



EEN PROFIEL VAN DE DINKEL

EEN ONDERZOEK NAAR DE MORFODYNAMIEK
VAN DE BOVEN-DINKEL AAN DE HAND
VAN DWARSPROFIELEN SINDS 1975



Karm Doctor

Stageverslag: 31-08-1998

Technische Universiteit Twente

Civiele Technologie & Management

Waterhuishouding & Milieu

fu



INHOUDSOPGAVE

1 VOORWOORD	3
2 SAMENVATTING	4
3 INLEIDING	6
4 PROBLEEMANALYSE	7
4.1 HUIDIGE SITUATIE	7
4.2 BELEID	7
4.3 PROBLEEMSTELLING	9
4.4 DOELSTELLINGEN	10
5 BESCHRIJVING DINKELSYSTEEM	11
5.1 HET STROOMGEBIED	11
5.2 HET BEEKDAL	11
5.3 DE DINKEL	12
5.4 BESCHRIJVING GEOMORFOLOGISCHE PROCESSEN	12
5.4.1 Erosie- en sedimentatieprocessen	13
5.4.2 Meandering	13
6 ANALYSE NATTE DOORSNEDE	15
6.1 INLEIDING	15
6.1.1 Indeling in trajecten	15
6.1.2 Aannames	16
6.2 BODEMHOOGTE	18
6.3 HET NATTE OPPERVLAK	21
6.3.1 Traject 1 - Lutterzand	23
6.3.2 Traject 2 - de Groene Staart	23
6.3.3 Traject 3 - A1	23
6.3.4 Traject 4 - De Poppe	24
6.3.5 Traject 5 - Bentheim	24
6.3.6 Traject 6 - Losser	24
6.3.7 Traject 7 - de Zoeke	24
6.4 OVERZICHT VAN HET TOTALE VERLOOP	24
6.5 INDIVIDUEEL TE KRAPPE PROFIELEN	25
6.6 VERKLARING VERLOOP NATTE DOORSNEDE	26
6.7 TOELICHTING BODEMLIGGINGSVERANDERING BIJ WATERVOERENDE NEVENGEUL	26
6.8 CONCLUSIE & AANBEVELINGEN	27
7 ANALYSE MEANDERING	29
7.1 INLEIDING	29
7.2 POTENTIE TOT MEANDERING	29
7.2.1 Stroompower	29
7.2.2 Interactieparameter λ_g/λ_w	29
7.3 ANALYSE DWARSPROFIELEN	32
7.3.1 Uitwerking traject 2 - de Groene Staart	32
7.3.2 Verwachte situatie bij autonome ontwikkelingen	33
7.3.3 Verwachte situatie na verwijdering oeververdedigingen	33
7.4 CONCLUSIE	33
8 CONSEQUENTIES VOOR HET BEHEER	34
8.1 INLEIDING	34
8.2 HERSTELMOGELIJKHEDEN MEANDERING	34
8.3 BEHEERSALTERNATIEVEN NATTE DOORSNEDE	35



8.3.1 Ontwikkeling van de beek zonder kunstmatige ingrepen.....	35
8.3.2 Een eenmalige inrichting.....	35
8.3.3 Continu beheer	35
8.4 VERWACHTING VERLOOP PROFIEL BENEDEN-DINKEL.....	35
8.4.1 Beschrijving Beneden-Dinkel.....	36
8.4.2 Dynamiek.....	36
8.4.3 Profiel.....	36
9 LITERATUURLIJST	37
10 BIJLAGEN	39

Bijlage 1	Topografisch overzicht per traject
Bijlage 2	Extreme waarden in de gegevensreeks
Bijlage 3	Statistische gegevens met betrekking tot het natte oppervlak
Bijlage 4	Statistische gegevens met betrekking tot de verandering in het natte oppervlak
Bijlage 5	De trajecten nader uitgewerkt
Bijlage 6	Grafieken van de bodemhoogte
Bijlage 7	Grafieken van het natte oppervlak
Bijlage 8	Tabel met per profiel de ontwerpmaten en het natte oppervlak
Bijlage 9	Bepaling van het natte oppervlak
Bijlage 10	Verklarende woordenlijst



1 Voorwoord

Voor u ligt het rapport 'Een profiel van de Dinkel', waarin ingegaan wordt op het verloop en het dwarsprofiel van de rivier de Boven-Dinkel vanaf 1975. Deze rapportage is opgesteld naar aanleiding van de stageopdracht van de opleiding Civiele Technologie & Management van de Universiteit Twente, uitgevoerd voor het Waterschap Regge & Dinkel.

De Boven-Dinkel is een rivier die nog zeer natuurlijk en dynamisch is, maar waar ook antropogene invloeden een rol spelen. In dit onderzoek is gekeken naar het effect van een kunstmatige verruiming in 1976 op het verloop van de natte doorsnede en naar het meandergedrag van de rivier. Deze twee aspecten zijn geanalyseerd aan de hand van een unieke set gegevens in de vorm van dwarsprofielen en tabellen die in de laatste 20 jaar zijn opgenomen. Hieruit is kort gezegd naar voren gekomen dat het bovenstroomse deel van de Boven-Dinkel na deze verruiming weer is gaan verzanden en benedenstrooms nog verder verruimd is ten opzichte van het ontwerpprofiel.

Met betrekking tot het meandergedrag kan gesteld worden dat de beschouwde periode van 20 jaar eigenlijk te kort is om een goed beeld te verkrijgen. Het vele puin in de oevers heeft een negatieve uitwerking op eventuele migratie, maar de Dinkel heeft zeker potentie tot actieve meandering als een groot deel van het puin uit de oevers verwijderd zou worden.

Ten eerste wil ik een dankwoord richten aan mijn externe begeleiders Maarten Zonderwijk, Titus Visser en Henk Koskamp. Zij hebben mij goed wegwijs weten te maken binnen de organisatie van het waterschap en ook inhoudelijk een belangrijke bijdrage geleverd. Voor begeleiding vanuit de universiteit was H.G. Wind verantwoordelijk en hem bedank ik voor de ondersteuning en het leveren van informatie. Tot slot wil ik Rietje Bakker - Op den Dries bedanken voor het maken van enkele kaarten en grafieken en de rest van de afdeling OWS voor de gezellige tijd die zij mij bezorgd hebben.

Belangrijke aanvullende informatie is geleverd door H.P. Wolfert (Staring Centrum), J.W. Hattink (Staatsbosbeheer) en M.M. Schoor (RIZA Arnhem).

Karin Doctor

Noordelijke Hoofddijk 15
7443 RV Nijverdal
0548 - 610804
k.j.doctor@student.utwente.nl



2 Samenvatting

De Boven-Dinkel is een rivier die nog zeer natuurlijk en dynamisch is, maar waar ook antropogene invloeden een rol spelen. In dit onderzoek is gekeken naar het effect van een kunstmatige verruiming in 1976 op het verloop van de natte doorsnede en naar het meandergedrag van de rivier. Deze twee aspecten zijn geanalyseerd aan de hand van een unieke set gegevens in de vorm van dwarsprofielen en tabellen die in de laatste 20 jaar zijn opgenomen.

In 1976 is in het Dinkelconvenant tussen diverse instanties overeengekomen dat de capaciteit van de Boven-Dinkel, het deel van de Zoekerbrug bij Losser tot het Verdeelwerk met uitzondering van de Groene Staart, gebaseerd is op een afvoer van circa 15 m³/s. Ter hoogte van het natuurreservaat de Groene Staart is de Kramerwatergang gegraven, welke tijdens hoge afvoeren een deel van de afvoer voor haar rekening neemt. Het vermoeden bestaat echter dat deze capaciteit niet meer op alle plaatsen gewaarborgd is en de vraag komt op of het profiel inderdaad verkleind is en of dit proces zich vermoedelijk zal doorzetten of dat er een evenwicht wordt bereikt, danwel reeds bereikt is.

Daarnaast wil men de natuur in het beekdal weer zoveel mogelijk herstellen in de oorspronkelijke staat. Een natuurlijk meanderende rivier hoort bij het streefbeeld. Bovenstaande brengt ons tot de volgende probleemstellingen:

1. *Hoe heeft het dwarsprofiel van de Boven-Dinkel zich in de tijd ontwikkeld (gebaseerd op gegevens van 1975 tot 1995) en hoe zal het dwarsprofiel van de Dinkel zich verder ontwikkelen, uitgaande van autonome ontwikkelingen of na kunstmatige ingrepen?*
2. *Hoe heeft de meandering van de Dinkel de afgelopen 20 jaar plaatsgevonden? Vindt deze op natuurlijke wijze plaats en wat zijn de verwachtingen omtrent het toekomstige verloop?*

Natte doorsnede

Om de gegevens goed te kunnen analyseren is de Boven-Dinkel onderverdeeld in een zevental deeltrajecten. Hierdoor zijn de trajecten onderling goed vergelijkbaar en tevens wordt zo de invloed van de toename van het natte oppervlak stroomafwaarts meegenomen. Per traject is het gemiddelde en de variatie van het natte oppervlak bepaald, om zo te kijken in hoeverre het volume gewijzigd is en of hierin een trend aanwezig is.

Hieruit valt te herleiden dat direct na de uitvoering van de verruiming er een sterke variatie in het natte oppervlak optreedt, waarschijnlijk door het afkalven van de oevers. Verder blijkt dat in de loop van de jaren daarna de rivier bovenstrooms heeft gezorgd voor aanvulling, om zo het evenwicht tussen aan- en afvoer van sediment te herstellen. Het profiel van 1995 voldoet derhalve grotendeels niet meer aan het ontwerpprofiel, maar is nog wel ruimer dan de oorspronkelijke situatie. Benedenstrooms is door erosie en verminderde aanvoer van sediment het profiel juist verruimd ten opzichte van het ontwerpprofiel.

Daarnaast is gekeken naar het verloop van de bodemhoogte. Hiervan kan gezegd worden dat na de uitdieping in eerste instantie de bodemhoogte sterk toeneemt en vervolgens weer meer stabiel wordt. Het effect van de gegraven Kramerwatergang is een verhoging van de bodemhoogte en een sterke verkleining van het natte oppervlak.

Indien wordt overgegaan tot verruiming van het profiel verdient het aanbeveling eerst de grootste knelpunten te verhelpen, aangezien deze het meeste effect zullen sorteren.



Meandergedrag

De Boven-Dinkel is, met uitzondering van de kunstmatig verdedigde oevertrajecten, nog een dynamisch riviersysteem. Dit systeem kenmerkt zich door een actief proces van erosie en sedimentatie, waarbij rivierduinen en meanders ontstaan. Een meanderende rivier beweegt zich als een sinusoïde door het beekdal. Aan de buitenzijde van een meanderbocht vindt met name erosie plaats en wordt de oever ondergraven, terwijl in de binnenbocht verzanding optreedt. In de oevers van de rivier is in de loop van de tijd door aanliggende grondeigenaren veel puin gestort om afkalven van de oevers te voorkomen en het achterliggende land te beschermen.

In de huidige situatie doet zich wel zogenaamde interne meandering voor en in beperkte mate 'echte' meandering. Om te bepalen of de Dinkel nog potentie heeft tot meanderen indien dit puin uit de oevers verwijderd wordt is gekeken naar de specifieke streampower en de interactieparameter λ_s/λ_w . De streampower is een maat voor het vermogen van een rivier om sediment te verplaatsen en de interactieparameter geeft de kans op het ontstaan van banken en eilanden weer. Hieruit is te herleiden of er mogelijkheden voor het herstel van de natuurlijke rivierdynamiek aanwezig zijn. De Dinkel blijkt zeker potentie tot actieve meandering te hebben en na opschoning van het puin zal de initiatie van het meanderproces niet lang duren.

Met betrekking tot het meandergedrag kan gesteld worden dat de beschouwde periode van 20 jaar eigenlijk te kort is om een goed beeld te verkrijgen. Verdere monitoring van het systeem is aan te bevelen om de reeds verkregen gegevens te complementeren.

Een brede lage rivier is als zeer dynamisch te kenmerken, bij een smalle diepe rivier hebben steiloevers juist meer een kans. Dit effect van uitdiepen in de breedte of in de diepte kan meegenomen worden in toekomstige beheersplannen voor de Dinkel.

3 Inleiding

De Dinkel is een van de weinige meanderende riviertjes die Nederland nog rijk is. Met name in de Boven-Dinkel is nog sprake van actieve geomorfologische processen. Deze worden gestuurd door de aanvoer van water en erosiemateriaal vanuit de hoger gelegen bovenstroomse zone van de Dinkel. De rivier stroomt vanuit Nordrhein-Westfalen bij Losser Nederland binnen en in noordelijke richting weer naar Duitsland. Het bestudeerde deel van het Dinkeldal omvat het traject van de Zoekerbrug bij Losser tot het begin van het Omleidingskanaal bij Beuningen. De totale lengte van dit traject bedraagt circa 19 km (zie figuur 3.1). Door normalisatie en veranderd landgebruik is het afvoerpatroon in de loop der jaren sterk gewijzigd; meer en hevigere afvoerpieken in de winter en een gemiddeld lagere afvoer in de zomer.

In 1976 is tussen diverse instanties voor de Boven-Dinkel het 'Dinkelconvenant' afgesloten, met als doel het opheffen van overstromingen in de zomerperiode. Naar aanleiding hiervan is het Waterschap Regge & Dinkel overgegaan tot het uitdiepen van de Dinkel tot een capaciteit van 15 m³/s binnen de boorden om zo de kans op overstromingen te verminderen.

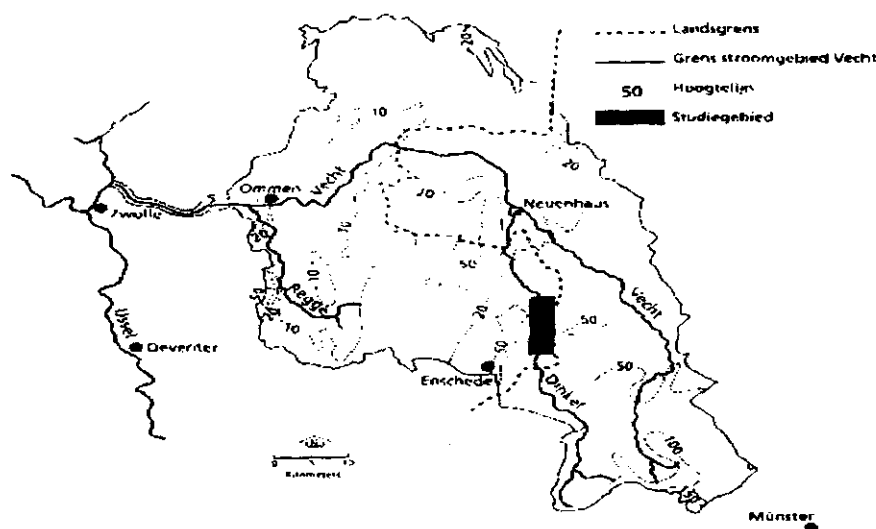
Het vermoeden bestaat echter dat deze capaciteit niet meer op alle plaatsen gewaarborgd is. Met name boeren klagen dat de Dinkel weer meer overstroomt. Wat in het kader van deze stageopdracht onderzocht moet worden is of het profiel inderdaad verkleind is en of dit proces zich vermoedelijk zal doorzetten of dat een evenwicht wordt bereikt, danwel reeds bereikt is.

Verder doet zich de vraag voor hoe het dwarsprofiel van de Dinkel eruit zou moeten zien om de rivier in haar natuurlijke dynamiek te herstellen. Dit rapport tracht dichterbij een antwoord te komen, door middels een analyse van het beekstelsel te zorgen voor een goede onderbouwing.

In het volgende hoofdstuk wordt het probleem nader geanalyseerd. In hoofdstuk 5 wordt een theoretische beschrijving gegeven van het Dinkelsysteem en een toelichting op de geomorfologische processen die een rol spelen. In hoofdstuk 6 worden de resultaten vermeld van het onderzoek naar de doorsnede van de dwarsprofielen van de Boven-Dinkel van de afgelopen 20 jaar.

In hoofdstuk 7 is kort aangegeven hoe het gesteld is met de natuurlijke dynamiek van de rivier; of er meandering optreedt en of de Dinkel potentie heeft tot meanderen op die stukken waar gestort puin verwijderd wordt. In verband met te weinig beschikbare gegevens en tijdgebrek is besloten dit onderwerp niet te ver uit te diepen.

In het laatste hoofdstuk worden tot slot de mogelijke gevolgen voor toekomstig beheer aangegeven.



Figuur 3.1 Het stroomgebied van de Vecht, Regge en Dinkel met hierin de ligging van het studiegebied langs de Boven-Dinkel aangegeven.



4 Probleemanalyse

4.1 Huidige situatie

De Boven-Dinkel heeft, met uitzondering van de kunstmatig verdedigde oevertrajecten¹, het karakter van een 'levend' riviersysteem. Het systeem kenmerkt zich door frequente inundatie en een actief proces van erosie en sedimentatie, waarbij rivierduinen worden gevormd en meanders ontstaan. Dat de Dinkel nog steeds meandert blijkt onder andere uit een eerste vergelijking van dwarsprofielen over de periode 1975-1991. In een aantal buitenbochten ligt de insteek nu enkele meters verder landinwaarts, terwijl de binnenbochten een veel vloeiender vorm hebben gekregen.

