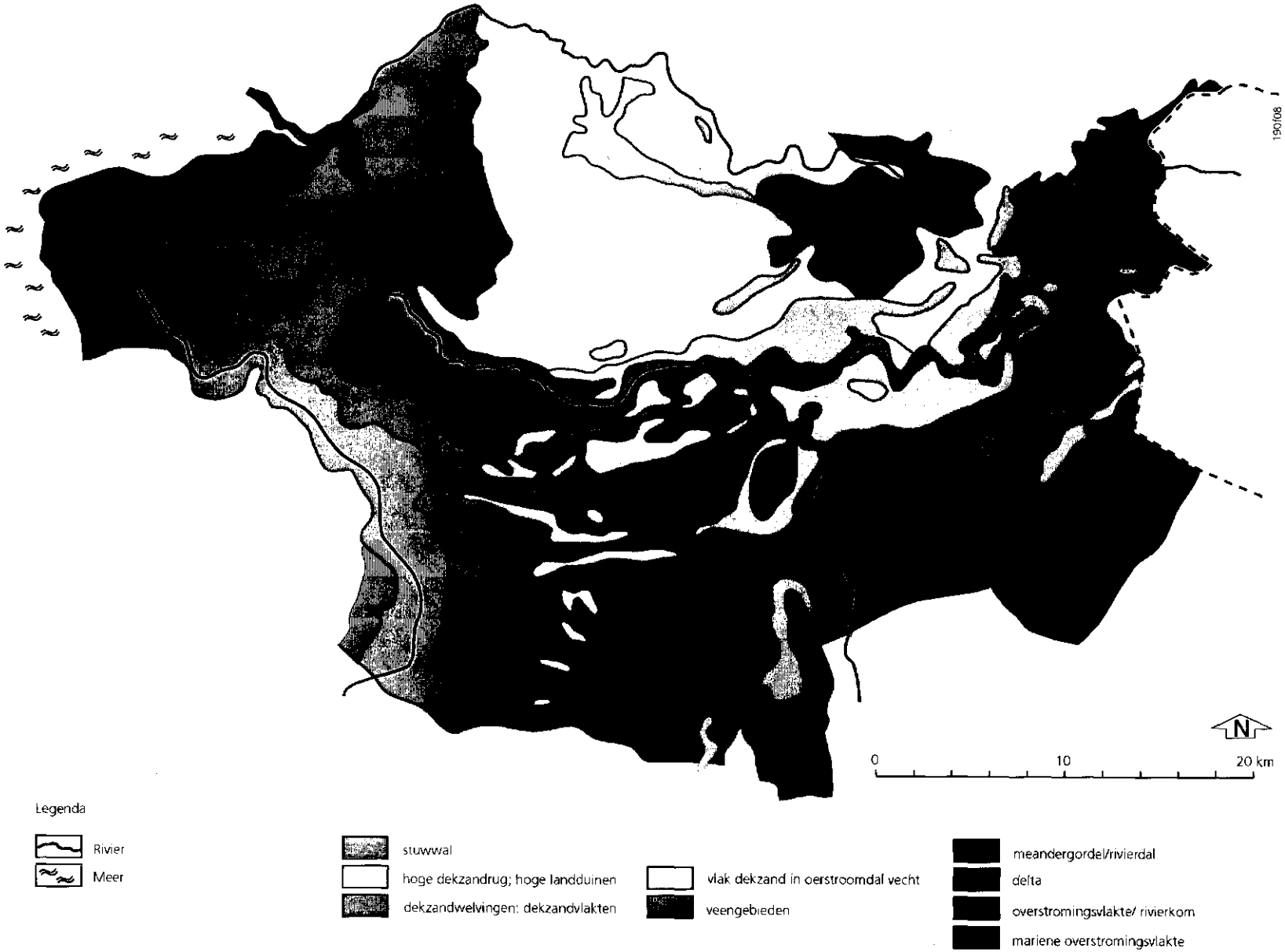


Fig. 8 De landschappelijke ligging van de Overijsselse Vecht

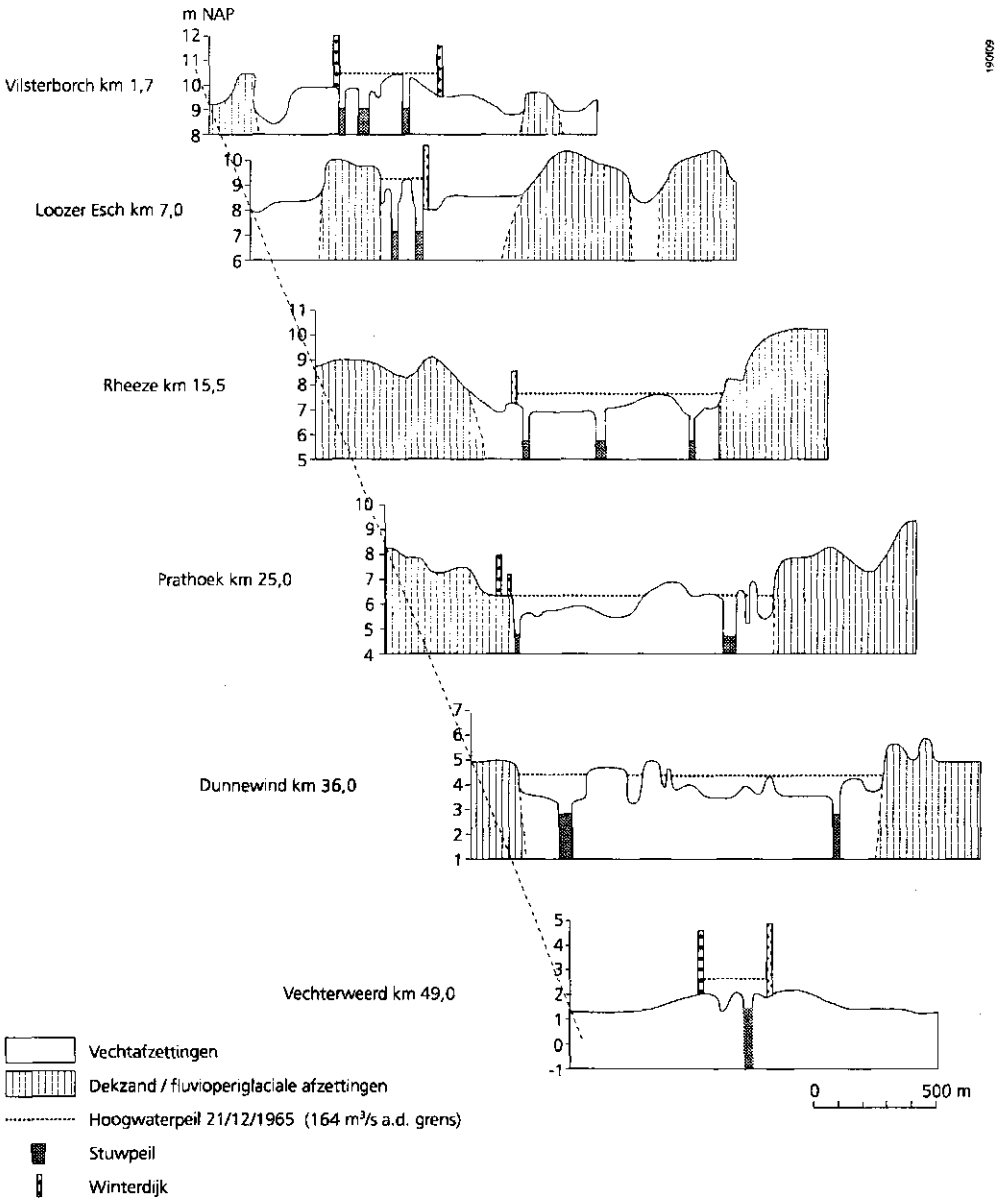


Fig. 9 Stroomafwaartse verschillen in landschappelijke en relatieve hoogteligging van de Vechtafzettingen

overstromingsvlakte, waar in het Holoceen rivierklei is afgezet tussen vele pleistocene dekzandruggen. De meandergordel zelf is relatief smal. De overstromingsvlakte zal oorspronkelijk lager gelegen zijn geweest dan de aan weerszijden gedurende het Holoceen aanwezige veenkoepels. De dekzandruggen in de overstromingsvlakte zijn veelal bedekt met een oud bouwlanddek.

B - Tussen Hardenberg en Dalfsen stroomt de Vecht in een rivierdal, waarvan de dalbodem ca. 1 - 1,5 m lager ligt dan het oppervlak van de pleistocene zandlandschappen. De dalbodem van het gedeelte tussen Hardenberg en Arriën

is smaller dan die van het gedeelte van Arriën tot Dalfsen. De dalbodem bestaat voor een groot deel uit door de rivier zelf gedurende het Holoceen afgezette zandige tot kleiige sedimenten, en een aantal terrasresten aan de randen van het dal, mogelijk daterend uit de overgang van Pleistoceen naar Holoceen. Ook op deze terrasresten liggen oude bouwlanden. Aan weerszijden van het rivierdal liggen uitgestrekte stuifzandgebieden uit het Holoceen, temidden van een Pleistoceen dekzandlandschap. Ook hier liggen oude bouwlanden, voornamelijk op de dekzandruggen.

C - Tussen Dalfsen en het Zwarte Water stroomt de Vecht in een oude delta: een breed, driehoekig gebied met een enigszins waaiervorming patroon van oude geulen langs langgerekte ruggen en met zandige bodems. Dit gebied onderscheidt zich van bijvoorbeeld de Sallandse dekzandgebieden (Spek, 1995) door de aanwezigheid van laagten van fluviatiele oorsprong (Kuijer en Rosing, 1994) en door het hogere ijzergehalte in de bodem. Het laatste is karakteristiek voor de afzettingen van de Vecht (Ente et al., 1965). Het gebied ligt ca. 0,5 m hoger dan de omringende landschappen. Langs de recente loop van de Vecht zijn aansluitend aan de oeverwallen diverse crevasse-geulen ontwikkeld, waarlangs water tijdens overstromingen naar het omringende landschap werd afgevoerd. Vanaf Dalfsen is de rivier niet langer drainerend, maar infiltrerend (Waterleiding Maatschappij Overijssel, 1987).

Het ontstaan van bovengenoemde landschappen heeft te maken met de dynamiek van de Vecht, en met de invloed van het landschap en de geologische ondergrond daarop. De uitgestrekte overstromingsvlakte tussen de grens en Hardenberg is blijkbaar een traject waar het verhang van de rivier geen noemenswaardige verandering heeft ondergaan (figuur 10). Temidden van de uitgestrekte veenkoepels die gedurende het Holoceen aan weerszijden van de overstromingsvlakte hebben gelegen, is in een gering hellende en zeer brede overstromingsvlakte met name fijner materiaal tot afzetting gekomen. Aanwijzingen voor depositie van grovere sedimenten zijn niet aanwezig zodat mogelijk verondersteld moet worden dat deze fractie hier doorgevoerd werd naar een stroomafwaarts gelegen traject.

De aanwezigheid van een rivierdal tussen Hardenberg en Dalfsen is een aanwijzing dat het verhang van de rivier hier wel een verandering heeft ondergaan: na het Weichselien heeft de rivier zich ingesneden in de pleistocene fluviatiele en periglaciale afzettingen (figuur 10). Vermoedelijk heeft deze insnijding te maken met het voorkomen van een noord-zuid georiënteerde reeks stuwwallen in het landschap, die in het zuiden begint bij de Holterberg en aan het oppervlak te vervolgen is tot aan de Besthmenerberg bij Besthmen. Deze stuwwallen hebben in het landschap ten zuiden van de Vecht een duidelijke invloed gehad op de evolutie van het landschap: ten oosten van de stuwwalreeks bevindt zich een relatief vlak dekzandlandschap waarin gedurende het Holoceen uitgestrekte veengebieden en beekoverstromingsvlakten tot ontwikkeling zijn gekomen. Ten westen van de stuwwallen echter heeft het dekzandlandschap een geringe helling naar het westen, en ontbreken bovengenoemde vlakke gebieden. Blijkbaar heeft de stuwwalreeks als een drempel gefungeerd voor de degradatie van het landoppervlak in de geologische geschiedenis. Juist waar rivieren dergelijke overgangen van vlakke, hooggelegen naar hellende landschappen passeren, snijden zij zich vaak in. Ook bij de

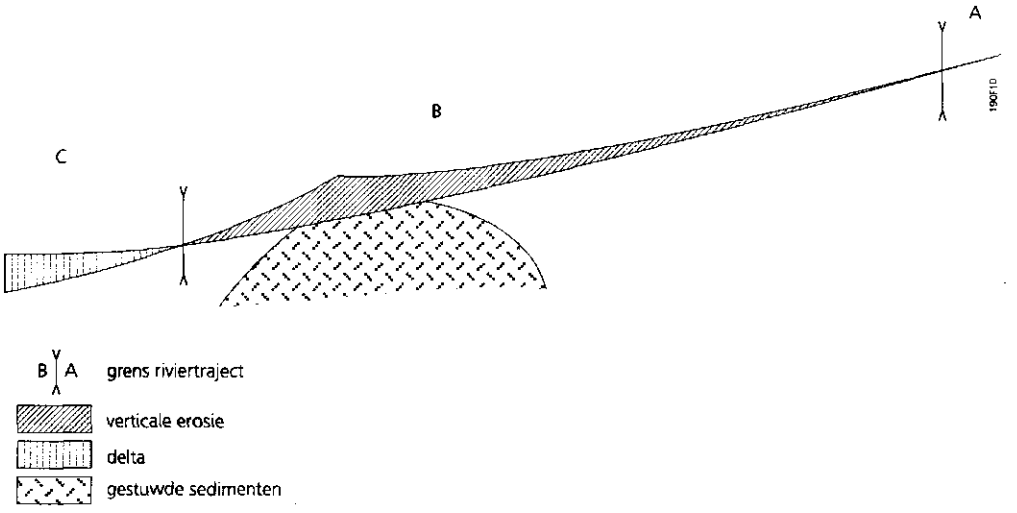


Fig. 10 Schematische weergave van de ontwikkeling van het lengteprofiel van de Overijsselse Vecht

Vecht zal dit het geval geweest zijn, aangenomen kan worden dat de landschappelijke overgang zich ook heeft doorgezet in het oerstroomdal van de Vecht.

Aan weerszijden van het Vechtdal komen uitgestrekte gebieden voor met dekzandruggen en landduinen. Mogelijk hangt het onstaan daarvan samen met de insnijding van de Vecht. De insnijding kan verlaging van de grondwaterstanden aan de rand van het pleistocene zandgebied met zich meegebracht hebben, waardoor de aan het Vechtdal grenzende gronden gevoelig zijn geworden voor verstuiving in droge perioden. Op de pleistocene fluvioperiglaciale afzettingen worden in deze zone dan ook vaak Oud Dekzand en Jong Dekzand (behorend tot de Formatie van Twente) aangetroffen. De landduinen zijn van historische ouderdom en behoren tot de Formatie van Kootwijk.

Het driehoekige landschapstype tussen Dalfsen en het Zwarte Water is hier geïnterpreteerd als een delta van de Vecht, alhoewel misschien beter gesproken kan worden van een daluitspoelingswaaier (Engels: alluvial fan). Vrijwel al het door de Vecht aangevoerde sediment is hier afgezet; vermoedelijk is een groot deel afkomstig van de insnijding in de zone stroomopwaarts. Het karakter van de delta blijkt niet alleen uit de driehoekige vorm, maar ook uit de vele oude verlaten Vechtlopen, die zich als een waaier over het gebied uitstrekken. De ruggen daartussen zijn mogelijk gevormd als oeverwal, waarna zij in droge perioden nog opgestoven zijn met eolisch materiaal. Deze delta is gevormd op de overgang van het pleistocene zandlandschap naar het holocene veen- en rivierkleilandschap. Op deze plaats gaan de zwak hellende Pleistocene riviervlakte in het noorden en het eveneens zwak hellend Sallandse dekzandlandschap in het zuiden, over in het zeer vlak gelegen Holocene veen- en rivierkleilandschap, waarvan de afzettingen onder invloed van de zeespiegelstijging op de pleistocene ondergrond zijn afgezet.

Stroomgebiedszones en riviertrajecten
In het Vechtsysteem worden alle stroomgebieden van bovenloopjes en zijbeken tot de erosiezone gerekend. De dalen van de Vecht en de grotere zijbeken, zoals de Dinkel behoren tot de transportzone (Hommel et al., 1994). Het deel van de Overijsselse Vecht tussen de grens en Dalfsen wordt hier gerekend tot de transportzone: na de vorming van een evenwichtsprofiel hielden erosie en depositie elkaar in dit rivierdal in evenwicht. Het deel van de Vecht ten westen van Dalfsen behoort tot de depositiezone: hier heeft de rivier gedurende het Holoceen haar loop meer dan eens gewijzigd en een waaier van Vechtsedimenten afgezet. Depositie van materiaal had hier de overhand.

De indeling in landschapstypen is uitgewerkt tot een indeling in riviertrajecten. In het rivierdal van de Vecht (landschapstype B) zijn 4 deeltrajecten onderscheiden, die minder duidelijk van elkaar verschillen dan de hoofdtrajecten. Met name de indeling in deeltrajecten is bijgesteld aan de hand van de kartering van geomorfologische eenheden, zoals al blijkt uit de beschrijving (zie par. 3.2.1). In totaal zijn dus zes riviertrajecten onderscheiden, waarvan de begrenzing is aangeven in figuur 11:

A - van de grens tot Hardenberg (km 0 - 12,3); een smalle meandergordel in een zeer brede overstromingsvlakte, waarin vooral rivierkom tot ontwikkeling is gekomen;
B1 - van Hardenberg tot Oud-Bergentheim (km 12,3 - 18,4); een relatief smalle meandergordel met slechts weinig kronkelwaard, in een relatief smal rivierdal dat aan alle zijden begrensd wordt door oude bouwlanden, waaronder veel Oud Dekzand;
B2 - van Oud-Bergentheim tot Junne (km 18,4 - 27,5); een goed ontwikkelde meandergordel in een relatief smal en sterk gekromd rivierdal, waarin de Vecht herhaaldelijk opbotst tegen dalwanden die niet in gebruik zijn geweest als oude bouwland maar veelal bestaan uit stuifzanden op dekzand;
B3 - van Junne tot Vilsteren (km 27,5 - 37,0); een iets breder dal, met gestuwde sedimenten in de ondergrond, waar op veel plaatsen nog uitgestrekte terrasresten opduiken die de vrije meandering beïnvloedden;
B4 - van Vilsteren tot Dalfsen (km 37,0 - 45,1); een nog breder dal waar de Vecht geen terrasresten meer tegenkomt en vrij kon meanderen, en waar nauwelijks nog rivierkommen ontwikkeld zijn;
C - van Dalfsen tot de monding in het Zwarte Water (km 45,1 - 60,3); het bedijkte gedeelte van de Overijsselse Vecht, met een afwijkend patroon van terreinvormen.

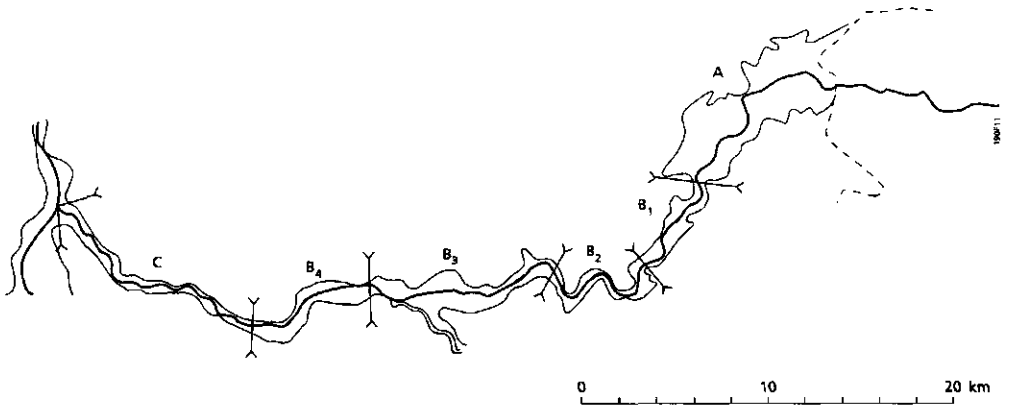


Fig. 11 De onderscheiden riviertrajecten van de Overijsselse Vecht

3.1.2 Afvoer en rivierdimensies

Stroomafwaarts neemt het debiet van de Overijsselse Vecht toe, hetgeen vooral veroorzaakt wordt door de zijdelingse aanvoer van water vanuit zijbeken (figuur 12). Deze toename is bij het Afwateringskanaal Coevorden en de Regge bijzonder groot, zodat hier mogelijk ook de morfodynamiek van de rivier verandert. Als gevolg van deze toename nam, ook in het verleden, de breedte (figuur 13) en, minder duidelijk, de diepte (zie figuur 14) van de rivier toe in stroomafwaartse richting, echter minder schoksgewijs dan verwacht mag worden op grond van de huidige hydrologische gegevens. Tussen Dalfsen en het Zwarte Water konden hoge waterstanden, en daarmee het verhang van de rivier, sterk beïnvloed worden door opstuwing vanuit het Ketelmeer, bij westenwinden (Staring en Stieltjes, 1848).

Opvallend is dat de (grootste) diepte van de rivier vroeger in stroomafwaartse richting weliswaar langzaam toenam, maar dat er ook een grote variatie in diepte aanwezig was. Opvallend is met name het zeer ondiepe gedeelte bij de km's 26-32. Dit riviergedeelte kenmerkt zich ook nu nog door een afwijkende korrelgrootte van het beddingmateriaal (figuur 15): de tot daar toe vrij constante gemiddelde korreldiameter (D_{50}) van ca. 0,3 mm. verandert hier naar een veel variabelere met pieken tot 0,5 mm. De grovere textuur wordt hier veroorzaakt door het aansnijden van gestuwde sedimenten, behorende bij de stuwwalreeks ten zuiden van de Vecht. Blijkbaar is dit grovere beddingsediment in staat geweest de verticale erosie van de rivier af te remmen. Langs de gehele Overijsselse Vecht is de grote invloed van het beddingmateriaal op de diepte van de rivier merkbaar: hoe fijner de textuur, hoe dieper de rivier en omgekeerd.

Bovenstrooms van Hardenberg is in de jaren dertig van de 20e eeuw het hoogwaterbed aanzienlijk verkleind door de aanleg van dijken. In dit traject zijn indertijd overlopen aangelegd, waarlangs hoog water via de bedijkte overstromingsvlakte afgevoerd werd. Stroomafwaarts van Dalfsen is de Overijsselse Vecht al in de 14e en 15e eeuw bedijkt, en is de huidige overstromingsvlakte dus ook relatief smal. De dijken zijn aangelegd op de oeverwal aan weerszijden van de Vecht. Op verschillende plaatsen zijn de dijken in het verleden doorgebroken. De vele kolken aan weerszijden van de dijken getuigen hiervan.

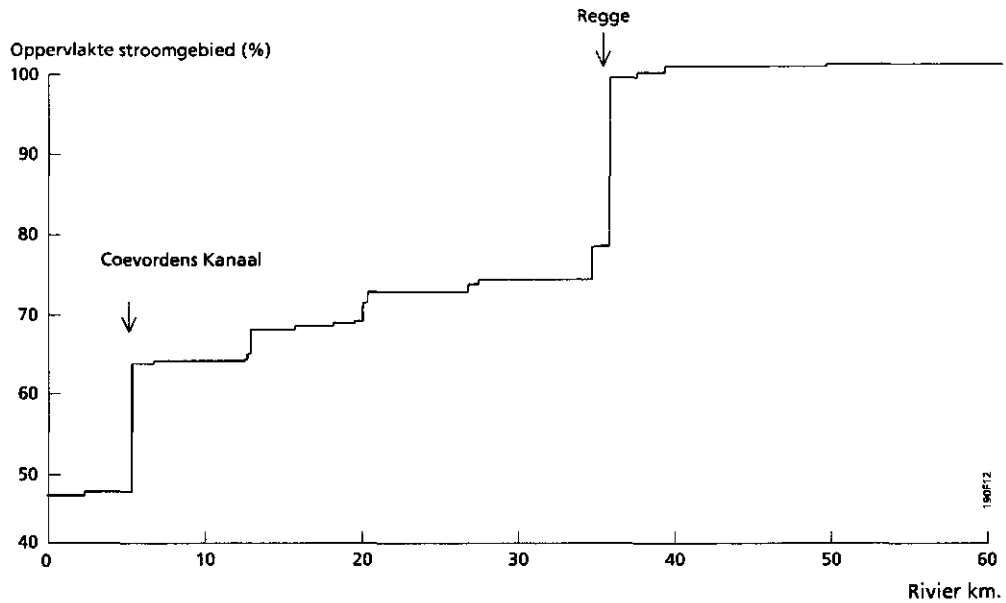


Fig. 12 Stroomafwaartse toename van het debiet van de Overijsselse Vecht, uitgedrukt in oppervlakte stroomgebied (naar: Janssens, 1992)

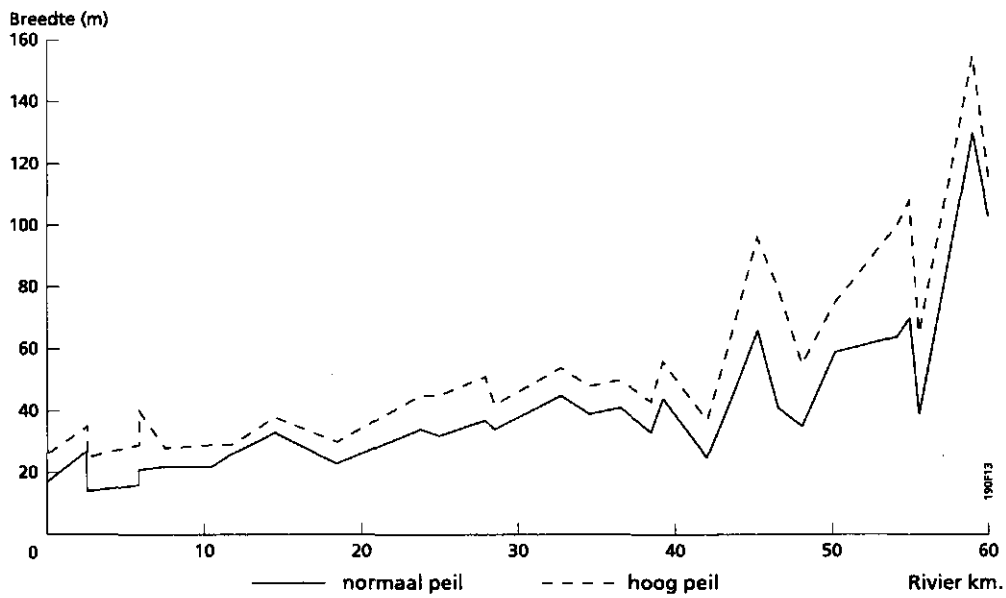


Fig. 13 Stroomafwaartse toename van de rivierbreedte in 1848 (bij hoogwater volgens Staring en Stieltjes, 1848).

