

# Bypass Kampen

Een verkennende studie naar de mogelijkheid van aanleg



I. Haan



*Rijksuniversiteit* Groningen

# Bypass Kampen

Een verkennende studie naar de mogelijkheid van aanleg

I. Haan

Augustus 2000

Begeleiding

Dr.ir. M. van Buuren (RIZA-IH)

Dr.ir. P. Ike (RuG-FRW)

Dr.ir. A. Sieben (RIZA-WSR)

RIZA werkdocument 2000.116x



Technische Planologie  
Faculteit der Ruimtelijke Wetenschappen  
*Rijksuniversiteit Groningen*

In samenwerking met



Rijksinstituut voor Integraal Zoetwaterbeheer en Afvalwaterbehandeling,  
afdelingen Watersystemen - Rivieren en Inrichting en Herstel,  
Arnhem/Lelystad

## Samenvatting

Het lijkt erop dat in de komende jaren het Rijndebiet gaat toenemen. Deze toename van Rijnafvoer zal ook tot toename van IJsselafvoer leiden: in het hele systeem van de rivieren zullen hogere waterstanden op gaan treden in natte perioden. Bij gebieden die beschermd moeten worden tegen overstroming zullen maatregelen nodig zijn voor de handhaving van het wenselijke veiligheidsniveau.

De omgeving van de stad Kampen is een knelpunt in de IJsselafvoer omdat de IJssel daar door een vernauwing stroomt. Door dit flessenhalseffect heeft Kampen veel last van de hoge IJsselafvoer. Dat was in het verleden ook zo en dat is totnogtoe altijd opgelost met het verhogen van dijken. Dijkverhoging is nu niet meer een optie omdat de rivier de ruimte moet krijgen. Een rivier moet nu de mogelijkheid krijgen in de breedte berging te zoeken bij hoge afvoeren. Pas als het echt niet anders kan mogen de dijken verhoogd worden.

Er zijn door de Rijkswaterstaat een aantal projecten uitgevoerd voor het bepalen van geschikte maatregelen voor het opvangen van hoge afvoeren van de rivier. In dit rapport is, als aanvulling op die eerdere onderzoeken en wellicht als aanleiding tot nieuwe onderzoeken, een oplossing voor Kampen onderzocht. Het idee voor het opvangen van grote rivierafvoeren bij Kampen behelst een nieuwe rivierarm, een Bypass, die water in noodgevallen aftapt van de IJssel en dit naar de randmeren leidt. Hiermee kan een peilverlaging bij Kampen worden bereikt die voorkomt dat daar in de nabije toekomst hogere dijken moeten komen.

De doelstelling van dit onderzoek was het bepalen of er in het gebied tussen de IJssel en het Randmeer bovenstrooms (ten zuiden) van Kampen plaats is voor een Bypass. Daarbij is de bergingscapaciteit van de randmeren in aanmerking genomen en zijn kansrijke varianten onderscheiden.

De vragen die daarbij horen zijn de volgende.

- I. Als er dan een Bypass wordt aangelegd, hoe breed moet die dan ongeveer zijn?
- II. Wat is de mogelijkheid van opvang van een hoeveelheid IJsselwater in de Randmeren?
- III. Wat voor (on)mogelijkheden geeft het landschap tussen IJssel en randmeren voor een Bypass en welke kansrijke tracés zijn te onderscheiden?
- IV. Zit de maatschappij op een Bypass te wachten?

Aan de hand van de wensen en eisen die gesteld zijn is een grootte bepaald van de Bypass. Dat wil zeggen de breedte die een Bypass bij een bepaald wenselijk debiet zal moeten hebben. De breedte is planologisch interessant omdat die grootte uiteindelijk de omvang van de ruimtelijke claim is.

Uitgangspunt was de hogere afvoer die verwacht wordt van de Rijn. Deze verhoogde afvoer werkt rechtstreeks door in een verhoogde IJsselafvoer, die zal door de Bypass opgevangen moeten worden. Daarbij is ook de bergingscapaciteit van de randmeren meegenomen. Het resultaat was een ordegrootte van de breedte die een Bypass zou kunnen krijgen.

Het gebied waar de Bypass zou komen te liggen heeft veel invloed op de breedte. De bodemligging van het plangebied is zodanig dat de Bypass de vorm krijgt van een omgekeerde trechter: smal bij de instroom en breed bij de uitstroom. Een trapeziumvormige doorsnede kan toegepast worden die, naarmate het Drontermeer nadert, breder en ondieper wordt. Dit laatste is het gevolg van de maaiveldligging ter plaatse van de uitstroom. Dit geldt niet voor een alternatief dat door iets hoger gelegen land stroomt, verder ten zuiden van Kampen.

De minimale breedte van de Bypass in dit onderzoek is 100 meter bij de instroom en 230 meter bij de uitstroom. Hiermee kan er 150 m<sup>3</sup>/s door de Bypass afgevoerd worden. Als de Bypass 450 m<sup>3</sup>/s moet vervoeren dan is de breedte bij de instroom 213 m en bij de uitstroom 580 m. Daarbij heeft de Bypass een trapeziumvormige doorsnede, met flauwe taluds.

Het resultaat van dit onderzoek is geen definitieve breedte, omdat de keuze daarvan samenhangt met een heleboel andere factoren die hier bewust buiten beschouwing zijn gelaten; voor een besluit daarover is een maatschappijbrede discussie noodzakelijk. Er kan dan door de beleidsmakers besloten worden hoeveel de Bypass zou kunnen gaan afvoeren in geval van Calamiteiten. De keuze voor een gewenst debiet geeft dan de benodigde breedte van de Bypass.

De randmeren kunnen heel wat water bergen, er is in het onderzoek onderbouwd dat een afvoer van 400 m<sup>3</sup>/s gedurende drie dagen door de randmeren geborgen kan worden.

Een permanent stromende Bypass is lastig. Ten eerste omdat er niet altijd een hoger peil ter plaatse van de instroom staat ten opzichte van de uitstroom, maar dat geldt voor een paar weken per jaar. Ernstiger is het ten tweede dat de stroomsnelheden bij een permanent stromende Bypass erg laag zijn. Het Randmeer kan veel water hebben, maar het houdt wel een keer op. Een af en toe stromende Bypass (minder dan één keer per jaar) vereist geen hogere dijken rondom het IJsselmeer. Een permanent stromende Bypass vereist wel verhoging van de waterkering, maar dan gaat het over één tot twee centimeter.

De aanleg van een Bypass in het gebied direct ten zuiden van Kampen is zeker mogelijk, hydraulisch en hydrologisch gezien. Het hydraulische aspect is het kanaalontwerp op zich en het hydrologische aspect is het effect van het kanaal op de watersystemen waarmee het verbonden is.

Het gebied waar de Bypass doorheen loopt is open en weids, een brede groene geul zou er niet misstaan. Er zijn daarbij winstpunten te halen voor de plaatselijke ecologie en verdrogingsproblematiek.

Er zijn twee redelijke alternatieven:

- I. een Bypass vanaf km 991 naar de Doornse sluis;
- II. een Bypass vanaf km 991 naar de Bolsmerksluis.

Bij het project van de Bypass kunnen, naast hydraulische en hydrologische zaken, aanvullende zaken bekeken worden. Zo zal een hoeveelheid water van de IJssel naar de randmeren voor eutrofiëring kunnen zorgen en voor vervuiling met andere ongewenste stoffen.

Daarbij is het de vraag in hoeverre de Bypass, gezien het peilverlagende rendement, een project is dat de moeite waard is. Verder is het twijfelachtig of er draagvlak is voor het project. Het beleidsinstrumentarium, waarschijnlijk een rijksprojectenprocedure, lijkt ten slotte op het eerste gezicht unicentrisch. Deze vier facetten van het project duiden aan dat er zorgvuldig overleg plaats moet vinden tussen belanghebbenden en dat er een goede communicatiestructuur moet worden opgezet om bij het project niet veel onnodige weerstand te oogsten.

**INHOUD**  
**THEOLOGISCH VOORWOORD**

<b>1 INLEIDING</b>	<b>7</b>
1.1 NATTE VOETEN IN KAMPEN	7
1.2 DOEL- EN VRAAGSTELLING	8
1.3 WERKWIJZE EN LEESWIJZER	9
<b>2 PROBLEEMANALYSE</b>	<b>12</b>
2.1 HET VERANDERENDE KLIMAAT	12
2.2 PLANNING VAN DE VEILIGHEID	13
2.3 MAATGEVEND HOOG WATER	15
2.4 HET EFFECT VAN EEN BYPASS	17
<b>3 FUNCTIONELE EISEN</b>	<b>20</b>
3.1 TAAKSTELLING VAN DE BYPASS	20
3.2 VORM	23
3.3 DE CONSTRUCTIE VAN DE IN- EN UITLAAT	24
3.4 CETERIS PARIBUS	25
<b>4 GEBIEDSANALYSE</b>	<b>27</b>
4.1 IN GEVECHT MET DE WATERWOLF	27
4.2 GRONDSOORTEN	27
4.3 PATRONEN	28
4.4 BODEMLIGGING	30
4.5 VERVAL	31
<b>5 HYDRAULICA</b>	<b>33</b>
5.1 DE REKENMETHODE	33
5.2 DE GROOTTE	35
5.3 OVERLAAT	38
<b>6 HYDROLOGIE</b>	<b>41</b>
6.1 DE HYDROLOGIE VAN DE RANDMEREN	41
6.2 DE KADES RONDOM HET RANDMEER	45
6.3 WATERKWALITEIT	46
<b>7 ZEEF- EN POTENTIEANALYSE</b>	<b>48</b>
7.1 DE INLAAT	48
7.2 DE UITSTROOM	49
<b>8 BANDBREEDTE-TRACÉBEPALING</b>	<b>51</b>
8.1 PLANOLOGISCHE OVERWEGINGEN	51
8.2 ZEEFANALYSE	53
8.3 POTENTIEANALYSE	53
8.4 VARIANTEN	55
<b>9 MAATSCHAPPIJ</b>	<b>58</b>
9.1 DE STATUS VAN DE RANDMEREN	58
9.2 HET NUT VAN DE BYPASS	58
9.3 DE PROCEDURE BIJ AANLEG	59
9.4 DRAAGVLAK VOOR DE BYPASS	60
<b>10 CONCLUSIES EN VERVOLGONDERZOEK</b>	<b>62</b>

**BIJLAGEN**

**I: GEBRUIKTE FORMULES**

**II: CIJFERS VAN DE IJssel EN DE RIJN**

**III: SAMENVATTING AANPASSING WRO 'RIJKSPROJECTENPROCEDURE'**

**IV: KAARTEN**

## Theologisch voorwoord

*"Ze vragen nix, ze doen maar. Wegen en waters, bruggen, huizen, dorpen en steden. ... God zal ze."*

Dit laat Nescio Philip den Oever zeggen in een kort verhaal na een bezoek aan Castricum<sup>1</sup>. De god waar deze schrijver het over heeft is ook de god van Einstein. Deze god, ofwel de natuur, heeft de bewoners van de Rijndelta al sinds de eerste nederzettingen angst ingeboezemd. De natuur, in de context van dit onderzoek 'het water', dicteerde het doen en laten van de bewoners, bracht leven en dood, had de touwtjes in handen.

In de loop van de geschiedenis veranderde dat, de hegemonie van het water werd teruggedrongen. Meren werden drooggelegd, rivieren gekanaliseerd of zelfs genormaliseerd en de lage gronden werden bedijkt. Kennis is macht en met die macht werd de natuur tot een dienstknecht gemaakt, dienstbaar aan de toenemende welvaart van de delta.

Het geloof in de menselijke macht verliest tegenwoordig aan volgelingen. Het water dringt zich erger dan vroeger op, toont zich minder slaafs dan wenselijk. In dit rapport worden een aantal van de elementen in dat proces aangestipt.

In de wereld van het Nederlandse waterbeheer wordt de roep weer gehoord terug te gaan naar de vreeze des heeren, er moet -om het gelijk op de waters toe te spitsen waar het in dit onderzoek om gaat- ruimte gemaakt worden voor de luimen van de rivier. Wetende dat in de vreeze des Heeren de ware wijsheid begint staat mij als technisch planoloog in wording niets anders te doen dan gehoor geven aan dit breed onderschreven ideaal. In de ontwikkeling van ruimte voor de rivier past daarom ook dit onderzoek, een stuk land dat de mens god ontnomen had wordt weer opgeofferd ter meerdere eer en glorie van de rivier.

Tot zover de theologie. Natuurlijk wordt de soep niet zo heet gegeten als zij wordt opgediend, maar een kern van waarheid is wel aanwezig in het bovenstaande denk ik. Wellicht heeft het 'ruimte voor de rivier' -idee meer te maken met een ontzag voor de enorme krachten die in de natuur leven dan met een godsdienst.

De rivier is er om mee te leven en niet om weggestopt te worden achter steeds hogere dijken. Daarmee wordt niet alleen het samenspel van land en water, dat dat de ziel van het Nederlandse landschap is, aangetast, maar ook het binnenste van de bewoners van de Rijndelta. Net als kinderen uit de stad denken dat melk in een fabriek wordt gemaakt denken velen dat het niet de bedoeling is dat je af en toe natte voeten krijgt. Met Faust zou ik willen pleiten dat de kikkerlanders een 'nat hart' zullen blijven houden:

*"Ja! diesem Sinne bin ich ganz ergeben,  
Das ist der Weisheit Letzter Schluß:  
Nur der verdient sich Freiheit wie das Leben,  
Der täglich sie erobern muß.  
Und so verbringt, umrungen von Gefahr,  
Hier Kindheit, Mann und Greis sein tüchtig Jahr.  
Solch ein Gewimmel möchte ich sehn,  
Auf freiem Grund mit freiem Volke stehn."<sup>2</sup>*

Dit rapport is het resultaat van een afstudeerproject, uitgevoerd door ondergetekende, als afstudeerwerk aan de Rijksuniversiteit Groningen bij de faculteit der ruimtelijke wetenschappen. Daar is niet alleen een afstudeerbegeleider een klein half jaar voor in de weer geweest, maar ook een aantal medewerkers van het Nederlandse watertovenaarsgilde, de Rijkswaterstaat. Naast deze mensen die een sleutelrol hebben vervuld zijn er veel andere die -soms gevraagd door de afstudeerder- dit project met raad en daad hebben ondersteund (zie ook de lijst met adviseurs achterin). Op het titelblad van dit rapport zijn de namen van de begeleiders te vinden, de anderen die geholpen hebben zijn natuurlijk ook evenveel mijn dank verschuldigd.