Het beekdal bestaat voornamelijk uit gebieden met de bestemming landbouw of natuur. Daarnaast komt ook enkele bebouwing voor. In de huidige situatie treden frequent inundaties van het beekdal op. In de dalgebieden met bestemming landbouw en woningen leidt dit met name tot problemen. Agrariërs ondervinden inkomstenderving door het tijdelijk onbruikbaar worden van landbouwgrond tijdens de zomer. Oorzaken hiervoor zijn inundatie van landbouwgrond, afkalving van oevers en erosie van de grond door stroming tijdens inundatie. Bewoners van het overstromingsgebied zijn tevens niet gelukkig met de situatie.

Vanuit de 'natuurzijde' wordt getracht de natuur in het gebied weer te herstellen en de rivier vrij te laten meanderen. Hierbij zijn periodieke overstromingen, afhankelijk van het doelvegetatietype, wenselijk.

Daarnaast wordt door bemesting de kwaliteit van het water negatief beïnvloedt door verrijking met voedingsstoffen. Tijdens inundatie komen deze nutriënten terecht in het beekdal. Dit rapport zal niet ingaan op de kwaliteitsproblematiek, hiertoe wordt verwezen naar de gelijktijdig uitkomende rapporten 'Kwaliteit van water & waterbodem' en 'Belasting van de Dinkel' van H. Leushuis.

4.2 Beleid

Ten aanzien van de Dinkel en de omliggende omgeving zijn in de loop der tijd veel rapporten en beheersplannen verschenen. Hier volgt een korte uiteenzetting van de belangrijkste beleidsaspecten uit enkele van deze stukken met betrekking tot de Boven-Dinkel, waarbij de nadruk wordt gelegd op het gebiedsperspectief Noordoost-Twente. Het meest belangrijke aspect wat uit de rapporten naar voren komt is het behouden en ontwikkelen van een natuurlijk riviersysteem.

Dinkelconvenant 1976

In het Dinkelconvenant van 1976 is overeengekomen dat de profielen in het niet verbeterde deel van de Zoekerbrug bij Losser tot het Verdeelwerk, gebaseerd zijn op een afvoer binnen de boorden van circa 15 m³/s, met uitzondering van de Groene Staart. Ter hoogte van het natuureservaat de Groene Staart is destijds de Kramerwatergang gegraven. Deze watergang neemt bij hoog water een deel van de afvoer van de Boven-Dinkel voor haar rekening.

Tevens is in verband met het terugdringen van de wateroverlast in Gronau overeengekomen het deel 3 km bovenstrooms van de Zoekerbrug te normaliseren tot een capaciteit van 52 m³/s.

Streekplan Twente 1990

Het streekplan wijst het Dinkedal hele bijzondere, gebiedgerichte functies toe. Zo speelt de waterhuishouding en in het bijzonder de Dinkel een belangrijke rol. Grote delen van dit gebied zijn voor de landbouw van groot belang. Het gebied oostelijk van de lijn Almelo, Hengelo en Enschede is

¹ Met kunstmatig verdedigde oevers worden kades, vaste infrastructurele werken (zoals bruggen) en gestort puin bedoeld.



als 'Nationaal Landschap' aangewezen. Dit gebied bezit hoge natuurlijke, landschappelijke en cultuurhistorische waarden.

In het streekplan Twente wordt het landelijk gebied in vier hoofdfuncties ingedeeld. Het meest noordelijke traject (De Groene Staart) van de Boven-Dinkel is hierbij aangewezen als landelijk gebied IV. Hierbij ligt het accent op natuur en landschap evenals de ontwikkeling van bos met natuurfunctie. Het doel is het behouden van natuurwaarden en waar nodig verder ontwikkeling hiervan. Landbouw en recreatie worden alleen toegestaan zolang de natuurfunctie niet wordt aangetast. Aan bodem en water worden de hoogste eisen gesteld. Het traject van de Zoekerbrug tot de Groene Staart is als landelijk gebied III aangegeven. Het zwaartepunt ligt hierbij op landschap, natuur en bosontwikkeling. Agrarisch gebruik en recreatie zijn mogelijk in overeenstemming met natuur en landschap. Uitbreiding moeten worden tegengegaan en aan bodem en water worden hoge eisen gesteld.

Beleidsplan Natuur en Landschap Overijssel 1992-1998

In dit beleidsplan worden globaal de belangrijke en waardevolle gebieden aangegeven die van belang zijn voor de ontwikkeling van de Ecologische Hoofdstructuur (EHS). Tevens zijn hierin ook de richtlijnen voor het natuur- en landschapsbeheer samengevat. De Provinciale EHS bestaat uit kerngebieden, natuurontwikkelingsgebieden en verbindingzones. De bovenloop en een deel van de benedenloop van de Dinkel zijn daarbij aangewezen als kerngebied.

De smalle strook langs de Boven-Dinkel is relatienotagebied. Deze gebieden zijn in eigendom van de staat of van andere natuurbeherende organisaties. De betreffende gebieden uit de EHS worden nog nader uitgewerkt (relatienotagebied 1^e en 2^e fase).

Onderhoudsbeheersplan Dinkel 1993-1997

Aanleiding voor dit plan waren vragen van agrarische grondgebruikers over de toename van afkalving en overstroming langs de Boven-Dinkel en van natuurbescherming over het gedogen van puinstort in de oevers van de Dinkel. Het algemene doel van dit plan is het behouden en ontwikkelen van een duurzaam functionerend, nagenoeg natuurlijk riviersysteem. Vrije meandering wordt gezien als wezenlijk onderdeel van het riviersysteem; het vastleggen van oevers is behoudens enkele uitzonderingen niet toegestaan. Voor het onderhoud aan de bodem houdt het onderhoudsplan zich voor de Beneden-Dinkel aan de legger van het waterschap en voor de Boven-Dinkel aan de afspraken zoals die zijn gemaakt in het Dinkelconvenant.

Waterbeheersplan 1997-2000

In het Waterbeheersplan is aan de Dinkel de functie 'water voor natuur & landbouw' en 'viswater' toegekend. Voor wateren met deze functie gelden ecologische doelstellingen die tot een verbetering van de vochtige ecologische infrastructuur (EHS) moet leiden.

In het waterbeheersplan wordt aangegeven dat er rekening moet worden gehouden met wateren die liggen in de EHS. Wateren die reeds de functie 'water voor natuur & landbouw' bezitten krijgen hierbij voorrang.

Gebiedsperspectief Noordoost Twente 1996

In het kader van het project Noordoost Twente wordt door de provincie en andere partners voor het Dinkeldal een visie opgesteld. Aanvullend op het voorgaande heeft het gehele Nederlandse Dinkeldal een belangrijke natuurfunctie gekregen. In Nederland ligt de Dinkel over de gehele lengte binnen het plangebied van het Gebiedsgericht Beleid Noordoost Twente (NOT). Eén van de belangrijkste projecten binnen het NOT is de beleidsnota 'Gebiedsperspectief Noordoost Twente':

Vanuit de visie van natuur en landschap worden de natuurlijke mogelijkheden die de Dinkel heeft onvoldoende benut. De dynamiek wordt momenteel te sterk beteugeld ten behoeve van de agrarische functie die het grootste deel van het Dinkeldal heeft. Anderzijds kampt de landbouw met toenemende problemen door de steeds weer terugkerende overstromingen.



Het is vanuit natuur- en landschapswaarden gewenst dat er in het Dinkeldal een duidelijke scheiding van functies landbouw en natuur wordt gerealiseerd. In het grootste deel van het dal moeten de rivierprocessen, zoals meandering, overstromingen en het vormen van oeverwallen weer vrij spel krijgen. De waterafvoer via de Beneden-Dinkel dient vergroot te worden. In combinatie met een overstromingsgebied bij Ottershagen kan zo het gehele Dinkeldal een natuurlijk karakter krijgen.

Voor de invulling van de inrichting en het beheer van het Dinkeldal is een afzonderlijke NOT-projectgroep gestart onder de naam 'Projectgroep Coördinatie Beleid Dinkel en Dinkeldal', afgekort als 'Project P'. Eén van de producten die deze projectgroep moet leveren is een inrichtings- en beheersvisie voor het Nederlandse deel van het Dinkeldal.

Bestemmingsplan gemeente Losser

In het bestemmingsplan voor het buitengebied zijn verschillende landschappelijke indelingen opgenomen. Verreweg de meeste trajecten van het Dinkeldal vallen onder 'agrarisch gebied met landschappelijke en natuurwetenschappelijke waarden' of 'natuurgebied'. Deze gebieden komen overeen met het landelijk gebied III en IV uit het streekplan Twente.

Vanuit natuurlijk oogpunt is een vrij meanderend verloop van de rivier gewenst, met periodieke inundaties. Door de dynamiek van de rivier ontstaat de mogelijkheid voor successiereksen, zodat in het beekdal typische gebiedsgebonden vegetaties kunnen ontstaan. Op nieuwe oeverwallen krijgen bijvoorbeeld Dinkelgraslanden met stroomdalvegetatie een kans.

Vanuit de landbouw heeft men liever geen inundaties, maar als het niet anders kan dan is eventueel enkele malen in de winter te overwegen. Het liefst zien de agrariërs een diepe Dinkel met een gefixeerde loop. De grondeigenaren die schade ondervinden van de inundaties en het afkalven van de oevers kunnen met landruil of aankoop eventueel gecompenseerd worden.

4.3 Probleemstelling

In het kader van het genoemde Dinkelconvenant is in de periode 1977-1979 de Boven-Dinkel tussen de Zoekerbrug en de Beverborgsbrug kunstmatig verruimd om een doorstroomcapaciteit van 15 m³/s te bereiken. Deze verruiming vond plaats door de bodem uit te zuigen tot de gewenste afmeting; de oevers bleven daarbij zoveel mogelijk onaangetast. In dit rapport zal met name gekeken worden naar de effecten die de kunstmatige vergroting van de Dinkel heeft gehad en hoe in de toekomst het verloop van het dwarsprofiel zal zijn.

De natuur in het beekdal wil men weer zoveel mogelijk herstellen in de oorspronkelijke staat. Een natuurlijk meanderende rivier hoort bij het streefbeeld. Hierbij doemt de vraag op wat de gewenste situatie is en welk dwarsprofiel hierbij hoort.

Om tot een goede afweging van deze vragen te komen is het van belang een goed inzicht te hebben in de processen die spelen. Vervolgens kan een voorzichtige schatting worden gedaan over het toekomstige gedrag van de Dinkel. Hierbij kan uitgegaan worden van een ontwikkeling van de beek zonder kunstmatige ingrepen, een eenmalige inrichting of continu beheer. Bij ingrepen kan gedacht worden aan uitdiepen, verbreden en in stand houden door baggeren.

Uit het OBP van 1993 blijkt dat meandering nog wel optreedt, maar dat dit sterk wordt belemmerd door de normalisering van bepaalde trajecten en het vele puin in de oevers. In met name de buitenoever van de Dinkel is veel puin aanwezig, wat een belemmering vormt voor natuurlijke meandering. Dit puin is in de periode van 1975 tot 1988 veelal gestort door boeren die het afkalven van de oevers tegen willen gaan en het achterliggende land beschermen. In 1988 is een grondige inventarisatie gemaakt van het aanwezige puin, zodat toekomstige puinstorten getraceerd en wel verwijderd kunnen worden.



Reeds aanwezig puin mag namelijk op juridische gronden niet worden verwijderd, aangezien de oevers niet in eigendom van het waterschap zijn, maar van de aanliggende grondeigenaren. Vanaf 1988 is puinstort verboden en vindt er regelmatig schouw plaats. Tevens vindt her en der sanering plaats na aankoop van oevers door onder andere het waterschap.

Na voorgaande analyse is gekomen tot de volgende probleemstellingen:

1. *Hoe heeft het dwarsprofiel van de Boven-Dinkel, zich in de tijd ontwikkeld (gebaseerd op gegevens van 1975 tot 1995)?*
 - *Hoe zal het dwarsprofiel zich verder ontwikkelen, uitgaande van autonome ontwikkelingen of na kunstmatige ingrepen?*
2. *Hoe heeft de meandering van de Dinkel de afgelopen 20 jaar plaatsgevonden?*
 - *Vindt deze op natuurlijke wijze plaats en wat zijn verwachtingen omtrent het toekomstige verloop?*

4.4 Doelstellingen

Het verkrijgen van inzicht in de processen die een rol spelen bij de meandering van de Dinkel en het doen van een voorspelling omtrent de toekomstige loop van de Dinkel, met betrekking tot het dwarsprofiel en de meandering. Deze voorspelling kan eventueel gebruikt worden in de besluitvorming omtrent toekomstig beleid en beheer van de Dinkel.



5 Beschrijving Dinkelsysteem



5.1 Het stroomgebied

Het Dinkelsysteem omvat naast de Dinkel ook alle zijbeken en het gehele water toeleverende gebied daaromheen. Het totale stroomgebied beslaat een oppervlakte van circa 65.000 ha. Binnen elk fluviaal systeem en ook binnen het stroomgebied van de Dinkel kunnen in principe drie geomorfologische deelsystemen worden onderscheiden:

1. een hooggelegen zone, waar het regenwater zich verzamelt en waar erosie plaatsvindt.
2. een transportzone waar het water en de erosieproducten grind, zand, leem en klei voornamelijk doorgevoerd worden. Erosie- en depositieprocessen zijn hier in evenwicht.
3. de laatste zone waar deze erosieproducten worden afgezet.

Het dal van de Boven-Dinkel vormt globaal de tweede zone en de derde zone komt overeen met het stroomgebied van de Beneden-Dinkel. De veel vlakkere verhanglijn van de Beneden-Dinkel en de vertakking in veel bredere overstromingsvlaktes geven aan dat hier veel van het fijnere materiaal is afgezet. Deze zone is echter sinds het inwerking treden van het Omleidingskanaal in 1965 niet meer als zodanig in werking. Afzetting van het sediment van de Dinkel vindt nu plaats bij de monding van de Vecht in het Zwarte Meer [Hommel '94].

5.2 Het beekdal

In het bestudeerde traject van het Dinkedal is zowel sprake van erosie- als sedimentatieprocessen. Er kan hierbij een onderscheid worden gemaakt in processen die optreden in de bedding van de rivier en in de overstromingsvlaktes in het Dinkedal. In paragraaf 5.4 wordt ingegaan op de processen in de bedding van de rivier, de processen in de overstromingsvlaktes zullen niet verder worden toegelicht. Kenmerkend voor de transportzone is de vlakke, uit riviersedimenten opgebouwde dalbodem en de meanderende loop van de rivier. De neerslag in het stroomgebied wordt van nature relatief snel afgevoerd, met hoge waterstanden gedurende korte tijd. Dit wordt voornamelijk veroorzaakt door de combinatie van reliëf in het landschap en slecht doorlatende bodemlagen (tertiaire klei en keileem) in de ondiepe ondergrond. Na het passeren van een afvoergolf zakt het water weer snel weg, zodat de meeste dalgronden na enkele dagen weer droogvallen. De waterstandsfluctuaties lopen hierbij sterk uiteen van enkele decimeters tijdens de basisafvoer tot 4 m bij piekafvoeren. Deze incidenteel voorkomende hoge waterstanden vormen een natuurlijk verschijnsel en zijn voor zover uit historische bronnen kan worden opgemaakt, ook altijd opgetreden [Zonderwijk '98].

De afvoer-tijdreeksen van het meetpunt Zoekerbrug² geven aan dat het aantal afvoerpieken per jaar en dus ook het aantal inundaties, over de laatste decennia toeneemt. Ze treden vaker op, maar de gemiddelde duur van een inundatie lijkt korter te worden. Het is niet goed bekend of dit een gevolg is van meteorologische omstandigheden of dat de urbanisatie van delen van het stroomgebied in Duitsland met een daaraan gekoppelde vergroting van het verharde oppervlak van ca. 30% in de

² Sinds 1954 bevinden zich in het Nederlandse deel van de Dinkel twee vaste meetpunten, direct bovenstrooms van de Zoekerbrug en bij de stuw Stokkenspiek, bij Breklenkamp.

Duitsland met een daaraan gekoppelde vergroting van het verharde oppervlak van ca. 30% in de periode 1974-1985 enige versnelling van deze afvoer met zich heeft meegebracht. Afvoeren met voldoende vermogen om veranderingen in het reliëf van de dalbodem tot stand te brengen komen relatief vaak voor. In dit opzicht is de dynamiek van het Dinkelsysteem dus groter dan die van vele andere beeksystemen in Nederland.