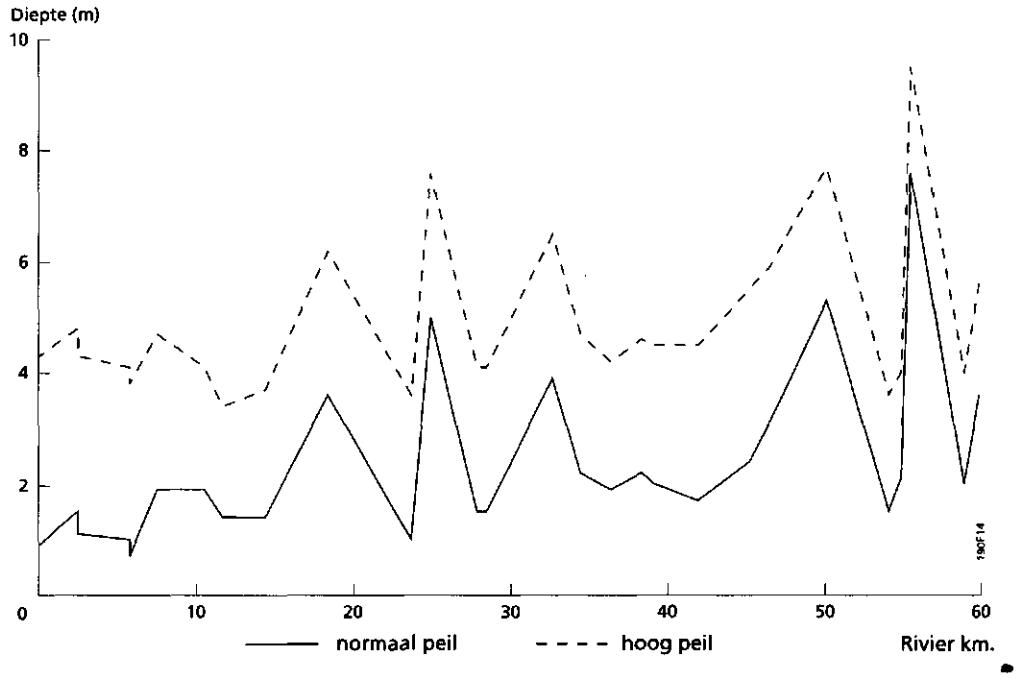


Fig. 14 Stroomafwaartse veranderingen in de maximale rivierdiepte in 1848 (bij hoog water volgens Staring en Stieltjes, 1848).

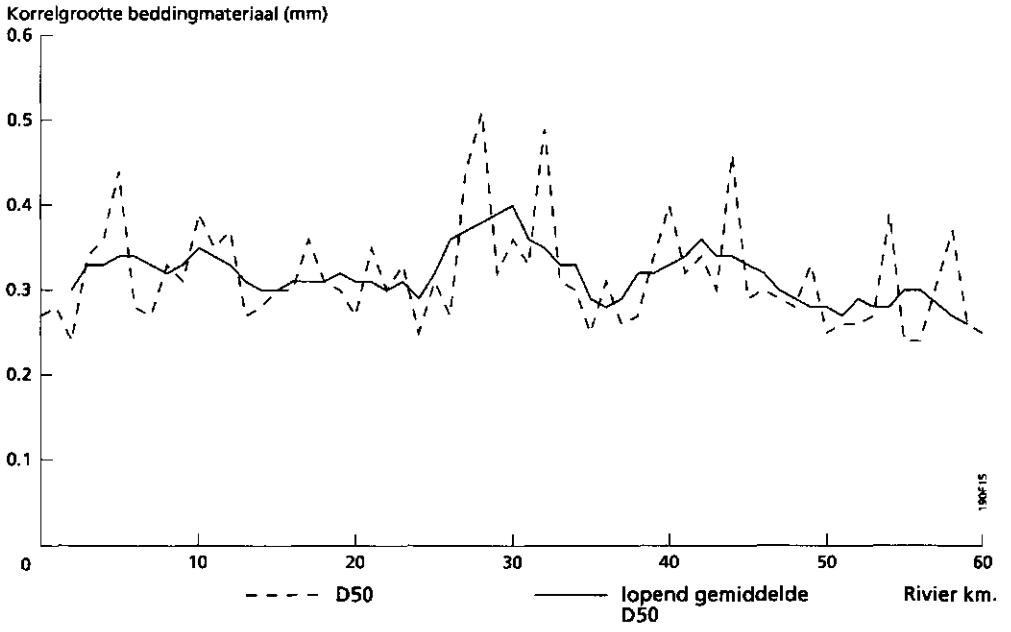


Fig. 15 Stroomafwaartse veranderingen in de korrelgrootte van het recente beddingmateriaal (naar Rijkswaterstaat, 1967).

3.1.3 Bewoning en landgebruik

Het stroomgebied van de Vecht is al sinds zeer lange tijd in gebruik door de mens. Aanvankelijk was de invloed van de mens op het landschap nog gering. Er hebben in die periode wel mensen in dit gebied rondgezworven (een overzicht van prehistorische bewoningssporen wordt gegeven door Goutbeek en Verlinde, 1989). Sporen van seizoenskampjes van deze jagers en verzamelaars uit het Mesolithicum (10 000 - 4900 v Chr.) zijn op enkele plaatsen in het Vechtgebied aangetroffen. Toen in het Neolithicum (4900 - 2000 v Chr.) langzaam maar zeker de landbouw geïntroduceerd werd ontstond een meer sedentaire bewoning (het wonen op één plek). Sporen van deze bewoning zijn aangetroffen op de hogere zandruggen langs de Vecht bij Hessum en Ankum. Vanaf het Neolithicum verbleven er, zo blijkt uit archeologische sporen, vrijwel steeds mensen in het Vechtgebied.

Een belangrijke toename van de bevolking vond plaats in de IJzertijd (800 - 13 v Chr.). Deze bevolkingsgroei, en de verbeterde technische mogelijkheden waarover de IJzertijdboeren beschikten, veroorzaakten een sterke toename van het landbouwareaal ten koste van het bos. Door de ontbossing verminderde de verdamping wat leidde tot een groter neerslagoverschot. Bovendien vond door de ontbossing mogelijk ook een versnelde waterafvoer naar de rivier plaats. Welke gevolgen dit had voor het waterregime in de Vecht is niet exact bekend. Op grond van dateringen van fluviatiele afzettingen langs zijbeken van de Dinkel (Van der Hammen en Bakker, 1971) mogen we aannemen dat de activiteit van de rivier in deze periode is toegenomen, zodat er vanaf deze periode geen sprake meer was van een puur natuurlijke rivier.

De eerste eeuwen van de Vroege Middeleeuwen (450-1000) geven zoals overal in Nederland en aangrenzende gebieden een beeld van een zeer schaarse bewoning. Bij de buurschap Varsen bij Ommen zijn sporen uit de eerste eeuwen van deze periode aangetroffen. Op veel plaatsen echter kreeg het bos weer de kans verloren gegaan terrein terug te veroveren. In de Karolingische tijd (800-1000) moet de bewoning in het stroomgebied van de Vecht weer zijn toegenomen. In het Nederlandse deel concentreerde de bewoning zich op de hogere zandgronden vlak langs de Vecht. In de meeste buurschappen die daar gelegen zijn werden resten van tiende eeuws aardewerk aangetroffen. Uit deze periode dateren waarschijnlijk de vele nederzettingen met -heemnamen (vijfde tot elfde eeuw) zoals Welsem, Bergentheim, Holthemen en Ankum (Kroes, 1989). De bevolkingsgroei kwam vanaf de Hoge Middeleeuwen (1100-1350) in een stroomversnelling: vele nederzettingen zijn gesticht waarbij grote oppervlakten grond werden ontgonnen. Het weiden van vee in het bos (het zogenaamde *Waldviehbauerntum*; Vervloet, 1991) heeft daar een belangrijke rol in gespeeld. In deze periode moet ook het bos in het stroomgebied, dat in de Vroege Middeleeuwen weer enigzins was geregenereerd, sterk aangetast zijn. Vooral in het Duitse achterland van de Vecht speelde de ontbossing, hetgeen invloed zal hebben gehad op het afvoerregime van de rivier. Mogelijk had de rivier in deze periode het karakter van de 19e eeuwse rivier. Het landbouwsysteem van het *Waldviehbauerntum* verdween daardoor langzaam maar zeker en maakte plaats voor het *Heideviehbauerntum*, waarin de heide een steeds belangrijkere plaats ging innemen. Al aan het eind van de middeleeuwen blijkt dat in de marke van Stegeren de overbeweiding dusdanige vormen heeft aangenomen dat maatregelen tegen zandverstuivingen noodzakelijk waren[3].

In het Nederlandse deel van het stroomgebied van de Vecht waren de landschapsveranderingen van een ander karakter. De Vecht stroomde hier door een smalle gordel van zandgronden temidden van uitgestrekte veengebieden. De grootste veenkussens lagen ten noorden van de Vecht in een zône vanaf Hasselt via Staphorst tot in Duitsland. Ook ten zuiden van de Vecht lagen veengebieden. Hier strekte het veen zich uit vanaf het Duitse grondgebied tot het Beerserzand. Vanaf het Beerserzand sterkte zich een strook met zandverstuivingen, natte heidegebieden en kleinere veengebieden uit tot in het Dalmsholt ten zuiden van Dalfsen. Hier voegden de cultuurgronden aan weerszijden van de Vecht zich bij een zuid-noord lopende brede strook cultuurgronden ten oosten van de IJssel. In het stroomgebied van de Vecht was tot in het begin van de vorige eeuw slechts op kleine schaal sprake van vervening geweest. Alleen ten westen van Ommen hadden grootschaliger activiteiten plaatsgevonden. Pas in de loop van de negentiende eeuw vonden grootschalige verveningen plaats in de meer oostelijk gelegen venen, waardoor enige invloed op het afvoeregime van de Vecht merkbaar werd, zoals in 1830 opgemerkt werd door medewerkers van de toenmalige afdeling Waterstaat van het Ministerie van Binnenlandse Zaken[4]. De invloed van vervening zal gezien de ligging van het veen, van minder invloed zijn geweest dan de ontginning van land in de meer stroomopwaartse delen van het stroomgebied.

Direct langs de Overijsselse Vecht was veel variatie in grondgebruik. In hoofdlijnen kan in het cultuurland een structuur aangegeven worden van laag naar hoog. Op de lager gelegen gronden direct langs de Vecht lagen graslanden waarop het vee werd geweid en mogelijk ook hooi werd gewonnen. De graslandpercelen met een mars-naam duiden op hooiland (Schönfeld, 1980). Aan weerszijden daarvan liggen de hogere gronden met nederzettingen en hun bouwlanden met houtwallen daaronheen (zie figuur 7).

3.2 Meandergordel en rivierdal

3.2.1 Geomorfologische eenheden

De terreinvormen in de meandergordel van de Overijsselse Vecht zijn weergegeven op de geomorfogenetische kaart 1 : 25 000 (Kaart 1). Deze kaart geeft een reconstructie van de geomorfologische gesteldheid van vòòr de grote rivierverbeteringswerken in de periode 1896-1914. Delen van de weergegeven terreinvormen kunnen dus nu niet meer in het veld aanwezig zijn, omdat ze inmiddels vergraven zijn in verband met rivierverbeteringswerken of in verband met (latere) landbouwkundige egalisaties. In dit hoofdstuk zullen de geomorfologische kenmerken en de ligging van deze terreinvormen worden besproken. Voor een globale schets van de riviergeomorfologische processen die ten grondslag liggen aan het ontstaan van de terreinvormen wordt verwezen naar paragraaf 1.2. In een aantal gevallen kan op grond van de kartering nader ingegaan worden op de ontstaanswijze, zowel in relatie tot de processen als in de tijd gezien. Tenslotte zal ingegaan worden op de verschillen in geomorfologische gesteldheid van de onderscheiden riviertrajecten.

In totaal zijn er 12 terreinvormen onderscheiden. De terreinvormen 0 t/m 8 maken deel uit van de meandergordel van de Vecht; zij zijn weergegeven in felgeel-lichtgroen-

blauwgroene tinten. De terreinvormen 9 t/m 11 maken deel uit van het aangrenzende zandlandschap en zijn weergegeven in okergele-bruine tinten. Tevens is de begrenzing van de inmiddels bedijkte delta van de Vecht aangeven. De terreinvormen zijn:

0 *Laagwaterbed 1890*
Het laagwaterbed van de rivier is het laagst gelegen deel van de rivierbedding, dat ook bij geringe afvoer watervoerend is. Weergegeven is het laagwaterbed uit de periode 1880-1890. De bedding had toen een maximale diepte van ca. 4 - 6 m. (Staring en Stieltjes 1848), waartussen ook vele ondiepten (zie par. 4.1). De bedding bestaat tegenwoordig voornamelijk uit grof zand met een mediaan (M_{50}) die varieert van 250 - 500 µm. Afhankelijk van de stroomsnelheid kunnen in delen van de bedding grovere en fijnere sedimenten (tijdelijk) afgezet worden, zoals fijn grind, slib en organisch materiaal.

1 *Verlaten bedding*
Verlaten beddingen zijn restgeulen in de meandergordel die in een eerdere periode hebben gefungeerd als laagwaterbed, maar inmiddels zijn afgesneden van watertoevoer bij lage waterstanden. De vele kleine kronkelwaardgeulen behoren niet tot deze categorie aangezien zij geen oude bedding zijn, maar veel meer een restant van een afwateringsgeul, ontstaan tussen twee kronkelwaardbanken. Tot de verlaten beddingen behoren zowel de in historische tijd afgesneden meanders, waarin soms nog open water, als de veel oudere bijna of geheel dichtgeslibde geulen. De bodem bestaat uit restgeulafzettingen: humeuze tot venige klei en kleiig veen op (matig) grof beddingzand. Ook lemiger zanden kunnen in de verlaten beddingen zijn afgezet, met name dichter bij de jongere loop van de rivier.

2 *Kronkelwaard*
Kronkelwaarden hebben een kenmerkend reliëf van sikkelvormige kronkelwaardbanken en -geulen. De hoogteverschillen tussen de ruggen en geulen kunnen oplopen tot 1,0 à 1,5 m. Indien nog herkenbaar zijn de ruggen apart op de kaart aangegeven. De kronkelwaarden liggen relatief laag; zij zijn immers opgebouwd uit beddingsedimenten. Kenmerkend voor de bodemopbouw is het voorkomen van een aantal sequenties met een 'aflopende' profielopbouw (Engels: fining upwards) van leemarm matig grof naar leemarm fijn zand, een gevolg van de continue aangroei van *point bars*. In het westelijk deel van de meandergordel wordt veelal fijn grind in de ondergrond aangetroffen (Kuijer en Rosing, 1994). Naarmate het oppervlak van de kronkelwaard ouder is, neemt de hoogte toe en wordt het oorspronkelijke reliëf minder uitgesproken; een gevolg van oeverafzetting en depositie van fijner materiaal tijdens overstromingen. In deze delen van de kronkelwaard werden de beddingsedimenten van nature bedekt met een dunne lemige of kleiige laag. In de ondiepe geulen kan gyttja-achtig veen zijn gevormd, en ook wel organisch materiaal afgezet (gyttja is een afzetting op de bodem van stilstaand water). Na de kanalisatie van de Vecht zijn de laagst gelegen kronkelwaarden gaan fungeren als rivierkom, waardoor het profiel is afgedekt met een dunne laag klei.

3 *Oeverwal*
De oeverwallen zijn lage ruggen die gelegen zijn direct langs de huidige of vroegere laagwaterbedding. De hoogte van de oeverwallen ten opzichte van de riviervlakte varieert gemiddeld van 0,5 - 1,0 m. Het zijn de hoogste fluviatiele terreinvormen in de meandergordel, maar zijn meestal slechts vaag zichtbaar. Het materiaal dat hier bij hoge waterstanden wordt afgezet op de oever is fijnzandig. Treedt de rivier

vaker op dezelfde plaats buiten de oevers, dan wordt een oeverwal langzamerhand hoger. De dynamiek van het water wordt dan ook geleidelijk kleiner zodat de korrelgrootte van het sediment afneemt naarmate de oeverwal hoger wordt. De profielopbouw van een oeverwal is daarom eveneens 'aflopend'; van beneden naar boven overgaand van zwak lemig matig fijn zand naar (zeer) sterk lemige fijne zanden. Soms vormen oeverwallen zich daar waar eerder een kronkelwaardreliëf ontwikkeld was; deze terreinen zijn aangeven als oeverwal met kronkelwaardruggen, wanneer de laatstgenoemde nog in het reliëf herkenbaar waren.

4 *Rivierduinen (verstoven kronkelwaard/oeverwal)*
Met name op de hogere delen van de kronkelwaarden komen terreinvormen voor waarvan het reliëf zeer sterk lijkt op het reliëf van eolische duinen: steile hellingen en grote hoogteverschillen op korte afstand. Het reliëfpatroon is echter iets geordender; soms is de oude sikkelvormige structuur van de kronkelwaard nog herkenbaar. In de literatuur worden deze terreinvormen meestal aangeduid als rivierduinen. Het gaat hier echter niet zozeer om van elders of vanuit de rivierbedding door de wind aangevoerd materiaal, maar om verstuiving van kronkelwaardruggen en oeverwallen die zo hoog zijn opgeslibd, dat overstroming vrij zeldzaam was geworden. Aangrijpingspunt voor de wind is wellicht de grote activiteit van dieren (begrazing; konijnen) die ook nu nog veel kale plekken veroorzaakt in deze terreinen. Kenmerk van het substraat is het geringe leemgehalte: het gaat om leemarme, zeer fijne zanden, dit in tegenstelling tot de oeverafzettingen, die lemig en zelfs zeer sterk lemig zijn. In vergelijking met de oeverwallen hebben de rivierduinen ook een iets grotere hoogte ten opzichte van het gemiddelde hoogwaterpeil van de Vecht.

5 *Riviervlakte*
Tot de riviervlakte worden de vlakke, relatief hooggelegen delen van het rivierdal gerekend, die een zandige profielopbouw hebben. Het bodemprofiel bestaat tot op een diepte van 1 à 2 m uit sterk lemig (matig) fijn zand met ijzeroerbanken. Kronkelwaard- of oeverwalreliëf is in deze eenheid niet (meer) aanwezig of waarneembaar, vermoedelijk door opslibbing van fijner materiaal tijdens overstromingen. De hoge ligging heeft mogelijk voorkomen dat hier dikke kleilagen afgezet zijn.

6 *Rivierkom*
Tot de rivierkom behoren de vlakke, laagstgelegen delen van het rivierdal achter de oeverwallen. Het substraat bestaat hier uit een afwisseling van kleiig, sterk lemig zand en venige lagen. Dit fijnere materiaal is hier afgezet achter de oeverwallen in een rustiger milieu. In het gebied ten noordoosten van Hardenberg heeft deze eenheid het karakter van een rivieroverstromingsvlakte met een egale, naar de randen van de kom uitwiggende kleibedekking. In het gedeelte tussen Hardenberg en Vilsteren zijn het voornamelijk oude kronkelwaardstelsels die met klei zijn overdekt. De kleidikte varieërt sterk door het reliëf van het oppervlak van de zandondergrond.

7 *Estuariumkom*
In het meest westelijke deel van de uiterwaarden van de Vecht bestaat de bodem van enkele laaggelegen en vlakke terreinen uit zeekleigronden of uit veengronden met een marien kleidek. Dit deel van de Vecht grenst aan het Zwarte Water, en stond sterk onder invloed van de opstuwing van water vanuit de Zuiderzee. Tijdens perioden met hoogwater is hier zeeklei afgezet. Het veen maakt mogelijk deel uit van het uitgestrekte veengebied aan weerszijden van het Zwarte Water.

8 *Kolk*
Op een aantal plaatsen zijn kleine, meestal ronde, en diepe plassen ontstaan waar in het verleden de Vechtdijk is doorgebroken. Langs de Overijsselse Vecht hebben de meeste een naam eindigend op -kolk.

9 *Dalvlakteterras*
Tot het dalvlakteterras worden de buiten het Vechtdal gelegen (verspoelde) dekzandvlakten gerekend. Het dalvlakteterras weerspiegelt het oppervlak van de pleistocene riviervlakte en het daarop gevormde dekzandreliëf (zie par 3.1). Het substraat bestaat meestal uit een pakket dekzand van variabele dikte, gelegen op fluvioperiglaciale afzettingen. De dekzanden bestaan uit leemarme en zwak lemige matig fijne zanden (Jong Dekzand) of sterk lemige zeer fijne zanden (Oud Dekzand); de fluvioperiglaciale afzettingen uit zwak lemige matig grove zanden.

10 *Oud-bouwlandrug*
Op de drogere delen van het dalvlakteterras en de dekzandruggen is in het verleden door plaggenbemesting een 50-80 cm dik esdek opgebracht. Deze oude bouwlanden vormen nu de hogere delen van het zandlandschap. Aan de randen van het Vechtdal hebben deze gronden een plateau-achtig uiterlijk.

11 *Landduinen*
Aan weerszijden van het Vechtdal komen uitgestrekte duingebieden voor. De landduinen hebben een typisch eolisch duinreliëf met een chaotisch patroon van terreinvormen, vrij grote hoogteverschillen op korte afstand en steile hellingen. Het substraat bestaat uit verstoven dekzanden: leemarm, (matig) fijn zand.

Relatie met riviertrajecten

De kartering van geomorfologische eenheden is vergeleken met de indeling in riviertrajecten (zie par. 3.1.2). Een karakteristiek van de riviertrajecten is vermeld in tabel 1, waarbij het aandeel van de terreinvormen in de oppervlakte van de meandergordel is berekend door de oppervlakte te delen door de lengte van de meandergordel; deze lengte is gelijk gesteld aan de lengte van de huidige loop van de Overijsselse Vecht.

Tabel 1 Aandeel van geomorfologische eenheden aan de oppervlakte van meandergordel of rivierdal per riviertraject

Rivier-traject	Geomorfologische eenheid								Totale oppervlakte
	1 (%)	2 (%)	3 (%)	4 (%)	5 (%)	6 (%)	7 (%)	8 (%)	(ha)
A	1,4	1,2	7,1	0,1	33,6	56,7	-	-	1399,48
B1	9,1	6,0	20,0	1,4	-	63,4	-	-	394,20
B2	7,4	13,4	21,7	6,6	13,3	37,7	-	-	594,57
B3	6,1	14,4	18,6	9,1	27,8	24,1	-	-	859,45
B4	6,3	17,5	21,4	4,9	39,2	10,6	-	-	845,68
C	8,4	15,9	21,6	-	26,9	4,9	21,1	1,1	564,98
Totaal	6,5	11,4	18,4	3,7	23,5	32,9	3,5	0,2	4658,36

Het kaartbeeld van de geomorfogenetische kaart geeft aanwijzingen voor de juistheid van de veronderstelling dat de op landschapsniveau aangegeven variatie in het stroomgebied van de Vecht inderdaad invloed heeft gehad op het ontstaan en de samenstelling van de meandergordel. In de eerste plaats is het verschil in omvang van de

meandergordel *sensu stricto* opvallend (de meandergordel *sensu stricto* omvat de bedding- en oeverafzettingen; conform Berendsen, 1982). In riviertraject A, stroomopwaarts van Hardenberg, is het aandeel daarvan zeer gering: de oppervlakte van kronkelwaarden en oeverwallen is klein, niet alleen in relatie tot de rivierkom, maar ook in relatie tot die van kronkelwaarden en oeverwallen in de stroomafwaarts gelegen riviertrajecten. Van een invloed van de vergroting van het debiet van de Vecht door toestroming vanuit het Afwateringskanaal Coevorden op de vorming van geomorfologische eenheden lijkt geen sprake te zijn. Het traject A, van de grens tot aan Hardenberg wordt dan ook als één riviertraject gezien.

Ook het aandeel van de riviervlakte en rivierkom in de terreinvormen in het rivierdal ondersteunt het onderscheid in de riviertrajecten. Stroomopwaarts van Hardenberg komen uitgestrekte rivierkommen voor. Tussen Hardenberg en Dalfsen is de oppervlakte van deze eenheden beperkt door hun ligging in een rivierdal, maar nog altijd duidelijk groter dan in het bedijkte deel van de Vecht, stroomafwaarts van Dalfsen. Er is tevens een opvallende overgang waarneembaar ter hoogte van Ommen: stroomopwaarts van Ommen komen zowel riviervlakten als -kommen voor, stroomafwaarts daarvan zijn alleen riviervlakten gekarteerd. De kommen met hun karakteristieke kleibedekking ontbreken in het laatstgenoemde traject. Mogelijk houdt dit verband met de toename in het debiet van de Vecht door de toevoer vanuit de Regge, en/of met de aansnijding van gestuwde sedimenten in de ondergrond ter hoogte van km's 26-32.

De breedte van het dal toont een tweedeling: stroomopwaarts van Junne is het dal vrij smal, stroomafwaarts is het vrij breed. De overgang tussen beide delen valt ongeveer samen met de zone waar door de rivier gestuwde sedimenten kunnen worden aangesneden. Mogelijk heeft de breedte van het dal daarmee verband. Voor het meandergedrag lijkt de breedte relevant, immers in een smal dal is de kans groter dat andere dan de fluviatiele afzettingen worden aangesneden bij zijdelingse migratie. De opbouw van de bodems aan weerszijden van het dal kan ook een bepalende rol hebben gespeeld: met name in traject B1 komt het Oud Dekzand veel voor; in de stroomafwaartse trajecten blijken vaker minder lemige Jong Dekzand op fluvioperigalciaal materiaal te worden aangetroffen. Het Oud Dekzand lijkt erosie-resistenter en kan zodoende een smal dal veroorzaken.

Naast verschillen in oppervlakte van terreinvormen, zijn er ook duidelijk verschillen in patronen van terreinvormen waarneembaar. Deze komen voort uit verschillen in meandergedrag en worden daarom besproken in paragraaf 4.1.