<sup>1</sup> INSULA DEI, uit Boven het Dal en andere verhalen, G.A. v. Oorschot Amsterdam.

<sup>2</sup> Goethe, Faust II, akt V 11573-11580.

# 1 Inleiding

## 1.1 Natte voeten in Kampen

De stad Kampen is aanleiding voor een heleboel problemen. Eén probleem heeft direct gevolgen voor de stad en de oorzaak ervan is de ligging. Dat probleem is het water. De IJssel, die voor de stad de mogelijkheid van ontplooiing en voorspoed is geweest (en nog altijd is), is een twijfelachtige bondgenoot. Niet alleen zorgt de rivier voor rijkdom maar ook, en in steeds meerdere mate, voor gevaar. Door de ligging van de stad aan de monding van de IJssel, waarbij de rivierloop erg nauw is gemaakt, kan het waterpeil de kampenaren tot aan de lippen komen te staan. Niet alleen de IJssel is daaraan schuldig, het IJsselmeer is medeplichtig.

Het probleem is, gechargeerd gesteld, de ingesnoerde IJssel ter plaatse van Kampen. Waar elders langs de rivieren vaak nog een winterbed aanwezig is ontbreekt dit bij de Hanzestad. Niet alleen bij Kampen is er overlast in de vorm van hoge peilen, maar overal in Nederland en Europa waar rivieren lopen. Overal zijn de waterlopen ingepakt in dijklichamen waardoor bij een hoge afvoer het water alleen maar kan stijgen. Zo kunnen gevaarlijke situaties ontstaan.

Het plan van aanpak is nu dat de hogere rivierafvoer niet met peilverhoging gepaard gaat, maar met bredere waterlopen. Het keurslijf van de IJssel - en van veel andere rivieren - wordt verruimd in een aantal plannen dat gemaakt wordt op dit moment. Niet alleen Kampen wordt daarmee een oplossing geboden, maar meer locaties die met vergelijkbare problemen kampen.

Het paradigma voor de oplossing is ruimte. Ruimte in de breedte, zodat hoge afvoeren niet alleen opgevangen worden door peilstijgingen maar ook door uitwaaiering van het water. Er moet land teruggegeven worden aan de rivier, of er moet op zijn minst af en toe weer ruimte gemaakt worden voor het water. Hierdoor is de waarborging van de veiligheid in het waterbeheer ook een taak van de panoloog geworden.

Heel rigoureuus kan op de lange termijn van de IJsselmond (weer) een IJsseldelta gemaakt worden. De IJssel kan dan vrij stromen rondom de stad waarbij sommige stukken bedijkt kunnen blijven. Dit zou een terugdraaien van de tijd betekenen aangezien er in de middeleeuwen daadwerkelijk nog sprake was van een IJsseldelta. Het is onwaarschijnlijk dat zo'n project nu haalbaar zou zijn door gebrek aan draagvlak. Toch is het plan voor een grotere mond voor de IJssel eerder aan de orde geweest (Schaank 1938). In de jaren twintig waren er plannen voor een 'groene rivier', maar die verdwenen in de ijskast. Achter in de jaren dertig werd er weer over gedacht, maar weer (misschien door de oorlog) werd er geen actie ondernomen. Dit ondanks het feit dat de Hoofd ingenieur-directeur van de Rijkswaterstaat en de eerste ingenieur van de dienst Zuiderzeewerken beide de nota 'de voorzieningen aan de IJsselmonden' ondertekenden. Het plan omvatte overigens niet een Bypass, maar een verbreding van de IJssel benedenstrooms van Kampen, tot een breedte van 150-200 meter.

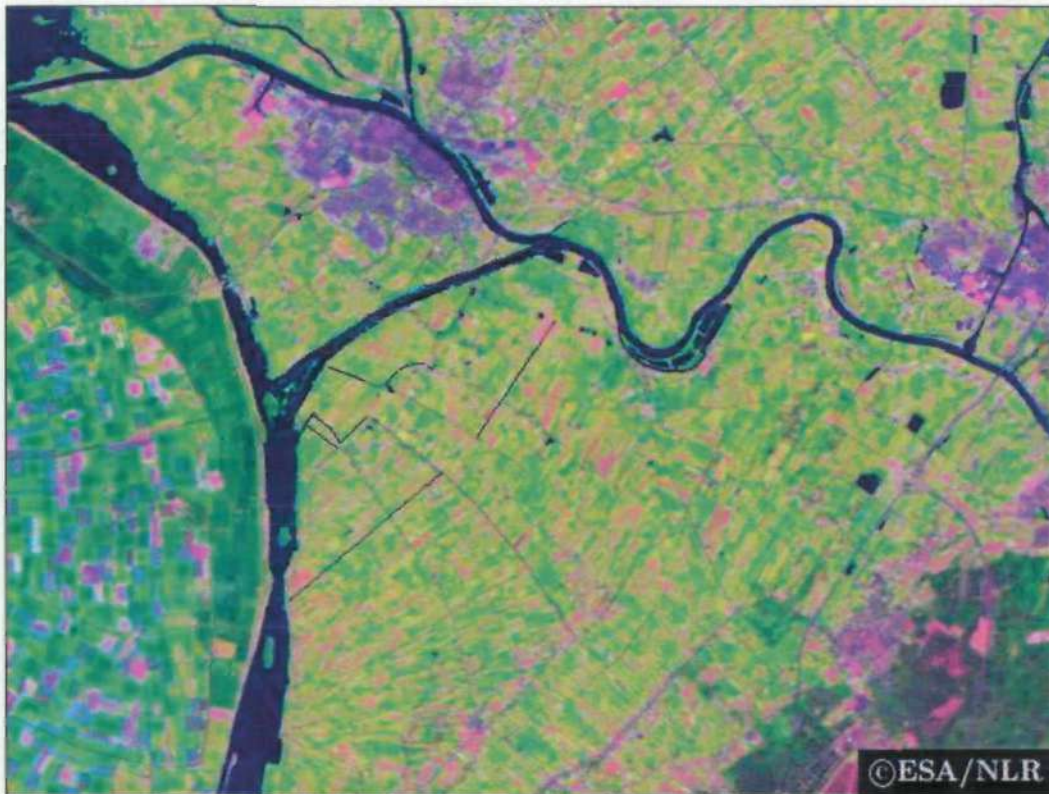
Op de korte termijn wordt er nog gewerkt aan het op hoogte brengen van de dijken, om voorlopig genoeg veiligheid te bieden voor het achterland.

Bij Kampen bestaan er op de middellange termijn plannen de rivier *om te leiden*, zodat een gedeelte van het water dat normaliter onder de IJsselbrug doorstroomt daar niet meer langs hoeft. In eerste instantie zou dit een oplossing zijn voor tijden van extreme waterafvoer van de IJssel. Dan zullen de extreme peilen bij Kampen verlaagd worden. Het plan waar dit rapport een verkenning voor kan zijn is een idee dat al een tijd leeft onder de Rijkswaterstaat medewerkers. Er is al eens wat aan gerekend, er wordt wel eens over gepraat, maar een concreet rapport naar buiten toe als bijvoorbeeld een startnotitie voor een tracé, is niet gemaakt<sup>3</sup>.

Het plan is een verbinding tussen de IJssel en de randmeren. Bij het startpunt van dit onderzoek was het conceptidee van de Bypass een hoeveelheid IJsselwater dat vlak onder Kampen afgetapt zou gaan worden. Dit water wordt dan naar het westen geleid. Het water kan dan in het Vossemeer (deze staat in verbinding met het IJsselmeer), in het Drontermeer (staat via een spui- en schutsluis in verbinding met het IJsselmeer) of in het Veluwemeer (staat in open verbinding met het Drontermeer) stromen. Het ligt voor de hand hiervoor een kanaal te ontwerpen. Dat kanaal tussen de IJssel en een randmeer

<sup>3</sup> Het is wel in de regionale pers (de Zwolse Courant) aangestipt, dat wil zeggen meer dan twee keer paginagroot (1-3- en 25-3-'00). Dit heeft wel de aandacht van de bewoners in de regio getrokken, maar waarschijnlijk weinig goeds gedaan voor het draagvlak. In die berichten was er sprake van een kanaal met een breedte van 800 m (zie ook hoofdstuk 9).

heette in die rondzingerde plannen de 'Bypass Kampen'. In dit rapport wordt deze catchy benaming ook gebruikt, deze Bypass is het lijdend voorwerp in deze rapportage.



Originele foto: <http://satfoto.dhp.nl>

*Figuur 1.1 Fictieve satellietfoto*

## 1.2 Doel- en vraagstelling

Na berekeningen is gebleken dat de aanleg van een waterafleiding tussen de IJssel en de randmeren een gunstig effect heeft aan de IJsselkant op het waterpeil. Een Bypass lijkt daarom in dit stadium nog niet onzinnig.

De **doelstelling** van dit onderzoek is het bepalen of er in het gebied tussen de IJssel en het Randmeer bovenstrooms (ten zuiden) van Kampen plaats is voor een Bypass. Daarbij wordt de bergingscapaciteit van de randmeren in aanmerking genomen en worden kansrijke routes onderscheiden.

Het idee van een wateromleiding van de IJssel naar de Randmeren werpt vier **vragen** op.

In de eerste plaats moet er een formaat aangegeven worden voor de Bypass om te bepalen wat de ruimtelijke implicatie is van de aanleg ervan.

### I. Als er dan een Bypass wordt aangelegd, hoe breed moet die dan ongeveer zijn?

Het water loopt dan naar de randmeren, het peil zal daardoor stijgen. Dat kan niet zolang doorgaan tot het aanliggende land onderloopt, op een gegeven moment moet het afdalen stoppen. Dat is een beperkende factor in de vraag naar het effect van de Bypass.

### II. Wat is de mogelijkheid van opvang van een hoeveelheid IJsselwater in de Randmeren?

Het gebied tussen de IJssel en de randmeren is niet ingericht voor een afvoerkanaal van de IJssel. De huidige inrichting kan een obstakel zijn voor de Bypassaanleg. Aan de andere kant kan de bestaande inrichting ook faciliterend zijn voor de omleiding.

III. Wat voor (on)mogelijkheden geeft het landschap tussen IJssel en randmeren voor een Bypass en welke kansrijke tracés zijn te onderscheiden?

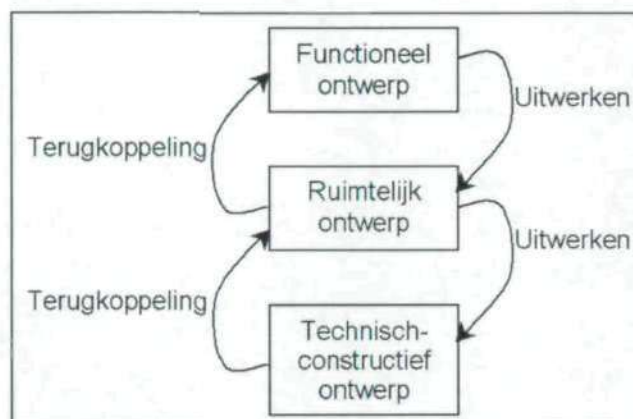
Misschien is er technisch gezien wel een mogelijkheid voor zo'n ontlasting van de IJssel, maar de maatschappij heeft het laatste woord bij dit soort projecten. Er moet draagvlak zijn voor het aanleggen van een Bypass. Er zijn verschillende planvormen er te gebruiken voor dit project, daar is nog niet het laatste woord over gesproken.

IV. Zit de maatschappij op een Bypass te wachten?

### 1.3 Werkwijze en leeswijzer

In de antwoorden van de onderzoeksvragen wordt onder andere voorzien door het ontwerpen van een aantal globale Bypassgroottes.

Het ontwerpen in het algemeen kan in drie fasen onderscheiden worden: in een functioneel ontwerp, een ruimtelijk ontwerp en een technisch-constructief ontwerp, zie figuur 1.2.



Bron: TP 1998

Figuur 1.2 Ontwerpen

Eerst moet de Bypass *functioneel ontworpen* worden. In dit rapport is het functioneel ontwerp verdeeld in vier onderdelen.

Inkadering van de ontwerpogave is van belang voor de helderheid van het onderzoek. De eerste stap die genomen is is daarom de taakstelling. Belangrijk is wat de Bypass wel gaat doen, maar net zo belangrijk is het wat de Bypass niet gaat doen. Inkadering is daarbij ook belangrijk voor de omvang van het onderzoek. De relatie van het functioneren van de Bypass met andere onderzoeken en beleidslijnen is ook uitgezet omdat een ontwerp van deze omvang (of van welke omvang dan ook) niet in het luchtledige gebeurt. Dit is gebeurt in hoofdstuk 3.

Daarna is in hoofdstuk 4 een korte blik geworpen op het plangebied, het landschap waar de Bypass door gaat lopen. In de eerste plaats als introductie, wat is het voor soort gebied en hoe ziet het eruit. Uit de eigenschappen van het plangebied volgen verder parameters voor het Bypassontwerp, namelijk peilverschil en bodemhoogte.

Dan volgen twee technische hoofdstukken. Het feitelijke ontwerpen gebeurt door het concretiseren van het concept van de Bypass in dimensies, in hoofdstuk 5. Er zijn hydraulische berekeningen gemaakt die noodzakelijk zijn voor het bepalen van de ruimtelijke claim van een Bypass. Deze berekeningen zijn schetsmatig van aard. Concreet komt dat erop neer dat uitgezocht wordt hoe breed de Bypass moet worden. De uitkomst van die bewerking is een range van breedtes, omdat het in dit stadium nog niet wenselijk is een detailontwerp te geven.

De Bypass heeft na aanleg effect op de hydrologische situatie van de randmeren. Een beperkende factor voor de grootte van de Bypass is de hoeveelheid peilstijging van de randmeren door de afvoer van IJsselwater. Om dat in beeld te krijgen is in de eerste plaats bepaald wat het directe effect is van een Bypassdebiet op de randmeren. Ten tweede is een langetermijn effect bepaald, voor verschillende stroomregimes van de Bypass. Deze gevoeligheid is geconcretiseerd naar een benodigde kadeverhoging rond de randmeren. Dit is gegeven in hoofdstuk 6.