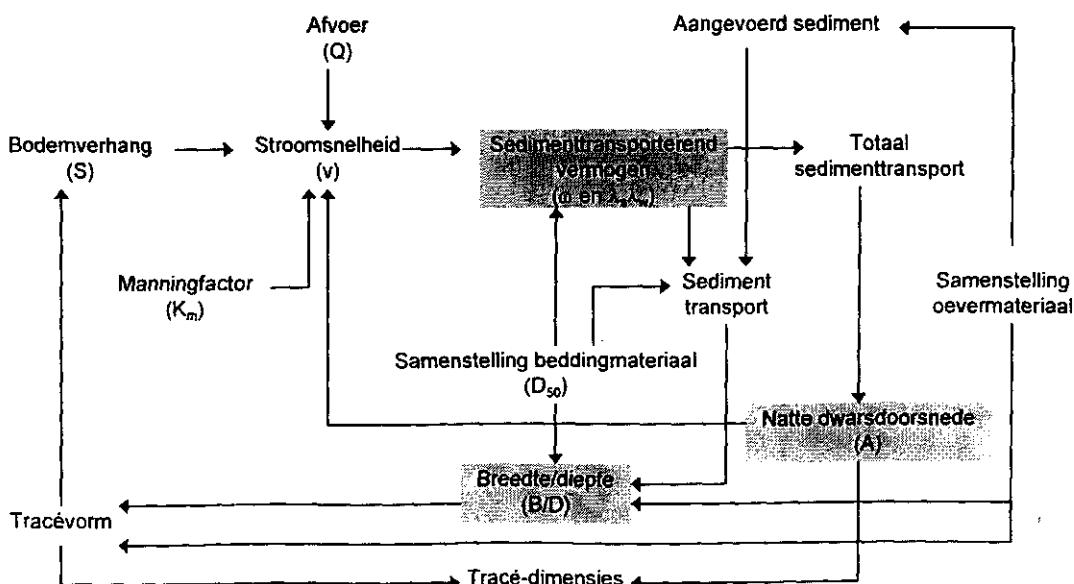
5.3 De Dinkel

De geomorfologische gesteldheid van de dalbodem is typisch die van een meanderende rivier: de Dinkel zelf heeft een sterk kronkelige loop en in enkele binnenbochten is het reliëf van een kronkelwaard zichtbaar met evenwijdig aan de loop van de rivier gevormde ruggen en geulen. Naast het huidige zomerbed van de rivier komen ook afgesneden meanders voor. Deze verschijnselen wijzen erop dat de loop van de rivier meandert en zich in de tijd langzaam verlegt heeft. Het bochtige en onregelmatige tracé en de regelmatig optredende snelheden van meer dan 1 m/s geven aanleiding voor uitschuring van oevers en bodem, zandtransport en zandafzetting.

In verband met de wens van met name de landbouw de overstromingen in de zomer terug te dringen, is in 1976 de bedding van de Dinkel door het waterschap met behulp van zandzuigers uitgediept tot een zodanige diepte dat de maatgevende afvoer van 15 m³/s, zoals vastgelegd in het Dinkelconvenant, geen overstroming zou veroorzaken. Uitzondering vormt het traject bij de Groene Staart, waar parallel de Kramerwatergang is gegraven. Een teveel aan water wordt via deze nevengeul afgevoerd. Deze watergang is uitgerust met stuwen en heeft een beperkt verhang en fungeert hierdoor als zandvang. Bij hoge afvoeren vindt zandafzetting plaats en elke twee jaar wordt deze verwijderd om dichtslibben te voorkomen.

5.4 Beschrijving geomorfologische processen

Om te bepalen in hoeverre genomen maatregelen of het achterwege laten van maatregelen effect hebben op het beekherstel, kan gekeken worden naar een verandering in de procesaspecten stroming, structuur en het voorkomen van bepaalde stoffen. In het kader van dit rapport is in het schema hieronder de samenhang weergegeven binnen het factorcomplex structuur van een stabiel beekstelsel op middellange termijn. Erosie en sedimentatie kunnen op lange termijn (decennia tot eeuwen) meer of minder grote veranderingen in tracévorm en -dimensies en daarmee het verhang veroorzaken. In een morfologisch stabiele beek treden wel kortstondige veranderingen op, maar er blijft nog sprake van een evenwicht; door menselijke activiteiten kan dit evenwicht verstoord worden. Op de gearceerde factoren wordt nader ingegaan, de andere factoren worden als gegeven beschouwd.



Figuur 5.1 Samenhang in het factorcomplex structuren, naar [Stowa, '95].

5.4.1 Erosie- en sedimentatieprocessen

Naast water voeren rivieren ook erosieproducten af. Hoewel erosie een natuurlijk proces is wordt dit nogal eens beïnvloedt door menselijk ingrijpen, zoals verstedelijking, veranderd landgebruik en normalisatie. Een belangrijke eigenschap van een rivier is dat uiteindelijk al het aangeboden water en sediment wordt afgevoerd naar zee. De vorm van een rivier wordt door de natuur in de drie dimensies dwarsdoorsnede, lengtedoorsnede en tracé, net zolang aangepast tot er een evenwicht ontstaat tussen de waterafvoer en het sedimentaanbod uit het afwateringsgebied. Indien een bepaald riviergedeelte met een gegeven verhang en dwarsprofiel te ruim is, zal door afzetting het profiel vernauwen en de snelheid toenemen. Op den duur zal bij een bepaalde snelheid weer uitschuring gaan optreden. In werkelijkheid is het proces veel gecompliceerder door onder andere variaties in de afvoer, een niet homogene samenstelling van het bodemmateriaal langs de rivier en meandering.

In een rivier wordt het door erosie vrijgekomen sediment getransporteerd. Hierbij kan in een aantal typen onderscheid worden gemaakt [Vriend '97]. Ten eerste naar de oorsprong van het transport:

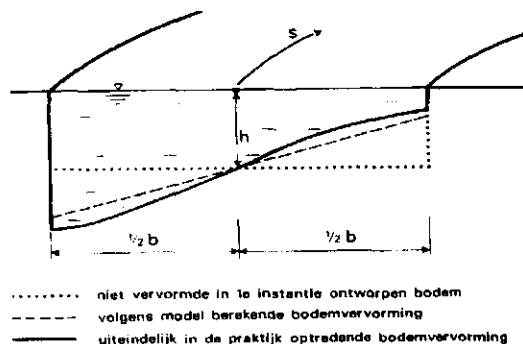
- *Transport van het bodemmateriaal* is het transport van sediment met een korrelgrootte die in het bodemmateriaal aanwezig is;
- *Spoeltransport* is het transport van (fijn) sediment, dat niet of nauwelijks in het bodemmateriaal van het beschouwde riviervak voorkomt. De grootte van het transport is gelijk aan het aanbod en hangt niet samen met de aanwezige transportcapaciteit.

Spoeltransport neemt niet deel aan het morfologische proces van sedimentatie en erosie in een riviervak en is dus voor de analyse van het bodemprofiel niet van belang. Daarnaast is er een onderscheid te maken naar de aard van het transport:

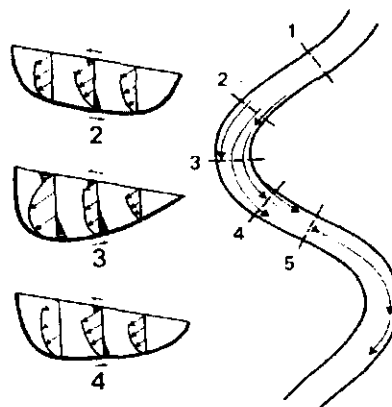
- *Bodemtransport* vindt plaats vlakbij de bodem, via de beddingvormen;
- *Zwevend transport* (in suspensie).

5.4.2 Meandering

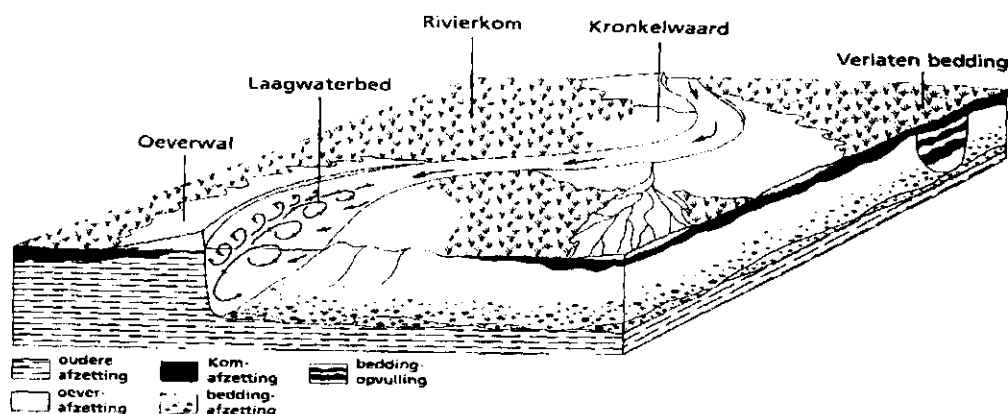
Erosie- en sedimentatie in de bedding van de Dinkel hangen samen met het meanderen van de rivier. Meanderende rivieren kenmerken zich door één stroomgeul, welke zich als een sinusoïde door het dal beweegt. Het meanderen hangt direct samen met de waterstroming in de rivier. De beweging van het water is opgebouwd uit twee gedeeltes met een tegengestelde, spiraalwijze stroming, die van elkaar gescheiden worden door de zone waar het water de grootste stroomsnelheid heeft:



Figuur 5.2 Stroming in het vlak van een meanderbocht en de vervorming van de bodem in een bocht [Bouwknicht '92]



In een meanderbocht wordt het water tegen de buitenste oever aangedrukt, zodat hier een asymmetrisch stromingspatroon ontstaat met de grootste stroomsnelheden meer naar de buitenzijde en een ruimere invloedssfeer van de aan de binnenzijde gelegen stromingsspiraal. Erosie vindt met name plaats aan de buitenzijde van de bocht, waar diepten ontstaan in de bedding en de oever wordt ondergraven. De oevers kunnen ook afkalven doordat zij met water doordrenkt raken. Aan de binnenzijde treedt juist sedimentatie op, mede onder invloed van de spiraalsgewijze stroming die langs de bedding naar de binnenzijde van de bocht gericht is.



Figuur 5.3 Erosie en sedimentatie langs een meanderende rivier [Wolfert '96]

Geleidelijk verplaatst de rivier zich daardoor in buitenwaartse richting en aan de binnenzijde van de bocht ontstaat ruimte voor afzetting van beddingmateriaal. Dit wordt afgezet in de vorm van zandbanken, die geleidelijk aan 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. Dergelijke terreinen worden kronkelwaarden genoemd en zijn opgebouwd uit het grofste materiaal wat de rivier transporteert, zoals grind en zand.

In zeer dynamische systemen kan door erosie de meanderbocht 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 of zoekt haar weg door één van de oude afvoergeultjes en snijdt de oude bocht af. Vervolgens raakt de oude meander van de nieuwe geïsoleerd, omdat er bij de ingang en uitgang veel sediment wordt afgezet. Het hoogwaterbed van een meanderende rivier kan zodoende bestaan uit een groot aantal kronkelwaarden.

Naast de sedimentatie van het beddingmateriaal vindt er langs meanderende rivieren ook oeversedimentatie plaats. Er zijn bij overstromingen grote verschillen in stroomsnelheid: het water in de bedding stroomt snel, terwijl in de naastgelegen overstromingsvlakte de stroomsnelheid door de geringere diepte en de weerstand van de vegetatie veel lager is. Door deze stroomvertraging neemt het zandtransporterend vermogen af en het meegevoerde materiaal wordt in de overstromingsvlakte afgezet. Het verlies aan snelheid is met name groot direct langs de laagwaterbedding; hier wordt het meeste en ook het grofste oevermateriaal afgezet in de vorm van een oeverwal.

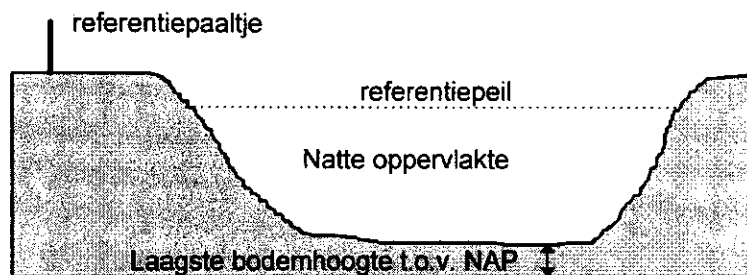
Iets verder van de bedding af wordt het overige, fijnere materiaal (silt en klei) afgezet. Depositie van deze fracties treedt pas op wanneer de omstandigheden rustiger worden. Dit fijnere materiaal wordt afgezet in de lagere delen achter de oeverwal, de rivierkom. In tegenstelling tot de grovere fracties is afzetting van het in suspensie meegevoerde materiaal gelijk verdeeld over het 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 laagland gebieden. Daarnaast geldt dat een grote afvoer zorgt voor een grote meanderlengte en meanderbreedte en dat een grote variatie in deze afvoer een smalle rivier geeft. De migratie is maximaal, indien de verhouding straal/breedte ongeveer 3 is. De diepte neemt toe als de straal kleiner wordt en scherpe bochten komen het meeste voor in fijn materiaal.

6 Analyse natte doorsnede

6.1 Inleiding

Vanaf 1975 zijn door de landmeetkundige sectie van het waterschap naar aanleiding van de voorgenomen profielverruiming, op vaste punten om de 100 m dwarsprofielen opgenomen van de Boven-Dinkel. Het eerste jaar zelfs elke 50 m, maar aangezien hier geen vervolg op heeft plaatsgevonden zijn alleen de profielen om de 100 m meegenomen in de analyse. Naar aanleiding van vragen van boeren in de streek en het opstellen van het onderhoudsbeheersplan van de Dinkel, is de frequentie van de opnames geïntensiveerd. Op deze wijze is inmiddels een unieke serie profielen beschikbaar gekomen over een periode van ruim 20 jaar. Ter illustratie is hieronder een dwarsprofiel weergegeven:



Uit deze dwarsprofielen is de bodemhoogte te bepalen en het natte oppervlak te berekenen. Deze gegevens zijn door M. Zonderwijk verwerkt in excelbestanden en lenen zich goed voor een analyse. Deze gegevens moeten nog wel eerst gefilterd worden op foutieve waarden³ of niet-representatieve dwarsdoorsneden. Vervolgens kan door middel van een grafische interpretatie en een statistische analyse nagegaan worden of er een trend aanwezig is.

Na de verruiming zijn de tekeningen van het ontwerpprofiel met daarin de eerste revisiemetingen opgestuurd naar de provincie. Deze heeft haar goedkeuring gegeven over de uitvoering en de tekeningen als leggermaat bestempeld. Aangezien het ontwerpprofiel het uitgangspunt is geweest voor de verruiming en de revisiemeting slechts een momentopname ter controle, wordt aangenomen dat het ontwerpprofiel als richtlijn voor de legger geldt.

6.1.1 Indeling in trajecten

Het traject is onderverdeeld in 7 gelijksoortige deeltrajecten op grond van karakter⁴, kunstwerken, lengte en gegevens van de dwarsprofielen. Hierdoor zijn de trajecten onderling goed vergelijkbaar en ook wordt zo de invloed van de toename van het natte oppervlak stroomafwaarts meegenomen. Vervolgens zijn deze deeltrajecten met betrekking tot het natte oppervlak geanalyseerd.

Hierna is per traject een korte omschrijving gegeven en in figuur 6.1 op de volgende bladzijde is een topografisch overzicht van de Boven-Dinkel met daarin de onderscheiden trajecten weergegeven. In bijlage 1 is per traject een overzicht opgenomen inclusief de dwarsprofielnummers.

³ Hierbij valt te denken aan fout bepaalde natte oppervlaktes of verkeerd overgenomen gegevens.

⁴ Hieronder wordt verstaan de mate van normalisering of meandering.