Oudere rivierterrassen

Opvallend, tenslotte, is de vorm van de begrenzing van het rivierdal en de daarnaast gelegen dalvlakteterras. Op een aantal plaatsen, bijvoorbeeld ten zuiden van Hardenberg-West, ten zuidwesten van Brucht, ten westen van Ommen en tegenover Vilsteren heeft deze begrenzing een strakke concave vorm. Binnen de terraswand is meestal een uitgestrekte rivierkom gekarteerd, die opvallend vlak is. Aan de zijde van de rivier wordt deze kom meestal aan de bovenstroomse zijde begrensd door een hoger gelegen rug die aan de bovenstroomse zijde vastligt aan het dalvlakteterras. Op deze rug bevindt zich steeds een oud bouwland. De vorm en ook het oude bouwland wijzen hier mogelijk op een tweedeling in het dalvlakteterras. De concave dalwand is te interpreteren als een

oude bocht van een meer vlechtend systeem; de oud-bouwlandrug, als een hoger gelegen zandbank. Als geheel lijkt het patroon enigszins op dat van het middelste niveau van de Maasterrassen langs de Maas in Midden-Limburg (Wolfert en De Lange, 1990). Aangezien die zijn ontstaan aan het einde van het Weichselien, vertegenwoordigen de genoemde terreinvormen hier mogelijk een jong terras in het Vechtdal. Een tweede aanwijzing voor een terras uit deze periode vormt het patroon van gekarteerde dalvlakteterrassen en oude bouwlanden. Onder andere tegenover Mariënberg en bij Beerze is te zien dat achter het oude bouwland langs, een geulvormige laagte voorkomt, waarvan in stroomafwaartse richting de hoogteligging afneemt. Deze geul is hier gekarteerd als dalvlakteterras omdat het oppervlak niet bedekt is met een plaggendek, waarschijnlijk omdat het altijd al een laagte is geweest. De laagten zijn dan mogelijk afwateringsgeulen, gelegen achter grootschalige zandbanken van een laat-pleistocene Vecht.

3.3 Substraattypen

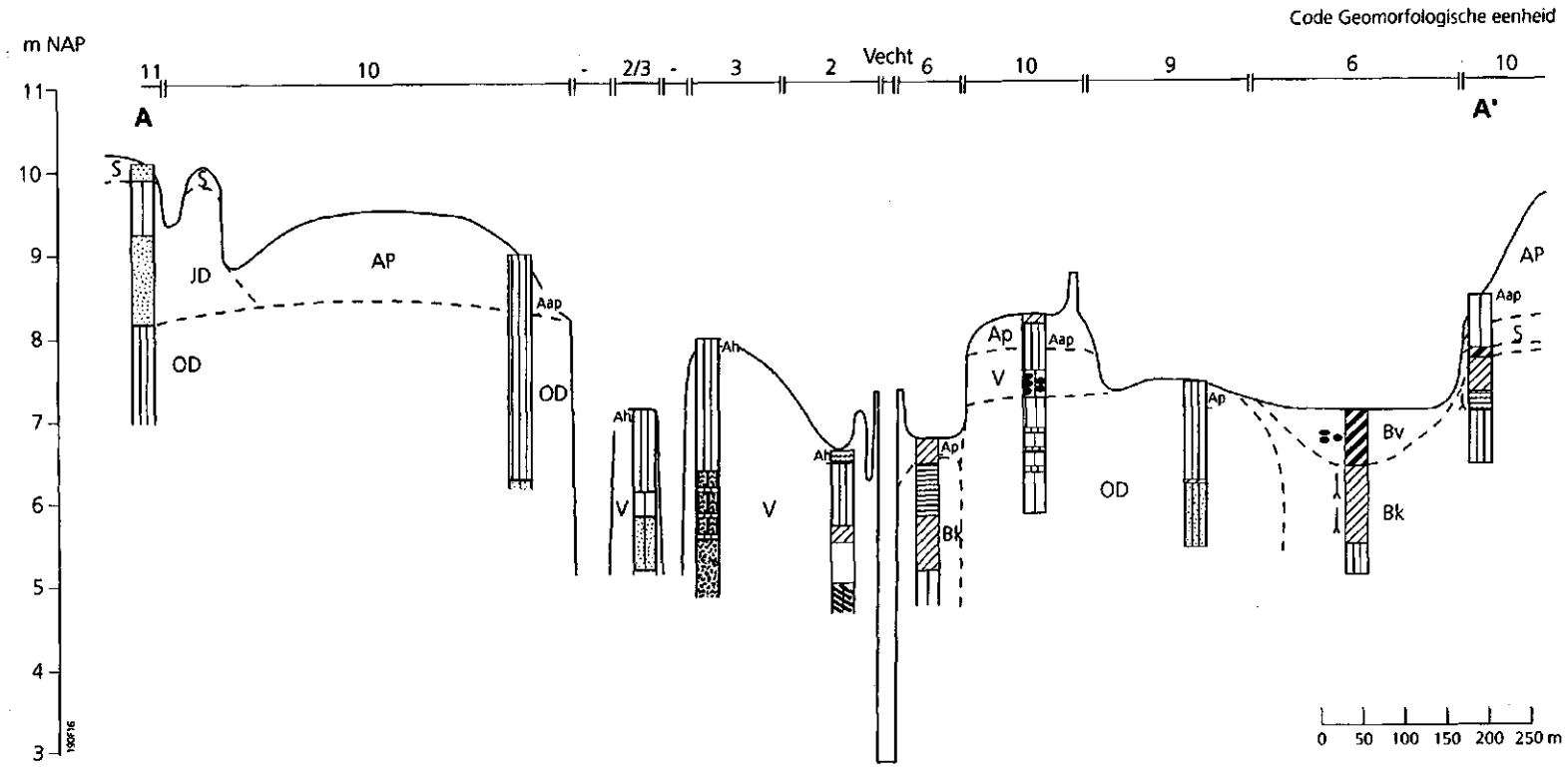
De resultaten van het bodemonderzoek zijn weergegeven in de figuren 16 t/m 19; waarin ook de ligging van de raaien is opgenomen. Van elke boring is het aangetroffen bodemprofiel aangegeven, volgens een indeling naar textuur van het materiaal. Naast het klastische materiaal is ook het organische materiaal ingedeeld, en wordt de aanwezigheid van ijzeroer aangegeven. De cijfers boven de profielen corresponderen met de eenheden van de legenda van de geomorfogenetische kaart, de begrenzing van deze eenheden is direct van de kaart overgenomen. De letters geven een interpretatie naar genese van de verschillende in de bodemprofielen aangetroffen afzettingen. Van elk van de profielen wordt een beschrijving gegeven, in enkele gevallen aangevuld met informatie over genese en ouderdom van de meandergordel.

Dwarsprofiel A-A' Rheeze Brucht (km 14,9)
In het profiel A-A', gelegen bij km 14,9, worden van noordwest naar zuidoost de volgende 4 eenheden aangetroffen:

— De noordwestelijke oever van het Vechtdal; morfogenetisch worden hier oud-bouwlandrug (10) en landduinen (11) onderscheiden. De oud-bouwlandrug bestaat uit een plaggendek van 80-100 cm op lemig Oud Dekzand. In de landduinen bevindt zich een complete opeenvolging van stuifzand (matig fijn, leemarm zand) op Jong Dekzand (matig fijn, leemarm en zwak lemig zand) op Oud Dekzand (zeer fijn, sterk lemig zand).

— Vanaf de noordwestelijke oever tot de huidige Vecht: kronkelwaardrichels en geulen (2) en oeverwallen (3). Het substraat is sterk lemig zeer fijn zand aflopend naar leemarm matig fijn of zelfs (matig) grof zand. De kronkelwaardgeulen zijn afgedekt met een lutumhoudende laag. Het substraat is ijzerhoudend, maar ijzeroer ontbreekt. Kenmerkend voor de *pointbar*series in de kronkelwaarden is de aanwezigheid van geremanieerd (door water verplaatst en afgezet) organisch materiaal en dunne gyttja-achtige veenlaagjes in de laagten tussen de richels.

— Twee rivierkommen (6) ten zuiden van de Vecht. De rivierkom tussen de dekzandterrassen (Bruchtervlier) is stroomafwaarts van het Vechtdal afgesneden door



Legenda dwarsprofielen

Leemgehalte	Zandgrofheid		
	zeer fijn 105-150 µm	matig fijn 150-210 µm	matig en zeer grof > 210 µm
leemarm			
zwak lemig			
sterk lemig			
zeer sterk lemig			

- zavel - lichte klei
- venige klei - kleiig veen
- veen
- organisch sediment
- ijzeroer
- houtresten
- Ah, Ap, Aap — bouwvoor/plaggendek

Afzettingen

V	Vechtafzettingen
Vv	Vechtafzettingen verstoven
Bv	Beekafzettingen venig
Bk	Beekafzettingen kleiig
F	Fluvioperiglaciaal
OD	Oud Dekzand
JD	Jong Dekzand
AP	Plaggendek

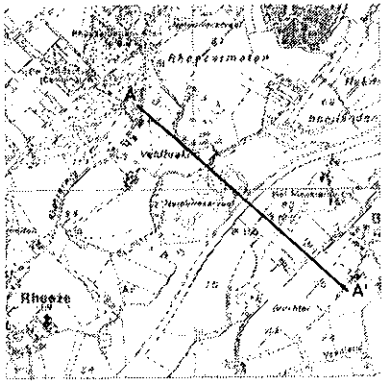
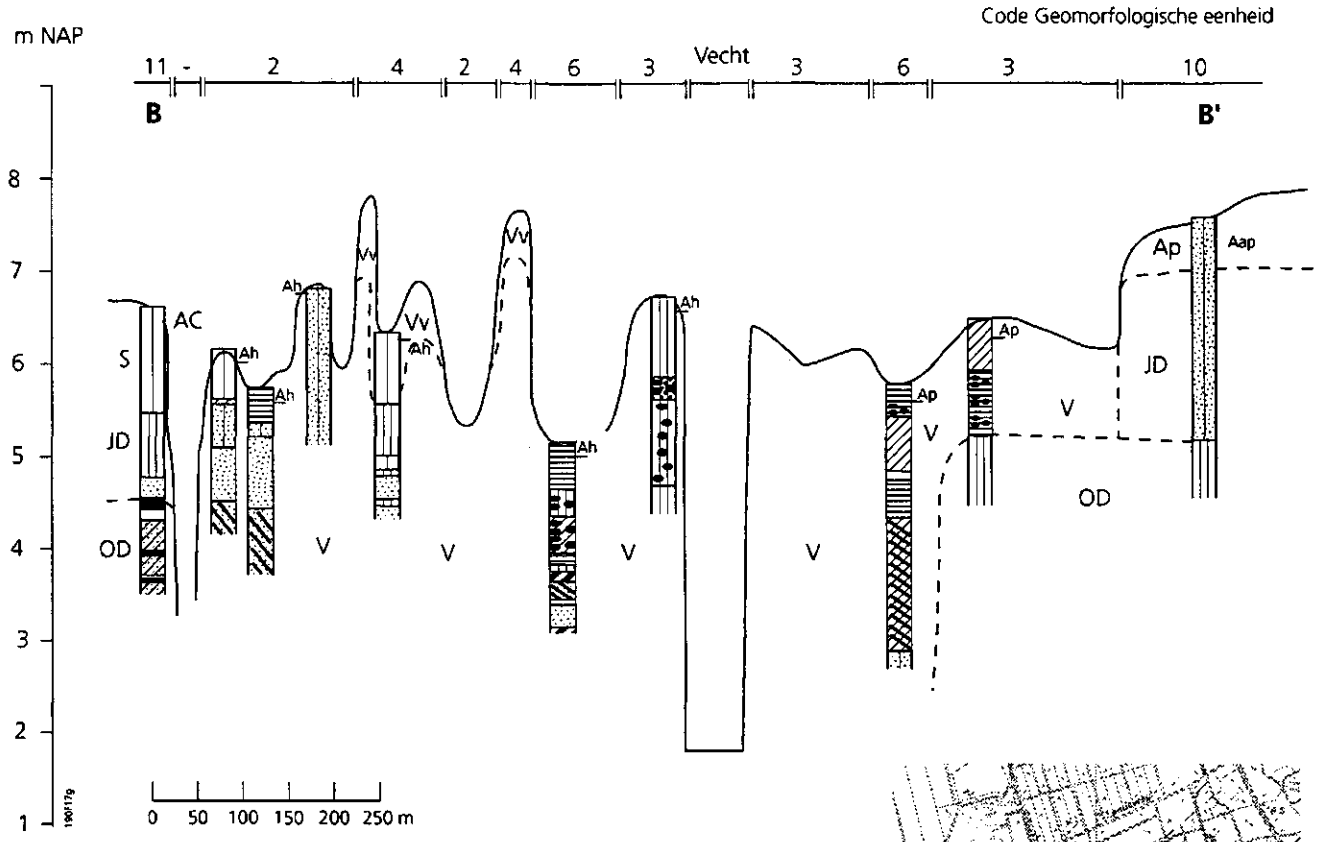
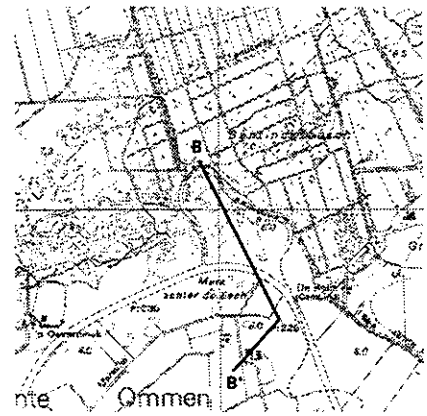


Fig. 16 Dwarsprofiel Rheeze-Brucht.





Legenda dwarsprofielen

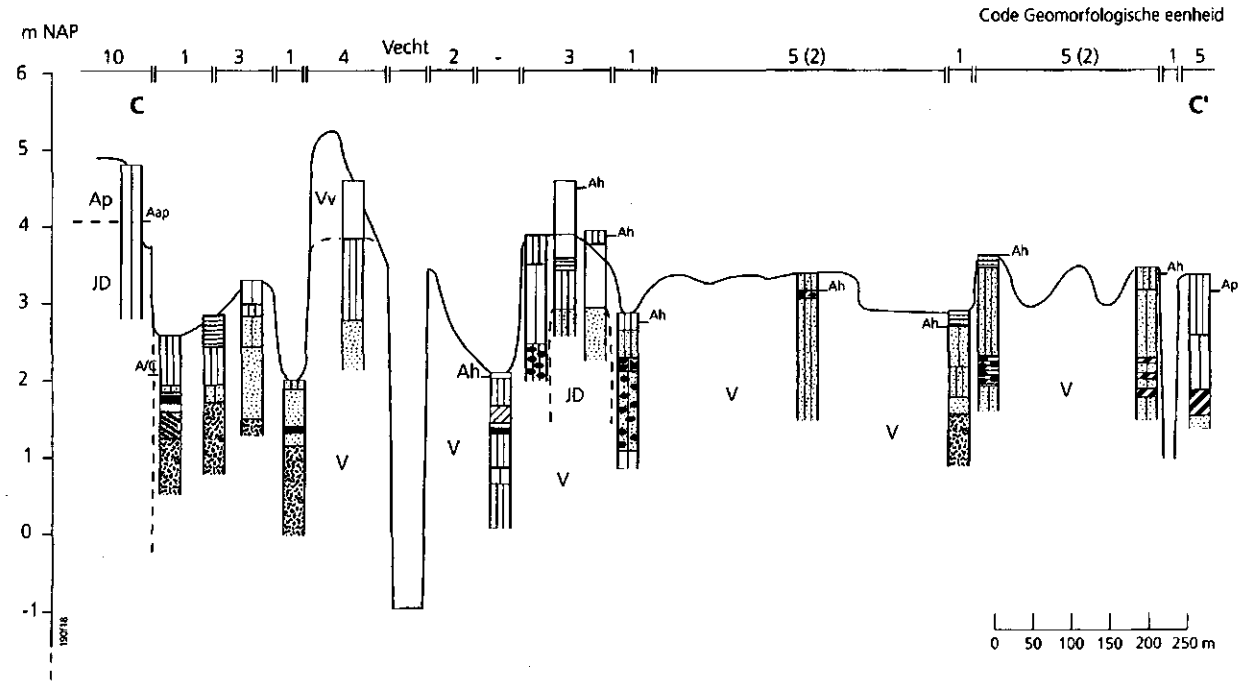
Leemgehalte	Zandgrofheid		
	zeer fijn 105-150 µm	matig fijn 150-210 µm	matig en zeer grof > 210 µm
leemarm			
zwak lemig			
sterk lemig			
zeer sterk lemig			

zavel - lichte klei	
venige klei - kleiig veen	
veen	
organisch sediment	
ijzeroer	
houtresten	
Ah, Ap, Aap	bouwvoor/plaggendek

Afzettingen

V	Vechtafzettingen
Vv	Vechtafzettingen verstoven
Bv	Beekafzettingen venig
Bk	Beekafzettingen kleiig
F	Fluvioperiglaciaal
OD	Oud Dekzand
JD	Jong Dekzand
AP	Plaggendek

Fig. 17 Dwarsprofiel Karshoek.



Legenda dwarsprofielen

Leemgehalte	Zandgrofheid		
	zeer fijn 105-150 µm	matig fijn 150-210 µm	matig en zeer grof > 210 µm
leemarm			
zwak lemig			
sterk lemig			
zeer sterk lemig			

- zavel - lichte klei
- venige klei - kleiig veen
- veen
- organisch sediment
- ijzeroer
- houtresten
- Ah, Ap, Aap: bouwvoor/plaggendek

Afzettingen

V	Vechtafzettingen
Vv	Vechtafzettingen verstoven
Bv	Beekafzettingen venig
Bk	Beekafzettingen kleiig
F	Fluvioperiglaciaal
OD	Oud Dekzand
JD	Jong Dekzand
AP	Plaggendek

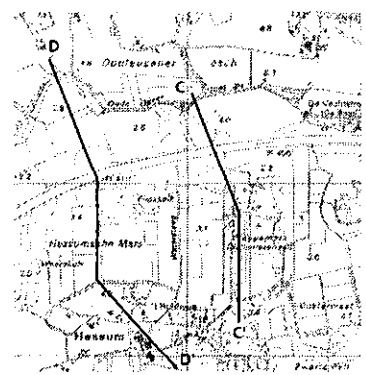
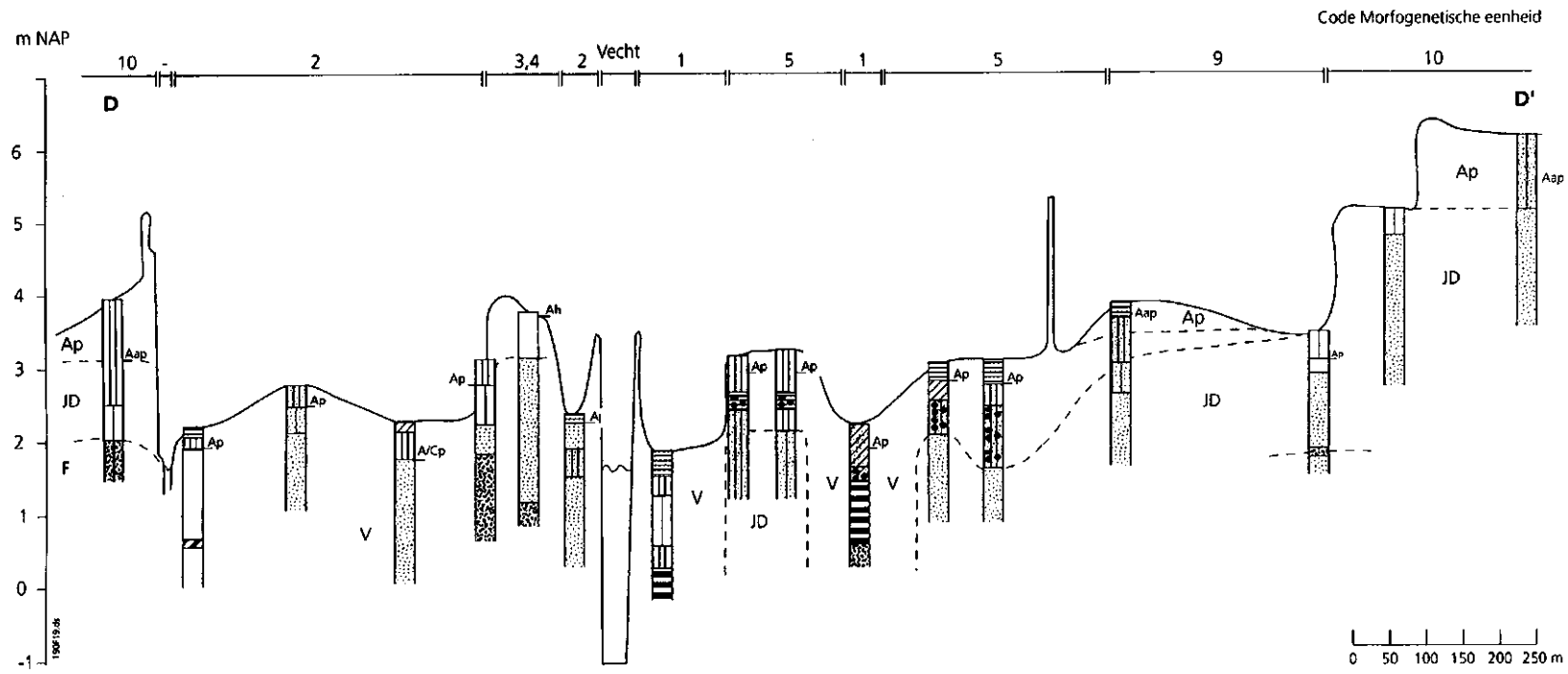


Fig. 18 Dwarsprofiel Plaggemars.



Legenda dwarsprofielen

Leemgehalte	Zandgrofheid		
	zeer fijn 105-150 µm	matig fijn 150-210 µm	matig en zeer grof > 210 µm
leemarm			
zwak lemig			
sterk lemig			
zeer sterk lemig			

- zavel - lichte klei
- venige klei - kleiig veen
- veen
- organisch sediment
- ijzeroer
- houtresten
- Ah, Ap, Aap — bouwvoor/plaggendek

Afzettingen

V	Vechtafzettingen
Vv	Vechtafzettingen verstoven
Bv	Beekafzettingen venig
Bk	Beekafzettingen kleiig
F	Fluvioperiglaciaal
OD	Oud Dekzand
JD	Jong Dekzand
AP	Plaggendek

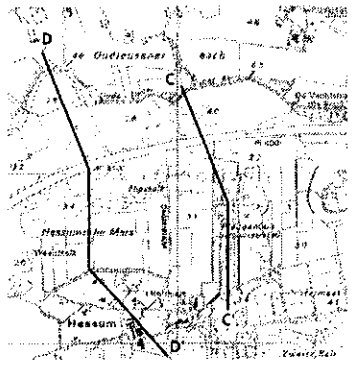


Fig. 19 Dwarsprofiel Hessumsche Mars.

een dijk. In beide rivierkommen komt een sterk siltige leem c.q. kleilaag voor die geheel bleekgrijs van kleur is en waarin elk spoor van ijzeroxyde ontbreekt (dit in tegensteling tot de overige kleilagen in het Vechtdal die stuk voor stuk zeer roestig zijn). In het Bruchtervlier is deze klei/leemlaag bedekt met 60 cm veen waarvan ca. 30 cm gyttja-achtig materiaal. In de leemlaag bevinden zich ook houtresten. Het merkwaardige is dat de leemlaag met houtresten zich (even) voortzet onder het terras (zie de meest zuidoostelijke boring van het dwarsprofiel).

— Oud-bouwlandrug (10) en dalvlakteterras (9) ten zuiden van de Vecht. Het substraat is sterk lemig zeer fijn zand of zwak lemig met duidelijke leembanden. In het terras direkt grenzend aan het Vechtdal is ijzeroer aanwezig. Dit is waarschijnlijk een pakket sterk ijzerhoudende Vechtafzettingen op Oud Dekzand. In het terras ten zuidoosten van het Bruchtervlier bevindt zich onder het plaggendek een heterogene vaalbruine zandlaag. Deze laag is eerder beschreven door Te Riele (1985). De indruk is dat het hier gaat om stuifzand dat is afgezet op het lemige materiaal met houtresten dat in het naastgelegen Bruchtervlier ook is aangetroffen.

Profiel B-B' Karshoek (km 22,4)

In het profiel B-B' worden van noord naar zuid vier delen onderscheiden:

— Noordelijke oever van het Vechtdal: landduinen (11). Het substraat bestaat uit 1,2 m zeer fijn zwaklemig stuifzand, op sterk lemig zeer fijn Jong Dekzand, op matig fijn sterk lemig zand met venige klei en leemlagen. Deze venige lagen vormen hier waarschijnlijk de overgang tussen Oud en Jong Dekzand, hoewel het materiaal ook fluviatiele eigenschappen vertoont. De overgang naar de voormalige Vechtloop is scherp. Het terras ligt hier slechts weinig hoger dan de Vechtafzettingen

— Vanaf de noordelijke oever van het Vechtdal tot de rivierkom (6) ten noorden van de huidige Vecht; morfogenetisch onder te verdelen in kronkelwaard richels en -geulen (2) en rivierduinen (4). Het substraat is kenmerkend voor kronkelwaardafzettingen: matig fijnzandige, leemarme en zwaklemige ijzerhoudende Vechtafzettingen, zonder ijzeroer en met in de ondergrond geremaniëerd organisch materiaal. De kronkelwaard geulen zijn in de bovengrond lutumhoudend (kleiig). Delen van de kronkelwaard zijn verstoven. De boring in het dwarsprofiel beschrijft een overstoven kronkelwaardgeul. Het eolische pakket is hier 0,75 m dik.

— Vanaf de rivierkom ten noorden van de Vecht tot de zuidelijke oever van het Vechtdal; morfogenetisch zijn in dit traject rivierkommen (6) en oeverwallen (3) onderscheiden.

  Het substraat in de kommen bestaat uit afwisselend kleiige, (zeer) sterk lemige of venige lagen met in de ondergrond matig fijn zand met geremaniëerd organisch materiaal. De substraat van de oeverwallen is homogeen sterk lemig of aflopend van zeer sterk lemig naar sterk lemig. In alle aangeboorde profielen in dit traject komt ijzeroer voor. Tegen de zuidelijk dalrand liggen Vechtafzettingen op sterk lemig Oud Dekzand.

— Zuidelijke oever van het Vechtdal: oud-bouwlandruggen (10). Het substraat bestaat uit een plaggendek van 0,5-0,8 m op zwak lemig matig fijn Jong Dekzand op sterk lemig Oud Dekzand.