Dit kanaal moet ingepast worden in het plangebied, dat gebeurt bij het *ruimtelijk ontwerp*. De mogelijkheden en onmogelijkheden van plaatsing van een Bypass in het plangebied, de kansen en

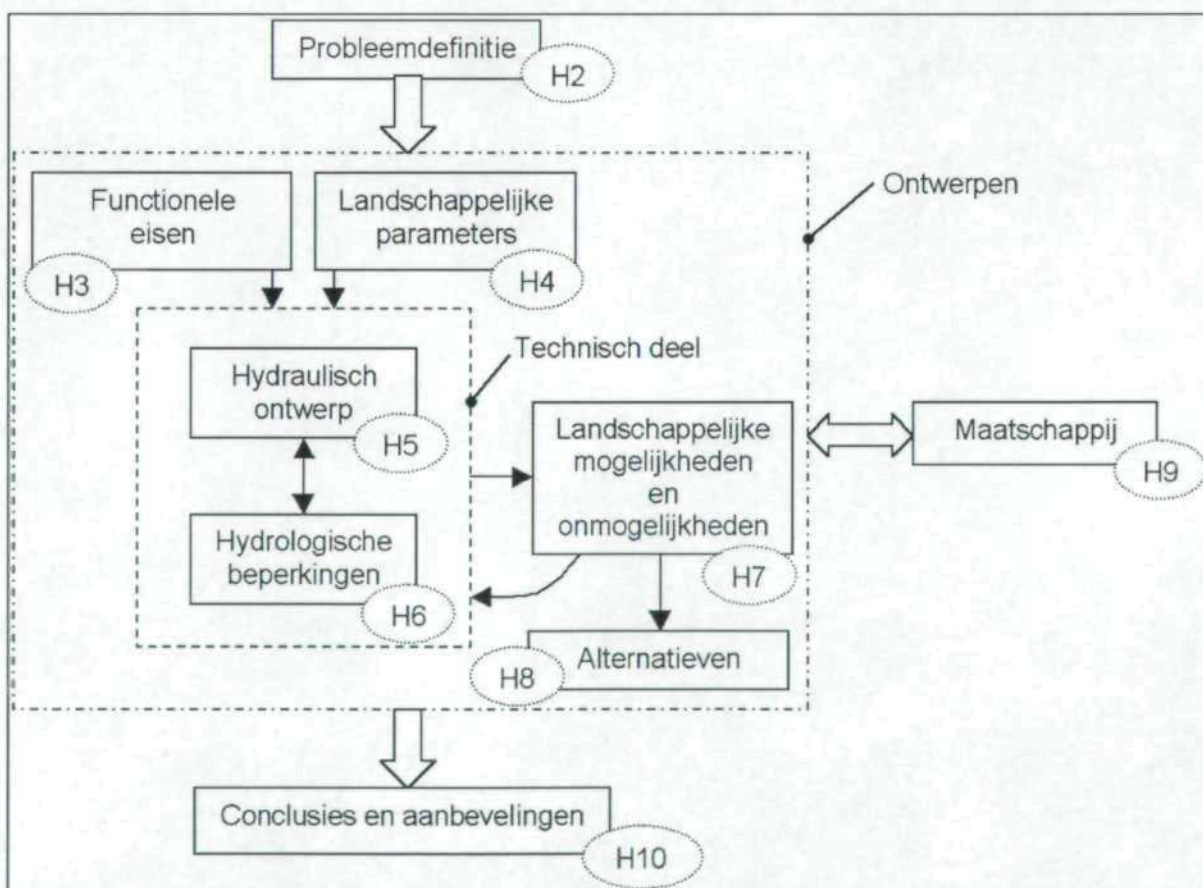
bedreigingen, worden op een schetsmatige manier in kaart gebracht door middel van een bandbreedte die beschikbaar is voor de Bypass. Hiervoor is een toegepaste analyse van het plangebied in hoofdstuk 7 uitgevoerd.

Na analyse van het plangebied zijn er in hoofdstuk 8 tracéalternatieven opgesteld. Het doel is niet om een eindoplossing te geven, maar de gevoeligheid van het gebied voor de ingreep te vertalen naar 'bandbreedtetracés'. Deze bandbreedtes worden vergeleken met de benodigde hydraulische breedtes. Dan zal niet een gedetailleerde afweging aan het eind worden gepresenteerd, maar een globale effectentabel waar sure shots van long shots kunnen worden onderscheiden.

Na een aantal beschouwingen die niet direct met het ontwerp van de Bypass te maken hebben in hoofdstuk 9 worden in hoofdstuk 10 conclusies getrokken en aanbevelingen voor vervolgonderzoek gegeven.

Voor een *technisch - constructief* ontwerp is dit onderzoek nog prematuur. Het verkennende karakter van dit rapport is te weinig een basis daarvoor. Een onderzoek als dit kan niet een optimaal tracé aanleveren, daar is een maatschappelijk debat voor nodig. Omdat het onderzoek naar de Bypass in de context van de maatschappij - met name de situatie in het plangebied - plaatsvindt en bovendien er nog een aantal bezwaren kunnen worden geopperd van nut, noodzaak, gevolgen en planvormen, zullen daar ook nog wat overwegingen over moeten worden geplaatst.

De samenhang tussen de onderzoeksonderdelen is weergegeven in figuur 1.3.



Figuur 1.3 Schema van de samenhang van de verschillende onderzoeksonderdelen

De overwegingen die in dit rapport gepresenteerd worden zullen niet vertaald worden naar *kosten*. Er is voor een andere insteek gekozen, om drie redenen.

In een maatschappelijk debat kunnen kosten goed discussieondersteunend werken. In een setting als dit rapport, met de onzekerheden die er aan de orde zijn, zijn kosten nog niet relevant.

Daarbij komt dat monetaisering helaas vaak de discussie vertroebeld. Dit omdat, als er gekozen wordt voor monetaisering, veel onprijsbare zaken geprijsd worden<sup>4</sup>. Een schijnzekerheid kan daarvan het gevolg zijn.

Een kosten-batenanalyse (verschillende alternatieven vergelijken op het quotiënt kosten/baten) of kosten-kosten analyse (de prijs van de verschillende alternatieven vergelijken) is wel mogelijk, maar vergt een uitgebreider onderzoek.

Om onduidelijkheid te voorkomen is het beter om een monetaisering uit te voeren in een verder gevorderd stadium als er zekerheid is over de wenselijkheid van de Bypass. Het is daarbij beter deze afweging in een breder kader te maken, waarbij de Bypass een onderdeel van het maatregelenpakket is voor de waarborging van de veiligheid in de IJsseldelta.

Een verschil in kosten is natuurlijk wel niet-monetair te maken: als Bypass variant IV twee keer de lengte heeft van Variant I dan kost IV ook ongeveer twee keer het bedrag van I.



*Figuur 1.4 De Zwartedijk bij Kampen*

---

<sup>4</sup>Een cynicus is iemand die overal de prijs en nergens de waarde van kent.' (Oscar Wilde)

## 2 Probleemanalyse

Aan de basis van dit onderzoek ligt een probleem (zie def.). Voor het oplossen van een probleem (of voor het geven van een aanzet daartoe) moet eerst het probleem gedefiniëerd zijn, dat zal in dit hoofdstuk gebeuren. De grote boosdoener is het (versterkte)broeikaseffect, dat wordt hier aangenomen. Het lijkt erop dat door dat effect de afvoeren van de rivieren in de toekomst gaan veranderen, dit is het uitgangspunt van deze analyse. Daarop wordt door de watermanagers in Nederland geanticipeerd met beleid en -daaruit voortvloeiend- projecten.

Bij de wet wordt het verwachte effect van het versterkte broeikasproces vastgelegd. Er wordt een grotere afvoer van de Rijn verwacht, en de afvoer verhoging van de Rijn veroorzaakt rechtlijnig een afvoer verhoging van de IJssel. Dit heeft zijn weerslag op de situatie bij Kampen. De veiligheid tegen overstromen wordt in Nederland door de rijksoverheid geregeld, aan de hand van verwachte ontwikkelingen in de afvoer van de rivieren.

De veiligheid vindt zijn invulling in een opgelegde ontwerphoogte van de waterkeringen. Het doel van de Bypass zal dan zijn het voorkomen van een van overheidswege gestipuleerde dijkverhoging. Met de planning van de veiligheid tegen overstromingen in het achterhoofd is de Bypass een strategisch plan op rijksniveau, waarbij het eerste oogmerk meningsvorming is.

Ten slotte is inzichtelijk gemaakt wat het effect zal zijn van een Bypass aan de hand van eerder onderzoek.

### 2.1 Het veranderende klimaat

De laatste jaren is er een besef gekomen dat het klimaat op aarde verandert. Metingen wijzen in de richting van opwarming van de aarde. De uitkomst van dit complexe proces is niet zeker. De mogelijkheid bestaat dat de opwarming van de aarde tot stilstand komt, dat het misschien weer kouder kan worden of dat de opwarming sneller zal gaan. Over het algemeen wordt dat proces het versterkte broeikas effect genoemd. Die benaming duidt al aan dat het de verwachting is dat het warmer gaat worden. Hoeveel het warmer gaat worden is de vraag. Er wordt wel vanuit gegaan dat het steeds sneller warm zal gaan worden. Daar acht de mens zichzelf grotendeels aansprakelijk voor.

In de waterhuishouding van Nederland en meer landen is het broeikas effect een gegeven dat de komende tijd op de agenda zal staan. Er zal hier niet verder op ingegaan worden, de onderliggende aanname voor dit rapport is dat er een broeikas effect is en dat de opwarming steeds sneller zal gaan. Het broeikas effect heeft gevolgen voor de zee en voor de afwatering van het land. De zeespiegel zal stijgen, de vraag is alleen hoe hard.

Deze hogere zeespiegel heeft in de eerste plaats gevolgen voor de veiligheid van het land, vooral in Nederland en andere laaggelegen gebieden. Er zal meer moeite gedaan moeten worden om het water buiten de deur te houden. Ook voor de waterhuishouding van het land heeft de zeespiegelstijging gevolgen. De afwatering die plaats vindt vanaf het land, al dan niet gemechaniseerd (door bijvoorbeeld gemalen), zal moeizamer gaan. Hierdoor kan het zo zijn dat er minder, soms geen, water geloosd kan worden in de zee waardoor er problemen op het land op zullen treden. Zie tabel 2.1 voor wat getallen.

SCENARIO*	NOORDZEE	IJSSELMEER
1°	20	0
2°	65	30
4°	110	80

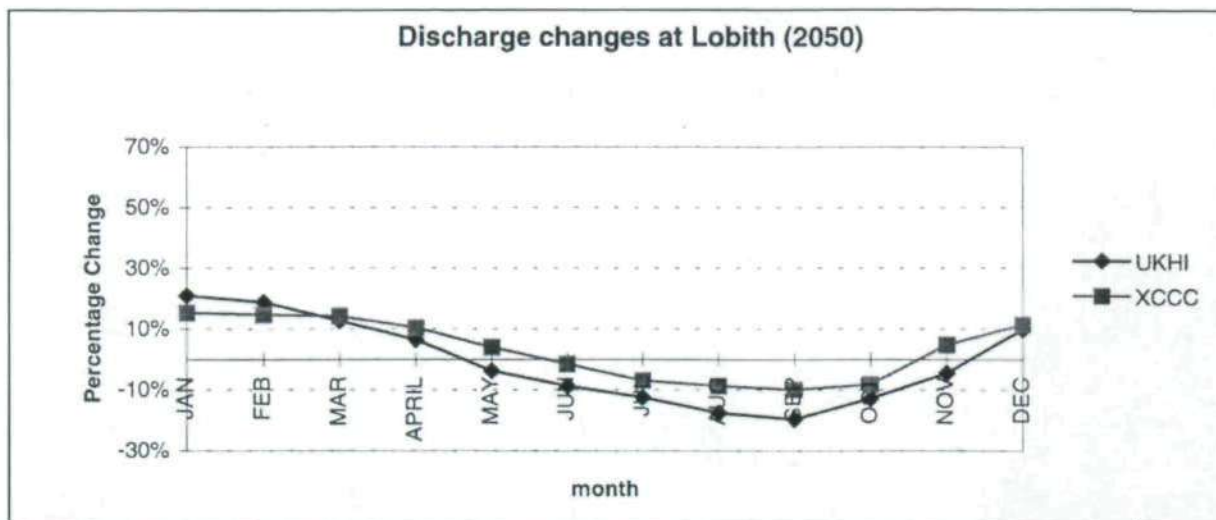
\*) De situatie in 2100 met 1°, 2° en 4° temperatuurstijging.

Bron: RDIJ 1999

Tabel 2.1 Stijging van de gemiddelde waterspiegel in cm door het broeikas effect.

Daar komt nog bij dat de hydrologie van het land zal wijzigen door klimaatsveranderingen. Algemeen is het de verwachting dat de rivier de Rijn in tijden van weinig afvoer minder af gaat voeren en in tijden van veel afvoer, meer.

De peilmetingen van de afgelopen 100 jaar geven een trendmatige verandering weer. Dit peilverloop is naar de toekomstige situatie vertaald met behulp van klimaatscenario's. Voor de Rijn is de afvoer in de toekomst gegeven in figuur 2.1. Hiervoor zijn twee klimaatscenario's gebruikt: UKHI en XCCC. Er zal verder niet op die scenario's, of op scenario's in het algemeen, ingegaan worden. Waar het om gaat is dat de beide scenario's grofweg dezelfde trends vertonen.



Bron: CHR 1997

*Figuur 2.1 Maandelijks afvoerandering van de Rijn met twee klimaatscenario's bij Lobith.*

Een kanttekening hierbij is dat de afvoer van de rivieren nog niet volledig in kaart is gebracht. De statistiek van de rivierafvoer wordt steeds verder verfijnd. Het feit dat de oude statistiek niet meer voldoet kan er ook op wijzen dat deze niet goed de werkelijkheid representeerde. De conclusie blijft evenwel dat er in de toekomst grotere peilamplitudes voor zullen komen dan tot dusver aangenomen.

Een effect dat nog niet genoemd is, is de *bodemdaling*. Een groot deel van Nederland zakt. Dit heeft ook consequenties voor de afvoer vanaf het land, zeker als daarbij de aanzanding van de rivierbeddingen nog wordt verdisconteerd.

Deze ontwikkelingen maken aannemelijk dat er veel veranderen gaat in de waterhuishouding van Nederland. Dit geeft de Nederlandse overheid een taakstelling voor het waarborgen van de veiligheid. Die waarborging wordt bereikt met waterbeheersing. Met waterbeheersing moeten de veranderingen die ontstaan, opgevangen worden. De problematiek die aanleiding is voor dit rapport is de verhoogde rivierafvoer.