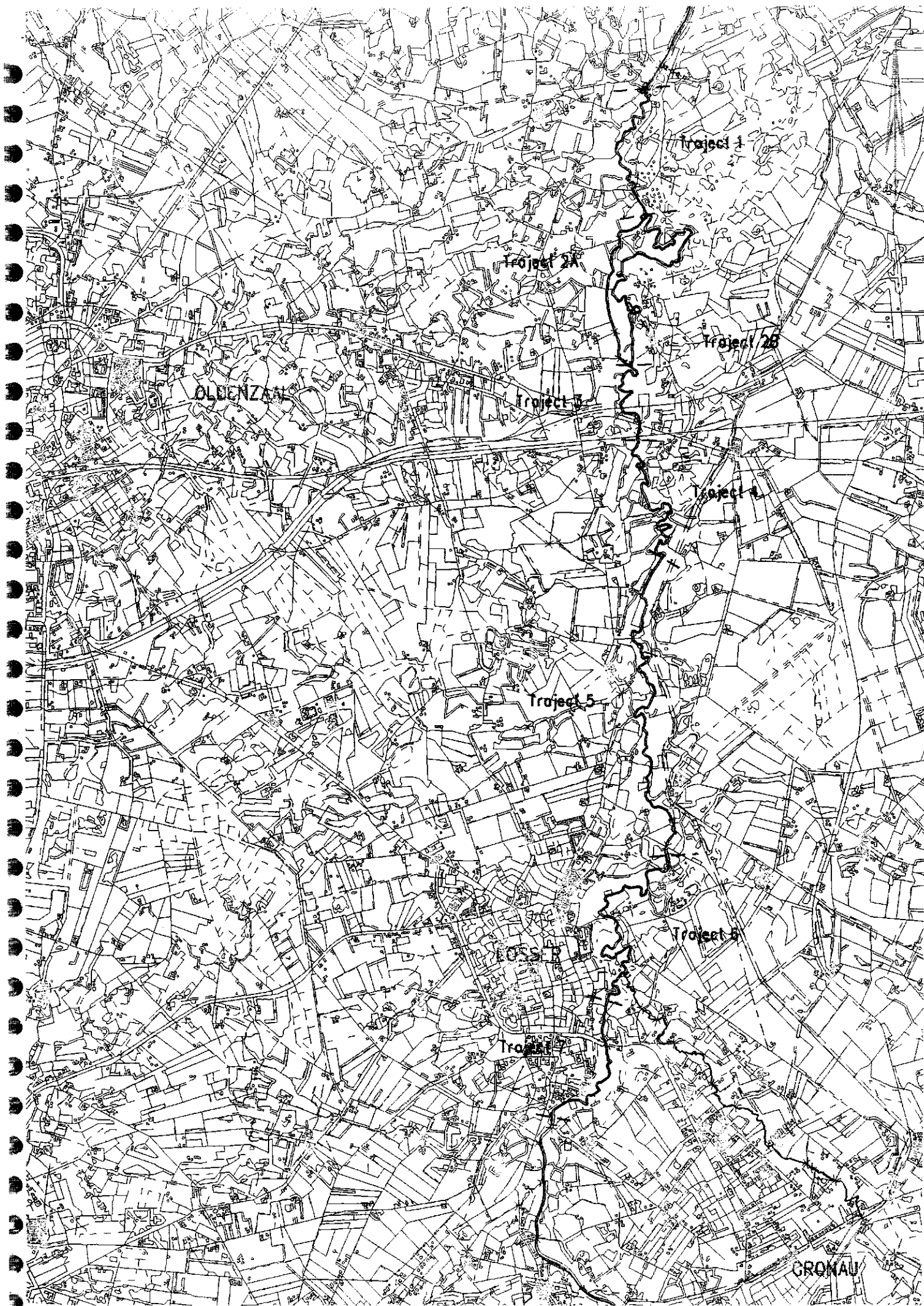


traject	benaming	profielnr.	Korte omschrijving
1	Lutterzand	0,2 – 19,2	dit is het eerste traject benedenstrooms vanaf het verdeelwerk, waar de Boven-Dinkel zich splitst in de Beneden-Dinkel en het Omleidingskanaal. Het traject kan gekarakteriseerd worden als enigszins meanderend en is gelegen in het natuurgebied Lutterzand.
2	De Groene Staart	20 – 51	dit traject is te karakteriseren als sterk meanderend en is gelegen in het natuurgebied de Groene Staart. Het valt buiten de 15 m ³ ontwikkeling i.v.m. de Kramerwatergang.
		52 – 56	dit is een genormaliseerd deel in het traject.
3	A1	58 – 70,2	wordt gekruist door de A1 en is gedeeltelijk genormaliseerd.
4	De Poppe	71 – 95	valt te karakteriseren als sterk meanderend en is gelegen nabij het gebied de Poppe.
5	Bentheim	96 – 138	dit vrij lange traject is te karakteriseren als minder meanderend en ligt dicht aan de Duitse grens bij het gebied Bentheim.
6	Losser	139 – 172	bij Losser, het traject vertoont een sterke meandering.
7	De Zoeke	173 – 191	dit ligt bovenstrooms, aan het begin van de Boven-Dinkel bij Losser (Zoekerbrug). Te karakteriseren als enigszins meanderend.

Tabel 6.1 Indeling trajecten Boven-Dinkel (wg 40) van dwarsprofielnummer 0 tot 191.

6.1.2 Aannames

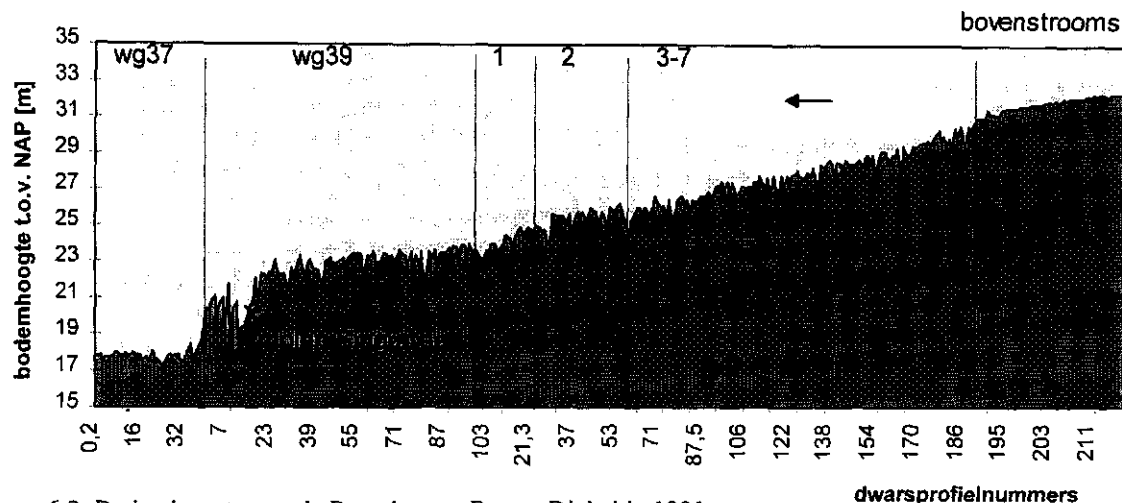
- Het ontwerpprofiel van 1976 wordt niet meegenomen in de procesanalyse, aangezien dit niet als zodanig bestaan heeft en geen invloed heeft gehad op de processen.
- Na de uitvoering van de vergroting zijn verspreid over de periode 1977-1980 revisie metingen opgenomen. Hiervan is de laatst gemeten waarde genomen als representatieve waarde voor deze periode.
- Er wordt vanuit gegaan dat het ontwerpprofiel voldoet aan de capaciteitseisen van 15 m³/s, zoals gesteld in het Dinkelconvenant, met uitzondering van de Groene Staart.
- De ca. 15 watergangen die uitmonden in de Dinkel zullen enige invloed uitoefenen op het doorstroomprofiel en het meandergedrag. Wat deze invloed is valt niet te herleiden uit de dwarsprofielen en in de afgelopen 20 jaar zal hier ook geen grote afwijking in zijn opgetreden. Deze invloed wordt dus niet meegenomen in de analyse.
- Getallen zijn weergegeven in meerdere decimalen; het profiel is echter veranderlijk zodat dit geen reëel beeld geeft van de werkelijkheid.
- De ruwheid C wordt onafhankelijk van de afvoer gesteld op 30 m^{1/2}/s.



Figuur 6.1 Topografisch overzicht van de Boven-Dinkel met hierin de onderscheiden trajecten aangegeven.

6.2 Bodemhoogte

Om beter inzicht te verkrijgen in de processen die een rol spelen bij de verandering van het doorstroomprofiel zijn de bodemhoogtes in de loop der tijd bestudeerd. Als de 'bodemhoogte' is hier het laagste bodempunt in de dwarsprofielen ten opzichte van het NAP genomen. De vergroting in 1976 is tot stand gekomen door de bodem uit te diepen of (één van) de oevers af te graven. De bodemhoogte is nogal veranderlijk in vergelijking met een genormaliseerd deel, zoals bovenstrooms van de Zoekerbrug. Daar waar een watergang van de 1^e of 2^e orde de Dinkel instroomt valt een bodemdaling waar te nemen. Gezien de kleinere capaciteit ligt de bodem bij de Groene Staart (2^e traject) iets hoger. Hieronder is de bodemhoogte grafisch weergegeven:



Figuur 6.2 Bodemhoogte van de Beneden- en Boven-Dinkel in 1991.

In deze figuur is ook te zien dat de Beneden-Dinkel (wg 39) iets hoger ligt in verhouding dan de Boven-Dinkel. Bij de molen van Singraven wordt een deel van het water door de Bij-Dinkel (wg 38) geleid. Vervolgens stroomt de Bij-Dinkel in het Almelo-Nordhorn kanaal om via het Schuivenhuisje weer in de Beneden-Dinkel (wg 37) over te gaan. Het kanaal en de molen bij Singraven fungeren als zandvang, waardoor het resterende deel van de Beneden-Dinkel weinig sediment krijgt aangevoerd en veel lager komt te liggen. De Dinkel zelf wordt via een sifon onder het kanaal door geleid.

Het hoogteverschil is circa 5 m over een afstand van 19 km, wat een verhang geeft van 0.0003. De gegevens van de Boven-Dinkel van de afgelopen jaren zijn onderling met elkaar vergeleken en de berekende gemiddelde bodemhoogtes staan in de tabel hieronder. In bijlage 6 is deze vergelijking grafisch weergegeven.⁵

		1975	ontwerp	1977	1978	1979	1980	gem. 1977-1980	1986	1991	1995
traject 1	Lutterzand	24,30	24,49	23,90	24,17	23,80		23,94	23,94	23,95	23,88
traject 2A	De Groene Staart	25,27	25,25	24,84	24,98	24,54		24,87	25,02	25,19	25,14
traject 2B		25,85	25,82	25,40	25,59			25,46	25,73	26,04	25,94
traject 3	A1	25,94	26,09	25,58	25,58			25,58	25,64	25,71	25,26
traject 4	De Poppe	26,49	26,69	26,15				26,15	26,22	26,37	26,15
traject 5	Bentheim	27,81	27,73	27,27				27,27	27,54	27,51	27,32
traject 6	Lossen	29,08	29,07			29,14	28,40	28,47	28,51	28,76	28,75
traject 7	De Zoete	30,28	30,29			29,95	30,10	30,05	30,02	29,99	29,99

Tabel 6.2 Gemiddeld laagste bodemhoogte per traject.⁶

⁵ Hierbij is van de gegevens van 1977 tot 1980 de laatste meting genomen.

⁶ Voor het berekenen van de gemiddelde bodemhoogtes zijn ook de extreme waarden meegenomen die zijn weggelaten bij de berekening van het natte oppervlak.



Opmerkingen: de bodem van het ontwerpprofiel is een rechte lijn, terwijl de laagste bodemhoogte van de echte profielen vaak slechts één punt is. De gemiddelde bodemhoogte van deze profielen is hoger dan het gemeten laagste bodempunt. Het laagste bodempunt van het ontwerpprofiel is dus structureel te hoog en kan niet gebruikt worden voor een onderlinge vergelijking.

De cursief gedrukte waarden in de tabel zijn gebaseerd op een gemiddelde van minder dan 10 meetgegevens en derhalve gevoelig voor afwijkingen of geven geen representatief beeld doordat ze niet de gehele lengte van het traject beslaan.

Er wordt alleen gekeken naar de laagste bodemhoogte; in een bocht echter zal deze veelal lager zijn door uitsnijding aan één kant dan een recht stuk. Hierdoor treden lokaal sterke variaties op in de bodemhoogte van wel 1 m. In een periode van 2 weken kan de bodemligging een verandering ondergaan van ca. 20 cm [Geerink '97]. De standaarddeviatie van de gegevens ligt om de 0,5. Het aflezen van de bodemhoogte is gebeurd met een nauwkeurigheid van 5 cm. Bovenstaande in beschouwing nemend dient minimaal een marge van 10 cm genomen te worden bij het uiteindelijke gemiddelde.

Duidelijk is te herleiden dat de bodemhoogte na de uitdieping sterk is afgenomen in vergelijking met 1975 en ook lager blijft, uitgezonderd traject 2B. In de periode 1977-1986 is de bodemhoogte zeer variabel, maar globaal gezien treedt er een verhoging op van de bodem. De oorzaak van deze verhoging ligt mogelijk in het afkalven van de oevers. Tijdens de uitdieping is namelijk het zand onder de oevers uitgezogen, waardoor deze instabiel werden.

In de periode 1986-1991 komt de bodem van traject 1 tot 4 globaal genomen hoger te liggen en van traject 5 tot 7 iets lager. In de periode 1991-1995 is overal weer een afname van de bodemhoogte te constateren, waarbij de totale gemiddelde hoogte zelfs onder het niveau van 1986 uitkomt. Tevens is in de grafieken in bijlage 6 goed te zien dat de bodemhoogte van de Groene Staart steeds hoger komt te liggen in verhouding tot de andere trajecten.

Een verandering van de ligging van de bodem is sterk afhankelijk van de afvoer. Bij een afvoer tot 5 m³/s domineert de bodemverhoging [Geerink '97]. Bij grotere afvoeren is de variatie sterker en treden er zowel bodemstijgingen als dalingen op. Door de sterkere afvoer kan een bank zich over de bodem gaan verplaatsen of kan een bocht meer stroomafwaarts komen te liggen, waardoor bovenstrooms de bodemhoogte afneemt en benedenstrooms toeneemt.

Een algehele verhoging van de bodem kan veroorzaakt worden door de aanvoer van zand uit bovenstrooms gelegen gebied of door het afkalven van de oevers. Van de Dinkel is bekend dat ze grote hoeveelheden zand verplaatst. Als voorbeeld wordt nagegaan of er voldoende zand wordt aangevoerd voor de bodemverhoging bij het traject de Groene Staart in de periode 1986-1991. Hiertoe wordt eerst gekeken naar de hoeveelheid zand die benodigd is. Dit is over een lengte van 3,7 km, met een gemiddelde bodembreedte van 7 m bij benadering een bodemverhoging geweest van 0,04 m/jaar. De totale sedimentatie komt hiermee op 1036 m³/jaar. Deze is in werkelijkheid lager, omdat niet overal over de volle breedte sedimentatie kan optreden.

Tevens is de gemiddelde totale sedimenttransportcapaciteit⁷ bepaald, voor een gemiddeld debiet van 3,5 m³/s en een bijbehorende waterstand van 0,85 m, aan de hand van de formule van Engelund en Hansen:

$$T_c = 0,05 * B_s (h * i)^{2\frac{1}{2}} * C^2 * g^{-\frac{1}{2}} * D_{50}^{-1} = 4,3 * 10^{-4} \quad [m^3/s]$$

Waarbij:	stroomvoerende breedte B_s	= 8,7	[m]
	waterdiepte h	= 0,85	[m]
	verhang i	= 0,0003	[-]
	Chézy-waarde C	= 30	[m ^{1/2} /s]
	gravitatiekracht g	= 9,8	[m ² /s]
	mediane korreldiameter D_{50} ⁸	= 0,0003	[m]

⁷ Zowel bodemtransport als zwevend transport.

⁸ De mediane korreldiameter is overgenomen uit [Kollf, '76].

De totale transportcapaciteit komt hiermee op 13.650 m³/jaar. Dit is logischerwijs meer dan er uiteindelijk neerslaat, maar ligt wel in dezelfde orde van grootte.

Ter illustratie is hiernaast de hoeveelheid zand weergegeven die jaarlijks uit de 'zandvangen' in de Dinkel verwijderd wordt (in 1996):

Omleidingskanaal	wg 32	4667 [m ³ /jaar]
Kramervatgang	wg 42	1333 [m ³ /jaar]
Bij-Dinkel	wg 38	700 [m ³ /jaar]

Dit is extreem veel in vergelijking met de capaciteit van andere zandvangen in het beheersgebied van Regge & Dinkel, die niet boven de 100 m³/jaar uitkomen!

Door Kolff werd in 1976 een gemiddeld sedimenttransport van 3500 m³/jaar bepaald. Hij ging hierbij echter uit van een kleiner oppervlak en een lagere Chézy-coëfficiënt. Een verhoging van de Chézy-waarde met 10% veroorzaakt een stijging van het zandtransport met circa 30%; in dit rapport is zelfs uitgegaan van een stijging van de Chézy-waarde met 30%, wat nagenoeg een verdubbeling van het zandtransport inhoudt. Het sedimenttransport is de laatste jaren ook toegenomen door de vergroting van de afvoercapaciteit van het laagwaterbed, waardoor met name bij inundaties de zandtransporterende zomerbedafvoer toeneemt.

Een deel van de bodemverhoging kan dus veroorzaakt worden door de aanvoer van sediment uit bovenstrooms gebied, maar het vermoeden blijft dat het afkalven van de oevers zeker in de beginperiode ook een aandeel had in de bodemstijging. Om de herkomst van het zand te bepalen zouden aanvullende metingen verricht moeten worden.

Resumerend kan gesteld worden dat na de uitdieping verzanding van de bodem heeft plaatsgevonden door o.a. afkalving van de oevers en dat daarna de bodem weer wat stabielere begint te worden. Met name de bodemhoogte van de Groene Staart (2^e traject) is veel hoger komen te liggen, wat veroorzaakt wordt door de nevengeul. Het 3^e traject bij de A1 is uiteindelijk dieper komen te liggen en de andere trajecten zijn vrijwel gelijk gebleven of iets hoger komen te liggen.