Profiel C-C' Plaggemars (km 40,3)
In het profiel C-C' worden van noord naar zuid de volgende delen onderscheiden:
— Noordoever van het Vechtdal: oud-bouwlandrug (10). Ca. 80 cm plaggendek op zwak lemig fijn Jong Dekzand. De overgang naar het Vechtdal is ook hier een steilrand.
— Van de noordoever tot en met de opgevulde geul ten zuiden van de huidige Vecht; morfogenetisch is dit traject van het dwarsprofiel te karakteriseren als een complex van restgeulen (1) met bijbehorende oeverwallen (3) al dan niet verstoven (4). Het kronkelwaardreliëf is fragmentarisch te herkennen. De geul die de noordelijke terrasrand aansnijdt is morfologisch niet als geul te herkennen maar heeft meer het karakter van een vlakte. Het substraat wijst wel in de richting van een geulopvulling: sterk lemig zand op venige klei, op zand met geremaniëerd organisch materiaal, op (matig) grof beddingzand. Karakteristiek voor het substraat van de oeverwallen is het van boven naar beneden geleidelijk afnemende leemgehalte en de toename van de zandgrofheid. De scherpe grens tussen het leemarme verstoven materiaal en het sterk lemige fluviatiel afgezette materiaal geeft zicht op de kwantiteit van verstuiving in het Vechtdal. Vergelijkbaar met de voorgaande profielen onbreekt ook hier in de kronkelwaardafzettingen het ijzeroer. De geul ten zuiden van de Vecht lijkt geheel antropogeen te zijn opgevuld. Over de gehele diepte van het bodemprofiel wordt sterk lemig heterogeen materiaal aangetroffen. Een steilrand vormt de grens met het volgende deel van het profiel.
— Oeverwal (3) ten zuiden van de Vecht. In het profiel staan hier 3 boringen beschreven. De boringen die in streeplijn zijn weergegeven, zijn aan weerszijden van de raai uitgevoerd. Dit traject in het dwarsprofiel lijkt op de riviervlakte in profiel D-D', maar heeft plaatselijk meer de morfologie van een (verstoven) oeverwal. Daarnaast is het substraat bovenin het bodemprofiel kenmerkend voor een oeverwal. Het bodemprofiel gaat echter op ca. 1,5 m diepte over in sterk lemig fijn zand met ijzeroer of zwak lemig (matig) fijn zand, dat een sterke gelijkenis vertoond met Jong Dekzand.
— Vanaf de oeverwal tot C'; riviervlakte (5) met kronkelwaardrelief met geulen (1). Het substraat van de riviervlakte is sterk lemig matig fijn zand met ijzeroerbanken. De geulopvullingen zijn minder lemig. Nabij de meest zuidelijke geul wordt op ca. 1,5 m diepte 10 - 15 cm veen in het profiel aangetroffen, waarschijnlijk in situ gevormd.

Profiel D-D' Hessumsche Mars (km 41,1)
De doorsnede kan in hoofdlijnen in vier stukken verdeeld worden; van D naar D' (noord-zuid) in :
— De noordelijke oever: oud-bouwlandrug (10), relatief laaggelegen, bestaande uit een plaggendek van 80 cm op Jong Dekzand op Fluvioperiglaciale afzettingen. De hogere delen van de dekzandrug zijn waarschijnlijk door de sterke erosie van de Vecht in noordelijke richting ca. 3.5 m per jaar (mond. med autochtone inwoner; zie par. 4.1.3) verdwenen. Het achterland wordt hier beschemd tegen overstroming door een dijk op de dekzandrug. Het dekzandterras begrenst met een steilrand het Vechtdal.
— Van de noordelijke oever tot aan de huidige Vecht: morfogenetisch onder te verdelen in kronkelwaardrichels en -geulen (2), oeverwallen (3) en rivierduinen (4). Het zijn

Vechtafzettingen die gevormd zijn in een periode direct voorafgaand aan de kanalisatie van de Vecht aan het einde van de vorige eeuw. Vanaf het terras naar de Vecht neemt de ouderdom van de afzettingen toe. Het substraat bestaat voornamelijk uit leemarm fijn en matig fijn zand. Dieper in het profiel neemt de zandgrofheid in veel gevallen toe, maar overschreidt niet altijd de textuurgrens matig grof zand (>210 μm). Ook in dit dwarsprofiel ontbreekt in de kronkelwaard de ijzeroer en komt onderin het bodemprofiel geremaniëerd organisch materiaal voor. Na de normalisering van de Vecht is de laaggelegen kronkelwaard geëgaliseerd en gaan functioneren als een rivierkom, waardoor het profiel is afgedekt met een dunne laag klei. Op de boven het hoogwaterpeil gelegen rivierduinen en kronkelwaardruggen onbreekt het kleidek.

— Van de Vecht tot de dijk bij Hessum: riviervlakte (5) met restgeulen (1). De riviervlakte bestaat uit een pakket van 1 à 2 m sterk en zeer sterk lemig, fijn zand en klei met ijzeroerbanken, op leemarm en zwaklemig matig fijn zand zonder ijzeroxyde, geheel grijs van kleur, vermoedelijk Jong Dekzand. Het substraat in de geulen bestaat van boven naar beneden uit 0,5-1,5 m geulopvullingsmateriaal, op ca. 0,8 m humeuze tot venige klei (kleiig veen) op (matig) grof beddingzand. Het geulopvullingsmateriaal kan zowel natuurlijk als door menselijke activiteit in de geul terecht zijn gekomen. Het materiaal is (sterk) lemig en het geheel is vaak afgedekt door een kleilaagje.

— Van de dijk bij Hessum tot de zuidelijk dalrand: dalvlakteterras (9) en terras (10). Het leemarme matig fijne Jonge dekzand / Fluvioperiglaciale zand verdwijnt hier onder de uitwiggende Vechtafzettingen. In de oud-bouwlandrug (10) komen hier twee niveaus voor. Het is niet duidelijk of dit natuurlijk dan wel door menselijk ingrijpen is ontstaan. Op één plaats is in het profiel een 5 cm dik grindlaagje aangetroffen. Vermoedelijk is dit de overgang van Dekzand naar Fluvioperiglaciaal materiaal.

Het substraatonderzoek ondersteunt de morfogenetische kartering: de onderscheiden eenheden blijken een eigen, karakteristieke bodemopbouw te hebben. De morfogenetische eenheden zijn in het veld herkenbaar en in de meeste gevallen komt het kaartbeeld goed overeen met de actuele (deels sterk genivelleerde) morfologie van het terrein.

Er zijn in het kader van dit onderzoek geen afzettingen gedateerd; er zijn bij het bodemonderzoek wel dateerbare afzettingen aangetroffen. Het ijzeroer in de bodem wordt pas gevormd na afzetting van het sediment. De vorming is sterk afhankelijk van toestromend grondwater. Op grond van het voorkomen van ijzeroer kan een onderscheid gemaakt worden in jongere en oudere Vechtafzettingen. Een voorbeeld is de aanwezigheid van ijzeroer in profiel D-D' ten zuiden van de huidige loop, terwijl het ten noorden daarvan ontbreekt. Ook qua hoogteligging blijkt hier een niveauverschil aanwezig. Een dergelijk patroon vinden we ook terug in de ander dwarsprofielen. Daarnaast is in enkele boringen in geulen organisch materiaal aangetroffen. Datering daarvan middels een C^{14} bepaling zou meer inzicht kunnen geven in de rivierdynamiek vòòr de periode die het historische kaartmateriaal omspant.

4 Meandergedrag

4.1 Patronen

In deze paragraaf wordt voornamelijk ingegaan op het rivierpatroon van de Overijsselse Vecht, zoals dat tot uitdrukking komt in de vorm van het laagwaterbed (Kaart 2). Verschillen in vorm, in dimensies en in ontstaanswijze zullen worden toegelicht.

4.1.1 Dimensies

Anno 1890 waren in het laagwaterbed van de Overijsselse Vecht 173 meanderbochten aanwezig. Deze meanders vertoonden een grote variatie in vorm, varierend van langgerekte, flauwe bochten tot korte, zeer scherpe. Tussen de rijksgrens en Hardenberg heeft de rivier karakteristieke kleine meanders, die vanaf Gramsbergen afgewisseld worden met rechtere stukken. Tussen Hardenberg en Mariënberg zijn veel grotere meanders tot ontwikkeling gekomen in een vrij recht rivierdal. Na Mariënberg wordt het rivierdal zelf veel bochtiger, en dringen de grootste meanders ver door in de aangrenzende stuifzandlandschappen. Tussen Plaggemars en Hessum bevindt zich een meanderpatroon dat afwijkt van eerdere trajecten door de regelmaat en strakke boogvorm. Vanaf Dalfsen heeft de rivier een vrij recht karakter: niet meer meanderend, maar slingerend.

Deze variatie is in beeld gebracht door van elk van deze bochten de afstand tussen de buigpunten (Engels: inflection point) en de amplitude te meten (figuur 20). Een buigpunt is het punt waar een naar rechts buigende loop overgaat in een naar links buigende, en andersom. De lengte van een rechte lijn tussen deze punten is de afstand tussen de buigpunten. Deze denkbeeldige lijn loopt dus over de kronkelwaard. De amplitude van de meander is gemeten loodrecht op deze lijn, waar de afstand tussen de lijn en de loop van de rivier maximaal is. De afstand tussen de buigpunten en de amplitude voor alle bochten is weergegeven in de figuren 21 en 22. Enkele waarden zijn weergegeven in tabel 2.

Tabel 2 Minimale, gemiddelde en maximale omvang van de 173 meanders van de Overijsselse Vecht in 1890.

Dimensie	Minimum (m)	Gemiddeld (m)	Maximum (m)
Afstand tussen buigpunten	40,0	360,7	1780,0
Amplitude	40,0	139,7	580,0

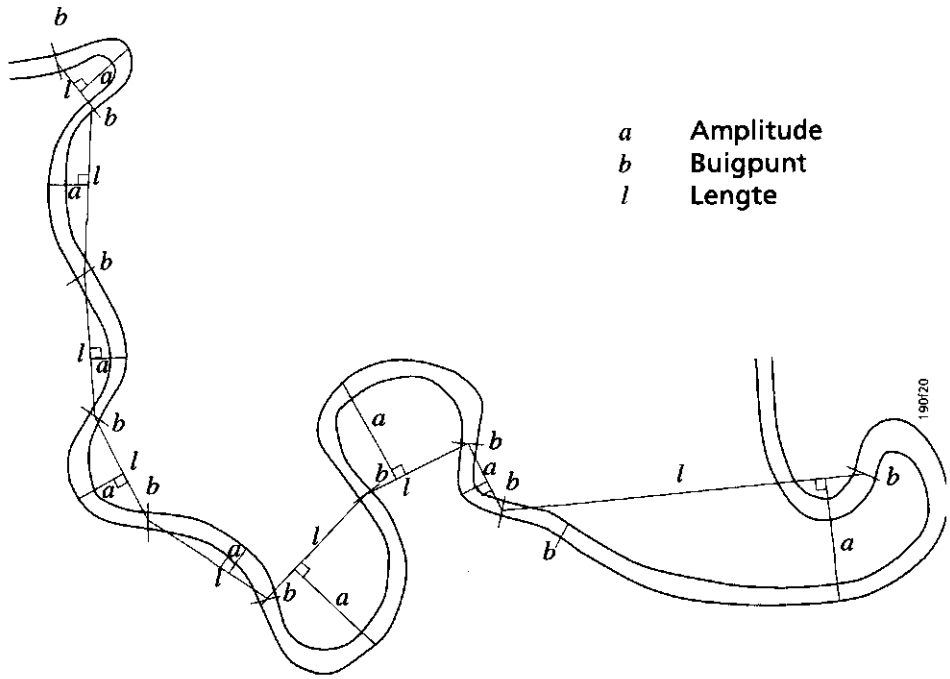


Fig. 20 De meting van de afstand tussen buigpunten en de amplitude van meanders.

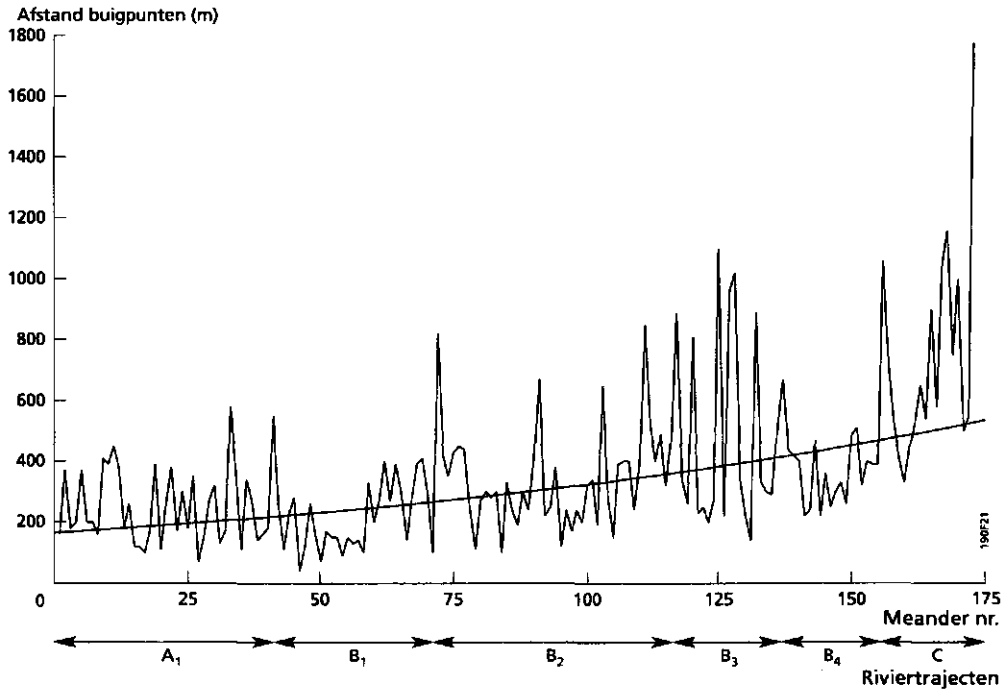


Fig. 21 Stroomafwaartse variatie en toename van de afstand tussen buigpunten van de meanders in 1890.

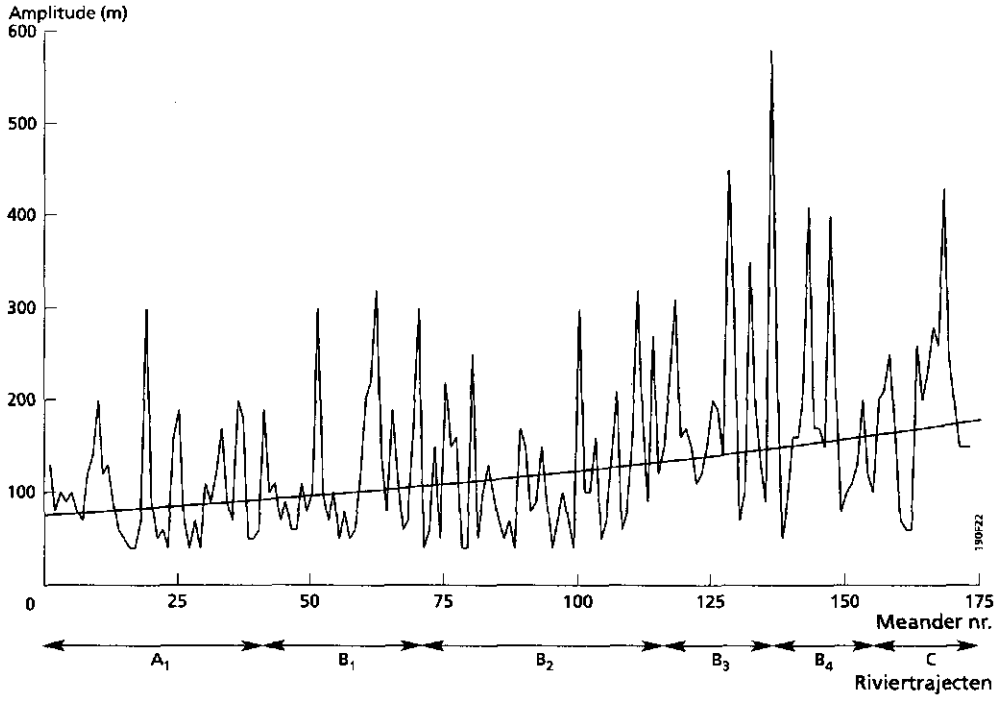


Fig. 22 Stroomafwaartse variatie en toename van de amplitude van de meanders in 1890.

In de eerste plaats blijkt uit de gegevens dat de meanders een grote variatie in dimensie vertonen. Daarnaast is duidelijk dat zowel de afstand tussen de buigpunten als de amplitude toenemen in stroomafwaartse richting. Een duidelijk invloed van de zijdelingse toevoer vanuit het Afwateringskanaal Coevorden en de Regge is niet zichtbaar.

Om na te gaan of er ook relevante verschillen tussen de onderscheiden riviertrajecten zijn, is voor elk van deze trajecten voor de afstand tussen de buigpunten en de amplitude, uitgedrukt in klassen, een frequentiediagram getekend (figuren 23 en 24). Uit deze frequentiediagrammen blijkt eveneens dat minimale, gemiddelde en maximale waarden voor de afstand tussen de buigpunten geleidelijk groter worden in stroomafwaartse richting. De afstand tussen de buigpunten ligt in de trajecten A en B1 voornamelijk onder een waarde van 400 m. In traject C ligt deze voornamelijk boven de 400 m. Tevens blijkt er een duidelijk verschil in de spreiding van waarden per traject. Zo is de variatie in de trajecten A, B3 en C vrij groot, terwijl de waarden voor de trajecten B1, B2 en B4 zich meer concentreren. De trajecten A en B3 zijn ook trajecten waar de abiotische omstandigheden direct langs de rivier niet uniform zijn: soms liggen in de nabijheid van de rivier erosieresistente terreinvormen, soms kan de rivier geheel vrij in eigen afzettingen meanderen. Er is dus sprake van een relatie tussen substraat en meanderdimensies. Opvallend aspect van de amplitude is dat in traject A in verreweg de meeste gevallen een waarde van 200 m. niet overschreden wordt, terwijl in de andere trajecten dit wel het geval is. Ook hier ligt een relatie met het fluviatiele kleipakket in dit riviertraject voor de hand.

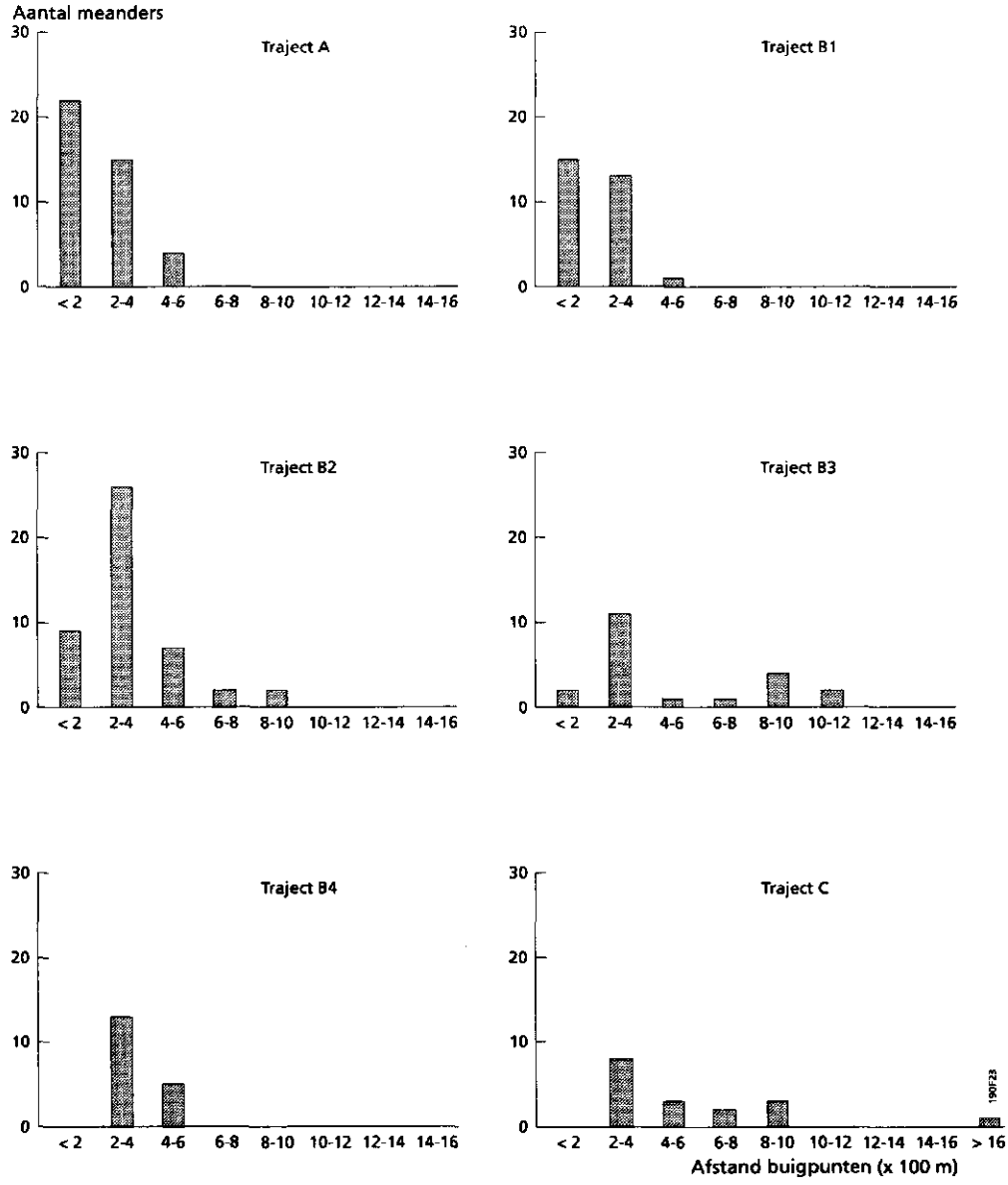


Fig. 23 De afstand tussen buigpunten van de meanders in 1890, in de onderscheiden riviertrajecten.

Aangezien de lengte van buigpunten en de amplitude samen kenmerken zijn van een meanderbocht is ook een kromtefactor berekend, waarin beide zijn verwerkt (figuur 25). Deze kromtefactor is het quotiënt amplitude/afstand tussen de buigpunten. Opvallende hoge waarden van de kromtefactor komen voor in een gedeelte van de rivierloop bij Hardenberg en in traject B4. Daarnaast valt op dat de waarden van traject C veel lager zijn. Deze waarden hebben alle een sterke relatie met de vorm van de meanders: bij Hardenberg zijn deze klein en zeer sterk gekromd en in traject B4 komen regelmatige en sterk gekromde meanders voor. Traject C tenslotte is de meest duidelijk aanwijzing voor deze relatie: uit de geomorfogenetische kaart blijkt dat het patroon van terreinvormen hier geheel anders is en dat we hier niet van een meanderende rivier *sensu stricto* spreken. Een gemiddelde waarde van ca. 0,35 blijkt dan ook onderscheidend te zijn voor een meanderend en een slingerend riviertype.

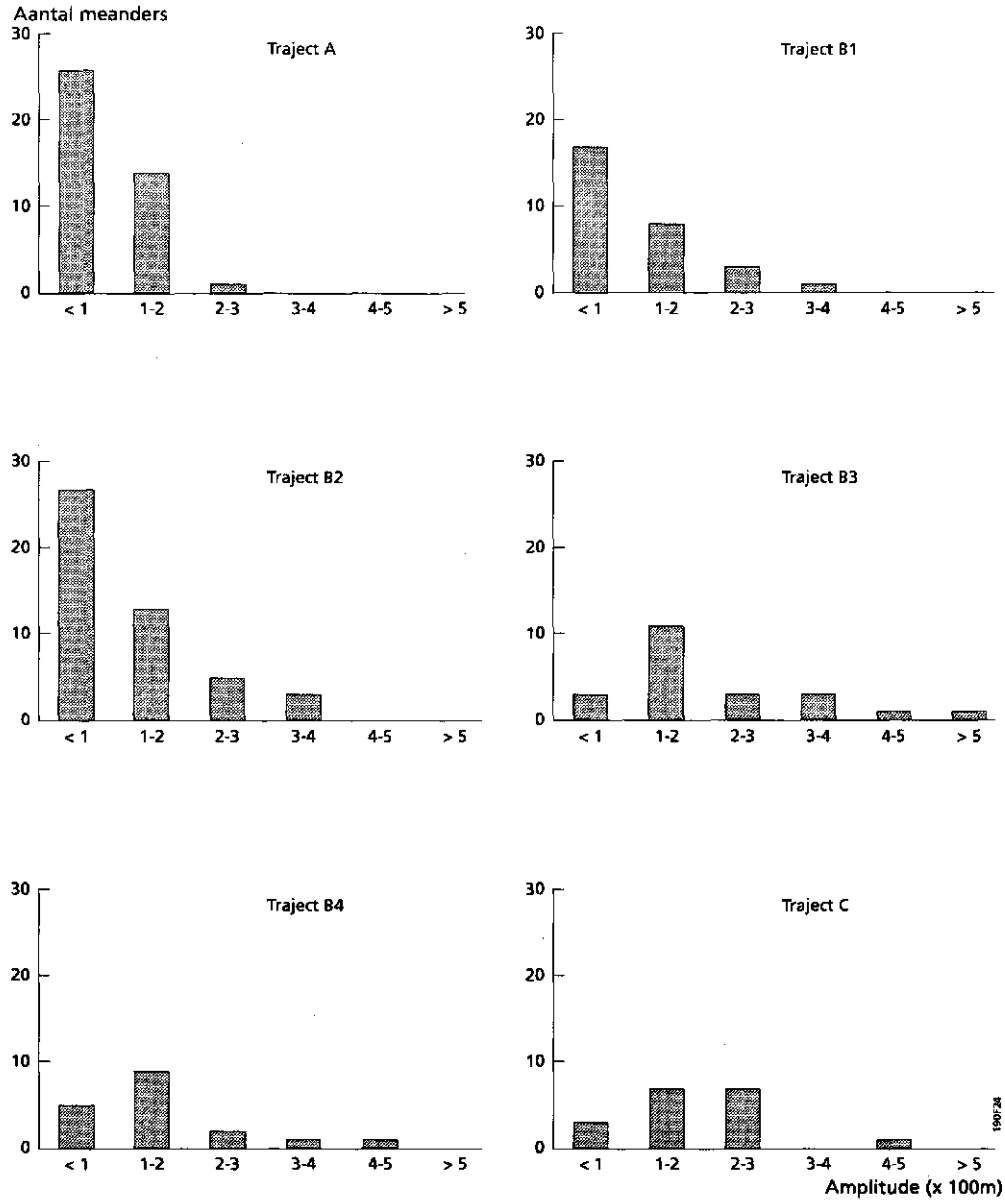


Fig. 24 De amplitude van de meanders in 1890, in de onderscheiden riviertrajecten.

4.1.2 Ontwikkeling

De bovengenoemde dimensies zijn ook terug te koppelen naar de patronen van terreinvormen in de meandergordel, zoals die zichtbaar zijn gemaakt in de geomorfogenetische kaart (Kaart 1). Tevens blijkt dat er een duidelijke relatie is met de eerder onderscheiden riviertrajecten.