## 2.2 Planning van de veiligheid

Het watermanagement in Nederland vindt plaats in verschillende bestuurslagen. Voor het beleid op stroomgebiedniveau (een schaalgrootte die van toepassing is bij de veiligheid rondom de Rijn), moet er op internationaal niveau samengewerkt worden. Dit wordt ook gedaan, in 2000 treedt de Europese 'kaderrichtlijn water' in werking. Deze richtlijn gaat over waterkwaliteit, bescherming en duurzaam gebruik en het tegengaan van droogtes en overstromingen. Doelstelling is integraal waterbeheer. De doelstelling komt in de richtlijn echter niet goed uit de verf, in tegenstelling tot het kwaliteitsbeheer waarvoor en wel concrete afspraken gelden (V en W 2000b). Het waterkwantiteitsbeheer lijkt daarom vooral een nationale aangelegenheid. Dit staat niet in de weg dat er door een internationaal gezelschap op wetenschappelijke basis wordt gedacht over het waterbeheer van de grensoverschrijdende rivieren. De Commission internationale de l'Hydrologie du bassin du Rhin (CHR/KHR/IRC<sup>5</sup>) is zo'n samenwerkingsverband.

De richtinggevende notitie voor het water in Nederland is de Vierde Nota Waterhuishouding (NW4) van het Ministerie van Verkeer en Waterstaat. Daarnaast zijn er ook andere nota's die te maken hebben met het waterbeheer, zoals de nota's Ruimtelijke Ordening of het Nationaal Milieubeleidsplan.

In de planning van de waterkeringen bepaald de rijksoverheid de randvoorwaarden. NW4 is een facetnota waarin ook aangegeven is hoe het verder moet met de waterkering. Daarnaast geeft de wet op de waterkering aan in welke mate bepaalde gebieden beveiligd moeten zijn tegen water. Beleid op een lager niveau moet daarmee overeenstemmen. De waterschappen hebben een uitvoerende functie, bijna alle primaire waterkeringen die een dijkkringgebied omsluiten zijn in beheer bij, en worden

<sup>5</sup> Internationale Kommission für die Hydrologie des Rheingebietes/International Rhine Committee: één organisatie.

onderhouden door waterschappen. De provincies houden toezicht op de waterschappen en de gemeenten moeten in hun bestemmingsplannen de waterkeringen inpassen (TAW 1998).

Op rijksniveau kan er, in navolging van bijvoorbeeld Niekerk (2000), onderscheid gemaakt worden in drie soorten plannen:

- strategisch;
- ruimtelijk en
- operationeel.

*Strategisch* is de NW4 van groot belang; daarin wordt het beleid bepaald. Ook de gewenste veiligheid in de Wet op de waterkering heeft een strategisch karakter.

*Ruimtelijke plannen* geven invulling aan de strategisch vastgelegde wensen en eisen. In de ruimtelijke plannen is een verloop te constateren naar schaalgrootte. Het is hier nuttig drie schaalniveaus te onderscheiden: landelijk, stroomgebiedelijk en lokaal.

De veiligheid die in alle bedijkte gebieden vanuit de Wet op de waterkering verlangd wordt, krijgt een invulling in de vorm van een ontwerphoogte in het Randvoorwaardenboek (DWW/RIKZ/RIZA 1996). Het Randvoorwaardenboek beslaat heel Nederland.

Om de doelstellingen van de Nota waterhuishouding te kunnen realiseren voor de waterkering bij de grote rivieren wordt er onderzoek uitgevoerd. Bij de onderzoeken voor de veiligheid tegen overstromingen is de Rijkswaterstaat, als onderdeel van het Ministerie van Verkeer en Waterstaat, de aangewezen partij. Onder andere zijn de projecten Integrale Verkenning inrichting Rijntakken (IVR)<sup>6</sup>, en Ruimte Voor de Rijntakken (RvR)<sup>7</sup> uitgevoerd of in uitvoering voor het bepalen van de beste manier om de gekozen beleidslijn voor de veiligheid te verwezenlijken. Bij deze projecten is de schaalgrootte een stroomgebied (binnen Nederland)

Het onderzoek naar de Bypass richt zich tenslotte op een specifieke lokatie in een bepaald stroomgebied (in casu de IJsselmonding).

De *uitvoering* van de plannen van het ruimtelijke niveau gebeurt hoogstwaarschijnlijk via de rijksprojectenprocedure (zie ook paragraaf 9.4).

	STRATEGISCH	RUIMTELIJK	OPERATIONEEL
Functie	referentiekader lagere niveaus	referentiekader operationeel niveau	hogere niveaus zijn richtinggevend
Inhoud	doelstellingen, richtlijnen, randvoorwaarden, normen, etc.	ruimtelijke keuzes (locatiekeuzes, tracékeuzes)	uitvoeringsgerichte maatregelen
Voorbeeld bij veiligheid tegen overstromingen	NW4, Wet op de waterkering	Randvoorwaardenboek, IVR, RvR, Bypass	rijksprojectenprocedure per project

Bron: Niekerk 2000

Tabel 2.2 Strategische, ruimtelijke en operationele plannen voor het waterkeren op rijksniveau

De landelijke planning van waterkeren ligt ten grondslag aan dit onderzoek. Het kader van deze rapportage het Politiek-bestuurlijke deelproces van de planologie (Voogd 1995). Dit deelproces is in drie onderdelen te splitsen: meningsvorming, overleg/onderhandelen en ten slotte besluitvorming. Deze componenten zijn volgtijdelijk op te vatten.

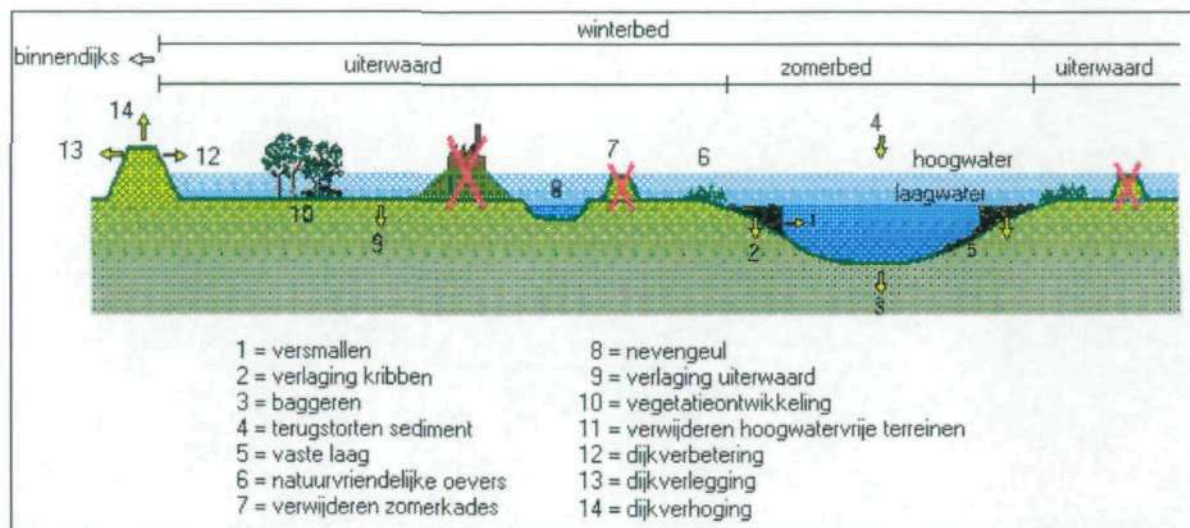
De ruimtelijke plannen uit tabel 2.2 vallen in de component meningsvorming. Naar aanleiding van de resultaten van de verschillende projecten kan de overheid met de betrokken partijen gaan overleggen over de te nemen acties in de toekomst. Dit overleg is bedoeld plaats te vinden in de operationele fase (zie paragraaf 9.5), waarna er besluiten genomen worden en de uitvoering kan beginnen.

<sup>6</sup> Voor het stroomgebied van de Rijntakken in Nederland.

<sup>7</sup> Voor de bovenrivieren: de Nederrijn ongeveer tot en met Culemborg, de Waal tot Zaltbommel en de Maas tot en met Den Bosch. Vanaf die punten stroomafwaarts zijn maatregelen bepaald in het project Integrale Verkenning Benedenrivieren (IVB).

### 2.3 Maatgevend Hoog Water

In de NW4 wordt gekozen voor het maken van meer ruimte voor de rivieren. Waar in Nederland en andere landen in het verleden de rivieren steeds meer opgesloten werden in hun stroombed wordt nu het domein van de rivieren vergroot. Het was altijd al zo dat de rivier door twee dijken omsloten werd: een zomer- en winterdijk. In geval van veel afvoer krijgt de rivier dan meer ruimte. Toch blijkt dat niet genoeg te zijn en moet het afvoersysteem van de rivieren veerkrachtiger (zie def.) worden. De verschillende maatregelen die mogelijk zijn worden in figuur 2.2 aangegeven.



Bron: RIZA 1996

Figuur 2.2 Overzicht van de rivierkundige maatregelen.

In de IVR is bepaald wat de effecten zijn van deze ingrepen. Zie voor het studiegebied van IVR, de Rijntakken, figuur 2.3.



Bron: RIZA 1996

Figuur 2.3 De Rijntakken

Het doel van de rivierkundige maatregelen is het handhaven van de veiligheid. Veiligheid is nooit absoluut en de mate van veiligheid tegen overstromingen wordt voor het grootste gedeelte van Nederland bij de wet bepaald, de Wet op de waterkering.

De hoogte van dijken die een stuk land omsluiten wordt bepaald met behulp van een maatgevend peil. Dit peil, behorend bij het Maatgevend Hoog Water (MHW, zie def.) is de invulling van de veiligheidsnorm zoals die in de wet gegeven is in het Randvoorwaardenboek.

De MHW verandert als de afvoer van de Rijn verandert. De hoogte van het MHW is gegeven met een kans per jaar. De MHW bij Kampen is bepaald op een frequentie van 1/2000, deze geldt voor het IJsselmeer (tot aan Hattem). Voor de afvoer van de IJssel geldt de norm van 1/1250. Voor de IJsseldelta is de MHW bepaald aan de hand van een Rijnafvoer bij Lobith van 15.460 m<sup>3</sup>/s. Het debiet door de IJssel is daarbij 2465 m<sup>3</sup>/s (DWW/RIKZ/RIZA 1996). De afvoer wordt bepaald aan de hand van gemeten peilen bij de instroom van de Rijn bij Lobith. Het optredende peil is een functie van het debiet en de doorsnede van de watergang. Met het 'Deltaplan grote rivieren' worden de dijken op de juiste hoogte gebracht, dit moet in 2000 afgerond zijn (NW4).



Bron: TAW 1998

Figuur 2.4 Deterministische bepaling van de kruinhoogte van een dijk

Aan het eind van de vorige eeuw zijn er een aantal natte jaren geweest, waarbij zich een hoge afvoer voordeed in de Rijn (met name 1993 en 1995). De MHW komt hoger uit als die afvoer meegenomen wordt in de berekening. In 2001 zal conform de 'Wet op de waterkering' een nieuwe MHW bepaald worden. Vermoedelijk zal dan de maatgevende afvoer 16.000 m<sup>3</sup>/s bedragen.

Bij het bepalen van maatregelen voor het handhaven van het juiste veiligheidsniveau wordt in RvR uitgegaan van de maatgevende afvoer van 16.000 m<sup>3</sup>/s, maar ook van een nog hogere afvoer, namelijk 18.000 m<sup>3</sup>/s.

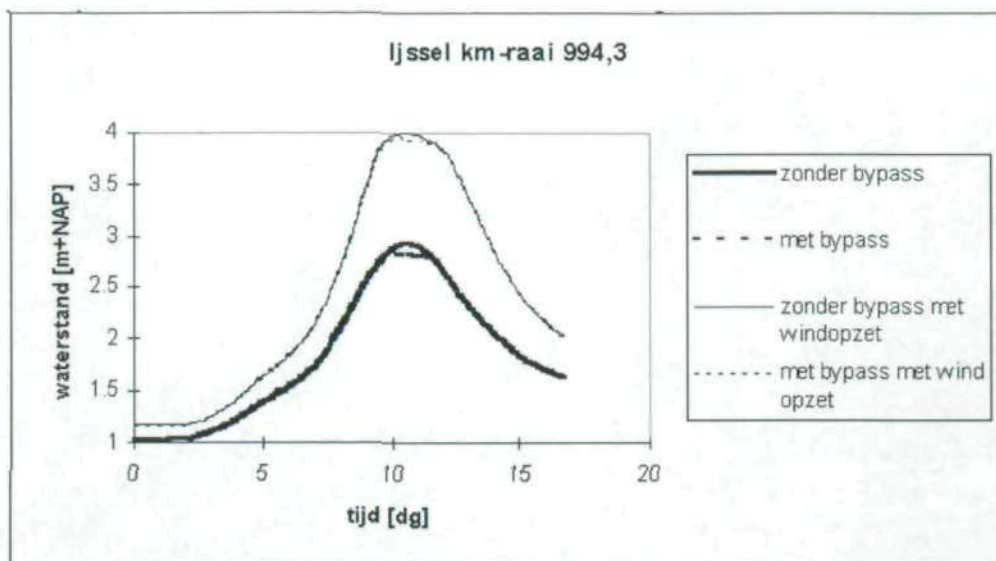
De afvoer van de Rijn wordt verdeeld over de verschillende Rijntakken na het passeren van de Nederlandse grens. De verdeling is als in tabel 2.2.

Riviertak	Debiet (m <sup>3</sup> /s)	Procentueel
Bovenrijn	15.000	100
<b>bij Pannerdense Kop:</b>		
naar Waal	9.550	64
naar Pannerdens Kanaal	5.450	36
<b>bij IJsselkop:</b>		(binnen die 36 %)
naar Nederrijn-Lek	3.150	21
naar IJssel	2.300	15

Bron: V en W 2000

Tabel 2.3 Huidige watervverdeling over de Rijntakken bij hoge afvoer.