6.3 Het natte oppervlak

Het natte oppervlak is bepaald aan de hand van de dwarsprofielen, uitgaande van een referentiepeil. Dit peil is gehanteerd aangezien de dwarsprofielen sterk in vorm kunnen variëren en toch onderling vergeleken moeten worden. In 1976 zijn er voor de profielverruiming ontwerp-dwarsprofielen berekend en ingetekend over de oude dwarsprofieltekeningen. Voor elke profiel afzonderlijk is de evenwichtswaterdiepte berekend, uitgaande van een afvoer van 15 m³/s binnen de boorden. Hiervoor is gebruik gemaakt van de volgende formule [Zonderwijk '98-2]:

$$Q = K_m \times A \times R^{2/3} \times S^{1/2}$$

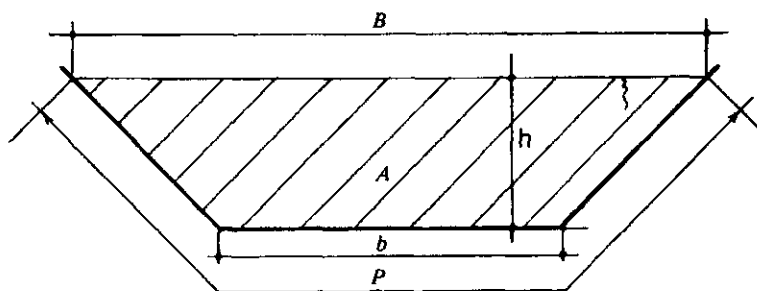
debiet Q	= 15	[m ³ /s]
wandruwheid K _m	= 33,8 × h ^{1/3}	[m ^{1/3} /s]
verhang S	= 0,0003	[-]
hydraulische straal R	= oppervlak / omtrek	[m]

Ook voor het traject bij de Groene Staart is uitgegaan van een debiet van 15 m³/s. Voor de manningfactor is 33,8 genomen; de Chézy-coëfficiënt komt hiermee op ongeveer 44.⁹ Deze waarde is onlogisch hoog en daarom wordt in dit rapport verder gerekend met een iets reëlere C= 30 [m²/s].¹⁰

Opmerkingen: Doordat in het ontwerpprofiel is uitgegaan van een kleinere breedte voor de Groene Staart, is de berekende waterdiepte veel groter dan in de rest van de Boven-Dinkel. De uiteindelijk berekende gemiddelde waterdiepte en de hieruit afgeleide oppervlaktes vallen hierdoor te groot uit; zie ook bijlage 9. Met behulp van de formule $Q = v \times A$ is tevens de stroomsnelheid bepaald. Deze heeft echter geen betekenis, omdat het gebaseerd is op een niet-bestaand ontwerpprofiel.

In de tabel komen enkele onjuiste waarden van het ontwerpprofiel voor (b, v of h), die niet in overeenstemming zijn met de uitkomst van de formule. De oorzaak is niet verder uitgezocht, maar er dient bij toekomstige berekeningen op grond van deze gegevens wel rekening mee te worden gehouden.

Aan de hand van deze gegevens is de gemiddelde evenwichtsdiepte berekend (h = 1.84) en weergegeven met een blauwe lijn in de ontwerp-profielen. Per profiel is vervolgens met een planimeter de natte oppervlakte onder deze referentiewaterlijn bepaald en verwerkt in tabellen. In figuur 6.4 is een voorbeeld gegeven van een dwarsdoorsnede, met daarin het natte oppervlak A onder het referentiepeil gearceerd aangegeven.



Figuur 6.4 Dwarsdoorsnede van een open leiding.

Het gemiddelde natte oppervlak neemt stroomafwaarts toe, uitgezonderd het tweede traject vanwege de splitsing van het water via de Kramerwatergang. In het ontwerpprofiel is hiermee rekening gehouden door het natte oppervlak geleidelijk in de breedte te laten toenemen van 14,8 tot 18,9 m², waarbij voor het 2^e traject een oppervlakte is berekend van ongeveer 16 m². In de eerste meting na het uitgraven is dit ook terug te vinden, al zijn de profielen globaal genomen groter uitgevallen dan ontworpen.

⁹ De Chézy-coëfficiënt is als volgt berekend: $C = K_m \times R^{1/6}$, waarbij $R = 1,4$ m.

¹⁰ In 1976 is de Chézy-coëfficiënt vóór de uitdieping bepaald als 23 m²/s voor elke afvoer [Kolff, '76].



Per deeltraject is achtereenvolgens bepaald:

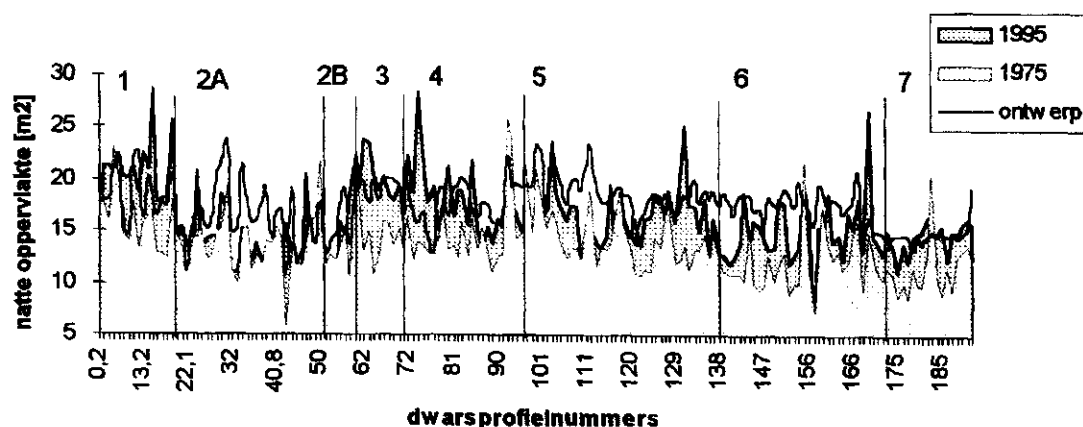
1. een gefilterde grafiek van het natte oppervlak voor de jaren 1975, 1995 en het ontwerp;
2. het gemiddelde natte oppervlak, de verandering hiervan en de variatie en deviatie (bijlage 3 en 4);
3. of er een trend is waar te nemen, zowel visueel als op grond van een statistische analyse;
4. en of deze te verklaren valt op grond van processen en specifieke eigenschappen van het traject.

Enkele onjuiste waarden of niet-representatieve dwarsprofielen zijn eerst gefilterd door de deviatie van het natte oppervlak en de verandering van het oppervlak te analyseren. De deviatie moet hierbij binnen redelijke waarden liggen (ongeveer 5) en de verandering van het oppervlak mag in een periode van 5 jaar theoretisch niet groter dan 10 m^2 zijn. De extreme waarden zijn onderzocht en eventueel achterwege gelaten in de verdere analyse. Deze dubieuze waarden staan vermeld in bijlage 2.

Per traject volgt nu een korte uiteenzetting van de belangrijkste en meest opvallende kenmerken. Hieronder is een samenvatting gegeven van de statistische analyse met het gemiddelde natte oppervlak en de gemiddelde verandering van het natte oppervlak in 1995 ten opzichte van 1975. Dit laatste geeft een goed inzicht in de totale verandering die heeft plaatsgevonden en is ook weergegeven in de daaropvolgende grafiek. Een uitgebreide analyse per traject staan vermeld in bijlage 5 en 7. Tevens is daar een grafische vergelijking opgenomen van het gemiddelde ontwerp-oppervlak met de waarden van 1975 en 1995.

Traject	1	2A	2B	3	4	5	6	7
1975	16,56	13,79	13,26	15,23	14,82	14,43	12,05	11,46
ontwerp 1976	16,97	16,31	16,03	18,93	17,66	18,95	17,47	14,82
1980	19,57	16,34	15,06	18,77	19,02	20,07	17,30	15,58
1986	20,65	14,26	13,70	19,43	17,90	17,75	14,65	16,69
1991	20,63	14,19	12,06	19,96	18,61	17,67	15,45	15,03
1995	21,22	13,48	12,79	20,29	18,24	16,52	14,92	14,50
verandering natte oppervlak 1995 t.o.v. 1975 ¹¹	+4,66	-0,31	-0,47	+5,06	+3,42	+2,09	+2,87	+3,04
verandering natte oppervlak 1995 t.o.v. 1976 (ontwerp)	+2,25	-2,83	-3,24	+1,36	+0,58	-2,43	-2,55	-0,32

Tabel 6.2 Het gemiddelde natte oppervlak en de verandering hierin in 1995 ten opzichte van de oude situatie in 1975 en ten opzichte van het ontwerp.



Figuur 6.2 Verloop van het natte oppervlak van de Boven-Dinkel in 1975 en 1995 vergeleken met het ontwerp.

¹¹ De verandering in het natte oppervlak is hier genomen als het verschil in het gemiddelde oppervlak.



6.3.1 Traject 1 - Lutterzand

Het eerste traject ligt benedenstrooms van de Boven-Dinkel en loopt vanaf het einde van de Kramerwatergang tot aan het verdeelwerk. Hier splitst de Boven-Dinkel zich in de Beneden-Dinkel en het Omleidingskanaal. Op het eerste gezicht is dit traject te karakteriseren als enigszins meanderend. Het laatste deel is genormaliseerd (van 15,5 tot 19,2).

Na de verdieping in 1976 is het gemiddelde natte oppervlak met $3,0 \text{ m}^2$ toegenomen tot $19,6 \text{ m}^2$. Dit natte oppervlak is groter dan in het ontwerp berekend, wat normaal is bij zuigwerkzaamheden. In de daarop volgende jaren (1980 tot 1995) neemt het gemiddelde oppervlak geleidelijk toe tot $21,2 \text{ m}^2$. Dit valt deels te verklaren door de hele beek als 'zandvang' te schematiseren (zie paragraaf 6.6), maar ook de invloed van de bovenstroomse Kramerwatergang als zandvang speelt hierbij een rol.

Daar waar de beek als recht wordt gekarakteriseerd is de variatie in het natte oppervlak minder groot dan waar een (scherpe) bocht ligt. Dit geldt voor alle trajecten.

⇒ Het huidige profiel is groter dan het ontwerpprofiel.

6.3.2 Traject 2 - de Groene Staart

De steile buitenbochten van enkele meanders in dit deel van de Dinkel, gelegen ter hoogte van het natuurreservaat de Groene Staart, vormen een uniek geologisch monument. Om dit traject zoveel mogelijk te sparen is in 1978 de Kramerwatergang gegraven en de uitdieping is beperkt tot een capaciteit van $9 \text{ m}^3/\text{s}$. De Kramerwatergang neemt bij hoog water een deel van de afvoer van de Boven-Dinkel voor haar rekening ($6 \text{ m}^3/\text{s}$). Het effect van deze nevengeul wordt nader toegelicht in paragraaf 6.7. Doordat een deel van het water wordt omgeleid is het natte oppervlak van dit traject kleiner dan van de resterende Boven-Dinkel. Dit gebied is van oudsher nog zeer dynamisch en natuurlijk, zodat het doorstroomprofiel voorheen ook al kleiner was.

Het traject is onderverdeeld in 2 subtrajecten, waarbij het subtraject A op het oog te karakteriseren is als sterk meanderend en subtraject B als genormaliseerd.

Subtraject 2A

Na de verdieping in 1976 is het gemiddelde natte oppervlak met $2,5 \text{ m}^2$ toegenomen. In de daaropvolgende jaren neemt het oppervlak weer af en schommelt uiteindelijk rond de 14 m^2 . Het teveel aan water wordt omgeleid, zodat een capaciteit van $9 \text{ m}^3/\text{s}$ met een bijbehorend profiel van circa $10,3 \text{ m}^2$ voldoende zou zijn. Rekening houdend met een toename van de ruwheid en afname van de hydraulische straal, zou uit moeten worden gegaan van een iets groter oppervlak. Het ontwerpprofiel van 16 m^2 is dus heel ruim genomen.

⇒ Het huidige profiel is kleiner dan het oorspronkelijke profiel en het ontwerpprofiel, maar voldoet nog wel aan de gestelde capaciteit.

Subtraject 2B

Na de verdieping is het gemiddelde oppervlak wel toegenomen, maar het ontwerpprofiel wordt niet gehaald. In de daaropvolgende jaren neemt het oppervlak verder sterk af en vervolgens fluctueert het rond de $12,5 \text{ m}^2$.

⇒ Het huidige profiel is kleiner dan het ontwerpprofiel en het oorspronkelijke profiel.

6.3.3 Traject 3 - A1

Dit traject is 1260 m lang en is te karakteriseren als 'minder meanderend'. Benedenstrooms splitst de watergang zich in de Kramerwatergang en traject 2B. Enkele grote wegen kruisen de watergang.

Na de verdieping is het gemiddelde oppervlak met $3,5 \text{ m}^2$ toegenomen. In de daarop volgende jaren neemt het profiel enigszins toe met ongeveer $1,5 \text{ m}^2$ tot $20,3 \text{ m}^2$.

⇒ Er wordt ruim aan het ontwerpprofiel voldaan.

6.3.4 Traject 4 - De Poppe

Dit traject is ongeveer 2,5 km lang en wordt gekarakteriseerd als 'sterk meanderend'. Na de uitdieping is het oppervlak met $4,2 \text{ m}^2$ toegenomen tot 19 m^2 . In de daarop volgende jaren schommelt het oppervlak rond $18,3 \text{ m}^2$.

⇒ Dit traject voldoet nog aan het ontwerpprofiel.

6.3.5 Traject 5 - Bentheim

Dit traject is ongeveer 4,3 km lang en dit redelijk natuurlijke deel wordt gekarakteriseerd als 'minder meanderend'. Na de uitdieping is het oppervlak toegenomen met $5,6 \text{ m}^2$ tot 20 m^2 . In de daarop volgende jaren neemt het oppervlak steeds verder af tot $16,5 \text{ m}^2$.

⇒ Het ontwerpprofiel van $18,9 \text{ m}^2$ wordt niet meer gehaald.

6.3.6 Traject 6 - Losser

Dit traject ligt in een vrij natuurlijk gebied bij Losser en vertoont een sterke meandering.

Na de vergroting van het profiel is het oppervlak met $5,2 \text{ m}^2$ toegenomen. In de daarop volgende jaren schommelt het oppervlak rond 15 m^2 .

⇒ Er wordt niet meer voldaan aan het ontwerpprofiel.

6.3.7 Traject 7 - de Zoeke

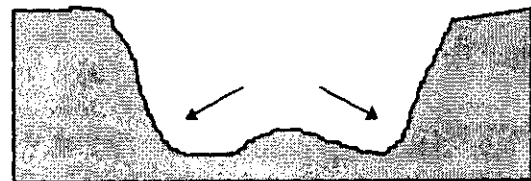
Dit traject vormt het begin van de Boven-Dinkel en start vanaf de Zoekerbrug. Het traject is bijna 2 km lang en is deels genormaliseerd, maar vertoont her en der nog meandering. Na de vergroting van het profiel is het oppervlak van $11,5$ tot $15,6 \text{ m}^2$ toegenomen. In de daaropvolgende jaren schommelt het natte oppervlak rond de $15,3 \text{ m}^2$.

⇒ Aan het ontwerpprofiel van $14,8 \text{ m}^2$ wordt in 1995 niet meer voldaan.

6.4 Overzicht van het totale verloop

Eén van de effecten van de verruiming in 1976 is een tijdelijk grotere instabiliteit van de oevers geweest. Bekend is dat in de jaren direct na het uitdiepen door boeren is geklaagd over het afkalven en instorten van oevers. Dit is ook uit de dwarsprofielen te herleiden; met name in de jaren 1977 tot 1980 vinden er grote veranderingen (verkleiningen) in het natte oppervlak plaats.

Deze instabiliteit is te verklaren doordat bij de uitdieping iets onder de linker- of rechteroever is gezogen. Dit met het doel dat de oevers zouden gaan afkalven en de Dinkel weer iets breder en ondieper zou worden.



Dit heeft tot gevolg gehad dat de boeren als voorzorgsmaatregel puin in de oevers gestort hebben om verder afkalven te voorkomen. Hier ligt misschien ook een oorzaak van het weer verkleinen van het profiel (mondelinge mededeling J.W. Hattink, Staatsbosbeheer).

De vorming van natuurlijke rivieroeveren zoals zandplaten en rivierstranden is afhankelijk van de breedte-diepteverhouding: een grotere waarde betekent een grotere variatie aan dynamiek en aan afzettingsmilieus binnen het zomerbed. Het voortbestaan van steiloevers is juist gebaat bij een lage breedte-diepteverhouding van de watervoerende geul, zodat afkalving kan plaatsvinden en daarnaast zijn sterk wisselende waterstanden van belang.

Over de hele periode 1980-1995 is kort samengevat te constateren dat de trajecten bovenstrooms (4, 5, 6 & 7) na de verruiming qua oppervlak kleiner zijn geworden dan het ontwerpprofiel en dat de bodemhoogte gemiddeld is toegenomen.



De trajecten (1 & 3) benedenstrooms zijn verder uitgediept, wat zich uit in een lagere bodemhoogte en een groter oppervlak dan in 1980. Bij het traject de Groene Staart komt de bodem steeds hoger te liggen en neemt het natte oppervlak af.

Hierbij moet opgemerkt worden dat in de tussenliggende jaren sterke variaties in het oppervlak en de bodemhoogte zijn waargenomen. In de laatste periode van 1991 tot 1995 neemt de bodemhoogte over de hele linie af. Over het algemeen kan gesteld worden dat een afname van de bodemhoogte een toename van het oppervlak betekent.

6.5 *Individueel te krappe profielen*

De voorgaande analyse is gebaseerd op gemiddelde waarden per traject. Het kan best voorkomen dat een bepaald deel van het traject niet voldoet aan het ontwerpprofiel en dat hier opstuwing van het water ontstaat, zodat er lokaal kans op overstroming is.