Allereerst valt op dat er een tweedeling in het rivierpatroon van de Overijsselse Vecht gemaakt kan worden. Stroomopwaarts van Dalfsen komt een meanderend rivierpatroon

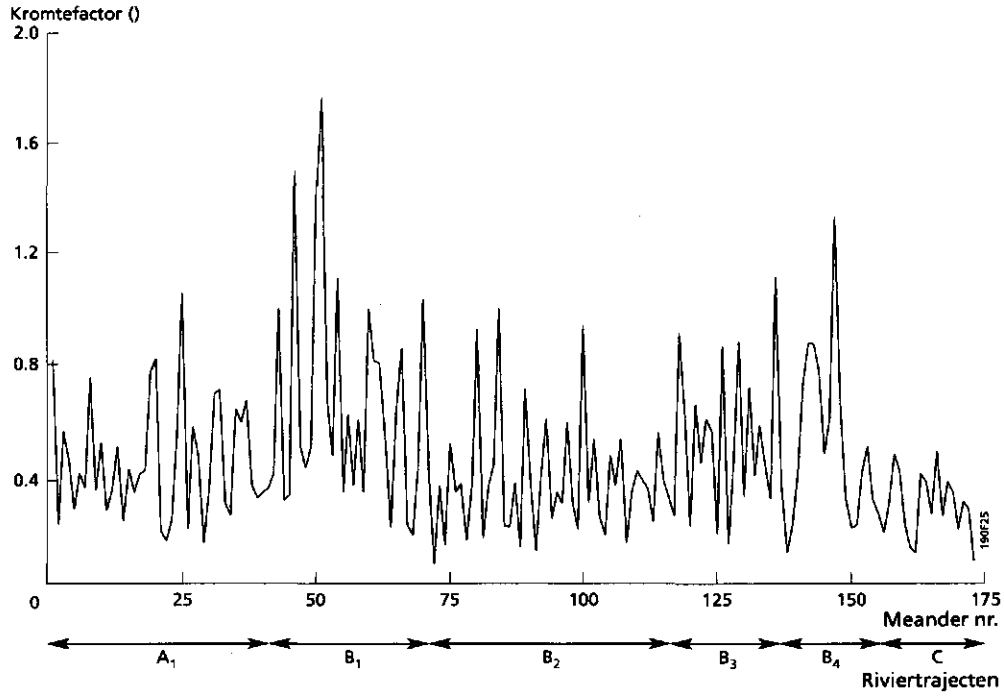


Fig. 25 Stroomafwaartse veranderingen in de kromtefactor van de meanders in 1890.

voor. Het patroon kenmerkt zich door de vele meanderbochten, waarvan een groot aantal met scherpe bochten. De scherpte van de bochten komt ook tot uitdrukking in de grote kromming van de kronkelwaardbanken. De ligging van deze kronkelwaardbanken wijst vaak op een migratie van de rivier in zijdelingse richting. Soms heeft de kronkelwaard zich zelfs in stroomopwaartse richting uitgebreid. In de meandergordel komen hier ook veel verlaten beddingen voor, waarvan de ligging soms wat chaotisch voorkomt. Veel verlaten geulen zijn geheel geïsoleerd van de rivier. Al deze kenmerken wijzen op een actief meandergedrag van de rivier in het verleden, door middel van processen die kenmerkend zijn voor het meanderende rivierentype.

Stroomafwaarts van Dalfsen komt een rivierpatroon voor, waarvan de vorm regelmatiger en golvender is. De bochten zijn niet scherp en de kronkelwaardbanken ook niet. De oriëntatie van de kronkelwaarbanken wijst op een geleidelijke migratie van vooral het benedenstroomse deel van een bocht. De rivier migreert dus vooral in longitudinale richting. Opvallend zijn ook de verlaten beddingen, die vrijwel alle tegen de dijk aanliggen. Zij zijn aan de benedenstroomse zijde nog verbonden met de rivier, maar aan de bovenstroomse zijde daarvan geïsoleerd door de vorming van een oeverwal. Deze kenmerken komen overeen met de kenmerken van delen van de grote rivieren in Nederland. Langs de Waal, Lek en IJssel vinden we vergelijkbare patronen van de rivier en de aangrenzende terreinvormen in de uiterwaarden (Wolfert, 1992; Reijnen et al., 1995; Spek, 1996). Het gaat hier om een riviertype dat een overgang is tussen de

bekende uitersten van vlechtend en meanderend. Dit slingerende (Engels: low-sinuosity) riviertype is kenmerkend voor het bovenste deel van de depositiezone, waar achter de oeverwallen uitgestrekte rivierkommen gelegen zijn, en waar de invloed van de getijden nog niet merkbaar is. Het meanderende type daarentegen blijkt vooral kenmerkend voor de transportzone van laaglandrivieren, waar de rivieren in een rivierdal stromen, temidden van oudere en hoger gelegen rivierterrassen. Het onstaan ervan lijkt in belangrijke mate beïnvloed te worden door de aard van de geologische ondergrond (Reijnen et al., 1995): stroomt de rivier tussen zandige geologische formaties dan is een laterale migratie mogelijk; dikke pakketten komkleien verhinderen beweging in deze richting, waardoor de longitudinale bewegingscomponent gaat overheersen. Voor de Vecht blijkt de kromtefactor met een waarde van ca. 0,35 onderscheidend te zijn tussen het meanderende en slingerende riviertype.

Tussen de grens en Dalfsen blijkt er ook in het meanderende riviertype onderscheid te maken. Het meanderpatroon in riviertraject A, tussen de grens en Hardenberg onderscheid zich door het voorkomen van vrij kleine meanders, hetgeen overeenkomt met de geringe oppervlakte aan kronkelwaarden en oeverwallen.

Pas na Hardenberg komen grotere meanders voor. Meest opvallend zijn uiteraard de zeer grote meanders, zoals die voorkomen na Mariënberg, onder andere bij Karshoek en het Junner Koeland. Deze grote meanders blijken zich te hebben ontwikkeld op plaatsen waar de dalwanden van de Vecht niet zijn gevormd in terreinen met oude bouwlanden, maar in duincomplexen gelegen op fluvioperiglaciale afzettingen. Blijkbaar is deze combinatie van afzettingen zeer gevoelig voor fluviatiele erosie: door zijdelingse migratie dringen de meanders ver door in deze terreinen. Een geheel vergelijkbare ontwikkeling komt voor bij de Dinkel, zoals bij de Groene Staart (Hommel et al., 1994). Opvallend aspect is de ontwikkeling van deze meanders in de tijd (figuur 26). Door de grote zijdelingse beweging wordt de meanderlengte zeer uitgerekt. De rivier vertoont vervolgens de neiging het oorspronkelijke evenwichtprofiel weer te herstellen door de meanderlengte aan te passen: binnen de grote meander onstaan kleinere oscillaties, die zich na verloop van tijd tot een zelfstandige meanderbocht met bijbehorend kronkelwaard gaan ontwikkelen. Dit herstel blijkt het snelst te gaan waar de rivier in de eigen kronkelwaard afzettingen stroomt; deze afzettingen zijn dus eveneens gevoelig voor fluviatiele erosie. Opvallend verschijnsel in deze grote meanders is tevens dat uitgroei van de grote bocht een steeds scherper wordende concave oever met zich meebrengt. Bij zeer scherpe bochten veranderd de erosierichting plotseling van lateraal naar meer longitudinaal. Blijkbaar is in de zeer scherpe bocht geen efficient watertransport mogelijk en heben de Vechtmeanders een minimale boogstraal.

Tussen de grotere meanders blijken er in het gedeelte van de rivier tussen Hardenberg en Dalfsen ook zeer kleine meanders voor te komen. Deze meanders liggen vaak dicht bij dalwanden waarachter zich een oud bouwland bevindt. Duidelijk is te zien dat op deze plaatsen de rivier nauwelijks mogelijkheid heeft zich in laterale richting te verplaatsen: de migratierichting wordt omgebogen in longitudiale richting (figuur 27). De uitbouw van dit deel van de meander in deze richting gaat dan zo snel dat het benedenstroomse deel van de rivierloop als het ware wordt ingehaald. Er ontstaat dan een tegen de helling van het dal in gerichte meander, die zich insnijdt in de kronkelwaardafzettingen van de vorige bocht: ook wel bekend als ganzenek (Engels:

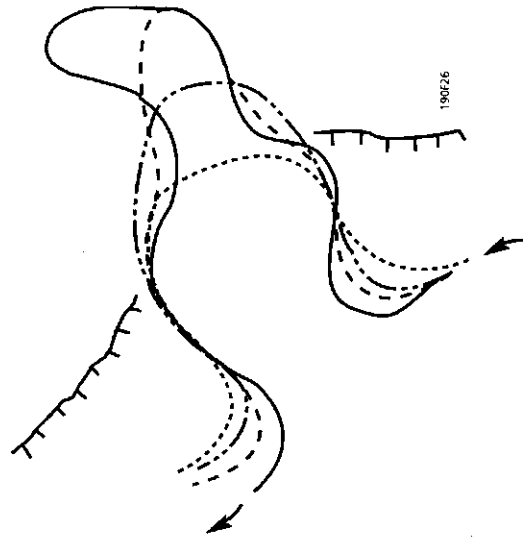


Fig. 26 De ontwikkeling van de grote meanders die niet-fluviatiele afzettingen zonder esdek aansnijden.

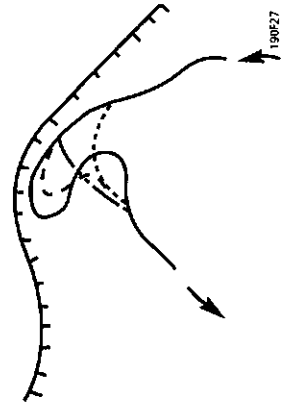


Fig. 27 De ontwikkeling van kleine ganzenek-meanders op plaatsen waar de rivier tegen oude bouwlanden stroomt.

gooseneck). Ook hier blijkt dus een duidelijke invloed van het substraat op het meandergdrag. De bodemprofiel van de oude bouwlanden in de trajecten B1 en plaatselijk in B2 bestaat voor een groot deel uit Oud Dekzand dat door het hogere leemgehalte resistenter is tegen fluviatiele erosie. Bovendien waren vele bouwlanden omgven door houtsingels, die ook afkalving van oevers kunnen hebben tegengegaan.

Tenslotte valt nog een zeer regelmatig meanderpatroon op tussen het punt van samenvloeiing met de Regge en Dalfsen. Hier heeft het laagwaterbed van de Vecht een zeer regelmatig sinusvorm en bovendien een zeer regelmatige afstand tussen de buigpunten. Dit patroon valt samen met een gedeelte van de meandergordel waarvan de ondergrond geheel bestaat uit fluviatiele afzettingen. In tegenstelling tot de bovenstrooms gelegen delen komen hier geen opduikingen voor met een oud-bouwland

profiel; bovendien is de meandergordel hier het breedst. Blijkbaar wordt het rivierpatroon hier vooral bepaald door de rivier zelf, en minder gehinderd door variatie in het substraat van de meandergordel. Elders is het meanderpatroon minder regelmatig doordat de rivier meer en minder erodeerbare afzettingen aansnijdt of gedwongen wordt zich binnen een dal te bewegen.

4.1.3 Invloed van de mens

De processen in de rivier hebben in het verleden invloed gehad op de belangen van bewoners van de streek. In een aantal gevallen heeft men geprobeerd overlast en schade te beperken, door in te grijpen in de toestand van laagwaterbedding en oevers.

Het belang van de scheepvaart op de Vecht was vroeger groot (Schutten, 1981). Er werd gevaren met zogenaamde Zompen, scheepjes met een diepgang van 1,5 tot 2 voet (45-60 cm). In de Vecht kwamen vele zandbanken voor die de schippers van deze Zompen voor grote problemen stelden. Vaak moesten de opvarenden over boord stappen om de Zomp over een plaat heen te trekken. Als dat niet lukte werd vaak een geul gegraven om zo het schip weer vlot te krijgen. In zijn rapport over de bevaarbaarmaking van de Vecht merkt de inspecteur van de waterstaat Wildeman dan ook op dat de

> *... ligh platboomde schuiten die dezelve bevaren, nauwelijks een vijfde part van hunne volle lading vice verse kunnen overvaren en dan met zwaren arbeid over de ondiepten die op vele plaatsen geen voet* (30 cm) *water houden..*[5].

De aanzandingen werden door Wildeman geweten aan de brede stukken in de rivier waardoor het zand kans krijgt te bezinken.

Archieven uit de achttiende eeuw tonen een beeld van een rivier die met beperkte middelen in toom gehouden wordt. Het uitslijpen van bochten leidde in veel gevallen tot gevaarlijke situaties. In de buurschap Broekhuizen, bij Dalfsen vreesde men in 1767 zelfs dat de fundamenten onder de huizen uitgespoeld zouden worden:

> *...hoe dat voor weijnig jaren geleden tusschen haare huisen en hoven en de rivier de Vegt tegen dit genoemde dorp nog een grote ruimte van land sij geweest die van tijd tot tijd door de gedurige stroom deeser Riviere sij afgespoelt en nu geheel weggenomen, sodanig en met sulk een aanhoudend gewelt...dat deese rivier haren loop en afspoeling so verre ten naadeele van de Remonstranten gerigt heeft dat deselve tot aan haare Huisen en deselver fondamenten spoelt.....dat bij verdere en sterke hoge wateren die nu sedert eenige jaaren van tijd tot tijd seer sijn toegenomen, en de meeste schade en verwoestingen so van doorbraken als afspoelingen tusschen voorn. Dorp en de sogenaamde Broekhuisen aanrigt deselver huisen sullen doen in de riviere storten...* [6].

Enige jaren eerder (in 1716) werd bij Haanrig een zelfde probleem aangekaart[7]. Dat de problemen bij Dalfsen niet uitsluitend door de natuurlijke meandering van de Vecht worden veroorzaakt blijkt enige jaren later als de prins van Oranje Nassau wordt verzocht op de landdag aanhangig te maken dat tegenover Dalfsen bij Vechterweerd een zomerkade is verhoogd, waardoor de Vecht daar bij hoog water niet meer overheen kan stromen, en de volle kracht van de stroom aan de overkant bij de buurschap

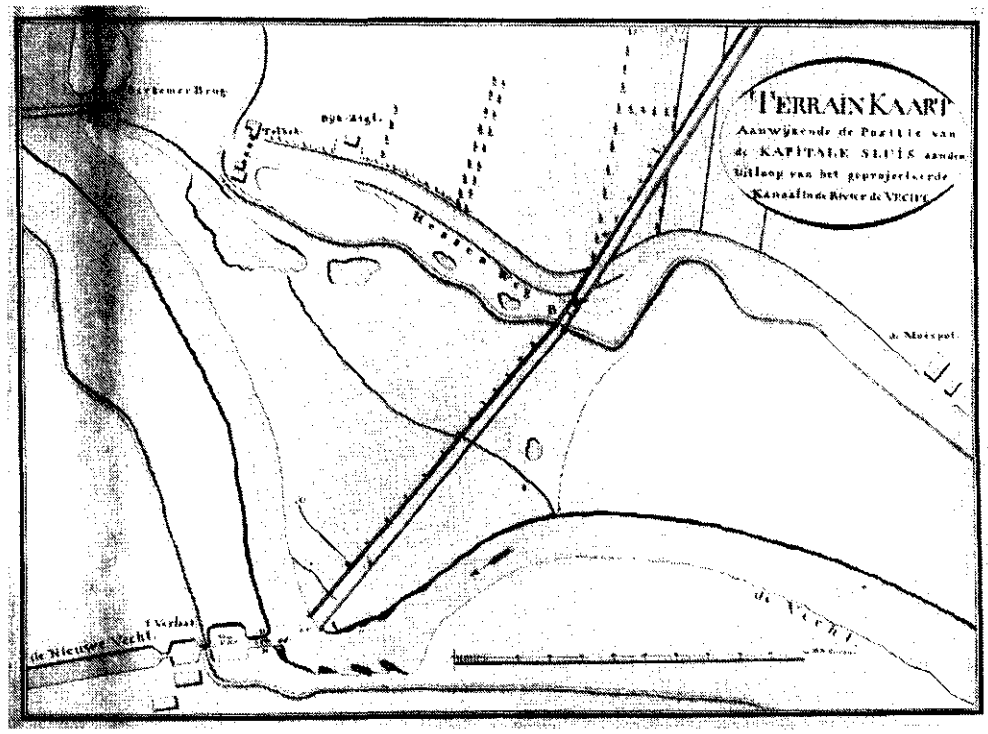


Fig. 28 Kribben ter voorkoming van erosie in de buitenbocht bij Nieuwe Verlaat bij Berkum

Broekhuizen terecht komt[8]. Ook bij Ommen ontstonden problemen door een bochtverlegging van de Vecht:

> *...soo van desen oever in de breedte nog een grote 20 voet kwam af te spoelen sou de koeweide van eengescheurd wesen...hoe dat de rivier de vegt bij Ommen loopt langs een weijde gehorende onder den Hoff aldaer dat dieweijde aan die sijde een steijlen oever hebben de en wel bij na drie a vier voeten ten deele boven ordinaris water, dat over die rivier* (aan de overkant) *nu den oever is gesleept en met hout ten deele voorsien en bestikt waar voorde ordinaris en felle stroom principaal tegen desersijds hogen oever schuurt en loopt 't land afgespoelt en soodanig thans afneemt dat den boer na verloop van korte jaeren beswaarlijk sijn Huis in gemelde weijde zal kunnen komen, niet alleen maar ook de stroom vegt voorbij sijn huis soude kunnen loopen...*[9].

Om het water te reguleren werden op verschillende plaatsen rijshouten kribben aangelegd. Zo is er in 1785 sprake van goed functionerende kribben bij de buurschap Beerze; het afkalven van het land is daar gestopt, zo blijkt uit de beschrijving[10]. Ook bij Mariënberg geeft het historische kaartmateriaal aanleiding te veronderstellen dat daar oude bouwlandpercelen beschermd werden tegen afkalving. Figuur 28 geeft een voorbeeld van kribben die zijn aangelegd ter bescherming van de dicht bij de rivier gelegen dijk en het Nieuw Verlaat bij Berkum.

In 1805 werd een rapport over de gesteldheid van de Overijsselse Vecht opgesteld dat een goed beeld geeft van de toestand van de rivier toendertijd[11]. Geklaagd wordt dat door het bevorderen van de waterafvoer in het Graafschap Bentheim de Vecht nu meer

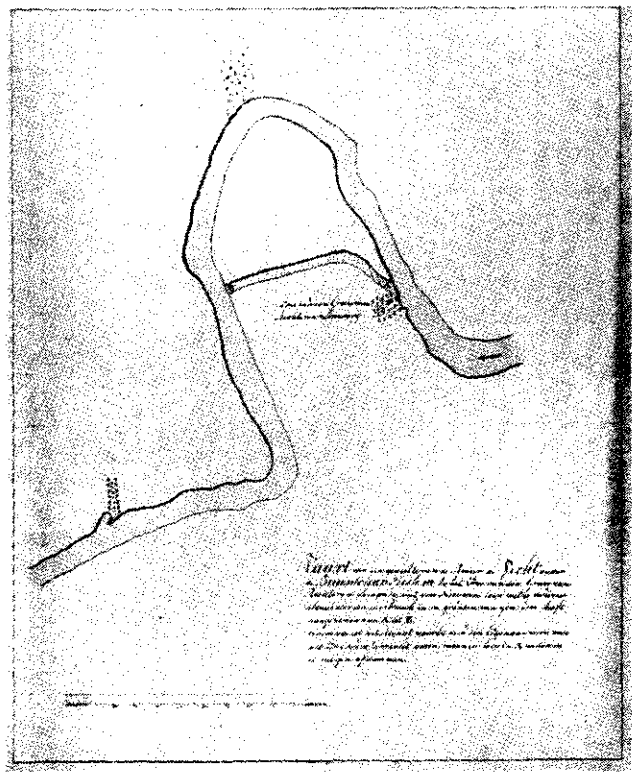


Fig. 29 Een historische kronkelwaardgeul-afsnijding op het land van de Graaf van Regteren, aan het begin van de 19e eeuw.

water moet afvoeren dan waartoe de rivier in staat is. Kennelijk traden er hoge piekafvoeren op.

> *...De wanstaltige en krombochtige gesteldheid der rivier met de op vele plaatsen zeer verhoogde bodem, waardoor en de snelheid vertraagd en de capaciteit verminderd wordt, is oorzaak dat bij een te grote toevoer van water verscheiden zware opkroppingen ontstaan...*

In het rapport wordt geadviseerd schadelijke kribben en alle bomen in het hoogwaterbed te verwijderen.

In hetzelfde rapport komt de bocht met steile oevers bij Ommen weer aan de orde. Over de inwerking van de stroom op deze hoge oevers wordt nu ook opgemerkt

> *...en jaarlijks meer en meer afslijt 't geen alles in de rivier gevoerd wordt...*

Naast het uitslijpen van bochten, kwam het ook wel voor dat de Overijsselse Vecht bochten afsneed. Zo speelde er in 1809 een zaak waarin de Graaf van Regteren verzocht een bochtafsnijding weer ongedaan te mogen maken. De Vecht had een forse meander, waarin landerijen van de Graaf van Regteren waren gelegen, afgesneden. De kaart die bij het verzoek van de Graaf werd gevoegd toont ons de situatie (figuur 29)[12]. Tegen het verzoek van de Graaf bestonden geen bezwaren, zodat hij door de voorgestelde afdamming de rivier weer in haar oude loop heeft kunnen dwingen en de doorsnijding van zijn erf ongedaan kon maken[13].

Dat de middelen in het verleden maar beperkt waren, en er slechts in urgente gevallen werd ingegrepen kan tenslotte worden geillustreerd met een tijdens het veldwerk voor deze studie, door een streekbewoner op (zeer) oude leeftijd vertelde anecdote. De familie

van de man leeft al eeuwen op dezelfde boerderij, waarvan een deel van het land direct aan de Overijsselse Vecht grenst. Regelmatig ondervonden zij schade door de dynamiek van de rivier. Door de afkalving van oevers bij hoge waterstanden verdween een deel van het bouwland, waarop in eeuwen tijd met veel moeite een vruchtbaar plaggendek was aangebracht in de rivier. Om dit te voorkomen werd nog aan het begin van deze eeuw ieder najaar over een strook van ca. 3,5 meter het plaggendek afgegraven. De voedingsstoffen in dit dek gingen dan in de winter niet verloren, maar konden opnieuw gebruikt worden voor bemesting van het overige land. Het bodemprofiel ter plekke bestaat uit een esdek op Jong Dekzand op fluvioperiglaciaal materiaal, dat gezien de snelle erosie dus erg erosiegevoelig is.

4.2 Dynamiek

4.2.1 Migratiesnelheid

De intensiteit van het proces van meanderen van de Overijsselse Vecht kan afgelezen worden aan twee variabelen: de oppervlakte van kronkelwaarden en de migratie van het laagwaterbed. Globaal is de grootte van kronkelwaarden een maat voor de aangroei van oevers bij een migrerende loop. De afzettingen van kronkelwaarden in de meandergordel van de Overijsselse Vecht zijn echter niet gedateerd. Bovendien is gebleken dat delen van kronkelwaarden in de loop van de tijd bedekt zijn geraakt met oeverafzettingen. De oppervlakte van kronkelwaarden is daarom slechts een kwantitatieve maat, die alleen te gebruiken is om de verschillende riviertrajecten te vergelijken. De resultaten zijn weergegeven in tabel 3.

Een betere en betrouwbare maat voor het proces van meanderen in het verleden, vormt de analyse van veranderingen in de positie van het laagwaterbed, zoals weergegeven op betrouwbare historische kaarten. Drie kaarten zijn voor dit doel geanalyseerd (zie par. 2.2.1), weergevend de situatie in 1720, 1850 en 1890. Zowel de erosie als de aangroei van oevers is gemeten. De resultaten voor de verschillende riviertrajecten worden gegeven in tabel 4. Tabel 5 vat enkele gegevens samen voor de gehele Overijsselse Vecht.

Tabel 3 De oppervlakte van kronkelwaarden per riviertraject

Riviertraject	Oppervlakte (ha/km)
A	1,20
B1	3,87
B2	8,74
B3	13,00
B4	18,27
C	5,91
Gehele rivier	7,95

Tabel 4 De historische aangroei en erosie van oevers per riviertraject

Riviertraject	Aangroei		Erosie	
	1720-1850 (ha/km)	1850-1890 (ha/km)	1720-1850 (ha/km)	1850-1890 (ha/km)
A	9,84	4,19	5,43	2,61
B1	9,26	3,87	5,13	2,78
B2	13,18	4,22	7,96	3,09
B3	7,97	3,67	5,46	3,52
B4	10,82	4,67	10,45	4,06
C	2,19*	0,66	1,79*	1,63
Gehele rivier	8,31	3,49	5,54	2,79

* met uitzondering van de km's 52,0 - 60,3

Tabel 5 De historische aangroei van oevers langs de Overijsselse Vecht

Periode	Aangroei			
	totaal (ha)	totaal per jaar (ha/jr)	per kilometer rivierlengte (ha/km)	per kilometer rivierlengte per jaar (m/jr)
1720-1850	501,03	3,85	8,31	0,69
1850-1890	210,35	5,25	3,49	0,70
gemiddeld	-	4,18	-	0,70

Uit de bovenstaande gegevens blijkt dat langs de Overijsselse Vecht in de periode 1720-1890 per jaar gemiddeld 4,2 ha aan nieuwe terreinen is ontstaan door aangroei van oevers. Wanneer aangenomen wordt dat omgeveer de helft van de oevers onderhevig is aan erosie en de andere helft aangroeit, dan betekent dit dat langs de oevers waar aangroei plaatsvond, de oeverlijn zich gemiddeld 1,4 meter per jaar verplaatste.

Daarnaast is ook nagegaan hoe groot de maximale verplaatsing is geweest bij enkele qua meandergedrag opvallende rivierbochten. De verplaatsing van de laagwaterbedding in deze bochten is direct afgeleid uit het historische kaartmateriaal. Figuur 30 geeft de resultaten. Uit het gemiddelde van deze waarden blijkt dat als maximale verplaatsing per jaar 3,5 m mag worden aangenomen.

In de periode 1850-1890 waren de gemiddelde aangroei per jaar en de maximale verplaatsing van enkele sterk dynamische meanders dus groter dan in de periode 1720-1850. Dit komt overeen met gegevens voor de Dinkel, waar op basis van migratie en sinuositeit van de laagwaterbedding en de frequentie van hoge afvoeren ook rond 1900 een maximale rivierdynamiek geconstateerd is (Stam, 1994). De toename in dynamiek in de tweede helft van de 19e eeuw is waarschijnlijk veroorzaakt door grote omvang van ontginningen van zogenaamde woeste grond in het stroomgebied van de Overijsselse Vecht.