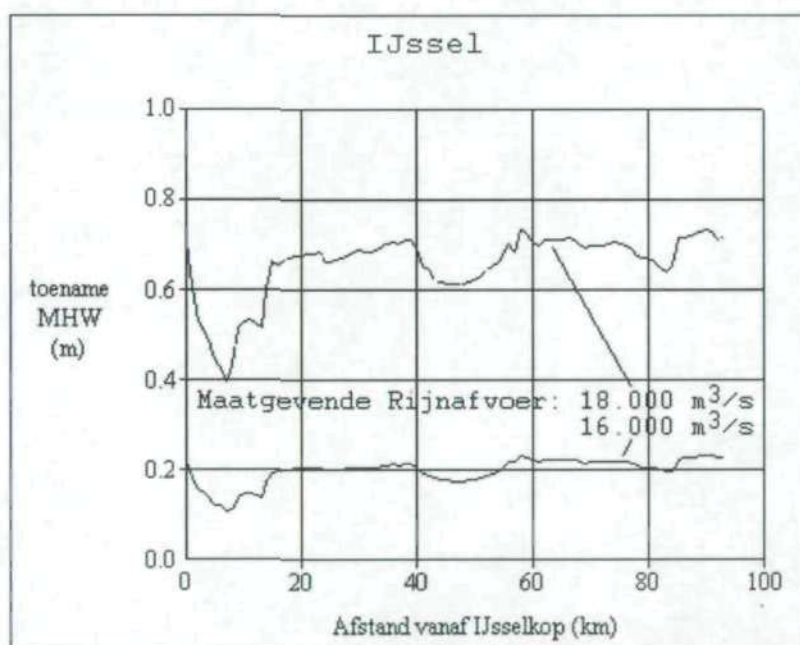
In geval van extreme afvoer komt er een hoogwatergolf bij Lobith het land binnen. Deze golf zal zich ook voortplanten op de IJssel. Zie hiervoor figuur 2.5.



Bron: Sieben 1999b

Figuur 2.5 Een hoogwatergolf bij Kampen met het effect van een Bypass

Door de verwachte hogere afvoer bij Lobith zal de MHW bij Kampen ook verhogen. In figuur 2.6 is een indicatie gegeven van de mate waarin het peil hoger zal worden op de IJssel.



Bron: RIZA 1996

Figuur 2.6 Indicatieve toename van de maatgevende hoogwaterstanden.

Het hoger worden van de MHW is een probleem omdat dat reden is voor dijkverhoging. Volgens de Vierde Nota Waterhuishouding is dijkversterking het sluitstuk van de hoogwaterbescherming. De oplossing voor dit probleem is het vinden van andere wegen voor het water, waarbij het debiet van de IJssel toe kan nemen zonder dat de MHW toeneemt. Daardoor is onder andere dit onderzoek gestart naar de Bypass.

## 2.4 Het effect van een Bypass

De IJssel bij Kampen is een overgangsgebied van een meergebied naar een riviergebied. De afvoer door de IJssel veroorzaakt een peilverloop, maar ook het Ketelmeer waar de IJssel in uitmondt heeft invloed. Bij extreme opwaaiing is tot in Olst peilverhoging te constateren (mondelijke mededeling R. Westphal, hydroloog bij WSH).

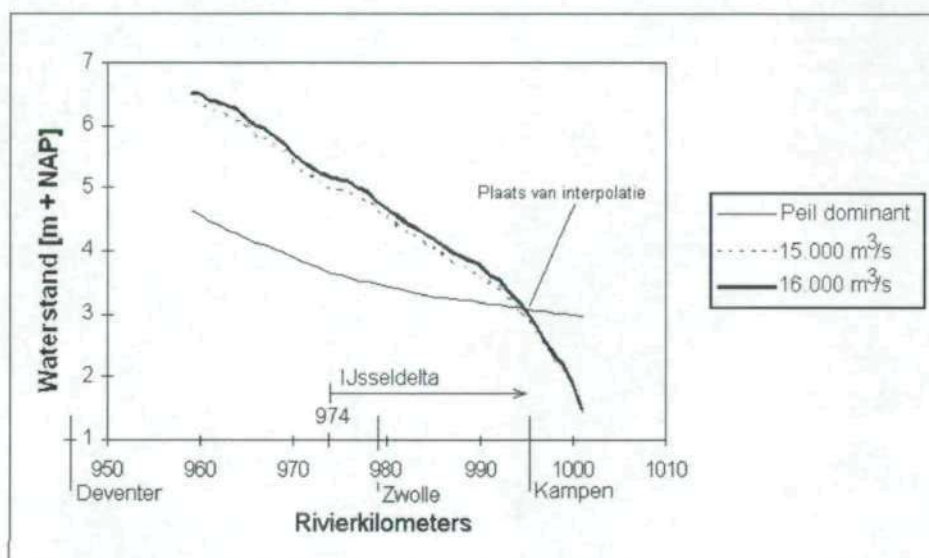
Er zijn drie hoogwaterscenario's denkbaar voor Kampen:

1. de IJssel heeft een extreme afvoer (afvoergedomineerd, zie def.);
2. er is veel opwaaiing vanuit het IJsselmeer door een NW-storm (peilgedomineerd, zie def.);
3. een combinatie van beide (MHW zie def.).

Scenario 1 en 2 hebben beide een eigen frequentieverdeling, waardoor combinatie van beide een lastige zaak is. De MHW die bij Kampen geldt is zo'n combinatie.

De MHW is de waterstand die optreedt door extreme afvoeren, gecombineerd met de waterstand door een extreem IJsselmeerpeil. Zie ook figuur 2.7; de lijn 2,95 m +NAP is het peilverloop bij een dominant meerpeil. De lijnen 15.000 en 16.000 geven het peilverloop als bij Lobith een gelijke hoeveelheid water het land binnen komt. Dit is scenario 1. Bij een afvoerdominante situatie stelt zich een 'bol' verloop van het IJsselpeil in en bij een peilgedomineerde situatie een 'hol' verloop. Het MHW is gegeven aan de hand van de rivierkilometers (zie def.).

De afvoergedomineerde peilverlopen van 15.000 en 16.000 m<sup>3</sup>/s bij Lobith worden met het peilgedomineerde hoogwaterpeil verbonden door een interpolatie ter plaatse van het punt waar de twee lijnen elkaar kruisen. Hierdoor is de MHW meer dan een omhullende van beide extremen.

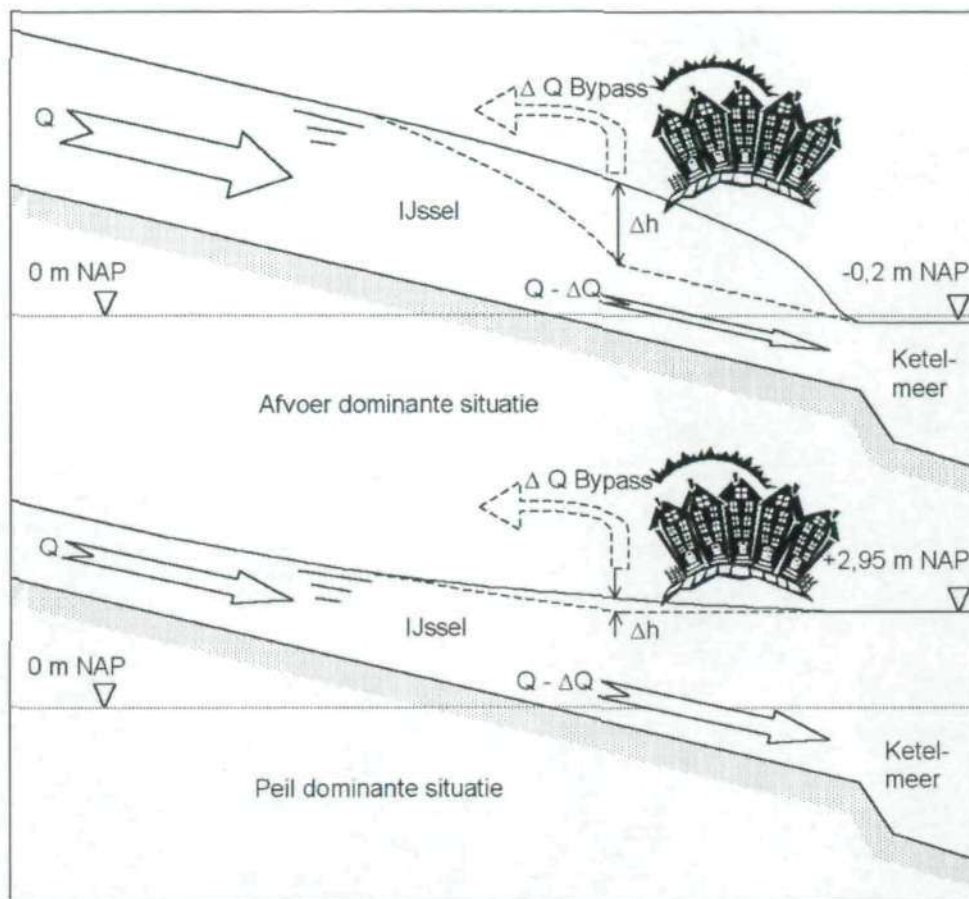


Bron: Sieben 1999b

Figuur 2.7 MHW bij Kampen

Het gevolg van de complexe situatie bij Kampen voor het onderzoek is dat het effect van de Bypass op het IJsselpeil moeilijk is vast te stellen. Als de Bypass water doorlaat op het moment van scenario 1 dan is het effect groot. Een Bypass afvoer tijdens rampscenario 2 geeft veel minder peilverlaging. Dit geldt ook voor het effect van een Bypass debiet tijdens scenario 3, zie ook figuur 2.8. In figuur 2.8 zijn de MHW-lijn voor de afvoergedomineerde en peilgedomineerde situatie gegeven met daarbij schetsmatig de peilverlaging ( $\Delta h$ ) die met het afvoeren van een gedeelte van het IJsseldebiet ( $\Delta Q$ ) verkregen wordt. Bij hetzelfde Bypassdebiet is de peilverlaging groter als het een afvoergedomineerd hoogwater is. Het effect van een Bypass is dus het grootst als er alleen sprake is van een extreme afvoer vanaf de IJssel.

In de Vijfde Nota over de ruimtelijke ordening zal aandacht geschonken worden aan het probleem van wateroverlast. Er zijn vanuit het Ministerie van Verkeer en Waterstaat een aantal ruimtelijke reserveringen voorgesteld voor het opvangen van extreme debieten van de rivieren. (Min. V en W 2000a) Naast de Bypass zijn dat onder andere ook de Overloopgebieden (of Calamiteitenpolders) in de Betuwe. Deze reservering is mede voorgesteld op basis van onderzoek van WL|Delft Hydraulics, het rapport 'Stedelijke Knelpunten' (RIZA/WL1999). Zie ook de kaartenbijlage. Daarin is onder andere een begin gemaakt met het onderzoek naar effectiviteit van een Bypass bij Kampen. De nadruk lag daar vooral op het effect voor de IJssel. Ook in een interne notitie van het RIZA is het effect geanalyseerd met een ééndimensionaal en tweedimensionaal rekenmodel (Sieben 1999b), zie figuur 2.5. Een Bypass die 150 m<sup>3</sup>/s kan vervoeren heeft 6 cm (maatgevend meerpeil) tot 16 cm (maatgevende afvoer) peilverlagend effect bij Kampen, een Bypass met een capaciteit van 250 m<sup>3</sup>/s heeft 9 cm (maatgevend meerpeil) tot 20 cm (maatgevende afvoer) effect.



Figuur 2.8 Het effect van de Bypass bij een peil- en afvoergedomineerde situatie (niet op schaal).

In het plangebied is al ervaring met het fenomeen overlaat. Polder Dronten heeft lang gefunctioneerd als overloopgebied, met alle gevolgen van dien (zie ook de gebiedsanalyse). Ook landelijk zijn er meerdere overlaten in functie geweest. Langzamerhand zijn deze uit de gratie geraakt. Dit komt naast het feit dat mensen liever geen natte voeten hebben (als daar niet om gevraagd wordt) doordat afvoeropvang bij hoge peilen moeilijk is. Het tijdstip waarop er met overlaten gestart moet worden voor het meeste effect, zonder dat er te veel water de polder of het meer instroomt is moeilijk te voorspellen.

### 3 Functionele eisen

In dit hoofdstuk is de ontwerp-opgave voor het functioneel ontwerp afgebakend om aan de hand daarvan (in hoofdstuk 5) de ruimtelijke claim van de Bypass vast te kunnen stellen.

Vastgesteld is wat de functies van de Bypass zullen worden. Dit is in de eerste plaats een hydraulische eis, hoeveel water moet er vervoerd worden voor de veiligheid van Kampen<sup>8</sup>. Uit de veranderingen die in het beleid op stapel staan, zoals aangegeven is in het vorige hoofdstuk, volgt de taakstelling die voor de Bypass gebruikt wordt. Daarbij is het de vraag, naast de functie veiligheid, welke functies de Bypass kan gaan vervullen. Om dat af te kaarten is in paragraaf 3.1 een korte afweging uiteengezet.

Ook bij de in- en uitlaat van de Bypass is er sprake van een ruimtelijke claim als daar een 'kunstwerkloze' constructie -een overlaat- wordt gerealiseerd. Een reden om daar ook bij stil te staan. Een aantal kanttekeningen zijn er ten slotte te maken bij dit onderzoek in het licht van andere effecten op de waterstanden in de IJssel en op de randmeren. Deze zijn gegeven met de reden waarom daar geen rekening mee is gehouden.

#### 3.1 Taakstelling van de Bypass

De eerste functie van de Bypass is natuurlijk de veiligheid. Dit is de enige functie waar de Bypass voor ontworpen wordt. De andere mogelijke functies die de Bypass toegedicht kunnen worden zijn additioneel. De functie van veiligheid prevaleert altijd boven de additionele. Met andere woorden: de inrichting van de Bypass is in de eerste plaats gericht op de afvoer van een calamiteuze hoeveelheid water.

Als na het uitvoeren van het Deltaplan Grote Rivieren de dijken op de hoogte van 15.000 m<sup>3</sup>/s bij Lobith aangelegd zijn, dan zou bij een hogere afvoer de dijken ook moeten worden opgehoogd. Een doelstelling van het project Ruimte voor Rijntakken is dat de verhoogde rijnafvoer kan worden verwerkt door de rivieren zonder de dijken verder op te hogen. De verschillende maatregelen die ingezet kunnen worden zijn eerder gegeven (zie figuur 1.2). Het *ontwerpdebiet* van de Bypass is gerelateerd aan de verwachte debietverhoging. Er is vanuit gegaan dat die afvoerhoging door de Bypass afgevoerd moet worden zodat de peilen bij Kampen niet hoger zullen worden dan nu.

Gegeven is de voorziene afvoerhoging bij de veiligheidsnorm 1/2000 van 1000 tot 3000 m<sup>3</sup>/s voor de Bovenrijn. Verder dat de IJssel daarvan 15% voor zijn rekening<sup>9</sup> neemt. Dan moet voor de huidige verdeling de Bypass 150-450 m<sup>3</sup>/s water af kunnen voeren. Deze hoeveelheid water kan op verschillende manieren 'gemanaged' worden, niet alleen de Bypass is zaligmakend voor de IJsseldelta. In dit rapport wordt alleen gekeken naar de functie van een Bypass. Het feit dat er meerdere oplossingen zijn, welke en hoe effectief die zijn wordt geacht in andere onderzoeken te worden geanalyseerd.