Nagegaan is op hoeveel lokaties dit het geval is en in welke mate het profiel niet aan de gestelde capaciteit van 15 m³/s voldoet. In bijlage 5 'de trajecten nader uitgewerkt' is per profiel aangegeven of deze in 1995 nog voldoet aan het op dat punt ontworpen dwarsprofiel. Hierbij is een marge ten opzichte van het ontwerpprofiel genomen van 1 m². In de tabel zijn deze te kleine profielen licht gearceerd.

Sommige 'te kleine' profielen zijn zogenaamde doorwaadbare plaatsen en zijn van cultuurhistorische betekenis. Van oudsher kan het vee op deze plaatsen (bij laag water) vanaf het talud de Dinkel in lopen om te drinken. Vroeger werden deze plaatsen ook gebruikt om het vee van de ene oever naar de andere te brengen, maar dat gebeurt nu nog maar zelden.

De profielen in het bovenstrooms gelegen deel (traject 4, 5 en 6) voldoen veelal niet aan het ontwerp en kunnen het beste gezamenlijk worden aangepakt. In het benedenstroomse deel bevinden zich maar enkele te krappe profielen en het verdient aanbeveling deze punten individueel te behandelen.

Lutterzand (traject 1)

Dwarsprofielnummer 12 is in 1995 4 m² kleiner dan het ontwerpprofiel. Dit punt is te karakteriseren als 'recht' met aan de rechterzijde enkele bomen. Dit profiel heeft van oudsher een kleine doorsnede en in de revisiemeting van 1977 komt al naar voren dat het ontwerpprofiel van 22 m² (wat vrij ruim genomen is) niet gehaald wordt. Daarna slijt het profiel aan de linkerzijde nog iets verder uit. Van oudsher is bekend dat de steile oevers bij Lutke-Kleinbeverborg de plaats is waar de Boven-Dinkel altijd het eerst en het meest inundeert.

De Al (traject 3)

De dwarsprofielnummers 68 en 69 voldoen niet aan het ontwerpprofiel. Tussen beide punten ligt de brug van de autoweg en ten zuiden van punt 69 ligt de spoorbaan. Een groter profiel wordt door de civieltechnische bouwwerken beperkt.

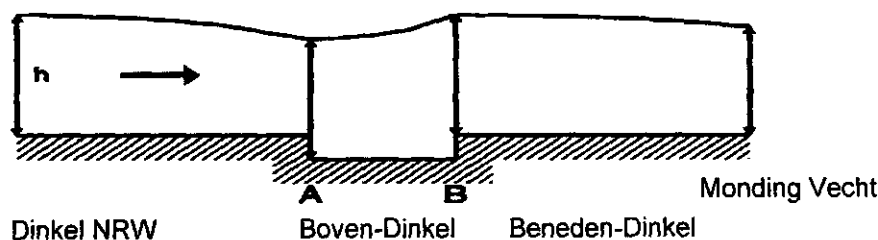
Losser (traject 7)

In dit traject voldoen 5 dwarsprofielen niet aan het ontwerpprofiel. Vier profielen liggen dicht bij elkaar, te weten 174, 175 en 177. Ook profiel 176 voldoet niet aan het ontwerpprofiel, maar valt nog binnen de marge van 1 m². Dwarsprofiel 186 is na de uitdieping weer kleiner geworden en profielnummer 191 heeft een ruim genomen ontwerp, waar niet meer aan voldaan wordt.

6.6 Verklaring verloop natte doorsnede

De verandering in het natte oppervlak is mogelijk te verklaren door de Boven-Dinkel te schematiseren als een 'zandvang' in een groter systeem. Hiertoe wordt de gehele Dinkel in beschouwing genomen en er wordt vanuit gegaan dat alleen in de Boven-Dinkel (het middenstroomse traject A-B in onderstaande figuur) de bodem verlaagd is. Hierbij wordt aangenomen dat de rivier recht en ondiep is met een stationaire stroming. De bovenstroomse rand van het te verlagen traject, punt A, ligt bij de Zoekerbrug. De benedenstroomse rand, punt B, ligt bij het Verdeelwerk en heeft een constant waterspiegelniveau.

Door de verlaging van de bodem wordt het waterspiegelniveau langs de rivier gewijzigd. Vlak voor punt A wordt het waterspiegelniveau verlaagd en bij punt B is het waterspiegelniveau hoger dan het oorspronkelijke niveau:



Figuur 6.6 Verhanglijn bij een bodemverlaging.

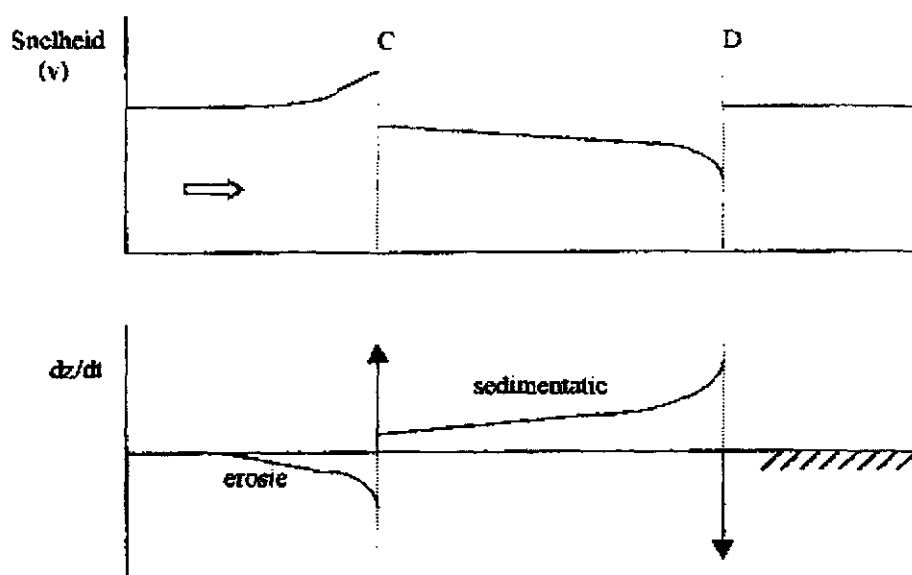
Zand dat wordt aangevoerd komt terecht in een stroomvertraging, waardoor het gaat neerslaan. Deze stroomvertraging ontstaat doordat de natte doorsnede toeneemt en het debiet Q gelijk blijft: $Q = A \cdot v$. Hierdoor treedt verzanding op in het bovenstroomse deel (traject 5, 6, 7).

De vergroting van het profiel in het benedenstroomse deel (traject 3, 2, 1) wordt o.a. veroorzaakt, doordat er minder zand wordt aangevoerd. Veel van het doorstromende zand wordt namelijk bovenstrooms in de Boven-Dinkel afgezet en er wordt wel zand geërodeerd; de Boven-Dinkel is immers een 'middenloop' waar sedimentatie en erosieprocessen normaliter in evenwicht zijn. Daarnaast neemt bij afnemende stroomsnelheid ook het transport van bodemmateriaal uit het bovenstroomse deel van de Boven-Dinkel af. Tot slot heeft ook de normalisering tot $52 \text{ m}^3/\text{s}$ van het traject vóór de Zoekerbrug een beperkende invloed op de aanvoer van sediment uit dit gebied.

6.7 Toelichting bodemliggingsverandering bij watervoerende nevengeul

De Kramerwatergang heeft invloed op de bodemligging in het tweede traject, de Groene Staart. Voor de schematisatie wordt aangenomen dat de rivier lokaal hydraulisch en morfologisch in evenwicht is. Dit is bij de Dinkel zeker niet het geval! Maar het geeft evenwel een kwalitatieve verklaring voor de processen die optreden.

Op het traject C-D wordt het water gedeeltelijk omgeleid via een kunstmatige nevengeul. Het effect hiervan is te zien in figuur 6.7 op de volgende pagina. De stroomsnelheid vlak vóór punt C neemt toe en daarmee ook het sedimenttransport. Hierbij treedt erosie op en de bodemhoogte (z) daalt in de tijd. Op het traject C-D is de stroomsnelheid van het water lager (door een algehele toename van het oppervlak) en krijgt sedimentatie de overhand boven erosie. Vlak vóór punt D neemt de stroomsnelheid sterk af en treedt extra sedimentatie op. Na de samenkomst van beide watergangen wordt het normale profiel weer voortgezet.



Figuur 6.7 Initiële bodemliggingsverandering bij watervoerende nevengeul.

6.8 Conclusie & aanbevelingen

Met name bij de bovenstroomse trajecten is na uitdieping het profiel weer verkleind, benedenstrooms is het profiel juist vergroot ten opzichte van het ontwerp-profiel van het Dinkelconvenant en uitgaande van het referentiepeil. Hieruit kan geconcludeerd worden dat bovenstrooms na de uitdieping in 1976 sedimentatie de overhand heeft gekregen boven erosie; door het vergrootte profiel ontstaat er een lagere stroomsnelheid en treedt eerder afzetting op. Benedenstrooms raakt het proces van erosie en sedimentatie uit evenwicht, mogelijk door de verminderde aanvoer van nieuw zand en diept het profiel uit. Het natte oppervlak en de bodemhoogte van het traject bij de Groene Staart zijn na wat veranderingen weer ongeveer gelijk aan de oorspronkelijke situatie. Voor de capaciteit op dit traject kan worden uitgegaan van een debiet van $9 \text{ m}^3/\text{s}$, met een bijbehorend oppervlak van circa 12 m^2 . Hierbij is dan tevens rekening gehouden met een toename van de ruwheid.

Over het algemeen kan gesteld worden dat een bodemdaling een vergroting van het oppervlak met zich meebrengt. Van de Dinkel is bekend dat ze veel sediment transporteert en het benodigde zand voor een algehele bodemstijging is afkomstig uit bovenstrooms gebied. Of het zand van oorsprong uit Duitsland komt moet nog door meting worden vastgesteld. Een toename van het natte oppervlak kan ook liggen in een verbreding van het profiel door het afkalven van de oevers. Dit kan dan tevens een stijging van de bodem geven.

De verwachting is dat het profiel van de Boven-Dinkel lange tijd groter blijft dan de oorspronkelijke situatie vóór de uitdieping. Morfologische processen spelen zich relatief langzaam af in de Dinkel, zodat een bepaalde ingreep (verruiming) niet snel teniet wordt gedaan [Kolff '76]. Het huidige profiel bovenstrooms zal heel geleidelijk iets verkleinen, mogelijk gevolgd door het profiel benedenstrooms.

Aanbevelingen

Het profiel benedenstrooms voldoet nog ruim aan het ontwerp-profiel en er is derhalve geen reden tot uitdiepen. Bovenstrooms wordt niet meer overal de in het Dinkelconvenant gestelde capaciteit van $15 \text{ m}^3/\text{s}$ gehaald. Uitdieping zal echter weer verzanding tot gevolg hebben, zodat onderhoud in de toekomst noodzakelijk zal blijven. Op natuur-historische gronden is uitdieping tevens niet gewenst.



Bij het eventueel opnieuw verruimen van de te kleine trajecten kunnen de meest krappe profielen beter het eerst aangepakt worden, aangezien deze het grootste effect zullen sorteren. In bijlage 5 is per profiel aangegeven of deze in 1995 voldoet aan het ontwerpprofiel; de gearceerde profielen zijn hierbij de grootste knelpunten. Ten aanzien van enkele te krappe profielen wordt voorgesteld profielnummer 12 op grond van cultuur-historische waarden niet te verruimen. De profielnummers 68 en 69 zijn op civieltechnische gronden beperkt. De profielnummers 174, 175, 176 en 177 kunnen samen worden genomen en evenals profiel 186 en 191 worden verruimd.



7 Analyse meandering

7.1 Inleiding

De vraag is of de Dinkel weer zal gaan meanderen indien het puin en de oeverbescherming daar waar mogelijk verwijderd wordt. Op grond van visuele waarnemingen lijkt dit zeker het geval te zijn, maar voor een goede onderbouwing volgt hier een objectieve berekening. Om te bepalen of de Dinkel potentie tot meanderen heeft wordt gekeken naar de streampower en de gradiënt λ_s/λ_w . Vervolgens wordt het meandergedrag van de afgelopen 20 jaar onder de loep genomen. Per profiel wordt dan gekeken naar de verandering in de afstand van de insteek bij het maaiveld van respectievelijk de linker- en de rechteroever tot aan de referentiepaaltjes.

Voor het onderzoek naar de actuele meandering wordt het traject weer onderverdeeld in deeltrajecten. Alleen het tweede traject de Groene Staart wordt geanalyseerd, vanwege de nog aanwezige natuurlijke dynamiek. Deze analyse kan een aanzet vormen voor toekomstig onderzoek.

7.2 Potentie tot meandering

7.2.1 Streampower

Om te onderzoeken of er mogelijkheden aanwezig zijn voor herstel van de natuurlijke rivierdynamiek, kan men de streampower berekenen. De streampower is een maat voor het vermogen van een rivier om sediment te verplaatsen. Hieronder volgt een globale berekening van de zogenaamde specifieke streampower:

dichtheid ρ_{water} :	1000	[kg/m ³]
zwaartekrachtversnelling g :	9,8	[m/s ²]
geulvullende afvoer Q :	15	[m ³ /s]
verhang S :	0,0003	[-]
gemiddelde breedte zomerbedding B^{12} :	11,7	[m]

$$\omega = (\rho g Q S) / B = 3,9 \text{ [W/m}^2\text{]}$$

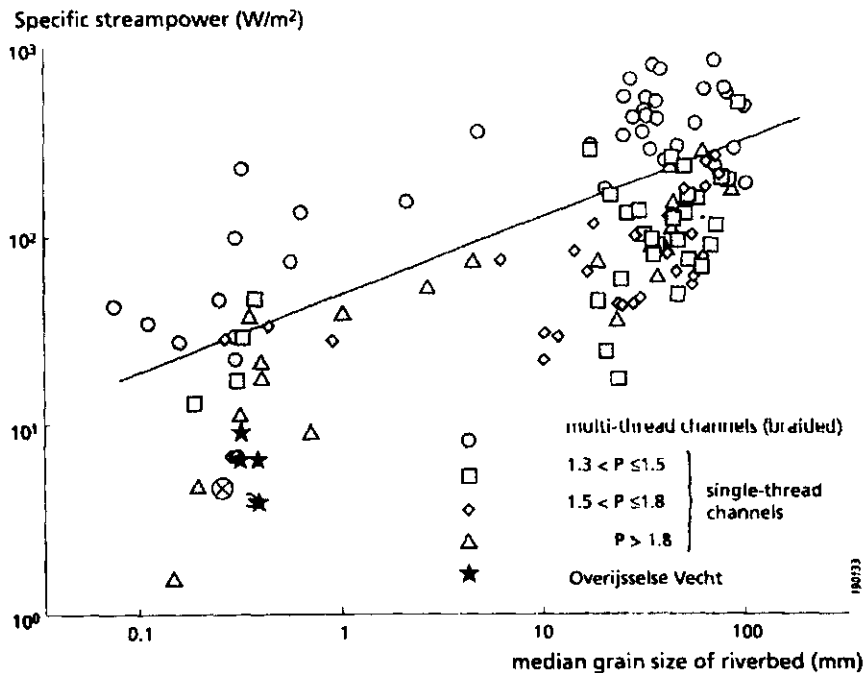
De meeste laaglandrivieren hebben een waarde van minder dan 10 W/m². De specifieke streampower is dus niet hoog, maar wel typisch voor laaglandrivieren [Wolfert '96]. Deze berekening betreft de gehele Boven-Dinkel en geeft een globaal beeld van de rivieractiviteit. Op individuele locaties echter kunnen de parameters sterk verschillen, waardoor er enige variatie in de uitkomst mogelijk is. De streampower varieert per lokatie en in de tijd, maar dit is van weinig invloed op het resultaat.

Deze waarde is in het diagram op de volgende pagina uitgezet tegen de mediane korreldiameter ($D_{50} = 0,0003 \text{ m}$). Hieruit kan afgeleid worden dat de Dinkel overeenkomsten vertoont met een aantal andere rivieren, waarin de sterk sinieuze kronkelfactor ($P > 1,8$) duidelijk vertegenwoordigd is. Geconcludeerd kan worden dat de mogelijkheden zeker aanwezig zijn voor een toekomstig actief meanderend rivierpatroon.

7.2.2 Interactieparameter λ_s/λ_w

Deze parameter geeft een idee van de mogelijke dynamiek van de rivier in de vorm van het ontstaan van banken en eilanden. In de meest dynamische situatie ontstaan er banken of eilanden in het midden van de rivier. Meestal blijft het echter bij banken in de bochten. Bij een rechte rivier kunnen aan weerszijden alternerende banken ontstaan, dit is bij de Dinkel dus niet mogelijk.

¹² Zowel berekend aan de hand van het ontwerpprofiel als afgeleid uit de tabellen met BR-AR.



Figuur 7.1 Specific streampower en de korrelgrootte van het beddingmateriaal vergeleken met die van andere meanderende en vlechtende rivieren [Wolfert '96].