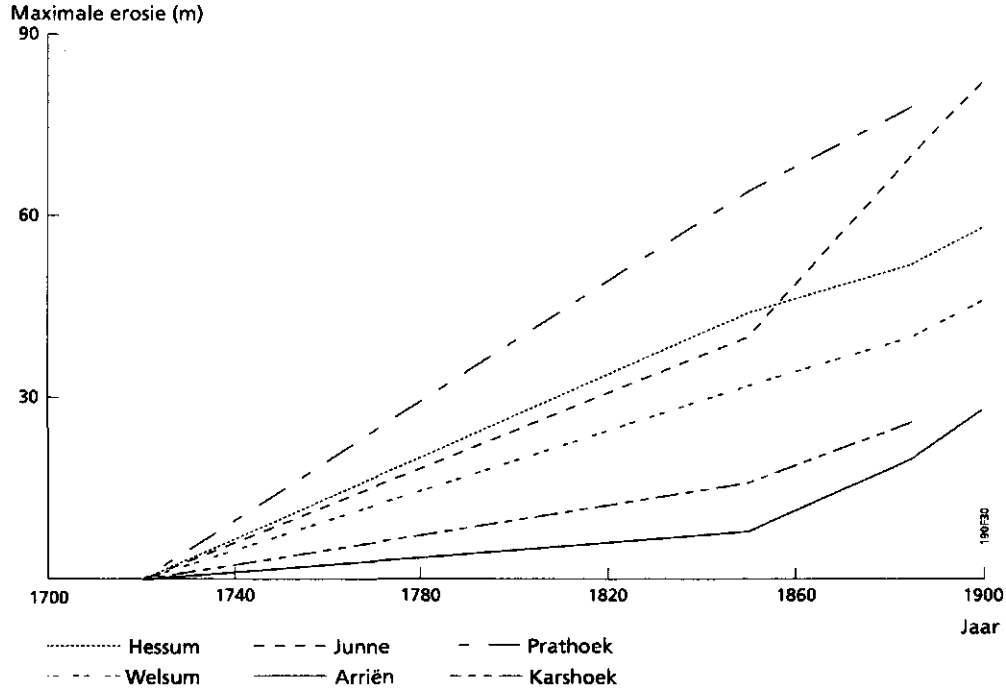


Fig. 30 De zijdelingse verplaatsing van enkele snel migrerende meanders

De dynamiek van de rivier is niet uitzonderlijk: het meanderpatroon op de kaart van 1720 is vergelijkbaar met dat van 1890. Slechts op een aantal plaatsen heeft de rivier zich meer dan haar eigen breedte verlegd, namelijk:
— waar de Vecht buiten haar eigen dal gronden zonder esdek erodeerde;
— waar de Vecht werd afgebogen door oude bouwlanden en zich een ganzenek-meander had ontwikkeld;
— in zone B4 over een wat grotere lengte;
— bij meanderafsnijdingen.
Langs de gehele Overijsselse Vecht kwamen meanderafsnijdingen voor: uit de kaarten uit 1720, 1850 en 1890 zijn 6 meanderhalsafsnijdingen af te leiden, waarvan vermoed kan worden dat ze door de rivier zelf zijn geïnitieerd. Het blijft echter onzeker of het gaat om een geheel natuurlijk proces. Ook kronkelwaardgeulafsnijdingen kwamen voor langs de Overijsselse Vecht, zoals blijkt uit figuur 29.

Opvallend tenslotte is nog het verschil tussen aangroei en erosie. Nagegaan is of dit verschil te wijten is aan de onbetrouwbaarheid van de gebruikte historische kaarten: mogelijk is wel het grondvlak van de laagwaterbedding gedetaillleerd weergegeven, maar niet de breedte ervan. De resultaten van deze controle zijn weergegeven in tabel 6. De breedte is berekend door per riviertraject de oppervlakte van het laagwaterbed te delen door de lengte van het traject.

Uit de vergelijking blijkt duidelijk dat de breedte van de rivier zoals weergeven op de kaart anno 1720, niet geheel realistisch is. Niet alleen wijken de getallen af van de waarden afgeleid uit de kaarten uit de 19e eeuw, ook van een toename van de breedte in stroomafwaartse richting is geen sprake. Dit verschil verklaart waarschijnlijk een groot deel van het gemeten verschil tussen aangroei en erosie; het smaller tekenen van het

Tabel 6 De gemiddelde breedte van de Overijsselse Vecht, zoals weergegeven op het gebruikte kaartmateriaal en door Staring en Stieltjes (1848).

Riviertraject	Breedte			
	op kaart			door Staring en Stieltjes
	1720 (m)	1850 (m)	1890 (m)	1848 (m)
A	105,2	60,3	87,8	30,1
B1	117,7	76,5	65,7	22,3
B2	140,0	81,4	70,1	42,8
B3	108,4	83,2	81,7	49,0
B4	91,8	88,2	82,1	56,4
C	73,2	64,5	74,2	93,1
Gehele rivier	107,0	74,2	77,7	55,8

laagwaterbed in de jongere kaart wordt geregistreerd als aangroei. Dit resultaat verklaart tevens waarom aangroei en erosie in de periode 1720-1850 voor de linker en rechter oever niet in evenwicht waren. Voor de periode 1850-1890 zijn de waarden voor aangroei en erosie bijna op de hectare aan elkaar gelijk.

Alle berekende waarden blijken overigens af te wijken van de door Staring en Stieltjes (1948) aangegeven waterbreedte bij hoogwater. Blijkbaar is de beddingbreedte op de meer recente kaarten toch te uniform en te breed getekend. Vergelijking met de breedte van enkele afgesneden meanders, zoals weergegeven op de recente Rivierkaart van de Overijsselse Vecht 1 : 2 000 levert weer andere gegevens: voor kilometers 22-23 (in riviertraject B2) en 40-42 (in riviertraject B4) respectievelijk 23 en 28 m. Staring en Stieltjes geven hier waarden van 42 en 72 m voor de waterbreedte bij hoog water en 32 en 42 bij gewoon water (voortschrijdend gemiddelde over vijf waarden). Opvallend bij de door Staring en Stieltjes aangegeven breedte is het verschil in breedte bij gewoon en hoog water: blijkbaar had het laagwaterbed in die tijd flauw hellende taluds.

4.2.2 Erosiegevoeligheid

De analyse van veranderingen in laagwaterbed en aangrenzende patronen van terreinvormen in combinatie met het bodemonderzoek heeft inzicht verschaft in de erosiegevoeligheid van de verschillende terreinvormen en de afzettingen waaruit zij zijn opgebouwd. De erosiegevoeligheid van de terreinvormen en bijbehorende bodemprofielen neemt af, en de erosieresistentie dus toe, in de volgorde:

— sterk erosiegevoelig:
  — landduinen: stuifzanden op Jong Dekzand op/of fluvioperiglaciaal materiaal;
  — kronkelwaard en oeverwal: opgebouwd uit 'jonge' Vechtafzettingen zonder ijzeroer (kronkelwaarden, oeverwal op kronkelwaard en verstoven Vechtafzettingen);
  — oude bouwlanden op Jong Dekzand op/of fluvioperiglaciaal materiaal; mits niet omgeven door houtsingels;
— matig erosiegevoelig:

  - riviervlakte en oeverwal: opgebouwd uit 'oudere' Vechtafzettingen met ijzeroer (riviervlakte, oeverwal op riviervlakte);
  - landduinen: stuifzanden op Oud dekzand;
- nauwelijks erosiegevoelig:
  - rivierkom en oeverwal; opgebouwd uit 'oudere' Vechtafzettingen met ijzeroer (rivierkom, oeverwal op rivierkom);
  - oud bouwland, opgebouwd uit een esdek op Oud Dekzand en vroeger vaak omgeven door houtsingels; mogelijk hier en daar, zoals bij Mariënberg, beschermd tegen erosie door rijshouten kribben.

Binnen de meandergordel neemt de erosiegevoeligheid van de grondsoort af met de toename van het leem/lutumgehalte. Klei en veen zijn het meest erosiebestendig. Daarnaast wordt de erosiegevoeligheid sterk beïnvloed door de 'pakking' van het materiaal en de aanwezigheid van ijzeroer. IJzeroer komt voor in de oudere Vechtafzettingen. Bij de bodemprofielen buiten de meandergordel speelt het leemgehalte van het zand een belangrijkere rol. Blijkbaar is de cohesie van Oud Dekzand onder een esdek zo sterk dat voortgaande afkalving een zeer langzaam proces wordt. De aanwezigheid van begroeiing om de percelen kan dit proces verder vertragen.

5 Geografische kansrijkdom

5.1 Criteria en randvoorwaarden

Criteria voor een selectie van voor meandering kansrijke gebieden zullen voor zover mogelijk dienen aan te sluiten bij de in het natuur- en landschapsbeleid gestelde doelen: natuurlijke processen en identiteit van het landschap.

5.1.1 Natuurlijke processen

Uitgaande van het feit dat slechts op een beperkt aantal locaties langs de Overijsselse Vecht meandering zal worden toegestaan, en dat het dus zaak is op deze locaties zoveel mogelijk van de natuurlijke processen te herstellen, wordt de geografische kansrijkdom direct gekoppeld aan de omvang van de nieuw te vormen terreinen. Ook in andere studies is dat gebeurd, uitgaande van de veronderstelling dat hoe groter de omvang, hoe meer oppervlakte er beschikbaar zal zijn voor dynamiek-afhankelijke vegetaties of hoe meer variatie er ontstaat in de vegetatie door een gevarieerder reliëf (Hommel et al., 1994; Farjon et al., 1994).

Voor het inschatten van de natuurlijke potenties van het riviersysteem zijn twee aspecten van het proces van meanderen relevant als criterium voor selectie van kansrijke locaties:
— de omvang van de rivierdynamiek in de vroegere situatie;
— de erosiegevoeligheid van het oevermateriaal.
Aan de hand van de beschrijving van de grootte van kronkelwaarden en de historische gegevens over de omvang van de nieuwvorming van kronkelwaarden kan worden bepaald waar in de toekomst de grootste dynamiek te verwachten is. Er wordt dan aangenomen dat het karakter van de verschillende riviertrajecten voornamelijk wordt bepaald door landschappelijke factoren die in de loop van de tijd niet veranderd zijn. Dit criterium is vooral toegepast op het niveau van riviertrajecten, maar ook op dat van geomorfologische eenheden.

Ook aan de hand van erosiegevoeligheid van het oevermateriaal kan de toekomstige dynamiek worden ingeschat. De huidige bodemkundige situatie van het hoogwaterbed wordt dan in verband gebracht met de aard van de processen in de vroegere situatie. Stroomt de Vecht vooral in erosiegevoelige afzettingen, dan is meer laterale erosie en aangroei te verwachten; bij erosieresistente afzettingen zal het proces van meanderen aanzienlijk vertraagd worden. Gezien de grote ruimtelijke variabiliteit in bodemsamenstelling is dit criterium vooral toegepast bij de selectie van kansrijke locaties binnen de geselecteerde trajecten.

Naast deze criteria zijn de minimale afmetingen van de te selecteren locatie van belang. Uitgangspunt is daarbij geweest dat er minimaal een halve meander zou moeten kunnen onstaan, teneinde de meest maximale dynamiek in een meanderbocht te waarborgen.

De afstand tussen de buigpunten per traject (zie figuur 23) is daarvoor een goede benadering. Aangenomen wordt dat de minimale lengte voor een hersteltraject twee maal zo lang zou moeten zijn als de afstand tussen de buigpunten, aangezien niet van tevoren vast staat waar precies de golving in de waterstroming zal optreden. Bij een lengte van één gehele golflengte zal de gewenste meander zich in ieder geval voordoen.

Tevens is globaal rekening gehouden met het effect van de in het riviersysteem aangelegde stuwen. Bekend is dat stuwdammen een deel van het sedimenttransport tegenhouden en daardoor erosie van de bedding benedenstrooms van de dam veroorzaken. Uit de gemiddelde bodemlijn per 10 raaien uit de jaren 1955, 1958, 1963 en 1964 (Rijkswaterstaat Directie Overijssel, 1966) blijkt dat ook bij een aantal stuwen in de Overijsselse Vecht een verdieping in de bedding voorkomt direct stroomafwaarts van de stuw. Blijkbaar vindt hier (versterkte) erosie van de bedding plaats. De afstand waarover de invloed van de stuw merkbaar is varieert per stuw. Deze erosie gaat echter niet gepaard met een vermindering van de hoeveelheid afgezet sediment: uit RAF luchtfoto's van 15-3-1945 blijkt dat direct na de stuw Vechterweerd juist meer dan gemiddelde hoeveelheden sediment op de oevers worden afgezet (figuur 31). In hoeverre deze invloed van de stuwen het meandergedrag beïnvloeden zal, is niet geheel duidelijk. Gezien de grotere dynamiek op deze plaatsen is de uitkomst misschien zelfs postief: de zich verdiepende bedding kan versnelde afkalving van oevers met zich meebrengen, en de grote aanvoer van sediment een versnelde vorming van *point bars*.

Tenslotte staat men voor de keuze tussen twee maatregelen voor het herstel van de genoemde erosie- en sedimentatieprocessen. In de eerste plaats is dit het verwijderen van de oeverbescherming, waardoor de natuurlijke zijdelingse beweging van de rivierbedding weer ruimte krijgt. In de tweede plaats is het het overwegen waard vroeger kunstmatig afgesneden meanders weer als laagwaterbed te laten fungeren. Daartoe

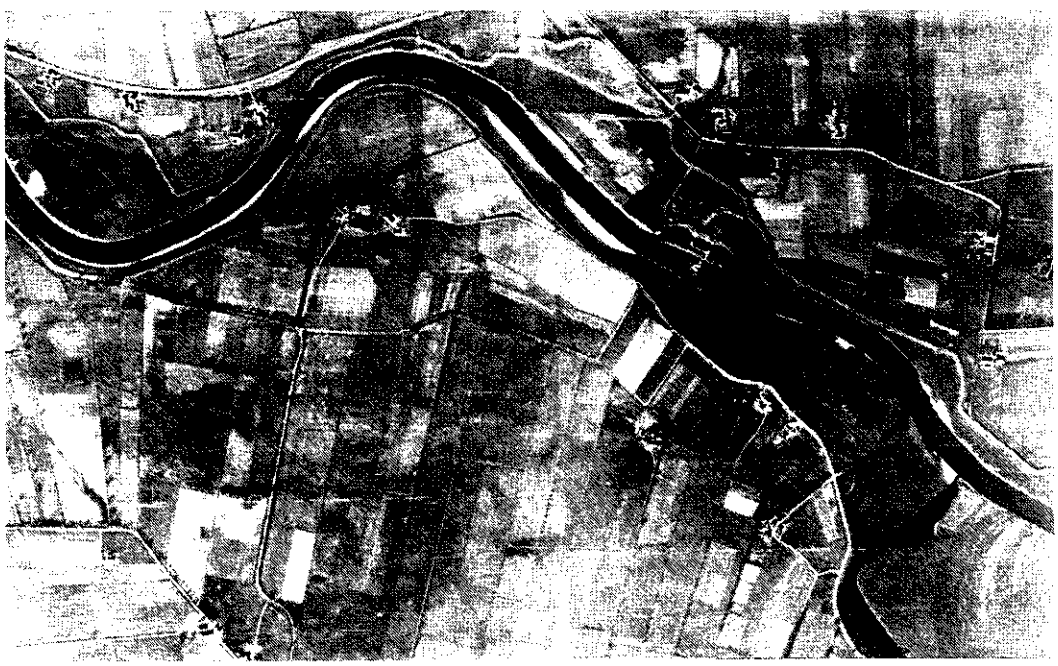


Fig. 31 Oeverafzetting bij de stuw Vechterweerd in de winter van 1945 (RAF luchtfoto)

zouden de oude meanders moeten worden aangetakt, en de huidige genormaliseerde loop ter plekke moeten worden afgedamd, in ieder geval aan de bovenstroomse zijde. Voor herstel van de natuurlijke erosie- en sedimentatieprocessen dient bewust te worden afgezien van het aantakken van meanders zonder de huidige loop af te dammen, zoals bijvoorbeeld gepland is voor de meander De Maat. De waterstroming zou dan over twee lopen verdeeld worden en in beide erg weinig vermogen (of: *specific stream power*; zie paragraaf 5.3) overhouden. Of de vroegere dynamiek dan terugkeert, valt te betwijfelen.

Er kan vanuit gegaan worden dat de natuurlijke processen ook die terreinvormen creëren die van nature in het landschap thuishoren. Meandering zal vooral nieuwe kronkelwaarden doen ontstaan. Waar tot op heden veel kronkelwaardreliëf is geëgaliseerd, zal dit het landschap ten goede komen. De verwachtte dynamiek is echter ook weer niet zo groot dat andere, onvervangbare aardkundige waarden in het landschap verloren zullen gaan. Met een gemiddelde migratiesnelheid van 1,01 m/jaar en een gemiddelde dalbreedte van 834 m, duurt het (theoretisch beschouwd) minimaal ruim 8 eeuwen voordat alle huidige terreinvormen door erosie zullen zijn aangetast. Voorlopig bestaat er dus geen reden om te veronderstellen dat bijvoorbeeld veel van de waardevolle (soms kunstmatig) afgesneden meanders zullen verdwijnen.

5.1.2 Landgebruik

Geheel anders ligt dit bij een aantal biotische en antropogene aspecten, die wel onder de invloedssfeer van een meanderende Vecht liggen, maar niet vervangen zullen worden door toedoen van de geomorfologische processen: ecologische en cultuur-historische waarden, gebruik van terreinen voor landbouw en recreatie, voorzieningen voor verkeer en waterhuishouding etc. Voor het bepalen van eventuele nadelige effecten op deze landgebruiksfuncties in het Vechtsysteem, zijn de historische gegevens over de snelheid van migratie van belang. Wanneer wordt aangenomen dat de toekomstige migratiesnelheid even groot zal zijn als de historische, kan een zone worden aangegeven waarin een grote kans op erosie van oevers aanwezig is. Alle bebouwing, kunstwerken, waardevolle natuurterreinen etc. die binnen deze zone liggen kunnen een reden vormen om juist daar geen meandering toe te staan. Dit criterium is toepasbaar op zowel het niveau van riviertrajecten als op dat van geomorfologische eenheden. Om redenen van efficiëntie is dit criterium echter pas toegepast op het meest gedetailleerde niveau, nadat is nagegaan waar de van nature kansrijke locaties gelegen zijn. Niet alle aspecten zijn daarbij beoordeeld: alleen die waarvan gegevens voorhanden zijn, kunnen bij de beoordeling worden betrokken. Zo ontbreekt gedetailleerde informatie over de historisch geografische waarden in het Vechtdal: dit aspect blijft daarom buiten beschouwing. Ook het gevaar voor overstroming kon bijvoorbeeld in dit onderzoek niet afdoende worden onderzocht. Wel meegenomen zijn (in volgorde van belangrijkheid):

— bebouwing en voorzieningen voor verkeer en waterhuishouding (wegen, spoorlijnen, stuwen, dijken etc.). Deze zijn niet verplaatsbaar, kostbaar en derhalve een harde randvoorwaarde. Erosie van vuilstortplaatsen moet eveneens worden vermeden;
— de huidige natuurterreinen met een ecologische waarde, die niet zal terugkeren bij een herstelde natuurlijkere situatie. Een voorbeeld zijn enkele kunstmatig afgesneden

meanders, waar sindsdien een door kwel gevoed waardevol ecotoop is ontwikkeld. Hernieuwde meandering op zo'n locatie laat de kwelinvloed verdwijnen. De dynamiek van de Vecht is niet zo groot dat dergelijke ecotopen snel weer zullen ontstaan. Er is dus vooral gekeken naar waardevolle ecotopen die dreigen te verdwijnen;
— het landgebruik: het onttrekken van landbouwgrond is niet altijd mogelijk en ook kostbaar. In voorkomende gevallen verdient ligging in bos- en natuurterrein de voorkeur. Hetzelfde geldt voor recreatieterreinen.

5.2 Kansrijke situaties

Aan de hand van de gekozen criteria zijn eerst trajecten geselecteerd die kansrijk zijn voor meandering; pas daarna is naar geschikte locaties binnen die trajecten gezocht.

5.2.1 Trajecten

Het blijkt (tabel 7) dat traject B4 door de tijd de grootste aangroei heeft gekend. Zowel de oppervlakte van de gekarteerde kronkelwaarden, als de geconstateerde aangroei in de periode 1850-1890 zijn groter dan die van andere trajecten. Ook de aangroei in de periode 1720-1850 is duidelijk groter dan andere trajecten, met uitzondering van traject B2 in de periode 1720-1850. In die periode is daar echter een vrij grote verandering meegeteld die veroorzaakt is door een meanderhals-afsnijding, zodat de waarde te hoog uitvalt. Opvallend is verder dat traject B2 in de historische periode een duidelijke tweede is, dit ondanks het feit dat de ruimte voor meandering hier beperkt is doordat het dal relatief smal is. Zowel traject B2 als B4 lenen zich voor nadere beschouwing op een gedetailleerder niveau. Traject B4 heeft bovendien als voordeel dat de meandering er vrij ongestoord kan plaatsvinden: het traject is met een gemiddelde breedte van 1273 m meer dan 300 m breder dan de andere trajecten. Bovendien ontbreken er tussen de dalranden terrasresten met een erosieresistente bodem.

Tabel 7 De grootte van de kronkelwaarden en de historische omvang van de nieuwvorming van kronkelwaarden als criterium voor de selectie van kansrijke riviertrajecten

Traject	Oppervlakte (ha/km)	Aangroei 1720-1850 (ha/km)	Aangroei 1850-1890 (ha/km)
A	3,00	9,84	4,19
B1	8,00	9,26	3,87
B2	7,22	13,83	4,22
B3	11,45	7,97	3,67
B4	18,60	10,82	4,67
C	2,85	2,19	0,66
Totaal	7,39	8,31	3,49

5.2.2 Locaties

Traject B4
Binnen traject B4 zijn duidelijke verschillen te constateren in kansrijkdom, op basis van de verschillende criteria. Uit de kaart Historisch meandergedrag blijkt duidelijk dat er locaties zijn waar de aangroei van kronkelwaarden slechts gering is geweest, en andere waar de aangroei bovengemiddelde vormen heeft aangenomen. Juist op het meer dynamische gedeelte tussen rivierkm's 40-43 bestond in de historische situatie een loop met een vrij grote amplitude en een vrij geringe golflengte. Deze wijken hier dus sterker af van de huidige loop dan elders in traject B4. Bovendien stroomt de rivier hier vooral in de eigen kronkelwaardafzettingen, zonder erosieresistente afzettingen in de onmiddellijke nabijheid. Deze argumenten geven aanleiding te veronderstellen dat dit gedeelte kansrijk is voor de natuurlijke erosieprocessen en aangroei van kronkelwaarden. In traject B4 bedraagt de minimale lengte van een herstelproject 800 m, aangezien de afstand tussen de buigpunten hier vroeger 400 m bedroeg.

Randvoorwaarden worden voor dit gedeelte gevonden in de aanwezigheid van de stuw bij Vilsteren, de bebouwing ten noorden daarvan en een vuilstortplaats. Mogelijk een randvoorwaarde is het natuurgebied Plaggemars. Het kansrijke gedeelte is daarom beperkt tot de Vecht tussen rivierkm's 40,3 en 42,0 (figuur 32). Onduidelijk blijft de invloed van de stuw Vilsteren op de sedimenthuishouding; de bedding heeft hier echter al weer grotendeels een gewone hoogteligging. Juist binnen dit traject zijn twee van de vijf natuurvriendelijke oevers langs de Vecht aangelegd, namelijk aan de noordzijde langs bij rivierkm's 41 en 42. Onderzocht zal moeten worden hoe deze te verenigen zijn met het beleid voor meer natuurlijke fluviatiele processen.

Traject B2
Binnen traject B2 zijn ook duidelijke verschillen herkenbaar. Over het algemeen is de dynamiek in dit traject gedempt, doordat het dal relatief smal is en de rivier bij laterale verplaatsing vrij vaak tegen erosieresistente terrassen stroomt. Weliswaar brengt dit een hoge kromtefactor met zich mee, de scherpe meandervorm en de voor een deel achterwaarts gerichte erosie van eerder ontstane kronkelwaarden levert echter slechts een geringe oppervlakte aan nieuwgevormde kronkelwaarden op. Heel anders is dat in delen van dit traject waar de dalrand niet is gevormd in een oud terras met daarop oude bouwlanden, maar bestaat uit een eolisch reliëf, met een ondergrond van eolische en periglaciale zanden. Waar de Vecht deze gronden aansnijdt, was de dynamiek zeer groot. De erosiesnelheid bedroeg hier ca. 3,5 m/jaar. Deze locaties zijn ook kansrijk, hetgeen geldt voor zowel de oude meander als voor de huidige loop. De oude meander zou bij aantakking weer langs de erosiegevoelige oevers stromen. Voor de huidige loop geldt niet alleen dat de kronkelwaardafzettingen relatief weinig erosieresistent zijn, maar ook dat het verschil in amplitude tussen de vroegere meanders en de huidige loop groot is. Ook in traject B2 bedraagt de minimale lengte van een herstelproject 800 m.