Niets staat de ontwerpers in de weg om meer *functies*, naast veiligheid, toe te kennen aan de nieuwe waterpartij. Dit zijn beslissingen die aan de ene kant volgen uit de specifieke ligging van de uiteindelijke Bypass, een bepaalde locatie kan aanleiding geven tot een bepaalde functie. Aan de andere kant kunnen er nu ook al keuzes gemaakt worden aangaande functies. Voor het plangebied zijn de volgende *maatschappelijke belangen* het grootst (DON 1999; 31):

- landbouw;
- natuur;
- landschap & cultuurhistorie;
- wonen & werken;
- recreatie;
- scheepvaart;
- grondwater binnendijs;
- grondverwerking en
- kosten.

<sup>8</sup> Als, natuurlijk fictief, de Bypass de enige oplossing voor Kampen is.

<sup>9</sup> De IJssel voert 11 - 15 % van het Rijnwater af; 11% bij erg lage en 15 % bij extreme afvoer. Doorgaans is het IJssel-aandeel 14 % (RIKZ, 1996).

Voor het plangebied volgen daaruit, meer specifiek, de volgende functies.

- landbouw;
- wonen en werken;
- natuur en recreatie;
- scheepvaart.

De functie landbouw is in principe mogelijk bij een Bypass met meervoudig ruimtegebruik. Er kan een oplossing gezocht worden waarbij er ook bijvoorbeeld vee kan grazen in de droge bedding van de Bypass. Er moet dan wel een droge bedding aanwezig zijn, een permanent stromende Bypass geeft geen mogelijkheid voor landbouwgebruik. De situatie kan dan vergeleken worden met de uiterwaarden van de rivieren. Er kan dan een overeenkomst met de huidige eigenaar gesloten worden voor beheer en onderhoud. De mogelijkheid van een landbouwfunctie heeft ook te maken met het stroomregime: zie daarvoor ook de rest van deze paragraaf. Het ligt minder voor de hand akkerbouw toe te passen in de bedding van de Bypass. Dit omdat het gewas in de eerste plaats weerstand geeft bij stromend water, waardoor de Bypass niet naar behoren zou kunnen functioneren mocht er een calamiteuze situatie optreden terwijl er nog gewas op het land staat. Ten tweede is, in geval van maatgevende omstandigheden, er de mogelijkheid vee in grote haast uit het stroomgebied te verwijderen want de komst van een hoogwatergolf is van tevoren bekend. Door landbouw toe te passen in de Bypass loopt de agrariër dus een groter risico de opbrengst te verliezen. Als laatste kan opgemerkt worden dat akkerbouw ecologische ontwikkeling meer in de weg staat dan veeteelt omdat landbouw per definitie streeft naar monofunctionele flora<sup>10</sup>. Over veeteelt in de Bypass wordt ook een opmerking gemaakt bij de functie natuur en recreatie.

Natuur en recreatie kan ook binnen meervoudig ruimtegebruik gefaciliteerd worden. Als er naast de functie veiligheid plaats is voor natuurontwikkeling of recreatie, dan mag die kans niet terzijde geschoven worden, maar er mogen geen hydraulische belemmeringen opgeworpen worden. Recreatie is in dit rapport met name natuurgebonden recreatie. Hier worden deze twee daarom samengenomen onder de noemer natuur.

Aanleg van bossen in het stroomgebied van de Bypass is hoogst discutabel. In een later stadium kan per alternatief gezocht worden naar de meest passende vorm van ecologische en recreatieve meerwaarde. In dit stadium kan er het volgende over de ecologisch ontwikkeling van de Bypass gezegd worden, aan de hand van Burg (1996). Zij heeft aangegeven wat sturende factoren zijn voor de ontwikkeling voor ecologisch aantrekkelijke flora ontwikkeling in strangen<sup>11</sup> en nevengeulen. De volgende factoren werden genoemd.

- Abiotisch
  - Inundatie:
    - frequentie;
    - duur;
    - waterhoogte;
    - sedimentatie;
    - erosie.
  - Stroming.
  - Golfslag.
- Biogeen
  - Begrazing.
  - Beschikbaarheid zaden.
- Antropogeen
  - Water- en bodemvervuiling.
  - Golfslag door scheepvaart.
  - Versnippering van het areaal.

Vier opmerkingen zijn hier op zijn plaats naar aanleiding van deze opsomming. De frequentie van inundatie, ten eerste, heeft een negatieve correlatie met de soortenrijkdom van de flora. Ten tweede levert extensieve begrazing (dit is ook van belang voor de toe te laten vorm van landbouw) een gedifferentieerd terrein met afwisselende structuur. Dit is hier wenselijk. Ten derde is vervuiling in de

<sup>10</sup> Aanname van de auteur: ecologisch verantwoorde natuurontwikkeling streeft naar een zo groot mogelijke soortenrijkdom.

<sup>11</sup> Een aangekoppelde strang is een nagenoeg permanent met de rivier verbonden geul, inclusief de aangrenzende oeverzone en stranden. Met een beetje goede wil kan een Bypass als een strang worden gezien. (Burg, 1996)

vorm van te hoge zoutconcentratie (saliniteit) een beperkende factor bij de groei van moeras- en ruigtekruiden. Als laatste opmerking, ook over waterkwaliteit, geldt dat eutroof water soortenarme flora oplevert, vooral de brandnetel en wilg gedijen daar goed bij. Wat de laatste twee opmerkingen betreft: de Rijn (en daarom de IJssel) laten nog te hoge waarden zien wat betreft zoutconcentratie en nutriënten (zie ook figuur 6.5). Dit beperkt dus de mogelijkheden van het ontstaan van een ecologisch waardevolle Bypass.

Voor de ecologische ontwikkeling kan in dit stadium daarom gesteld worden dat een af en toe stromende Bypass (in verband met inundatiefrequentie en vervuiling) met extensieve begrazing van de uiterwaarden van het stroomprofiel positief uit kan werken.

Wonen en werken in de buurt van water is tegenwoordig populair, water in de stad is een stedenbouwkundige topic. Of deze extra functie van de Bypass van toepassing is hangt af van de bouwplannen in het Bypassgebied. Als dat zo is, lijkt het verstandig de bouwplannen te integreren met het ontwerp van de Bypass. Daarbij geldt ook dat hydraulische belemmeringen in het stroomgebied uit den boze zijn.

Toewijzing van de eerste drie functies zijn per alternatief te bepalen in een later stadium en de mate van toepassingsmogelijkheden is verderop in het rapport schetsmatig als beoordelingscriterium gebruikt. In het paradigma van meervoudig ruimtegebruik is het wenselijk zoveel mogelijk te zoeken naar een combinatie van de veiligheidsfunctie met de hierboven genoemde functies. Eén uitzondering wordt daarop gemaakt, voor de scheepvaart. Toekennen van een scheepvaartfunctie vraagt om een digitale principekeuze<sup>12</sup> die in dit stadium gemaakt moet worden. Dit is noodzakelijk omdat het toekennen aan de Bypass van een scheepvaartfunctie zijn weerslag heeft op het ontwerp. Beroepsvaart vraagt een grotere diepgang dan toegepast wordt bij een beroepsvaartloze Bypass. Hierbij is er onderscheid tussen de beroepsvaart en de recreatievaart. Voor recreatievaart gelden ook ontwerpregels, maar deze groep vaartuigen is divers. Rubberboten stellen minder eisen dan zeiljachten. Hier wordt de afweging daarom, algemener gesteld, gemaakt of de Bypass bewust geschikt moet worden gemaakt voor eisen-stellende-scheepvaart. Voor deze scheepvaart is de functioneel ontworpen Bypass te klein van afmeting voor gebruik, gebruik als nieuwe vaarroute vergt een heel ander ontwerp.

Pro:

- I. Er kan een stuk afgesneden worden van bestaande routes.
- II. Op de IJssel of het Randmeer liggen knelpunten voor de scheepvaart die met een vaarroute-Bypass opgeheven kunnen worden.

Contra:

- I. Door het Randmeer loopt een 'overige vaarweg' en door de IJssel een 'Hoofdvaarweg'. (V en W 1997) Een route door het Randmeer levert alleen afstandswinst op voor schepen die vanaf het Randmeer de IJssel op willen.
- II. Op het Randmeer varen relatief veel recreatievaartuigen (RDIJ 2000). Daardoor is er met een nieuwe vaarweg minder economische winst te boeken.
- III. De beroepsvaart maakt voornamelijk gebruik van de Nijkerkersluis, minder van de Roggebot- en Hardersluis (RDIJ 2000).
- IV. Installaties voor het faciliteren van scheepvaart (een tweetal schutsluizen, oeververdediging, gegarandeerde waterdiepte, enz.) zijn kostbaar, want additioneel.

Dit overwegende lijkt scheepvaart niet aan de orde. Een uitzondering daarop kan gelden voor de kleine recreatievaart zoals kano's en rubberboten. Deze vergen geen speciaal profiel en installaties. Voor de niet eisen-stellende recreatievaart blijft dubbel gebruik van de Bypass mogelijk.

Een keuze moet gemaakt worden voor het *stroomregime* van de Bypass. Er zijn drie regimes van de Bypass mogelijk:

- I. een kanaal met stromend water;
- II. plasdras of stagnant, een kanaal met stilstaand water;
- III. een geul in het landschap die normaliter droog staat.

Stromend water wil zeggen dat een stroomsnelheid van  $0,3 < v < 0,5$  m/s wenselijk is (mondelinge mededeling N. Geilen, ecoloog bij RIZA-WSR). Er is hiervoor een continue onttrekking van water van de IJssel nodig.

<sup>12</sup> Ja of nee, 1 of 0.

Er is i.v.m. verzanding van de IJssel een maximale onttrekking vastgesteld. De maximale onttrekking is gegeven als 3,5 % van de gemiddelde afvoer van de rivier (INRO-TNO 1993).

Een kanaal met stilstaand water is er in twee uitvoeringen: een kanaal met een bepaalde constante waterspiegel of een plasdras kanaal. De laatste is meer een soort klein moerasgebied. In eerste instantie lijkt de eerste uitvoering niet wenselijk, de tweede meer. Dit heeft twee redenen: ongedierte en overbemesting.

In de weerribben, een prachtig nat natuurgebied in de Kop van Overijssel, ligt een dorpje met de onheilspellende naam Muggebeet. De naamgeving is niet zonder reden. Stilstaand water levert normaal gesproken veel (ongewenste) insecten op. Ook bij veel projecten waar er water in de stedelijke omgeving wordt gepland kan dit overlast gaan veroorzaken. Er wordt ook gevreesd voor de terugkeer van de malariamug in Nederland, hoewel dat betwijfeld wordt (Raemaekers 2000).

Het water van de IJssel is redelijk eutroof (meer dan dat van de randmeren, zie het hoofdstuk 'maatschappij'). Een kanaal met stilstaand IJsselwater zal waarschijnlijk binnen korte tijd vol zitten met 'groene soep'. Dit is niet gewenst voor de flora en fauna in de Bypass.

Voor een stagnante Bypass zou besloten kunnen worden als daar ecologische of milieuhygiënische redenen toe zijn, de effecten kunnen altijd afgezwakt worden door de bypass af en toe door te spoelen. De frequentie van doorstroming is te ontwerpen, er zijn geen richtlijnen aanwezig met een voorgekookte oplossing. Aan de hand van lokaal aanwezige flora en fauna (of gewenste flora en fauna) kan bepaald worden wat gewenst is.

Een droge geul<sup>13</sup> is een ondiepe geulvormige laagte in het gebied, met dijken eromheen die de meeste tijd droog staat. Hierdoor is meervoudig ruimtegebruik mogelijk omdat dan de grond waar het tracé over loopt niet permanent bezet is. Dan moet vastgesteld worden hoe vaak de Bypass gaat stromen. Het is daarbij zaak om het tijdsinterval tussen watervoering niet te lang te maken zodat in ieder geval duidelijk blijkt dat de Bypass een functie vervult. Als de Bypass eens in de 1000 jaar gaat lopen dan is de kans groot dat de Bypass voor niets lijkt te zijn aangelegd en dat er bovendien weinig redenen gevoeld worden niet in de Bypass te bouwen. Een vaker doorstromende Bypass is een duidelijk signaal naar de omwonenden en andere betrokkenen van de functie en noodzaak van aanleg.

Er is altijd de mogelijkheid van combinatie: een klein, permanent stromend geultje met een brede 'winterbedding'. Dan is er altijd stromend water in een niet al te groot stroomprofiel (met een minder ruwe wand en bodem doordat het permanent onder water zit) terwijl er ook ruimte is voor grote afvoeren.

Een afweging over welk stroomregime het beste is in geval van de Bypass is in dit onderzoek niet gemaakt. Dit kan afhankelijk zijn van de gewenste flora en fauna in het plangebied of bijvoorbeeld recreatiemogelijkheden.

Voor de Bypass is de vorm vastgesteld van een droge geul waarbij er vaker dan 1/2000 per jaar sprake is van doorstroming om eerder genoemde redenen. Er zijn voor dit onderzoek drie stroomregimes voorgesteld:

- eens in de 50 jaar doorspoeling;
- eens per jaar doorspoeling en
- permanent stromend.

De rekenresultaten zijn gepresenteerd in de hoofdstukken over hydraulica en hydrologie.

### 3.2 Vorm

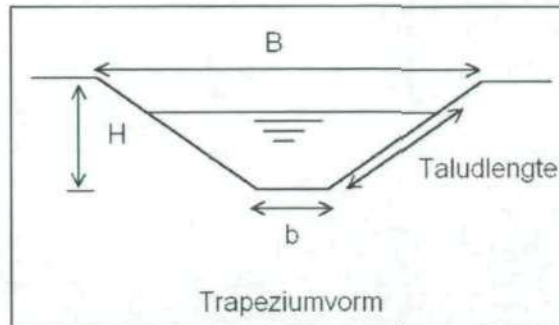
In 'Stedelijke knelpunten' is als uitgangsontwerp voor de Bypass een tweetal dijken genomen dat op het landschap worden geplakt.

De basisvorm van de doorsnede is gegeven in figuur 3.1.