P = kronkelfactor

⊗ = Dinkel

De interactieparameter berust op een berekening van wiskundig afgeleide naijlingslengtes voor de waterbeweging (λ_w) en de sedimentbeweging (λ_s); de afstand die nodig is om een verstoring grotendeels uit te dempen. Hiermee wordt weergegeven in welke mate de stroming van sediment uit de bocht schiet. Bij kleine waarden ($0,2 < IP < 5$) zal de rivier meanderen. Bij toenemende waarden wordt het systeem morfologisch minder stabiel en zullen grotere point bars, zandbanken en eilanden ontstaan. De belangrijkste factor hierbij is de verhouding van de breedte en de waterdiepte. Kort gezegd is een brede lage rivier als zeer dynamisch te kenmerken. Het effect van uitdiepen in de breedte of in de diepte kan worden meegenomen in een onderhoudsbeheersplan.

Hieronder volgt een voorbeeldberekening van de interactieparameter voor de Dinkel:

Chézy-coëfficiënt C:	30	[m ^{1/2} /s]
zwaartekrachtversnelling g:	9,8	[m/s ²]
gemiddelde diepte rivier h:	1,84	[m]
gemiddelde breedte zomerbed B:	11,7	[m]
gemiddelde bodembreedte b:	8	[m]
verhang S:	0,0003	[-]
sedimentdichtheid Δ :	1,65	[kg/m ³]
korreldiameter D ₅₀ :	0,0003	[m]
parameter $f\theta$:	0,85 $\sqrt{\theta}$	[-]

Hydraulische straal R (van het ontwerpprofiel bij een taludhelling van 1:1):

$$R = \text{oppervlakte/omtrek} = (b+h)*h / (b+2\sqrt{2}*h) = 1,4 \text{ [m]}$$

Shields parameter (bodemschuifspanning) θ :

$$\theta = (R*S) / (\Delta*D_{50}) = 0,85 \text{ [-]}$$

Interactie parameter:

$$\lambda_w = (C^2/2g) h = 83 \quad [\text{m}]$$

$$\lambda_s = \pi^{-2} (B^2/h) f_{\theta} = 6 \quad [\text{m}]$$

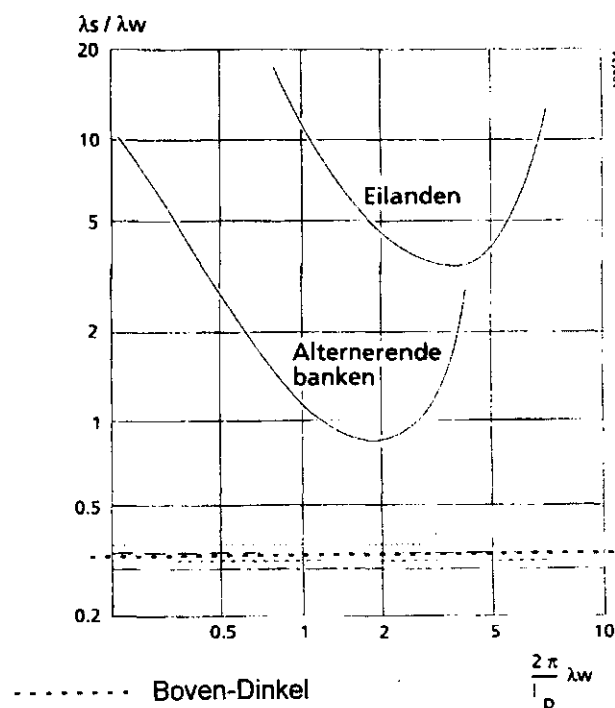
$$\lambda_s/\lambda_w = 6/83 = 0,07 \quad [-]$$

Indien niet wordt uitgegaan van een geulvullende afvoer dan is de interactieparameter veel groter. Bij een afvoer van $3,5 \text{ m}^3/\text{s}$ en een waterstand van $h = 0,85 \text{ m}$ bedraagt deze circa $0,3$.¹³ Deze waarde ligt dicht bij waarden die voor de Vecht zijn uitgerekend en andere rivieren met alternerende banken (zie figuur 7.2). Dit past in het beeld dat een ondiepe bredere rivier eerder banken vormt. Daarnaast moet opgemerkt worden dat is uitgegaan van het ontwerpprofiel, het werkelijke profiel heeft een grotere hydraulische straal en derhalve een grotere interactieparameter.

Bovenstaande wijst erop dat er zich alternerende banken kunnen vormen en dat de initiatie van het meanderproces na opschoning van het puin niet lang zal duren. Een voorspelling omtrent de intensiteit van het meandergedrag en de te verwachten zijdelingse migratie van de rivierbedding zijn op grond van deze gegevens niet te geven.

Opmerking:

De berekeningen hebben betrekking op een afvoer van $15 \text{ m}^3/\text{s}$, het grootste deel van de tijd is er echter een veel lager debiet en waterstand, waardoor de specifieke streampower afneemt en de breedte/diepteverhouding juist toeneemt. Het vermogen sediment te verplaatsen neemt dus af, maar de kans op vorming van banken neemt toe. Voor de vorming van oeverwallen is een frequent hoogwater, waarbij de specifieke streampower toeneemt van belang en voor de andere fysiotopen juist een brede rivier.



Figuur 7.2 Interactie parameter λ_s/λ_w vergeleken met andere rivieren [Wolfert '96].

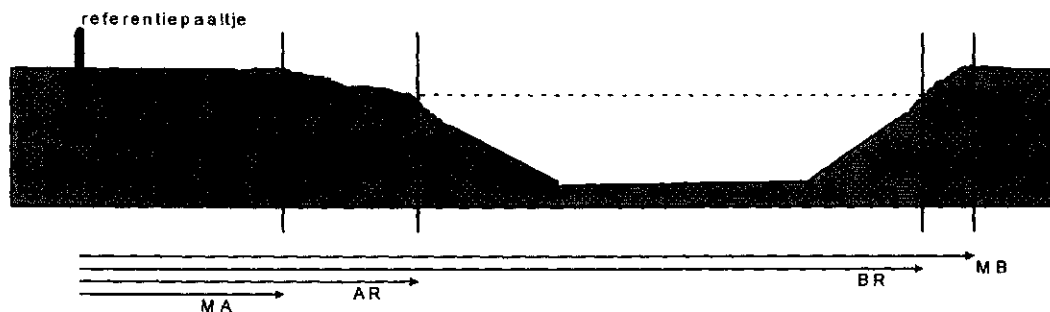
¹³ Hierbij is ervan uitgegaan dat de ruwheid dan toeneemt, dus de Chézy-waarde lager is.

7.3 Analyse dwarsprofielen

De laatste 20 jaar zijn om de 100 m dwarsprofielen opgenomen van de Dinkel. Deze tekeningen zijn gebaseerd op referentiepaaltjes, waar de ruimtelijke verschuiving van de waterloop goed aan te meten is. De afstand van de linker en de rechter insteek tot aan het bijbehorende referentiepaaltje van de waterloop zijn opgenomen in excelbestanden. Tevens is de afstand van het referentiepeil tot aan de oever bekend, maar hier wordt niet mee verder gerekend aangezien het geen extra informatie verschaft.

In de excelbestanden wordt gebruik gemaakt van enkele afkortingen, welke in onderstaande schets zijn weergegeven. De afstand is gemeten vanaf het referentiepaaltje aan de linkerkant.

- AR = afstand tot het referentiepeil aan de rechter oever
- BR = afstand tot het referentiepeil aan de linker oever
- MA = afstand tot de insteek bij het maaiveld aan de rechter oever
- MB = afstand tot de insteek bij het maaiveld aan de linker oever



Vrij nauwkeurig is ook bekend in welke stukken zich puin bevindt, zodat de invloed hiervan op de meandering goed te bepalen is. In bijlage 5 is voor het tweede traject aangegeven of er zich ter hoogte van de profielnummers puin in de oevers bevindt.

Hieronder volgt een analyse van het 2^e traject - de Groene Staart. Dit traject geeft aan hoe meandering plaatsvindt in een zo natuurlijk mogelijke toestand en kan tevens als voorbeeld dienen hoe de andere trajecten geanalyseerd zouden kunnen worden.

7.3.1 Uitwerking traject 2 - de Groene Staart

Dit traject ligt bij het natuurgebied de Groene Staart en het Lutterzand en is nog als zeer natuurlijk te karakteriseren. Traject 2A is van oorsprong al dynamisch geweest en traject 2B is goed te gebruiken als vergelijking met een genormaliseerd gedeelte.

De afstand tussen buigpunten en de amplitude op een bepaald stuk is van belang voor het karakter van het traject, evenals het aantal meanders. Hieruit kan de kromtefactor bepaald worden:

$$\text{Kromtefactor} = \frac{\text{amplitude}}{\text{afstand}} \geq 0,35 \text{ (dan meanderend i.p.v. slingerend)}$$

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 (denkbeeldig loopt deze over de kronkelwaard) is de afstand tussen de buigpunten.

De kromtefactor van de bochten in het als natuurlijk gekarakteriseerde deel liggen alle boven de 0,35 en zijn derhalve meanders. Op het genormaliseerde deel is deze factor vrijwel 0.



Bij de vergelijking van de afstand tot het referentiepaaltje in de opeenvolgende jaren komt eigenlijk geen echte trend naar voren. Afwisselend treedt er een kleine verplaatsing ten opzichte van het referentiepaaltje op. Er is geen duidelijke verplaatsing naar links of naar rechts ten opzichte van het referentiepaaltje te herleiden uit de gegevens. Ook als aangegeven is dat ergens een scherpe bocht naar links of rechts ligt, is dit niet altijd uit de gegevens te herleiden. In het genormaliseerde deel treedt echter nauwelijks verplaatsing op.

Dit proces is mogelijk te omschrijven als interne meandering. Hierbij verplaatsen de oevers zich ten opzichte van de as van de oorspronkelijke loop. De rivier blijft ongeveer op dezelfde plek liggen.

Waarschijnlijk is de periode van 20 jaar te kort om een volledig beeld te krijgen van meandering, gezien de traagheid waarmee morfologische processen in de Dinkel plaatsvinden. Ter illustratie over de snelheid van meandering en de mate van zandafzetting bij hoogwater het volgende:

In 1900 werd melding gemaakt van een hoog zandduin in het Lutterzand waar de Dinkel met een lus omheen liep, maar dat de heuvel al werd aangesneden. In 1924 was de gehele heuvel onder invloed van de erosie veranderd in een plateau. In 1925 nam de Dinkel daar uiteindelijk de binnenbocht, waarbij de oude arm datzelfde jaar geen water meer bevatte en dichtgroeide. [Zonderwijk '98]

7.3.2 Verwachte situatie bij autonome ontwikkelingen

In deze situatie wordt het puin in de oevers gelaten en er is een lichte wijziging in de afvoer of de afvoercapaciteit mogelijk. Het puin is voornamelijk gestort in de periode 1970-1988. De huidige situatie, zoals deze is waargenomen in de periode 1975-1995, zet zich waarschijnlijk voort. Dit houdt in dat zich wel interne meandering blijft voordoen, maar weinig echte meandering. De boeren hoeven niet gecompenseerd te worden voor landverlies, het onderhoud blijft daarentegen wel noodzakelijk.

7.3.3 Verwachte situatie na verwijdering oeververdedigingen

De rivier zal waarschijnlijk dynamischer reageren dan dat ze de afgelopen 20 jaar heeft gedaan. Oevers zullen meer gaan afkalven, zodat unieke vegetaties als Dinkelgraslanden weer meer kans krijgen. Door meandering van de rivier kunnen oeverwallen ontstaan met een geschikt milieu voor de ontwikkeling van Dinkelgraslanden.

Agrariërs die hiervan schade zullen ondervinden door verlies aan grond, moeten in dat geval gecompenseerd worden. Het onderhoud van de Dinkel zal minder intensief worden.

7.4 Conclusie

In de huidige situatie doet zich wel zogenaamde interne meandering voor en in beperkte mate 'echte' meandering. De Dinkel heeft zeker potentie tot meandering als het puin uit de oevers verwijderd wordt. Hiertoe is de specifieke streampower bepaald; $3,9 \text{ [W/m}^2\text{]}$. De streampower is een maat voor het vermogen van een rivier om sediment te verplaatsen, waaruit te herleiden is of er mogelijkheden voor het herstel van de natuurlijke rivierdynamiek aanwezig zijn. Daarnaast is gekeken naar de gradiënt λ_s/λ_w . Deze interactie parameter geeft een indicatie van de mogelijke dynamiek van de rivier in de vorm van het ontstaan van alternerende banken en eilanden. Na opschoning van het puin zal de initiatie van het meanderproces niet lang duren en er zullen zich alternerende banken vormen.

Als men het proces van meandering grondiger wil onderzoeken, verdient het aanbeveling de verplaatsing te blijven monitoren, teneinde een volledig beeld te verkrijgen van het gedrag van de rivier. Hierbij kan tevens gebruik worden gemaakt van oude kaarten, luchtfoto's en schriftelijke beschrijvingen om een historisch beeld te krijgen. Aanbevolen wordt de huidige frequentie van opname te handhaven; de reeds aanwezige gegevens zijn uniek en lenen zich goed voor verder onderzoek.



8 Consequenties voor het beheer

8.1 Inleiding

Belangrijk bij elk ontwikkelings- of herstelproces is het creëren van een uitgangstoestand waarin de noodzakelijke randvoorwaarden zijn geschapen, zodanig dat een vrije natuurlijke ontwikkeling kan plaatsvinden. De beheersmaatregelen bij beekherstel komen er dan op neer de beek zodanig ruimte te geven, dat zij zelf tot een (meer) natuurlijke ontwikkeling kan komen. Hierbij wordt gebruik gemaakt van de natuurlijke processen zoals sedimentatie, erosie, meandering, inundatie en spontane vegetatie.

Een meer natuurlijke stroming kan bereikt worden door de volgende maatregelen:

- herstel van verval, meandering, oevererosie en zandafzetting.
- aangepast onderhoud (ecologisch of geen onderhoud) en waterbouwkundige ingrepen
- herstel oorspronkelijke loop
- aansluiten van oude en kunstmatige beek(armen) om weer stilstaand water te verkrijgen
- verwijderen van betegelde beekbeddingen, beschoeiingen en puin

Kleine maatregelen worden geprefereerd boven grotere ingrepen; grote verstoringen worden zo vermeden. De oeverzones moeten voor middelgrote beken minimaal 10 m breed zijn en bij de buitenoevers van meanders het liefst 25 m.

8.2 Herstelmogelijkheden meandering

Om de doelstelling te bereiken van een 'nagenoeg natuurlijk riviersysteem', moet de rivier vrij kunnen meanderen. Daar waar geen functionele infrastructurele werken (wegen, bruggen) of gebouwen bedreigd worden, mogen de oevers niet kunstmatig vastgelegd zijn. Sanering van de reeds bestaande oeververdedigingen (voornamelijk puinstorten) verdient voorrang bij de inrichtingsmaatregelen. Het tijdelijk afdekken van reeds aanwezig puin is mogelijk fraaier voor het landschap, maar betekent geen verbetering voor het ecosysteem en investeren in deze zin is natuurwetenschappelijk gezien niet zinvol.

Er is een indeling te maken naar oevertypen op basis van het aangrenzende grondgebruik¹⁴. Bij de oevertypes met bebouwing (uitgezonderd op 150 m afstand van bedrijfsgebouwen) of onderhoudsbermen bij de genormaliseerde delen is vrije meandering o.a. uit oogpunt van veiligheid niet toelaatbaar. De oevers kunnen hier wel op natuurvriendelijke wijze worden vastgelegd [OBP '93]

Om de aanliggende grondeigenaren tegemoet te komen in hun bezwaren tegen de grondafkalving kan hen aangeboden worden de oeverstroken te verkopen. Het puin in de oevers kan vervolgens verwijderd worden om meandering een kans te geven. Aankoop kan hier tevens beschouwd worden als een relatief goedkope 'onderhoudsmaatregel' met een hoog 'natuurrendement' [Zonderwijk '98].

De vorming van natuurlijke rivieroevers is afhankelijk van de breedte-diepteverhouding. Een brede, ondiepe rivier betekent een grotere variatie aan dynamiek en aan afzettingsmilieus binnen het zomerbed. Het vermogen sediment te verplaatsen is lager, maar de kans op vorming van banken en rivierstranden neemt toe. Steiloevers zijn gebaat bij een diepe watervoerende geul, zodat afkalving van de oevers kan plaatsvinden. Daarnaast is voor de vorming van oeverwallen een frequent hoogwater met een hoge streampower van belang. De Dinkel heeft een sterk wisselende waterstand, zodat beide fysiotopen mogelijk zijn. Bij eventuele toekomstige maatregelen dient bovenstaande in overweging te worden genomen.

¹⁴ Een schematisch overzicht van de oevertypes is gedetailleerd opgenomen op luchtfotokaarten, welke te vinden zijn als bijlage in archiefexemplaren van het OBP-Dinkel.



8.3 *Beheersalternatieven natte doorsnede*

Voor het toekomstige beheer van de Boven-Dinkel kan ervoor gekozen worden de 'natuur' haar gang te laten gaan of kunstmatig het profiel op de gewenste capaciteit te brengen en te houden. Hieronder worden drie beheersalternatieven kort toegelicht, waarbij ervan uitgegaan wordt dat de gewenste capaciteit van 15 m³/s gehandhaafd blijft.