Randvoorwaarden in het geval van aantakking van de oude meanders zijn vooral de spoorlijn ten zuiden van het Vechtdal en de provinciale weg ten noorden ervan. Beide liggen zeer dichtbij, zodat bij een erosiesnelheid van 3,5 m/jaar al binnen enkele decennia schade te verwachten is. Dit alles geldt niet voor de meander bij rivierkm's 22-23 (figuur 32), die bovendien grenst aan het Bentincksbosch, zodat ook het

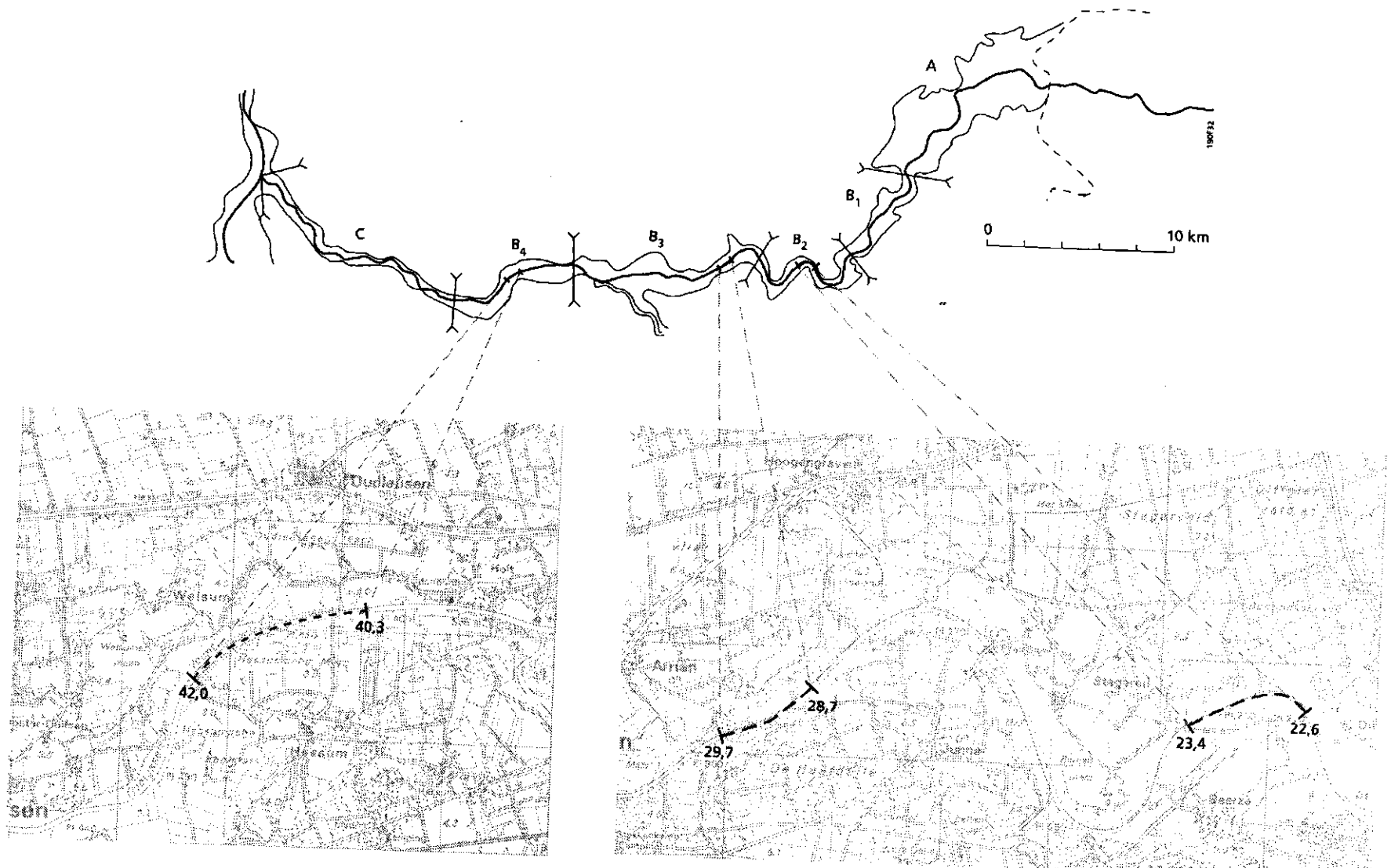


Fig. 32De voor herstel van meandering kansrijke locaties

landgebruik minimale schade zal ondervinden van erosie in de buitenbocht. Deze meander heeft echter het nadeel dat de dynamiek niet zeer groot zal zijn aangezien juist hier Oud Dekzand in het bodemprofiel voorkomt onder de stuifzanden. Alhoewel qua invloed nog onduidelijk, lijkt de afstand tot de stuw Mariënberg groot genoeg: de bedding heeft hier al weer bijna de gewone hoogteligging.

Bij het aantakken van de oude meanders gaan echter huidige ecologische waarden verloren (TAUW, 1992; p. 104). Er kan daarom overwogen worden om ook hier de huidige loop te laten meanderen, en dan op een locatie waar de landduin met een erosiegevoelige bodemopbouw zo dicht bij de Vecht liggen, dat binnen afzienbare tijd zich hier een grote meander zal ontwikkelen. Voor de optie zijn de infrastructurele randvoorwaarden minder stringent: spoorlijn en wegen liggen te ver weg. Ook hier blijven de km's 22-23 een goede keus, maar wil men de ecologische waarden in Karshoek geheel veilig stellen dan kan het hersteltraject ook iets stroomafwaarts gekozen worden, namelijk ter hoogte van km's 22,6-23,4. Een goed alternatief is gelegen ten westen van Junne bij km's 28,7-29,7. Ook daar is een landdduingebied redelijk dichtbij de huidige Vechtloop gelegen, en ontbreken randvoorwaarden van infrastructurele aard.

5.3 Haalbaarheid meandering

Door de rivierverbeteringen is het karakter van de Overijsselsche Vecht in de loop van de tijd sterk gewijzigd ten opzichte van de historische referentie. Vaak wordt daarom de vraag gesteld of het meandergedrag wel weer op gang zal komen wanneer wordt uitgegaan van de huidige bedding, en als maatregel alleen de oeversteviging wordt verwijderd. Immers, de rivier is gestuwd wat gevolgen heeft voor de stroomsnelheid en het verhang van de waterspiegel; de rivier heeft een veel rechtere loop, waardoor er zich een minder uitgesproken asymmetrisch stromingspatroon in de bochten ontwikkeld; en de rivier is veel breder dan in de vroegere situatie hetgeen de transportcapaciteit van sediment kan beïnvloeden.

Dat de rivier gestuwd is, heeft wel invloed op de lage waterstanden, maar veel minder op de hoge. Bij lage waterstanden garanderen de stuwen een bepaald peil; in het geval van een lage afvoer brengt dit een zeer geringe stroomsnelheid met zich mee. Weliswaar vallen ondiepten in de bedding hierdoor minder vaak droog, voor het herstel van het meandergedrag is dit echter minder bezwaarlijk. Afkalving van oevers, en de vorming van zandbanken doen zich namelijk vooral voor bij hoge waterstanden, met name bij de zogenaamde *bankfull discharge* (Andrews, 1980; Richards, 1982). Bij deze en grotere afvoeren staan de stuwen open, teneinde wateroverlast bovenstrooms te beperken, en heeft het spiegelverhang van de rivier een natuurlijke helling. Daarbij komt nog dat inmiddels ook het verhang van de bedding van de rivier zich heeft aangepast aan de gestuwde situatie; de oorspronkelijke helling is weer hersteld in grote delen van de stuwpanden. Verder is op de RAF luchtfoto's geconstateerd dat ook in een gestuwde situatie veel sedimenttransport kan plaatsvinden: op de foto's van figuur 31 is duidelijk een afzetting van oeversediment te zien.

Uit experimenteel onderzoek is bekend dat door de weerstand van de oevers tegen stroming en de interacties met het beddingmateriaal zelfs in rechte waterlopen een golvend stromingspatroon voorkomt (Schumm et al., 1987). Ook in de huidige Vecht zullen deze aanwezig zijn, maar kunnen tot op heden geen verdergaand meandergedrag initiëren, vanwege de aangebrachte oeververstevigingen. Verwacht kan worden dat, zeker bij de erosiegevoelige substraten, ondergraving en afkalving van oevers op gang zal komen, wanneer de versteviging wordt verwijderd. Na het hoogwater in de winter van 1995, is tijdens het bodemonderzoek voor deze studie, erosie van de noordoever bij km 30,5 waargenomen.

De breedte van de rivier vormt wel een punt van aandacht. Het materiaal dat afkalft moet vervolgens wel door de rivier worden getransporteerd om verdere afkalving mogelijk te maken. Sinds bij de uitvoering van het plan Walland in de jaren 1932-1957 de rivier verbreed is, kan dit proces minder intensief zijn dan voorheen, zodat afgekalfd materiaal aan de voet van de oever blijft liggen. Het is dan ook te verwachten dat de rivier in eerste instantie een natuurlijker dwarsprofiel met flauwere oevertaluds en een smallere bedding zal aanleggen, om daarna pas echt te gaan meanderen.

Stream power

In verband hiermee is voor de Vecht nagegaan of de *stream power* (Engels) van de rivier in de 19e eeuw verschilt van die van de huidige rivier. De *stream power* is een maat voor het vermogen van een rivier om sediment te verplaatsen (Richards, 1982). Het meest gebruikt wordt de zogenaamde *specific stream power* (Van den Berg, 1995) die als volgt wordt berekend:

$$\omega_{bf} = \rho g Q_{bf} S_v / W \quad (W/m^2)$$

waarin ρ de dichtheid van water (1000 kg/m^3), g de zwaartekrachtversnelling (9,8 m/s^2), Q_{bf} de afvoer (m^3/s), S_v de helling van het rivierdal (-) en W de breedte van de rivier (m). Voor Q_{bf} wordt hier in plaats van de *bankfull discharge* de berekende afvoer met een herhalingstijd van twee jaar genomen (Janssens, 1992). De helling is afgeleid uit de bij deze afvoer overeenkomende waterstanden van 15-12-1966 (Rijkswaterstaat, 1966). De breedte van de laagwaterbedding is berekend uit de Rivierkaart van de Overijsselse Vecht 1 : 2 000. Ook de breedte van de oude laagwaterbedding uit ca. 1890 is hiervan afgeleid door de breedte van de afgesneden meanders te meten. De resultaten zijn vermeld in tabel 8.

Tabel 8 Specific stream power van de Overijsselse Vecht op de twee geselecteerde locaties, in de vroegere en huidige situatie

Parameter	Km 20-23		Km 40-42	
	1890	1965	1890	1965
Q_{bf} tweejaarlijkse afvoer (m^2/s)	149	149	178	178
S_v helling rivierdal (-)	0,000154	0,000154	0,000109	0,000109
W breedte laagwaterbed (m)	23	33	28	48
ω_{bf} specific Stream power (W/m^2)	9,8	6,8	6,8	4,0

Uit de berekening blijkt dat de *specific stream power* van de Overijsselse Vecht niet hoog is, maar wel typisch voor laaglandrivieren. De meeste laaglandrivieren hebben een waarde van minder dan 10 W/m^2 (Nanson and Croke, 1992). Tevens blijkt dat de huidige waarden niet veel anders zijn dan de vroegere: zo is de tegenwoordige waarde van 6,8 W/m^2 bij rivierkilometers 20-23 weliswaar lager dan vroeger, maar niet lager dan de vroegere waarde bij rivierkilometers 40-42, waar in die tijd de rivier een actief meandergedrag vertoonde.

De berekende waarden zijn tevens vergeleken met een door Van den Berg (1995) getekend diagram waarin de *specific stream power* en de textuur van het bedding materiaal tegen elkaar zijn uitgezet, met de bedoeling te kunnen voorspellen of een rivierpatroon vlechtend of meanderend zal zijn. De waarden voor de Vecht zijn hieraan toegevoegd (figuur 33). Voor de waarde van de korrelgrootte van het beddingmateriaal is het voortschrijdend gemiddelde van de mediaan (D_{50}) over 5 km genomen (Rijkswaterstaat, 1967). Het blijkt dat de Vecht overeenkomsten vertoont, ook in de huidige situatie, met een kleine cluster rivieren waarin de sterk sinueuze (kronkelfactor $P > 1,8$) duidelijk vertegenwoordigd zijn. Hieruit kan de conclusie getrokken worden dat de mogelijkheden zeker aanwezig zijn voor een toekomstig actief meanderend rivierpatroon.

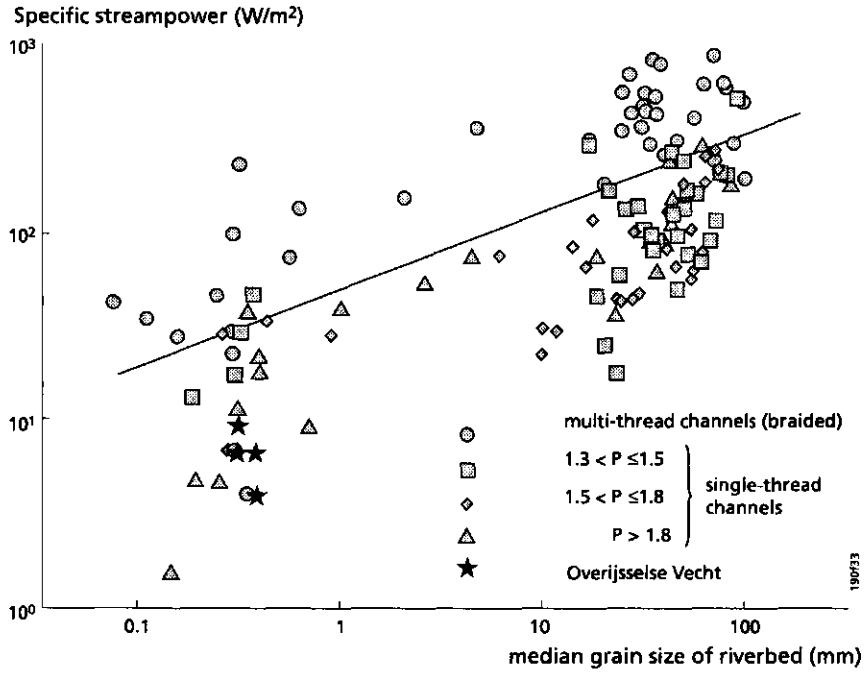


Fig. 33 Oude en nieuwe waarden van de specific stream power en de korrelgroote van het bedding-materiaal op de geselecteerde locaties, vergeleken met die van meanderende en vlechtende rivieren (P = kronkelfactor; aangevuld naar Van den Berg, 1995).

Interactie parameter λ_s/λ_w

Daarnaast is de zogenaamde interactie parameter λ_s/λ_w berekend, die een idee geeft van de mogelijke dynamiek van de rivier in de vorm van het onstaan van alternerende banken en eilanden. De parameter berust op een berekening van wiskundig afgeleide naijlingslengtes voor de waterbeweging (λ_w) en sedimentbeweging (λ_s) in de rivier: de

afstand die nodig is om een verstoring grotendeels uit te dempen (Helmer et al., 1991; Schoor, 1994). Deze naijlingslengtes zijn berekend zoals aangegeven door Schoor:

$$\lambda_w = (C^2/2g)D$$

$$\lambda_s = \pi^2(W/D)^2 f\theta d$$

waarin C de Chézy-coëfficient ($m^{1/2}/s$), g de zwaartekrachtversnelling (9,8 m/s^2), D de diepte van de rivier (m), W de breedte van de rivier (m), $f\theta = 0{,}85\sqrt{\theta}$ en θ de Shields parameter (-) die berekend kan worden als:

$$\theta = DS_v/\Delta D_{50}$$

waarin S_v de helling van het rivierdal (-), Δ de sedimentdichtheid (1,65) en D_{50} de mediaan van de korreldiameter van het beddingsediment. De Chézy-coëfficient is geschat op 50 $m^{1/2}/s$ (TAUW, 1992). De diepte in 1890 is afgeleid uit het voortschrijdend gemiddelde over 5 waarden van de door Staring en Stieltjes (1848) gepubliceerde grootste diepte bij hoogwater. De recente diepte is afgeleid uit de waterstanden van 15-12-1966 en de gemiddelde bodemlijn uit 1964 (Rijkswaterstaat, 1966). De resultaten zijn vermeld in tabel 9.

De berekende waarden van de interactie parameter λ_s/λ_w zijn uitgezet in een door Helmer et al. (1991) getekende diagram (figuur 34), aannemende dat deze met een sedimenttransport coëfficiënt n = 5 ook geldt voor de Overijsselse Vecht. Hieruit blijkt dat de waarden typisch zijn voor die van meanderende rivieren, die waarden tussen 0,2 en 5,0 kunnen hebben (Schoor, 1994), maar vooral tussen 0,2 en 1,0 (Lambeek, mondelinge mededeling). Ook hier blijkt weer dat de waarden berekend voor de huidige Overijsselse Vecht niet veel anders zijn die voor de 19e eeuwse rivier. Er mag dus aangenomen worden dat het vroegere meandergedrag ook bij de huidge breedte van de laagwaterbedding weer op gang kan komen. Het feit dat de berekende waarden vrij ver

Tabel 9 Interactie parameter λ_s/λ_w van de Overijsselse Vecht op de twee geselecteerde locaties, in de vroegere en huidige situatie

	km 20-23		km 40-42	
	1890	1965	1890	1965
D diepte laagwaterbed (m)	5,0	4,5	5,0	5,3
W breedte laagwaterbed (m)	23	33	28	48
S_v helling rivierdal (-)	0,000154	0,000154	0,000109	0,000109
D_{50} korreldiameter beddingmateriaal (m)	0,0003	0,0003	0,00035	0,00035
C Chézy-coëfficient ($m^{1/2}/s$)	50	50	50	50
θ Shields parameter (-)	1,56	1,40	0,94	1,00
λ_s naijlingslengte sedimentbeweging (m)	185	193	215	212
λ_w naijlingslengte waterbeweging (m)	637	574	637	676
λ_s/λ_w interactieparameter (-)	0,29	0,37	0,33	0,31

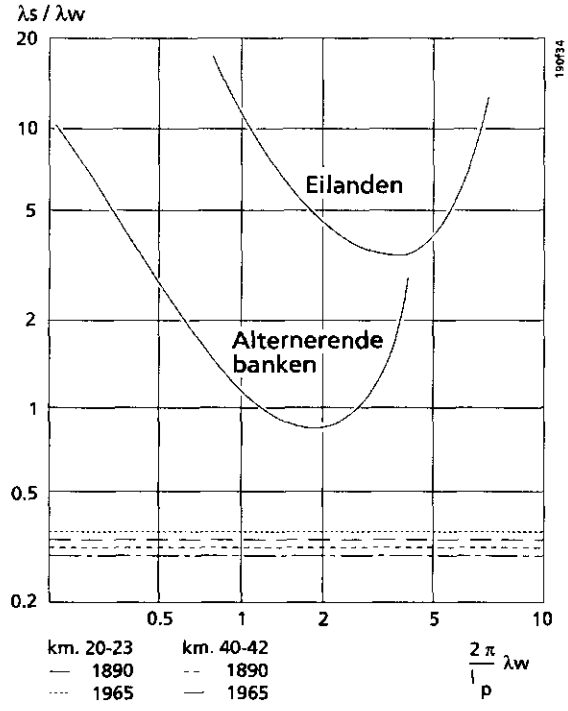


Fig. 34 Oude en nieuwe waarden van de interactie parameter λ_s/λ_w voor de geselecteerde locaties, vergeleken met die van rivieren met alternerende banken en rivieren met eilanden (aangevuld naar: Helmer et al., 1991).

af liggen van die voor rivieren met alternerende banken wijst er op dat zich geen alternerende banken in het laagwaterbed zullen vormen en dat de initiatie van het meanderproces misschien wel een vrij lange tijd zal vergen.

Modelsimulaties

De bovenstaande parameters geven echter geen uitsluitsel over de intensiteit van het meandergedrag en de te verwachten zijdelingse migratie van de laagwaterbedding op de geselecteerde locaties. Om de omvang van het meandergedrag te kunnen voorspellen zijn modelsimulaties uit te voeren, gebaseerd op analytisch afgeleide vergelijkingen. Vanuit een andere benadering geven deze simulaties een aanvullend beeld op de resultaten van de historische analyse. Wel worden daarbij de historische (en actuele) gegevens gebruikt voor ijking van het model! Voor een simulatie van het meandergedrag op de geselecteerde locaties met bijvoorbeeld het model MIANDRAS (Crosato, 1990; Lambeek, mondelinge mededeling) bijvoorbeeld, kan deze studie een aantal gegevens leveren over:

— x,y-coördinaten van de ligging van de as van het laagwaterbed en de vernadering daarvan in de tijd: deze gegevens kunnen voor de jaren 1720, 1850 en 1890 afgeleid worden van de Kaart Historische laagwaterbeddingen;
— de gemiddelde breedte van het laagwaterbed: voor de situatie van 1890 staan deze vermeld in tabel 9;
— de bodemligging van het laagwaterbed: voor de situatie in 1850 kunnen deze worden berekend o.a. met de in tabel 9 gegeven diepte D;
— het verhang van het dal: deze zijn gegeven in tabel 9;
— korrelgroote van de beddingsubstraat: deze zijn gegeven in tabel 9;

Wanneer slechts gegevens over één tijdstip bekend zijn kan voor de oudere of jongere situaties worden aangenomen dat de situatie niet veranderd was tussen 1720 en 1890. Daarnaast kunnen de genoemde verschillen in erosiegevoeligheid van oevers met een verschillende bodemopbouw vertaald worden in een erosiefactor. Verder zijn ten behoeve van de simulatie nog gegevens nodig over de ruwheid (Chézy-waarde); de afvoer (afvoer-frequentieverdeling en afvoerduurlijn); de relatie tussen afvoer en waterdiepte; en de relatie tussen afvoer en sedimenttransport. Deze kunnen door de rivierbeheerder worden aangeleverd.

6 Discussie en conclusies

6.1 Historisch referentiebeeld

De Overijsselse Vecht was voor de grote rivierverbeteringswerken uit de periode 1896-1914 een actief meanderende rivier. De rivier was smaller dan tegenwoordig, had flauwere oevers en was met name in de zomerperiode plaatselijk zeer ondiep. Anno 1890 waren in het laagwaterbed 173 meanders aanwezig, die een grote variatie in vorm vertoonden. Door ontbossing en vervening in de bovenstrooms gelegen delen van het stroomgebied was er al lang geen sprake meer van een puur natuurlijke rivier; de historische kenmerken van de rivier zijn juist het gevolg van het landgebruik in het stroomgebied.

Door de werking van erosie- en depositieprocessen heeft de rivier in de loop van enkele eeuwen een meandergordel gevormd, die bestaat uit verschillende geomorfologische eenheden. Deze eenheden komen echter niet overal in dezelfde verhoudingen voor. Er blijken zes verschillende riviertrajecten te onderscheiden, met elk een kenmerkend patroon van laagwaterbedding en geomorfologische eenheden. Tussen de grens en Hardenberg is een brede overstromingsvlakte gevormd aan weerszijden van een smalle meandergordel. Tussen Hardenberg en Dalfsen heeft de rivier zich ingesneden in een dal. De dalbodem bestaat vrijwel geheel uit afzettingen van de meanderende Vecht. Binnen deze dalbodem zijn vier deeltrajecten onderscheiden. Na Dalfsen heeft de Vecht in het verleden een delta opgebouwd. Deze is in de Middeleeuwen al grotendeels ingedijkt. In het buitendijkse gebied is hier geen sprake van een meanderende, maar van een *low-sinuosity* rivier.

Alhoewel er lokaal wel sprake is geweest van oeverbescherming, heeft men het proces van meanderen in historische tijd niet kunnen belemmeren. De Overijsselse Vecht blijkt een dynamische rivier geweest te zijn: gemiddeld bedroeg de aangroei van oevers 4,2 ha/jaar, hetgeen gelijk staat met een gemiddelde afkalving van 1,4 m/jr van de aan erosie onderhevige oevers. De maximale waarden voor erosie bedroegen gemiddeld 3,5 m/jr. Ook kwamen meanderafsnijdingen voor. De dynamiek was echter niet buitengewoon groot: gedurende de periode 1720 - 1890 hield het grootste gedeelte van de Vecht in grote lijnen dezelfde ligging. Elk riviertraject heeft een verschillende dynamiek gekend; met name het verschil tussen de meanderende en de low-sinuosity rivier is groot. De dynamiek blijkt sterk af te hangen van de bodemkundige samenstelling van de oevers. Zeer erosiegevoelig zijn stuifzanden op Jong Dekzand en kronkelwaardafzettingen; erosieresistent zijn rivierkommen en esdekken op Oud Dekzand.

De resultaten van dit onderzoek kunnen gebruikt worden voor het opstellen van een historische referentie, die niet alleen een beschrijving is van een vroegere situatie, maar ook een kwantificering daarvan omvat (figuur 35). Kwantificering van de referentie maakt ook een kwantificering van streefbeelden en van doelparameters mogelijk, waaraan de voortgang en de realisatie van het beleid uiteindelijk getoetst kunnen worden. Voor de kwantificering is hier uitgegaan van de oppervlakte van de abiotische eenheden

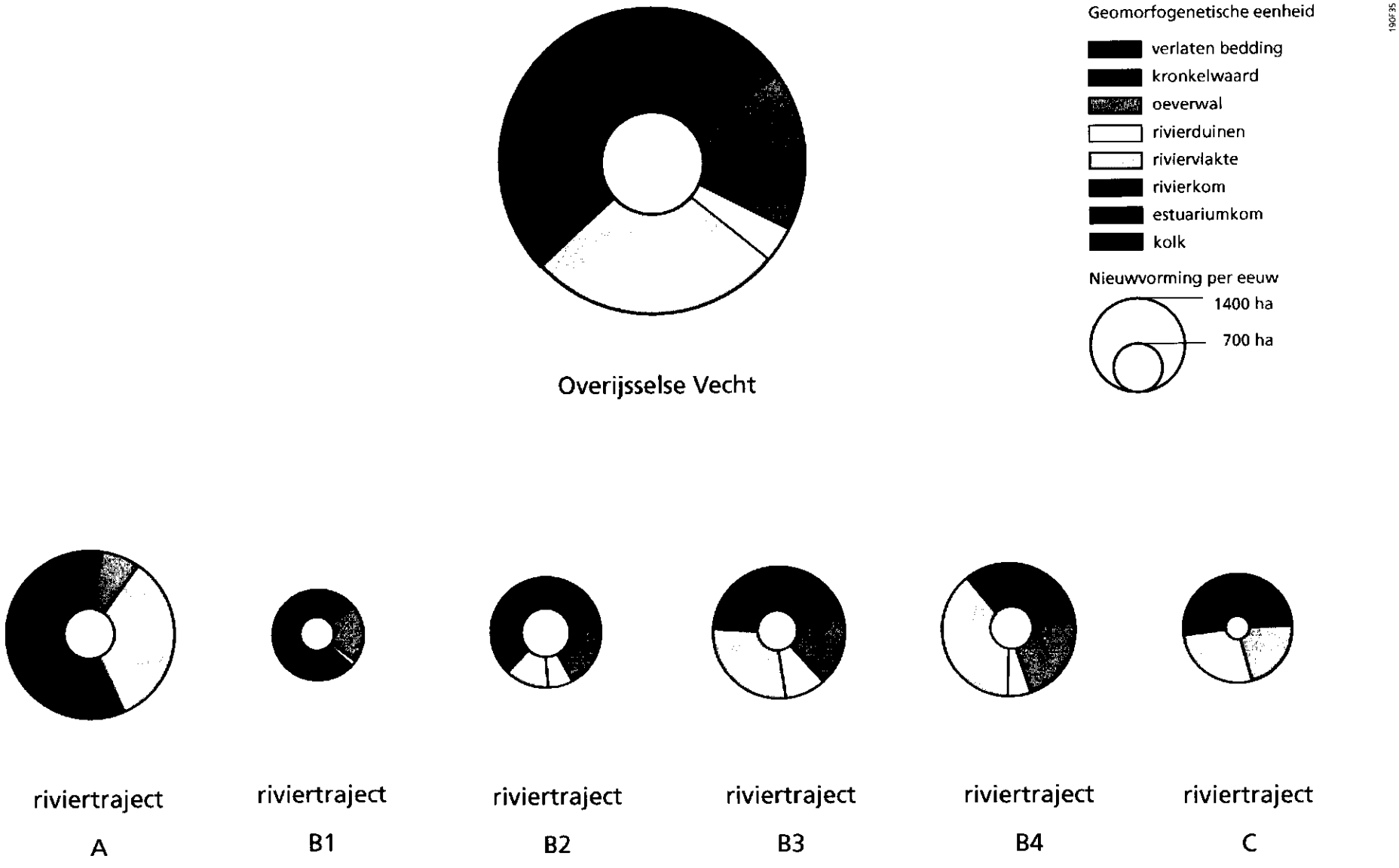


Fig. 35 De historische referentie voor natuurontwikkeling in de riviervlakte van de Overijsselse Vecht, uitgedrukt in geomorfologische eenheden en nieuwvorming per eeuw (zie voor meer exacte waarden de tabellen 1, 4 en 5)

in het dal van de Vecht anno 1890, zoals afgeleid uit de Geomorfogenetische kaart 1 : 25 000 (zie tabel 1). Het aandeel van de verschillende terreinvormen is weergegeven in taartdiagrammen, analoog aan de 'Ecotopen-AMOEBES' voor de Maas (Grontmij, 1994). Aan deze gegevens is een verjongingsfactor toegevoegd die de nieuwvorming van terreinen door meandergedrag per eeuw weergeeft (zie tabel 4). Het aandeel daarvan is verspreid over alle voorkomende terreinvormen. Voortbordurend op de analyse van de gesteldheid van het stroomgebied en de meandergordel is naast een referentiebeeld voor de gehele Overijsselse Vecht voor elk riviertraject een afzonderlijk referentiebeeld weergegeven, aldus ook de geografische variatie in het referentiebeeld tot uitdrukking brengend.