Als er twee dijken geplaatst worden die de buitenkant van de Bypass vormen, dan is het verhang van de bodem van de Bypass gelijk aan het verhang van het maaiveld in het tracé. Als het profiel van de Bypass niet verder uitgegraven wordt dan bepaald de hoogte van de dijken de waterdiepte van de Bypass.

<sup>13</sup> Ook wel 'Groene rivier' genoemd (RIZA/WL, Stedelijke knelpunten, 1999).

De Bypass kan ook ingegraven worden waardoor er minder hoge dijken nodig zijn als rand. Dijken zullen noodzakelijk blijven bij een Bypass door de lage ligging van het gebied waar het tracé door moet lopen.



Figuur 3.1 Basisvorm doorsnede.

Als er besloten wordt een Bypass aan te leggen die alleen in geval van extreme afvoer doorloopt, een calamiteiten Bypass, dan ligt het voor de hand alleen dijken op het maaiveld aan te leggen. Hierdoor kan het land grotendeels zijn huidige functie behouden, zoals landbouw. Bij een calamiteiten Bypass is het van belang dat het landschap zoveel mogelijk intact gelaten wordt, niet alleen morfologisch, maar ook functioneel. Dit omdat er dan de mogelijkheid is de huidige functies te continueren.

Een permanent stromende Bypass, of permanente Bypass, legt al zo'n beslag op het stroomprofiel dat de oude functies niet meer van toepassing zijn. Er zijn dan geen beheersovereenkomsten mogelijk met de voormalige eigenaren, misschien alleen in geval van uiterwaarden of extreem flauwe taluds.

Het is wenselijk de Bypass verdiept aan te leggen om drie redenen. Ten eerste zijn er dan minder hoge dijken nodig als rand en ten tweede kan de uitkomende grond gebruikt worden voor het aanleggen van de dijklichamen waardoor er minder grondaanvoer van elders nodig zal zijn. Ten derde levert toepassing van het huidige maaiveld als Bypassbedding een oneven stroombed op die hydraulisch te complex is voor een goede afvoer. Als er allerlei erosie en sedimentatie plaats vindt die niet gewenst is, kan het resultaat een onhandelbare stroom water zijn.

Concluderend wordt er een verzonken trapeziumvormig profiel toegepast voor de Bypass.

### 3.3 De constructie van de in- en uitlaat.

Er zijn twee manieren om water vanuit de IJssel in de Bypass te laten: een inlaatwerk of een kade.

Bij een inlaatwerk wordt de dijk ter plaatse van de inlaat onderbroken door een constructie die een hoeveelheid water kan doorlaten. Deze constructie kan bijvoorbeeld een deur met schuiven zijn. Door de schuiven open te zetten komt er een debiet tussen IJssel en Bypass. Variatie van de doorsnede regelt het debiet. Het voordeel van deze oplossing is dat het debiet altijd in de hand te houden is. Het nadeel is dat het geheel onderhoudsgevoelig kan zijn door mechanische onderdelen en grote constructies. Daarbij is de faalkans van een inlaatwerk groter.

Een kade is een lokale dijkverlaging waarbij een kadehoogte wordt bepaald aan de hand van de gewenste doorstroming. Een lage kade betekent dat de Bypass vaker stroomt en dat in geval van extreme rivierafvoer er veel debiet loopt door de Bypass. Een hoge kade levert een minder frequente doorstroming en lagere debieten. Voordeel van een kade is dat het goedkoop is. Als installatie is een stuk verlaagde dijk nodig met daarop een versteviging, zoals een laag asfalt. Dit voorkomt erosie bij overlaten. Nadeel is dat het debiet -in geval van overlaten- niet in de hand te houden is. Het debiet over een overlaat is een functie van het hoogteverschil tussen kruin en waterpeil bovenstrooms. De kruinhoogte wordt ontworpen en ligt vast, dus het debiet wordt na aanleg uiteindelijk bepaald door het peil ter plaatse.

Toepassing van een inlaatwerk kan samengaan met het construeren van een kade.

Het inlaatwerk is vooral geschikt als er een permanente stroom loopt door de Bypass omdat in dat geval de stroom bijgeregeld moet kunnen worden door het maximumdebiet dat gekoppeld is aan het rivierdebiet. Of een permanent stromende Bypass toegepast wordt moet afgewogen worden. In dit rapport zal dat niet gebeuren. Een tweede reden is dat de berekening van een overlaatbreedte planologisch interessant is. Een inlaatwerk is een constructie die over de hele hoogte van de waterkering ingebouwd kan worden, waardoor de capaciteit van de inlaat eenvoudig de goede grootte kan bereiken. Een overstroomkade haalt de benodigde capaciteit uit de breedte, de kruinhoogte en de

waterstand op de IJssel zijn een gegeven. Door het voldoen aan de gevraagde capaciteit met verbreding ontstaat er een ruimtelijke claim. Dit is een reden voor het nader beschouwen van een ordegrootte van de benodigde overlaat. In het hoofdstuk 'Hydraulica' is een ontwerpmethodiek gegeven.

De uitstroom van de Bypass wordt niet nader bekeken; uitgangspunt daarbij is een lozing onder vrij verval in een delta-achtige situatie. Bij de berekeningen bleek dat de uitstroom alleen zo kan plaatsvinden (zie paragraaf 5.2). Als daar aanleiding toe blijkt te zijn kunnen daar ook constructies toegepast worden zoals bodembekleding en teenconstructies bij de kades en dergelijke, als bij het technisch ontwerp blijkt dat er erg hoge stroomsnelheden optreden.

### 3.4 *Ceteris paribus*

Als de Bypass aangelegd wordt zal zij functioneren temidden van de hele complexe waterhuishouding die enerzijds het Grote Rivieren stelsel is en anderzijds het Natte Hart. In dit onderzoek wordt voorbijgegaan aan alle veranderingen die er gaande zijn in dat systeem, op een aantal zaken na. Dit principe, het 'als alles gelijk blijft', is de basis van alle wetenschap (Boyer 1997) en daarom wordt het ook hier gehuldigd.

Alle nieuw aan te leggen waterlopen hebben invloed op de *aanwezige waterstromen* in een landschap. In het plangebied van de Bypass is dat niet anders.

Een fundamentele keuze die gemaakt moet worden is of het Bypasswater in het gebiedseigen water mag komen. Het hele systeem van waterlopen in het plangebied is erop berekend om in dat gebied het juiste peil te handhaven. De aanleg van een Bypass zal dan moeten leiden tot een hydraulische reorganisatie van de bestaande waterlopen.

Het meest verstandig is het om de waterlopen die al aanwezig zijn gescheiden te houden van de Bypass omdat de bestaande waterafvoer gefrustreerd kan worden als er een Bypass gaat afvoeren door het plangebied. Maar misschien kan dit met een uitgekiend ontwerp opgelost worden. Bij een calamiteiten Bypass is het vanzelfsprekend vereist de watersystemen gescheiden te houden, anders loopt het plangebied onder water als de Bypass gaat stromen.

Aansluiting van plaatselijke waterstromen op de Bypass kan een droogvallende Bypass in een permanent stromende Bypass veranderen; maar dan moet in geval van extreme afvoer er wel een mogelijkheid zijn de lokale waterstromen af te sluiten van de Bypass. Dit kan een ingewikkelde hoeveelheid constructies opleveren en daarbij is dan alle afvoer uit het plangebied stopgezet bij een watervoerende Bypass.

Daarom lijkt het het meest verstandig de Bypass gescheiden te houden van de lokale waterstromen. Kruisingen met deze lokale waterstromen moeten dan bijvoorbeeld met duikers 'ongelijkvloers' uitgevoerd worden. De uiteindelijke oplossing zal bij het technische ontwerp aan de orde moeten komen.

Het is niet gezegd dat de *afvoerverdeling* van het Rijnwater (zie tabel 2.3) hetzelfde blijft in de toekomst. Er zijn ideeën om de 15 % IJsselafvoer in de toekomst te veranderen; er zal misschien besloten worden dat er meer door de IJssel moet gaan stromen (WL 1998, Ubbels, 1999).

In het onderzoek 'De Rijn op termijn', uitgevoerd door WL|Delft Hydraulics, is zelfs gekeken naar het effect van 5000 m<sup>3</sup>/s IJsseldebiet, dat is ruim 2000 m<sup>3</sup>/s boven het huidige maximum (behorende bij het MHW). Het is dus allerm minst zeker of de taakstelling voor de Bypass vast staat. Daarom is de geformuleerde taakstelling alleen in dit rapport een gegeven, om een ordegrootte van de Bypass te bepalen.

De Bypass kan niet als *enige oplossing* dienen voor de hoogwaterproblematiek bij Kampen. Er is bijvoorbeeld de mogelijkheid van een nieuwe rivierarm naar het Vossemeer of een arm via Mastenbroek naar het Zwarte Meer. Als er tot maatregelen als de Bypass besloten wordt, zal dat vrijwel zeker in combinatie met andere maatregelen gebeuren. Dit heeft zijn weerslag op de taakstelling van de Bypass. Aangeduid is dat de taakstelling van 150-450 m<sup>3</sup>/s in dit rapport geldt. Bij daadwerkelijke aanleg van een Bypass, in combinatie eventueel met andere maatregelen, kan elk wenselijk geacht debiet als taakstelling genomen worden.

Hoewel de randmeren niet in verbinding staan met de IJssel en het Ketelmeer<sup>14</sup>, is het effect van het Ketelmeer zoals zich dat op de IJssel doet gelden ook, zij het minder direct, op de randmeren merkbaar. Als de IJssel peilverhoging door *opwaaiing* vanuit het Ketelmeer krijgt, dan kan het Drontermeer ook minder goed afdalen vanuit de Roggebotsluis bij Kampen (zie figuur 6.1 voor een kaartje). Dus het Randmeer heeft ook, net als de IJssel, een afwateringsprobleem in geval van extreme wind uit de Noord West hoek.

Bij een afvoergedomineerd hoogwater (als er dus geen opwaaiing is vanuit het IJsselmeer) is dit probleem niet aan de orde en kan het Randmeer binnen de door de installaties bepaalde grenzen lozen op het Ketelmeer. De verdeling van het lozen van het Bypasswater tussen de Nijkerker- en Roggebotsluis is niet onderzocht. Deze verdeling, die onderdeel is van de complexe waterhuishouding van het Natte Hart, kan ook stof tot onderzoek zijn. Is er bijvoorbeeld een mogelijkheid dat in geval van een peilgedomineerd hoogwater bij kampen de Bypass last volledig bij Nijkerk geloosd kan worden? Heeft de lozingscapaciteit van de Roggebotsluis een correlatie met de capaciteit van de Nijkerkersluis? Deze effecten duiden aan dat de calamiteitencapaciteit van het Randmeer kan verschillen. De complexiteit van die effecten wordt hier terzijde gelegd, het Randmeer wordt als een calamiteitenmeer gezien, er kan -voor het bepalen van het effect van de Bypass- water in, er gaat alleen water uit bij Nijkerk.

De gegeven *peilen op de randmeren* zijn streefpeilen en daarom fluctueren ze. Het Randmeer loost onder vrij verval af op IJssel- en Markermeer. De twee laatstgenoemden hebben een zomer- en winterstreefpeil van respectievelijk NAP -0,2 en -0,4 m, waardoor er over het algemeen afwatering mogelijk is. In de toekomst zijn er eventueel plannen voor een gemaal bij Nijkerk waardoor het peil van de randmeren min of meer onafhankelijk wordt van IJssel- en Markermeer.

Daarnaast zijn er plannen voor een '*natuurlijker*' *peilverloop* op de randmeren (telefonische mededeling Johan Borger, RDIJ/IIVR). Op het moment is het zomerpeil hoger dan het winterpeil. Dit is tegengesteld aan het min of meer natuurlijke peilverloop op de IJssel, daar is in de winter een hoger peil dan in de zomer. Voor de flora en fauna van het Randmeer wordt dit beter geacht. Een natuurlijk peilverloop zou goed zijn voor de groei van rietkragen en voor paaiende snoeken. Bij dit natuurlijke peilverloop op het Randmeer is er minder dan nu sprake van genoeg peilverschil voor permanente doorstroming, zie paragraaf 4.5

Het peil op de randmeren wordt constant gedacht in dit onderzoek, dat wil zeggen op het huidige streefpeil.

De uitzondering bevestigt de regel, zo ook hier. Er zijn veranderingen die in dit onderzoek wel meegenomen worden. De eerste is natuurlijk de verhoogde rivierafvoer die verwacht wordt. Dit het vertrekpunt van dit rapport. De andere is de aanleg van het *aqueduct* bij Harderwijk. Dit leidt tot de vorming van één Randmeer, bestaande uit Drontermeer, Veluwemeer, Wolderwijd en Nuldernaauw.

<sup>14</sup> En dus met het IJsselmeer.

## 4 Gebiedsanalyse

Voor de bepaling van de mogelijkheid van aanleg van een Bypass moet het plangebied in beeld worden gebracht: wat is het voor landschap waar de Bypass door kan gaan lopen. Een beeld van de grond tussen de IJssel en het Drontmeer wordt opgebouwd met drie facetten.

In de eerste plaats de geschiedenis van het gebied, het is bijvoorbeeld van belang hoe er in het verleden met water in het plangebied werd omgegaan omdat dat aanwijzingen kan geven voor het toekomstig beheer.

Verder is de fysische geografie verhelderend voor het zoeken naar de patronen die de natuurlijke geschiedenis heeft achtergelaten enerzijds en anderzijds voor een de huidige staat van het landschap.

Daarbij zijn er in de huidige situatie patronen te ontdekken. Dit zijn bijvoorbeeld dijken en waterlopen, maar ook bebouwing. Bij de beschrijving horen kaarten: in de eerste plaats opgenomen in de kaartenbijlage en in de tweede plaats figuur 6.1 en de figuren in de tekst. Op deze manier wordt schetsmatig een samenhangend beeld van het plangebied gegeven.

Voor dit onderzoek zijn dan wat gedetailleerder relevante aspecten van het landschap vastgesteld: de bodemhoogte en het peilverschil tussen de in- en uitstroom. Deze twee parameters vormen de brug tussen het plangebied en de hydraulische berekeningen van hoofdstuk 5. Voor de verdere beeldvorming: verschillende thematische kaarten van het plangebied zijn te vinden in bijlage IV. In figuur 6.1 is ook een kaartje gegeven en verspreid door het rapport staan foto's van het gebied.

### 4.1 In gevecht met de Waterwolf

Het gebied ten zuiden van Kampen is getekend door de geschiedenis. Wat nu een landelijk veenweidegebied is was in het verre verleden een delta van de IJssel.