8.3.1 *Ontwikkeling van de beek zonder kunstmatige ingrepen*

Verwacht wordt dat het huidige profiel nog iets zal verkleinen, maar dat er een evenwicht zal worden bereikt met een grotere capaciteit dan de oorspronkelijke situatie vóór de verruiming. Hierbij wordt ervan uitgegaan dat er geen verandering optreedt in het afvoerpatroon. In de toekomst kan enerzijds door een vergroting van het verhard oppervlak de afvoer toenemen of anderzijds door retentie maatregelen afnemen. Een echt groot effect zal dit op korte termijn nog niet geven. Voor het herstel van de natuurlijke stroming en de ontwikkeling van natuur is deze situatie het meest gunstig.

8.3.2 *Een eenmalige inrichting*

Hieronder wordt verstaan het nogmaals uitdiepen van het profiel, met name daar waar niet meer aan het ontwerp wordt voldaan. Verwacht wordt dat ook deze verruiming na verloop van tijd teniet zal worden gedaan door verzanding en dat er evenals bij de autonome ontwikkeling een evenwicht zal worden bereikt.

Indien een bepaald traject niet meer aan het gestelde ontwerpprofiel voldoet, kan het hele profiel uitgediept worden of alleen de te krappe locaties. In het 1^e traject 'het Lutterzand' en het 3^e traject bij de A1, komen enkele te krappe profielen voor (te weten 12, 68 en 69), die vanuit natuurhistorisch of civieltechnisch opzicht beter niet verruimd kunnen worden. De andere trajecten (4 tot 7) kunnen daar uitgediept worden waar niet meer aan de capaciteit wordt voldaan (zie hiervoor ook bijlage 5).

8.3.3 *Continu beheer*

Om de circa 15 jaar dient het profiel te worden herzien en op de problematische punten verruimd. Dit is een kostbare aangelegenheid, welke ook uit cultuurhistorisch oogpunt niet gewenst is. Mogelijk bieden toekomstige retentieplannen betere perspectieven.

Indien zou worden overgegaan tot het handhaven van een lager debiet (bijvoorbeeld 9 m³/s, met een bijbehorende nat oppervlak van ongeveer 12 m²), dan voldoet het huidige profiel van vrijwel de gehele Boven-Dinkel. Uitzondering vormt uiteraard de Groene Staart en de profielnummers 140, 152, 157 en 175. De komende decennia hoeven er dan geen grootschalige onderhoudsmaatregelen plaats te vinden.

8.4 *Verwachting verloop profiel Beneden-Dinkel*

Men overweegt tevens de Beneden-Dinkel weer zoveel mogelijk in de oorspronkelijke staat te brengen. Om de natuurlijke dynamiek te herstellen dient de waterafvoer via de Beneden-Dinkel vergroot te worden en die van het Omleidingskanaal verkleind. In combinatie met een inundatiegebied bij Ottershagen kan zo het gehele Dinkeldal een natuurlijk karakter krijgen. Het huidige debiet heeft een continue afvoer van maximaal 15 m³/s en in de nieuwe situatie wordt deze vergroot tot een piekafvoer van max. 30 m³/s [Tauw '98].

De vraag is wat te verwachten valt ten aanzien van de dynamiek en het profiel, indien de afvoer vergroot wordt. Er volgt eerst een korte historische schets van de Beneden-Dinkel met betrekking tot de ontwerpafvoer.



8.4.1 Beschrijving Beneden-Dinkel

De ontwerpafvoer voor de Beneden-Dinkel werd in 1964 vastgesteld op $15 \text{ m}^3/\text{s}$, een afvoer welke niet meer zou worden overschreden na de aanleg van het Omleidingskanaal. Deze is ontworpen om het resterende debiet te kunnen verwerken.¹⁵ Uitzondering vormt het Ottershagengebied langs de benedenloop van de Hollandergraven, waar nog regelmatig inundaties optreden.

Door het waterschap werd in 1970 de toelaatbare afvoer voor de Beneden-Dinkel beperkt tot $13 \text{ m}^3/\text{s}$. Het gevolg was, dat inundaties bij de Beneden-Dinkel zich niet meer voordeden, maar ook dat het zomerbed gedurende langere perioden vol belast zou zijn dan voorheen. Bij inundaties werd namelijk een relatief groot deel van het debiet via het winterbed afgevoerd, waarbij de stroom soms dwars over het meanderende zomerbed trok [Kolff '76]. In de periode 1973-1975 is de Beneden-Dinkel gebaggerd, waarbij in totaal 18.000 m^3 is verwijderd. Het huidige profiel heeft een capaciteit van maximaal $15 \text{ m}^3/\text{s}$.

8.4.2 Dynamiek

De Beneden-Dinkel lijkt over grote lengte nagenoeg natuurlijk. Er is echter plaatselijk ingrijpend genormaliseerd in het verleden. Het duidelijkst is dat te zien aan de meest benedenstrooms gelegen 2 km nabij de Frensdorferweg, waar de loop vrijwel kaarsrecht is. Op deze plaatsen is weinig dynamiek te verwachten, het resterende deel bezit echter evenals de Boven-Dinkel zeker potentie tot meandering, zoals ook blijkt uit historische waarnemingen.

8.4.3 Profiel

De Beneden-Dinkel is meer een benedenloop met een iets vlakkere verhanglijn. Normaliter heeft sedimentatie hier de overhand over erosie. Een toename van het debiet betekent naast het herstel van de natuurlijke dynamiek echter ook een toename van de erosie, waardoor ontgrondingen zullen gaan optreden. Direct na het Verdeelwerk ligt een kleine zandvang wat een bodemdaling benedenstrooms zou kunnen versterken. Door Kolff werd reeds aanbevolen deze te verwijderen om een verdere bodemdaling van de Beneden-Dinkel tegen te gaan [Kolff '76].

De Beneden-Dinkel is evenals de Boven-Dinkel onderverdeeld in een aantal trajecten. Uit de gegevens van de bodemhoogte van wg 39 is af te leiden dat deze de afgelopen jaren bovenstrooms ongeveer gelijk is gebleven ten opzichte van 1970 en benedenstrooms hoger is komen te liggen. Voor wg 37 is bovenstrooms de bodemhoogte gedaald en benedenstrooms iets hoger komen te liggen. Globaal genomen is wg 37 iets lager komen te liggen en wg 39 hoger. Dit ondanks het uitbaggeren in de periode 1973-1975. Het 3^e traject ligt hoger ten opzichte van de rest in verband met de parallel gelegen Bij-Dinkel (wg 38).

	Beschrijving	1970	1990	1995
1 ^e traject wg 37	Benedenstrooms	17,73		17,84
2 ^e traject wg 37	Bovenstrooms	18,06		17,85
3 ^e traject wg 39	Direct na de molen van Singraven	22,17	22,50	22,42
4 ^e traject wg 39	Middelste deel	22,08	22,59	22,39
5 ^e traject wg 39	Bovenstrooms deel	23,57	23,34	23,59

Tabel 8.1 Gemiddelde laagste bodemhoogte per traject.

Te verwachten valt dat een stroomversnelling ($Q = v \cdot A$) een versterking van de erosie geeft. Het profiel zal zich verruimen, waarbij op de lange duur mogelijk een evenwicht bereikt wordt. Een mogelijke oplossing voor het voorkomen van verdere ontgrondingen kan zijn door de Dinkel weer door haar oude meanders te laten stromen. De totale lengte van de waterloop neemt dan toe en het verhang neemt hierdoor af. Deze optie heeft tevens een positief effect op het herstel van de natuurlijke stroming.

¹⁵ Ontwerpdebiet van $55 \text{ m}^3/\text{s}$, met een frequentie van 1% per jaar.



9 Literatuurlijst

[Bouwknegt '92-2] Bouwknegt, J., Gelok, A.J., *Hydraulische aspecten van beekmeandering*, artikel uit Landinrichting nr. 3, Utrecht, 1992.

[Bouwknegt '92-8] Bouwknegt, J., Gelok, A.J., *Zandtransport bij beekherstel*, artikel uit Landinrichting nr. 8, Utrecht, 1992.

[Geerink '97] Geerink, M., Schmidt, G., *De effecten van stroming op het substraatpatroon en op de macrofauna in de Boven-Dinkel*, Waterschap Regge & Dinkel, Almelo, 1997.

[Hommel '94] Hommel, P.W.F.M. et al, *Natuurbehoud en ontwikkeling langs Bloemenbeek en Boven-Dinkel*, Ibn-dlo, Staring Centrum rapport 304, Wageningen, 1994.

[Jansen '94] Jansen, P.Ph. et al, *Principles of River Engineering - the non-tidal alluvial river*, Delftse Uitgevers Maatschappij, Delft, 1994.

[Kolff '76] Kolff, J. van der, *De morfologie van de Dinkel - morfologische veranderingen ten gevolge van uit te voeren rivierwerken*, rapport afstudeeronderzoek Technische Hogeschool Delft, 1976.

[Maas '97] Maas, G.J. et al, *Classificatie van riviertrajecten en kansrijkdom voor ecotopen, een voorbeeldstudie vanuit historisch-geomorfologisch en rivierkundig perspectief*, Staring Centrum - dlo, rapport 552, Wageningen, 1997.

[OBP '93] Projectgroep Dinkelplanning en Werkgroep OBP-Dinkel, *Onderhoudsbeheerplan Dinkel*, Waterschap Regge & Dinkel, Almelo, 1993.

[Tauw '98] Tauw Water bv, *Inrichtings- en beheersvisie voor de Dinkel en het Dinkeldal, Ontwikkeling en behoud van een natuurlijk riviersysteem, 2^e concept*, Deventer, 1998.

[Stowa '95] Verdonshot, P (red.), Werkgroep Ecologisch Waterbeheer, *Beken stromen, leidraad voor ecologisch beekherstel*, Stowa, Utrecht, 1995.

[Verdonshot '93] Verdonshot, P.F.M. et al, *Potentiële ecologische ontwikkelingen in het aquatisch deel van het Dinkelsysteem*, Ibn-dlo, IBN-rapport 004, Wageningen, 1993.

[Vriend '97] Vriend, H.J. de, *Rivierwaterbouwkunde*, Technische Universiteit Delft, 1997.

[Waterbeheersplan '97] Waterschap Regge & Dinkel, *Waterbeheersplan 1997-2000*, Almelo, 1997.

[Wolfert '76] Wolfert, H.P. et al, *Het meandergedrag van de Overijsselse Vecht; historische morfodynamiek en kansrijkdom voor natuurontwikkeling*, Sc-dlo, Staring Centrum rapport 408, Wageningen, 1996.

[Zonderwijk '89] Zonderwijk, M, *Eindrapportage van het schouwprogramma Puinstort Dinkel*, najaar 1988, Waterschap Regge & Dinkel, Almelo, 1989.

[Zonderwijk '98] Zonderwijk, M, *Waarden van de Dinkel en het Dinkeldal in Nederland*, conceptrapport, Waterschap Regge & Dinkel, Almelo, 1998.



[Zonderwijk '98-2] Zonderwijk, M, *Onderzoek naar de actuele hydro-morfologie van de Dinkel*, conceptrapport, Waterschap Regge & Dinkel, Almelo, 1998.

[Zwillbrocke '97] Biologisch station Zwillbrocke e.V., *Studie naar de mogelijkheden tot de realisatie van een grensoverschrijdend Gewässerauenprogramm langs de Dinkel*, 1997.

Daarnaast is gebruik gemaakt van archiefkaarten van dwarsprofielen van de Dinkel over de periode '75 tot '91 en van Excel-bestanden aangemaakt door M. Zonderwijk (Waterschap Regge & Dinkel).

Foto voorpagina 'Aerophoto Teuge': Boven-Dinkel direct na de A1 (in benedenstroomse richting)

Foto pag. 10 'Aerophoto Teuge': samenkost Rüenbergerbeek (wg 41) en Boven-Dinkel (in bovenstroomse richting).

Foto pag.14 M. Zonderwijk: Oeverwal bij Kribbenburg.

BIJLAGE 3

STATISTISCHE GEGEVENS VAN HET NATTE OPPERVLAK

traject 1	gemiddeld	minimum	maximum	variatie	variantie	deviatie	bodemhoogte
1975	16,56	12,41	23,25	10,85	7,57	2,75	
ontwerp	18,98						
1977	21,98	17,71	31,07	13,36	14,66	3,83	23,87
1978	18,72	15,14	26,02	10,88	8,40	2,90	24,17
1979	19,26	14,85	24,89	10,03	9,27	3,04	23,88
tot '80	19,57	14,85	26,02	11,17	9,21	3,03	23,98
1986	20,66	16,41	28,34	11,93	11,80	3,44	23,95
1991	20,64	16,90	25,58	8,68	7,41	2,72	24,17
1995	21,22	17,86	28,59	10,73	8,25	2,87	24,26
traject 2A	gemiddeld	minimum	maximum	variatie	variantie	deviatie	bodemhoogte
1975	13,79	5,78	21,89	16,11	7,90	2,81	
ontwerp	16,31						
1977	17,56	10,69	28,11	17,42	19,50	4,42	24,89
1978	16,18	8,84	24,80	15,95	13,17	3,63	24,96
1979	18,56	16,09	20,40	4,31	3,73	1,93	24,58
tot '80	16,34	8,84	24,80	15,95	11,81	3,44	24,93
1986	14,26	10,46	24,60	14,14	7,56	2,75	25,06
1991	14,19	9,56	21,08	11,52	7,19	2,68	25,24
1995	13,48	8,95	20,79	11,84	7,99	2,83	25,22
traject 2B	gemiddeld	minimum	maximum	variatie	variantie	deviatie	bodemhoogte
1975	13,26	12,19	14,95	2,76	1,19	1,09	
ontwerp	16,03						
1977	15,98	14,39	17,65	3,26	1,98	1,41	25,38
1978	15,06	13,50	16,77	3,27	1,81	1,34	25,59
tot '80	15,06	13,50	16,77	3,27	1,81	1,34	25,59
1986	13,70	11,54	15,62	4,08	4,20	2,05	25,70
1991	12,06	11,35	13,11	1,76	0,86	0,93	26,04
1995	12,79	10,36	15,82	5,46	7,76	2,79	25,98
traject 3	gemiddeld	minimum	maximum	variatie	variantie	deviatie	bodemhoogte
1975	15,23	10,50	21,32	10,83	9,78	3,13	
ontwerp	18,93						
1977	20,42	17,13	24,86	7,73	6,24	2,50	25,55
1978	18,27	14,93	24,33	9,40	7,43	2,73	25,63
tot '80	18,77	14,93	24,33	9,40	7,88	2,81	25,64
1986	19,43	16,61	21,83	5,22	2,46	1,57	25,69
1991	19,95	17,23	22,90	5,67	2,12	1,46	25,72
1995	20,29	17,93	23,90	5,97	4,34	2,08	25,37
traject 4	gemiddeld	minimum	maximum	variatie	variantie	deviatie	bodemhoogte
1975	14,82	11,09	26,15	15,06	11,88	3,45	
ontwerp	17,66						
1977	18,17	15,79	23,25	7,46	3,84	1,96	26,13
1978	21,20	16,39	30,09	13,70	21,14	4,60	
tot '80	19,02	15,79	30,09	14,30	9,94	3,15	26,13
1986	17,90	14,39	23,67	9,27	5,22	2,28	26,22
1991	18,61	15,07	24,15	9,09	5,39	2,32	26,34
1995	18,24	13,40	28,35	14,95	12,06	3,47	26,14

traject 5	gemiddeld	minimum	maximum	variatie	variantie	deviatie	bodemhoogte
1975	14,43	10,76	21,46	10,69	6,95	2,64	
ontwerp	18,95						
1978	20,07	12,59	29,54	16,95	9,18	3,03	
tot '80	20,07	12,59	29,54	16,95	9,18	3,03	27,27
1986	17,75	12,78	29,44	16,67	11,68	3,42	27,55
1991	17,66	13,11	22,85	9,75	5,11	2,26	27,54
1995	16,52	12,07	25,30	13,23	6,97	2,64	27,37
traject 6	gemiddeld	minimum	maximum	variatie	variantie	deviatie	bodemhoogte
1975	12,05	7,25	22,31	15,06	8,24	2,87	
ontwerp	17,47						
1979	17,54	9,32	29,61	20,29	13,89	3,73	29,13
1980	16,66	15,52	18,48	2,96	1,22	1,11	
tot '80	17,29	9,32	29,61	20,29	10,33	3,21	28,78
1986	14,65	6,21	22,32	16,11	9,30	3,05	28,84
1991	15,45	6,08	21,98	15,90	10,33	3,21	28,79
1995	14,92	6,05	26,70	20,65	11,57	3,40	28,75
traject 7	gemiddeld	minimum	maximum	variatie	variantie	deviatie	bodemhoogte
1975	11,46	8,57	20,97	12,41	8,24	2,87	
ontwerp	14,82						
1979	13,57	12,75	14,50	1,75	0,68	0,82	29,98
1980	16,16	14,04	24,57	10,52	6,97	2,64	
tot '80	15,58	12,75	24,57	11,81	6,67	2,58	30,11
1986	16,49	13,51	24,89	11,38	7,95	2,82	30,04
1991	15,03	12,04	20,42	8,38	3,69	1,92	30,00
1995	14,50	11,17	16,33	5,16	2,05	1,43	30,01

De licht gearceerde waarden zijn niet representatief gezien een te klein aantal meetgegevens.
(minder dan 10 waarden).