Uiteraard bevat deze referentie alleen de abiotische component. Over de relatie tussen de abiotische en de biotische aspecten van het riviersysteem van de Vecht is vrij veel bekend (o.a. TAUW, 1992), zodat de terreinvormen in deze referentie eenvoudig kunnen worden verwerkt tot een uit ecotopen bestaand referentiebeeld.

6.2 Geografische kansrijkdom

Uit de verschillen tussen de onderscheiden riviertrajecten en de verschillen in erosiegevoeligheid blijkt dat er een grote geografische variatie te verwachten is in toekomstige rivierdynamiek. De geografische kansrijkdom voor het proces van meanderen is direct gekoppeld aan de nieuwvorming van geomorfologische eenheden, door de omvang daarvan en de erosiegevoeligheid van het substraat te analyseren. Het blijkt dat twee trajecten kansrijk zijn. Op basis van de minimale omvang van een te herstellen traject, de minimale afstand tot de bestaande stuwen, en randvoorwaarden ten aanzien van gevaar voor bebouwing, voorzieningen voor verkeer en waterhuishouding, ecologisch waardevolle natuurterreinen, landbouwgronden en recreatieterreinen zijn binnen deze trajecten twee kansrijke locaties geselecteerd en twee alternatieven voor één ervan.

Voor deze locaties is tenslotte nagegaan of het proces van meanderen wel haalbaar is, uitgaande van de huidige dimensies van het laagwaterbed. Onder andere uit berekeningen van de *stream power* en de interactie parameter λ_s/λ_w blijkt dat de huidige omstandigheden niet veel anders zijn dan in de historische situatie. De mogelijkheden voor het herstel van de natuurlijke rivierdynamiek zijn dus zeker aanwezig, ondanks de aanwezigheid van stuwen in de rivier. Wel kan het vrij lange tijd duren voor het resultaat zichtbaar wordt. Deze inschatting kan verder uitgewerkt worden door middel van modelsimulaties.

6.3 Beleidsprioriteiten

Het historische referentiebeeld geeft vooral een indruk van de richting die gekozen kan worden voor het formuleren van beleidsdoelstellingen. Bij de werkelijke uitwerking daarvan kan het referentiebeeld echter niet als doelstelling beschouwd worden, omdat

in het referentiebeeld geen rekening gehouden wordt met inmiddels als onomkeerbaar beschouwde veranderingen in het systeem, of met ruimtelijke aanspraken vanuit andere landgebruiksfuncties. Deze kunnen worden verwerkt in een van het referentiebeeld afgeleid streefbeeld. Enkele (bijna) onomkeerbare aantastingen van de meandergordel, zoals de zandwinplassen benedenstrooms van Vechterweerd, zullen in het streefbeeld verwerkt moeten worden, terwijl ze in de referentie niet voorkomen. Tevens zal rekening gehouden moeten worden met bijvoorbeeld de aanwezigheid van stuwen, die de mogelijkheden voor hernieuwde meandering plaastelijk sterk beperken. Ook voor de inmiddels als ecologisch waardevol beschouwde onnatuurlijk afgesneden meanders, die nu in grotere aantallen aanwezig zijn dan in de 19e eeuw, dient in het streefbeeld meer ruimte te worden gereserveerd dan het referentiebeeld aangeeft. Deze voorbeelden leiden tot de constatering dat het waarschijnlijk veel moeite zal gaan kosten om de in de referentie genoemde oppervlakten ook maar bij beandering te kunnen realiseren, hetgeen om een goed proces van afweging van de diverse ruimtelijke aanspraken vraagt.

Bij de uitvoering van het natuurbeleid krijgen tot nu toe vooral de biotische aspecten, behorend bij de doelstelling 'verbeteren van de natte ecologische infrastructuur' veel aandacht (zie paragraaf 1.4). Voor het herstel van de natuurlijke erosie en sedimentatieprocessen ten behoeve van de doelstelling 'herstel van een natuurlijk(er) riviersysteem' zijn tot nu toe nog nauwelijks maatregelen genomen. Dit kan tot problemen leiden wanneer vanuit beide zijden overlappende ruimtelijke oplossingen worden voorgesteld. Bij de selectie van kansrijke locaties voor het proces van meanderen is een dergelijke overlap geconstateerd, bijvoorbeeld in het geval van waardevolle kwelafhankelijke vegetaties in onnatuurlijk afgesneden meanders, die juist geen herstel van rivierdynamiek tolereren. Ook zijn inmiddels al een aantal natuurvriendelijke oevers aangelegd, juist op één van de locaties waar de abiotische meanderprocessen het meeste kans hebben (zie paragraaf 5.2.2). In het geval deze processen inderdaad op deze locatie hersteld gaan worden, was het dus kostenbesparend, en voor het natuurbeleid efficiënter geweest om de natuurvriendelijke oever elders aan te leggen. Alleen al voor de natuurfunctie is dus een goed proces van afweging van prioriteiten tussen abiotische en biotische en tussen proces- en patroonwaarden nodig.

Het bovenstaande onderstreept de constatering in het Integraal Waterbeheersplan (Rijkswaterstaat Directie Overijssel, 1994; p. 59) dat het ontbreken van een integrale visie op de ontwikkelingsrichting voor het Vechtdal als een gemis ervaren wordt. Bij het formuleren van natuurontwikkelingsvisies voor de Overijselse Vecht is tot nu toe vrij veel aandacht besteed aan de ecologische gevolgen van verschillende maatregelen. De resultaten van deze studie maken het nu mogelijk de abiotische en de biotische componenten bijeen te brengen.

Noten

1 Algemeen Rijks Archief. Genie-archief OSK 07.
2 Algemeen Rijks Archief. Genie-archief OSK E1,
3 Rijks Archief Overijssel. Markearchief. Inv.nr. 29; Markeboek marke Stegeren 1555.
4 Algemeen Rijks Archief. Archief Ministerie van Binnenlandse Zaken. 3e afdeling Waterstaat. Inv. nr. 2069.
5 Algemeen Rijks Archief. Archieven van de Inspecteurs en commissies van de watersaat in Nederland voor 1850. Inv.nr. 275: Rapport van J.E. Wildeman over de bevaarbaarmaking van de vecht, Regge en Schipbeek, 1809.
6 Rijks Archief Overijssel. Statenarchief. Inv.nr. 5002. Stukken betreffende de schouw van de Vecht en Zwartewatersdijken 1650-1787.
7 Rijks Archief Overijssel. Statenarchief. Inv.nr. 5002: Stukken betreffende de schouw van de Vecht en Zwartewatersdijken 1650-1787.
8 Rijks Archief Overijssel. Statenarchief. Inv.nr. 5002; Stukken betreffende de schouw van de Vecht en Zwartewatersdijken 1650-1787.
9 Rijks Archief Overijssel. Statenarchief. Inv.nr. 5002: Stukken betreffende de schouw van de Vecht en Zwartewatersdijken 1650-1787 (betreft stuk uit 1772).
10 Rijks Archief Overijssel. Statenarchief. Inv.nr. 5002: Stukken betreffende de schouw van de Vecht en Zwartewatersdijken 1650-1787.
11 Algemeen Rijks Archief. Archief Inspecteurs der Waterstaat. Inventarisnummer 76.
12 Algemeen Rijks Archief. Hingman nr. 1215. Kaart van de vecht onder Hessem. Behoort bij een request deze te mogen afdammen (1809).
13 Algemeen Rijks Archief. Archief Inspecteurs der Waterstaat. Inventarisnummer 517.

Literatuur

Andrews, E.D., 1980. Effective and bankfull discharges of streams in the Yampa River basin, Colorado and Wyoming. *Journal of Hydrology* 46: 311-330.

Amoros, C., A.L. Roux, J.L. Reygrobellet, J.-P. Bravard, G. Pautou, 1985. A method for applied ecological studies of fluvial hydrosystems. *Regulated Rivers* 1: 17-36.

Bal, D., H.M. Beije, Y.R. Hoogeveen, S.R.J. Jansen, P.J. van der Reest, 1995. *Handboek natuurdoeltypen in Nederland.* Wageningen, Informatie- en KennisCentrum Natuurbeheer. Rapport 11.

Berendsen, H.J.A., 1982. *De genese van het landschap in het zuiden van de provincie Utrecht, een fysisch-geografische studie.* Utrecht, Rijksuniversiteit Utrecht, Geografisch Instituut. Utrechtse Geografische Studies 25.

Berg, J.H. van den, 1995. Prediction of alluvial channel pattern of perennial rivers. *Geomorphology* 12: 259-279.

Bisseling, C.M. (red.), L.J. Draaijer, M. Klein, H. Nijkamp, 1994. *Ecosyteemvisie Delta.* Wageningen, Informatie- en KennisCentrum Natuurbeheer. Rapport 7.

Brouwer, G.K., J.H. Hoogendoorn, 1986. *Grondwaterstromingssystemen Salland/O-Veluwe.* Delft, Dienst Grondwaterverkenning TNO. Rapport OS 86-36.

Crosato, A., 1990. *Simulation of meandering river processes.* Delft, Delft University of Technology, Faculty of Civil Engineering. Communications on Hydraulic and Geotechnical Engineering. Report 90-3.

Dirkx, G.H.P., P.W.F.M. Hommel en J.A.J. Vervloet, 1992. Historische ecologie. Een overzicht van achtergronden en mogelijke toepassingen in Nederland. *Landschap* 9: 39-51.

Donkersloot-De Vrij, M., 1981. *Topografische kaarten van Nederland voor 1750; handgetekende en gedrukte kaarten, aanwezig in de Nederlandse Rijksarchieven.* Groningen. Wolters-Noordhoff.

During, R., H, Joosten, 1992. Referentiebeelden en duurzaamheid. Tijd voor beleid. *Landschap* 9: 285-295.

Eilander, D.A., W. Heijink, 1990. *Bodemkaart van Nederland 1 : 50 000. Toelichting bij de kaartbladen 20 West Lelystad (gedeeltelijk), 20 Oost Lelystad en 21 West Zwolle.* Wageningen, Staring Centrum.

Ente, P., J.C.F.M. Haans, M. Knibbe, 1965. *De bodem van Overijssel, de Noordoostpolder en Oostelijk Flevoland.* Wageningen, Stichting voor Bodemkartering.

ESRI, 1989. Users Guide ARC/INFO. *Vol. 1: The Geographic System Software.* Redlands, Environmental Systems Research Institute.

Farjon, J.M.J., A.H. Prins, J.D. Bulens, 1994. *Abiotische kansrijkdom natuurontwikkeling van grote begeleid-natuurlijke eenheden in Nederland.* Wageningen, DLO-Staring Centrum. Rapport 313 / DLO-Instituut voor Bos- en Natuuronderzoek. Rapport 060.

Frissell, C.A., W.J. Liss, C.E. Warren, M.D. Hurley, 1986. A Hierarchical Framework for Stream Habitat Classification: Viewing Streams in a Watershed Context. *Environmental Management* 10: 199-214.

Goutbeek, A. en A.D. Verlinde, 1989. *Dalfsen in de prehistorie.* In: J. ten Hove, F. Pereboom en H.A. Stalknecht (red.). Uit de geschiedenis van Dalfsen. Kampen. IJsselakademie.

Groot Obbink, D.J., 1979. *De bodemgesteldheid van het ruilverkavelingsgebied Marshoek-Hoonhorst.* Stichting voor Bodemkartering, Wageningen. Rapport 1340.

Hammen, T. van der, J.A. Bakker, 1971. *Former vegetation, landscape and man in the Dinkel valley.* In: T. van der Hammen, T.A. Wijmstra (Eds.). The Upper Quarternary of the Dinkel valley (Twente, Eastern Overijssel, The Netherlands). Mededelingen Rijks Geologische Dienst, Nieuwe Serie 22: 147-158.

Hamming, C., 1961. *De bodemgesteldheid van het ruilverkavelingsgebied Hardenberg-Oost.* Stichting voor Bodemkartering, Wageningen. Rapport 563.

Helmer, W, G. Klaassen, W. Silva, 1991. *Toekomst voor een grindrivier. Deel 5 Rivierkundige aspecten van natuurontwikkeling.* Laag-Keppel, Stroming bureau voor natuur- en landschapsontwikkeling / Delft, Waterloopkundig Laboratorium / Lelystad, Rijkswaterstaat, Rijksinstituut voor integraal zoetwaterbeheer en afvalwaterbehandeling. Nota nr. 91.007.

Hommel, P.W.F.M., G.H.P. Dirkx, A.H. Prins, H.P. Wolfert, J.G. Vrielink, 1994. *Natuurbehoud en natuurontwikkeling langs Bloemenbeek en Boven-Dinkel. Gevolgen van ingrepen in de waterhuishouding van het Dinkelsysteem voor enkele karakteristieke vegetatietypen.* Wageningen, DLO-Staring Centrum. Rapport 304.

Janssens, M.H.M., 1992. *Frequentieonderzoek afvoer Overijsselse Vecht. Deel 2 Vecht en Zwartewater.* Lelystad, Rijkswaterstaat RIZA. Nota nr. 92.011.

Kroes, J., 1989. *De wording van het Dalfser cultuurlandschap in de middeleeuwen.* In: J. ten Hove, F. Pereboom en H.A. Stalknecht (red.). Uit de geschiedenis van Dalfsen. Kampen. IJsselakademie.

Kuijer, P.C., H. Rosing, 1994. *Bodemkaart van Nederland 1 : 50 000. Toelichting bij blad 21 Oost Zwolle.* DLO-Staring Centrum, Wageningen.

Lange, G.W. de, J.A.M. ten Cate, S. Bijlsma, 1983. *Geomorfologische kaart van Nederland 1 : 50 000. 22 Coevorden - 23 Nieuw-Schoonebeek.* Wageningen, Stichting voor Bodemkartering.

Maarleveld, G.C., 1974. *Atlas van Nederland. Blad III-1 Geomorfologie.* Delft. Topografische Dienst.

Mekkink, P. en H. Kleijer, 1982. *Boswachterij Hardenberg: bodemgesteldheid en bodemgeschiktheid.* Stichting voor Bodemkartering, Wageningen. Rapport 1603.

Ministerie van Landbouw, Natuurbeheer en Visserij, 1990. *Natuurbeleidsplan.* 's-Gravenhage, SDU uitgeverij.

Ministerie van Landbouw, Natuurbeheer en Visserij, 1992. *Nota Landschap.* 's-Gravenhage, Ministerie van Landbouw, Natuurbeheer en Visserij, Directie Natuur, Bos, Landschap en Fauna.

Mitch, W.J., J.G. Gosselink, 1993. *Wetlands* (Second Edition). New York, Van Nostrand Reinhold. 722p.

Nanson, G.C., J.C. Croke, 1992. A genetic classification of floodplains. *Geomorphology* 4: 459-486.

Provincie Overijssel, 1992. Beleidsplan natuur en landschap Overijssel 1992-1998. Zwolle, Provincie Overijssel.

Rademakers, J.G.M., H.P. Wolfert, 1994. *Het Rivier-Ecotopen-Stelsel. Een indeling van ecologisch relevante ruimtelijke eenheden ten behoeve van ontwerp- en beleidsstudies in het buitendijkse rivierengebied.* Lelystad, Rijksinstituut voor Integraal Zoetwaterbeheer en Afvalwaterbehandeling. Publicaties en rapporten van het project 'Ecologisch Herstel Rijn en Maas' 61-1994.

Reading, H.G. (Ed.), 1978. *Sedimentary Environments and Facies.* Oxford, Blackwell Scientific Publications.

Reijnen, R., W.B. Harms, R.P.B. Foppen, R. de Visser, H.P. Wolfert, 1995. *Rhine-Econet. Ecological networks in river rehabilitation scenarios: a case study for the Lower Rhine.* Lelystad, RIZA, Institute for Inland Water Management and Waste Water Treatment. Publications and reports of the project 'Ecological Rehabilitation of the Rivers Rhine and Meuse' 58-1995.

Reimerink, H.G.A., J.G. Bokhorst, J.W. Grotenhuis, C.W.M. Scharenburg, 1980. *Integraal Structuurplan Noorden des Lands; regionaal milieu-onderzoek.* Deelrapport 22: Vechtdal. Provinciale Planologische Dienst Overijssel, Zwolle.

Richards, K.S., 1982. *Rivers: form and process in alluvial channels.* London, Methuen.

Riele, W.J.M. te, A.F. van Holst, 1985. *Bodemkundig-hydrologisch onderzoek in het waterwingebied Hardenberg. Fase II: De bodemgesteldheid en het oorspronkelijke en huidige grondwaterstandsverloop.* Wageningen, Stichting voor Bodemkartering. Rapport 1649.

Rijkswaterstaat Directie Bovenrivieren, 1967. *Overijsselse Vecht; D-transport en D-bodem.* Zwolle, Rijkswaterstaat, Directie Bovenrivieren, afdeling Studiedienst. Nota 67.9, Bijlage 10.

Rijkswaterstaat Directie Overijssel, 1966. *Overijsselse Vecht; Verhanglijnen Hoogwaterperiode winter '65/'66\'66/'67.* Zwolle, Rijkswaterstaat Directie Overijssel. Nr 66.107.

Rijkswaterstaat Directie Overijssel, Zuiveringsschap West-Overijssel, Waterschap Regge en Dinkel, 1994. *Integraal waterbeheersplan voor Overijsselse Vecht, Meppelerdiep, Kanaal Almelo-De Haandrik 1994-1998.* Zwolle, Rijkswaterstaat Directie Overijssel / Zwolle, Zuiveringsschap West-Overijssel / Almelo, Waterschap Regge en Dinkel.

Robas en Topografische Dienst, z.j. *Foto-atlas Overijssel.* Den Ilp, Robas Produkties / Emmen, Topografische Dienst.

Schelling, J., 1953. *De bodemgesteldheid van het karteringsgebied Dalfsen en Nieuwleusen, ten noorden van de Vecht.* Stichting voor Bodemkartering, Wageningen. Rapport 353.

Schönfeld, M., 1980. *Veldnamen in Nederland.* Arnhem, Gijsbers en Van Loon.

Schoor, M.M., 1994. *De Tisza, een morfologische referentie voor nevengeulen langs de Rijn?* Lelystad, Rijkswaterstaat, Rijksinstituut voor integraal zoetwaterbeheer en afvalwaterbehandeling. Werkdocument 94.141X.

Schumm, S.A., 1988. *Variability of the Fluvial System in Space and Time.* In: T. Rosswall, R.G. Woodmansee & P.G. Risser. Scales and Global Change. Chichester, John Wiley & Sons Ltd., 1988.

Schumm, S.A., M.P. Mosley & W.E. Weaver, 1987. *Experimental Fluvial Geomorphology.* New York. John Wiley & Sons.

Schutten, G.J., 1981. *Varen waar geen water is. Reconstructie van een verdwenen wereld. Geschiedenis van de scheepvaart ten oosten van de IJssel van 1300 tot 1930.* Hengelo. Broekhuis.

Spek, Th., 1996. *Het natuurlandschap van Salland. Onstaan en opbouw van reliëf, bodem en vegetatie van westelijk Overijssel.* In: Geschiedenis van het Waterschap Salland. Kampen, IJsselakademie.

Staring, W., T.J. Stieltjes, 1848. *De Overijsselsche wateren.* Zwolle.

Staring Centrum, 1989. *Bodemkaart van Nederland 1 : 50 000. Toelichting bij de kaartbladen 22 West Coevorden en 22 Oost Coevorden.* Wageningen, Staring Centrum.

TAUW, 1992. *Bouwstenen voor een ontwikkelingsvisie voor de Overijsselse Vecht.* Deventer, TAUW Infra Consult. Rapportnummer 3187381.

Thompson, A., 1986. Secondary flows and the pool-riffle unit: a case study of the processes of meander development. *Earth Surface Processes and Landforms* 11, 631-641.

Thorne, C.R., 1992. *River meanders: nature's answer to the straight line.* Nottingham, University of Nottingham. Inaugural lecture.

Vannote, R.L., G.W. Minshall, K.W. Cummins, J.R. Sedell, C.E. Cushing, 1980. The river continuum concept. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 37: 13-137.

Vervloet, J.A.J., 1991. *Het zandlandschap.* In: Barends et al. (red), Het Nederlandse landschap, een historisch-geografische benadering. Utrecht. Matrijs.

Vrielink, J.G. en G.H.P. Dirkx, 1986. *De Bodemgeschiktheid voor bosbouw en de te verwachten bosgemeenschappen in de boswachterij Ommen.* Stichting voor bodemkartering, Wageningen. Rapport 1799.

Waterleiding Maatschappij Overijssel, 1987. *Tussenrapport oevergrondwaterwinning langs de Vecht.* Zwolle, Waterleiding Maatschappij Overijssel, afdeling Onderzoek.

Wee, M.W. ter, 1978. *Toelichtingen bij de Geologische kaart van Nederland 1 : 50 000. Blad Steenwijk Oost (16O).* Haarlem, Rijks Geologische Dienst.

Wolfert, H.P., 1991. Beekmeandering en natuurontwikkeling; een geomorfologische benadering. *Landschap* 8: 265-276.

Wolfert, H.P., 1992. *Geomorphological differences between river reaches: differences in nature rehabilitation potentials.* In: Contributions to the European Workshop Ecological Rehabilitation of Floodplains, Arnhem, The Netherlands, 22-24 September 1992. Lelystad, International Commission for the Hydrology of the Rhine basin. Report II-6, pp. 137-144.

Wolfert, H.P., G.W. de Lange, 1990. *Geomorfologische kaart van Nederland 1 : 50 000. Toelichting op kaartblad 52 Venlo.* Wageningen, Staring Centrum / Haarlem, Rijks Geologische Dienst.

Wopereis, F.A. en G. Rutten, 1971. *De Bodemgesteldheid van het ruilverkavelingsgebied Dedemsvaart.* Stichting voor Bodemkartering, Wageningen. Rapport 836.

Zitzman, A. (Red.), 1984. *Geologische Übersichtskarte 1 : 200 000. CC 3902 Lingen (Ems).* Hannover, Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe.

Niet gepubliceerde bronnen

Stam, M.H, 1994. *Geomorfologische en hydrologische ontwikkeling van de Dinkel in het verleden. Een verkenning van methoden voor reconstructie.* Wageningen, DLO-Staring Centrum. Interne Mededeling 305 / Amsterdam, Vrije Universiteit, Faculteit Aardwetenschappen.

Aanhangsel 1 Geraadpleegde archieven

Rijksarchief Overijssel (Zwolle)

Statenarchief

Inv.nr. 944: Bij Ridderschap en Steden ingekomen stukken.
Inv.nr. 3675: Register van waterleidingen die door de landrentmeester als markerichter moeten worden geschouwd, ca. 1800.
Inv.nr. 3800: Stukken betreffende het schouwen van waterleidingen en van bruggen 1770-1799
Inv.nr. 4095: Bij Gedeputeerde van Ridderschap en Steden ingekomen stukken betreffende geschillen in marken, 1746-1753.
Inv.nr. 4361: Havenpacht te Dalfsen.
Inv.nr. 4799: Voor Ridderschap en Steden gevoerde processen, 1620-1779.
Inv.nr. 4800: Voor Ridderschap en Steden gevoerde processen, 1620-1779.
Inv.nr. 4808: Processen over Vechtdijken
Inv.nr. 5002: Stukken betreffende de schouw van de Vecht en de Zwartewatersdijken, 1650-1787.
Inv.nr. 5085: Bij Ridderschap en steden ingekomen stukken m.b.t. het bevaarbaar maken en houden van onderscheidene rivieren en kanalen, 1637-1750.

Archief Provinciale Waterstaat

Inv.nr. 250: Bestekken RWS, Overijsselse Vecht, 1897-1916.
Inv.nr. 379: Verhoging rivierdijken, 1916-1917.
Inv.nr. 383: Waterkering tegen Vechtwater onder Gramsbergen, 1918-1920.

Archief Provinciale waterstaat 1882-1920, supplement

Inv.nrs. S94, S95, S96, S97, S98 en S99:
Waterstanden Vecht bij Dalfsen, Haandrik, Haandrik, Ommen, en Emlichheim va. 1883.
Inv.nr. S105: Brieven ingekomen inzake waterstanden op de vecht en de IJssel 1854, 1855.
Inv.nr. S115: Stukken betreffende de toestand van de dijken.
Inv.nr. S122: Overeenkomst betreffende de afvoer van de Dinkel en de Vecht.

Archieven van Rijkswaterstaat in Overijssel

Inv.nr. 250: Ingevoerde goederen van de Graafschap Bentheim langs de rivier de Vecht.
Inv.nr. 333: Rapport aan het departementaal bestuur van Overijssel van een inspectie van de Vecht, de Regge en andere watergangen in de provincie 1804.
Inv.nr. 676: Stukken betreffende de verbetering van de rivier, 1853-1855, 1860-1863.

Markearchief

Inv.nr. 29: Markeboek marke Stegeren 1549-1826.

Algemeen Rijksarchief (Den Haag)

Archief Ministerie van Binnenlandse Zaken. 3e afdeling Waterstaat.

Inv. nr. 2069: Rapport over de Vecht, 1830.

Archieven van de Inspecteurs en commissies van de waterstaat in Nederland voor 1850.

Inv.nr. 275: Rapport van J.E. Wildeman over de bevaarbaarmaking van de Vecht, Regge en Schipbeek, 1809.

Archief Inspecteurs van de Waterstaat

Inv.nr. 76: Rapport over de gesteldheid van de Vecht, 1805.
Inv.nr. 517: Stuk betreffende afdamming Vecht, 1809.

Algemeen Rijksarchief (Den Haag): kaartencollectie.

Geniearchief

Collectie Hingman