Het plangebied tussen de IJssel en respectievelijk het Flevomeer, Almere, de Zuiderzee, het IJssel- en Drontmeer is al lang tegen het water beschermd. De IJssel was eerder bedijkt dan de Zuiderzee. Wanneer er dijken zijn aangelegd aan de IJsselkant is niet duidelijk, maar het zal in ieder geval zijn gebeurt vóór 1302, toen er zeedijken aangelegd zijn. Kamperveen is een oude polder in de omgeving, hij ligt er sinds 1170. Er waren veel overstromingen: twee tot drie keer per jaar. Met de aanleg van de Zeedijk was dat verminderd hoewel niet voorbij. Tussen de 15<sup>de</sup> en 19<sup>de</sup> eeuw is de stad in de weer geweest met inpolderingen in het westen (Wieringa '83).

De aanwezigheid van dijken garandeert geen droge voeten: een blik op de kaart onthult al gelijk een aantal 'rampdijken'. Die kronkelige dijken met schilderachtige wielen, met een golvende kruin en leuke bochtjes zijn eigenlijk herinneringen aan rampzalige gebeurtenissen. Elk pittoreske wiel is de stille getuige van een doorbraak en elke kruinlaagte is ooit levensbedreigend geweest. De geschiedenis van het gebied is af te lezen aan deze mooie fietsdijken. In het plangebied zijn er een aantal die eruit springen. In de eerste plaats is dat vanuit de IJssel gezien de Veendijk. Deze is geregeld door de IJssel overspoeld. De Zwartedijk, aan de westkant van Kampen is lange tijd de laatste hoop van de stad geweest bij een spokende Zuiderzee. De Hogeweg draagt verder veel littekens en ten slotte is de Noordwendige dijk wat minder door de geschiedenis getekend.

De Zeedijk ziet er nog mooi strak uit maar dat wil niet zeggen dat Kamperveen nooit onder water stond. Polder Dronten, die tot de aanleg van de Afsluitdijk regelmatig onder water stond (met opzet omdat er een kade om heen lag en geen dijk), werd aan de zuidoost kant begrenst door de Enkdijk (tegenwoordig: Roskam). Dit stukje dijk heeft een woelige geschiedenis achter de rug. Zo woelig, dat er nu zelfs geen dijk meer te vinden is. Er is ooit een slenk geweest vanuit de Zuiderzee, de Enk, die vanaf de Doornse sluis tot aan de Enk (bij de Enkdijk) liep. Zie hiervoor ook de Historische kaart in de Kaartenbijlage. Het gebeurde geregeld dat de Zeedijk het prima hield maar dat de Zuiderzee met de Enkdijk en Hogeweg via de 'achterdeur' toch Kamperveen binnenkwam.

Voor dit gebied komt het er op neer dat er tot de aanleg van de afsluitdijk continue dreiging voor overstroming was.

### 4.2 Grondsoorten

De fysische geografie van dit gebied laat een patroon zien waaruit voor het geoefende oog de geschiedenis ook valt af te lezen. Twee kaarten zijn daarvoor in de kaartenbijlage opgenomen: een bodem- en een hoogtekaart.

Op de bodemkaart is allereerst te zien dat het hele gebied rondom de monding van de IJssel kleigrond is met een paar uitzonderingen. Het is voornamelijk kleidek en -grond op veen, waarbij de dieper gelegen gedeeltes (Kamperveen en Mastenbroek) een kleidek hebben. Bebouwing vond van oudsher vooral op zandduinen plaats, zoals duidelijk te zien is bij de Zande en Zalk, in mindere mate bij Zwolle en niet bij Kampen.



Figuur 4.1 Oude dijken in het plangebied

Op de bodemkaart is duidelijk een slurfje afwijkende grond te zien: waarschijnlijk ter plaatse van de vroegere ligging van de Enk-slenk. Dit afwijkende stuk grond bestaat uit lichte kleigrond.

Het gebied Kamperveen is laag (onder 0 m NAP). Naar de Veluwe loopt het maaiveld op, en bij polder Dronthen is het maaiveld grotendeels tussen 0 en 1 m NAP. De oorzaak daarvan kan zijn dat er geregeld overstromingen waren waarbij er sedimentatie plaatsvond, terwijl dat bij Kamperveen minder frequent was. De veelgeplaagde Enkdijk lag op een gedeelte dat ook net wat ondieper is, misschien is die ondiepte ontstaan door de uitschuring tijdens de laatste overstroming (1825).

### 4.3 Patronen

Er zijn in het huidige landschap veel patronen te ontdekken. Een aantal patronen zijn in het voorgaande al aangestipt. Van belang daarbij is ten eerste de ligging van de vroegere Enk. Zichtbaarder zijn op het moment de dijklichamen. Deze twee elementen kunnen een bepaalde richting geven voor het tracé van de Bypass. Als een Bypass in de buurt van een dijk wordt gelegd, is het de meest harmonieuze oplossing die waterstroom evenwijdig aan de dijk te plaatsen. Dat is in de huidige situatie ook het geval ter plaatse van de Noordwendige- en Dronterdijk, die voor een bepaalde afstand vergezeld worden door de Buitenreve.

Naast dijken en oude *waterlopen* zijn nieuwe, of nu nog in gebruik zijnde waterlopen van belang. Deze waterlopen kunnen en zullen een aanknopingspunt zijn voor de aanleg van de Bypass.

Alle hydrologische patronen die te ontdekken zijn in het plangebied zullen niet besproken worden, alleen die patronen die kansen bieden voor het bypasstracé. Er zijn in het gebied twee duidelijke waterlopen die richting kunnen geven aan een Bypass-tracé en één onduidelijke. De onduidelijke is de meest noordelijke. De Buitenreve volgt ongeveer het traject van de historische Enk, lopend tot de Doornse Sluis. Dit tracé is wel erg bochtig. Samen met het Nieuwe Kanaal, dat loopt naar de Gelderse Sluis kan dit gelden als een structuur in het landschap. De richting is duidelijk: vanaf de Enkdijk min of meer recht naar het westen. Een tweede, duidelijker richtinggevende waterloop is het Noordermerk Kanaal, dat in het Drontermeer uitmondt via de Bolsmerksluis. Samen met de naamloze sloot die bijna aan de oostkant van het Noordermerk Kanaal aansluit (maar die onderdeel is van een heel ander afwateringsgebied, de structuur is alleen visueel, op de kaart aanwezig) is er een duidelijke noordoost-zuidwest as te zien. Er mist een aansluiting tussen de twee sloten, net als een aansluiting bij de IJssel. De derde Waterweg loopt onder andere door de Polder Oldebroek, de Broeklanden en tussen Hoge

Enk en Elburg. Dit is een bescheiden stroompje dat loopt door een vrijwel onbebouwd gebied. Naar het zuidwesten mist een aansluiting met het Veluwemeer. Naar het noordoosten lopen een aantal sloten en vaarten die min of meer met elkaar in verbinding staan, naar gemaal Antilia bij de IJssel. De open ruimte die er bij de Polder Oldebroek en Broeklanden is, is hier niet aanwezig. Van belang is vooral de aanwezigheid van gemaal Antilia.

Patronen die in de *infrastructuur* te zien zijn geven niet duidelijk een richting aan. Wegen zijn over het algemeen in het verleden op de waterkeringen aangelegd. Daarnaast zijn er veel wegen die anders lopen. Duidelijk is dat elke variant van Bypass de N50 zal moeten kruisen door de noord-zuid oriëntatie ervan.



*Figuur 4.2 Kamperveen*

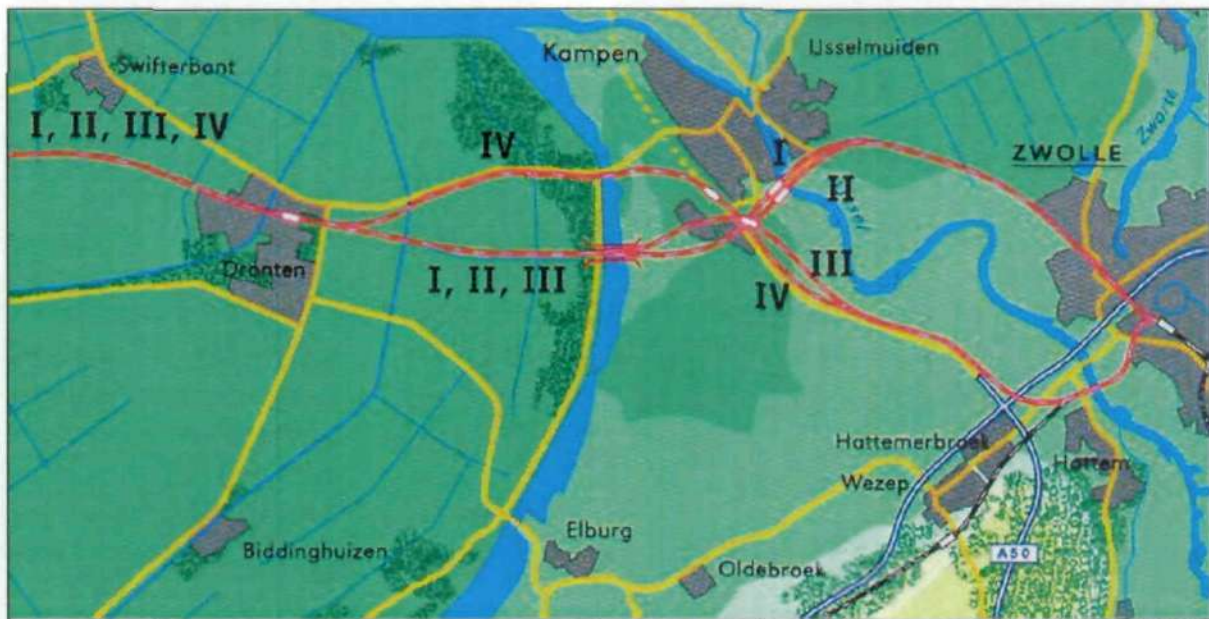
Van belang is wel de toekomstige infrastructuur. Op het moment (juli 2000) is de Hanzelijn in het inspraakstadium<sup>15</sup>. De Hanzelijn is een nieuwe spoorlijnverbinding tussen Lelystad, Dronten, Kampen en Zwolle. In de startnotitie worden vier integrale alternatieven aangegeven, zie figuur 4.3. Al deze alternatieven lopen door het plangebied. Onzeker is welk alternatief de favoriet gaat worden. De Gedeputeerde Staten van Overijssel en de betrokken gemeenten (IJsselmuiden, Kampen en Zwolle) hebben eind juni 2000 hun voorkeur uitgesproken voor variant III. Die voorkeur wordt niet gedeeld door onder andere de gemeente Hattem en de provincie Overijssel<sup>16</sup>. Daar worden opties I en II als favoriet genoemd. Begin 2001 zal door de ministers van V en W en VROM besloten worden welke variant wordt uitgewerkt tot een ontwerp tracébesluit. Wat de uitkomst ook zal zijn, het is zinnig bij het ontwerp en tracé van de Bypass de Hanzelijn in gedachten te houden. Wellicht kan de aanleg van beide samengenomen worden, waardoor de overlast in het plangebied niet onnodig vergroot wordt. Verder kan er gedacht worden aan een bundeling van de Hanzelijn met de Bypass. Gedachten daarover zijn nog prematuur, maar het kan nuttig zijn hierop in het vervolg te letten.

Wat betreft *wonen* zijn er nu al duidelijke patronen zichtbaar in het landschap van het plangebied. Voor inzicht hierin is een kaart bij de kaartenbijlage gevoegd met alle huizen in het plangebied<sup>17</sup>. Buiten de kernen is er vooral lintbebouwing, en dan voornamelijk op de oude dijken. Veel van de bebouwing op die oude dijken is monumentaal; bestaande uit terpen met oude boerderijen. Nieuwe boerderijen staan over het algemeen niet op een verhoging en middenin lager gelegen gebieden.

<sup>15</sup> Voor de Hanzelijn geldt de Tracéwetprocedure.

<sup>16</sup> In het ontwerpstreekplan (Overijssel 2000).

<sup>17</sup> Industriegebieden bevinden zich bij de woonkernen, daardoor kan de Kaart 'huizen' ook gezien worden als een kaart 'bebouwing'.



Bron: DON 2000

Figuur 4.3 Integrale alternatieven van de Hanzelijn ter plaatse van het Bypassgebied.

#### 4.4 Bodemligging

Bij het bepalen van de doorstroming van een kanaal is de bodemligging cruciaal. Als er onder vrij verval water door een kanaal stroomt dan is de gravitatiekracht de aandrijvende kracht (zie paragraaf 5.1 en bijlage I). Deze kracht grijpt aan op het waterlichaam en is te splitsen in een gedeelte evenwijdig aan de waterspiegel<sup>18</sup> en een kracht loodrecht daarop. Hoe groter de helling van de bodem, hoe groter de aandrijvende kracht is en hoe groter de snelheid van het water zal zijn. Voor een snelle afvoer is het daarom wenselijk de bodem zo steil mogelijk aan te leggen zodat het water zo snel mogelijk kan stromen. De uitstroom bodemligging moet, met andere woorden, zo laag mogelijk en de instroom zo hoog mogelijk.

Voor een bepaling van de bodemligging van de Bypass is het noodzakelijk dat er nu al een keuze gemaakt wordt voor de plaats van in- en uitstroom (en daarmee min of meer voor een tracé). In hoofdstuk 7 zal deze locatiekeuze onderbouwd worden.

Twee instroomlocaties zijn er: km 991 (ongeveer 3 km bovenstrooms van Kampen) en km 180,75 (de IJsselbrug bij Zwolle). De uitstroom voor de eerste inlaat ligt recht naar het westen, de tweede onder Elburg (zie voor een kaartje figuur 6.1).

De diepte van de bodem van de Bypass kan niet naar believen gekozen worden. Duidelijk is dat de bodem onder het waterpeil van het inlaatpunt moet liggen tijdens een periode dat er doorstroming gewenst is. Verder moet de bodem bij het uitlaatpunt ongeveer op dezelfde hoogte als de meerbodem liggen. Het verschil tussen het bodempeil bij de instroom en bij de uitstroom, gedeeld door de lengte van het kanaal geeft het verhang.

Het bodempeil van het Dronter- en Veluwemeer is -1.5 m NAP en het maaiveld ter plaatse van de inlaat ongeveer 0 m NAP voor km 991 en 0,5 m NAP voor 180,75.

De bodemverhangen zijn dan:

- voor de 'Kampen' variant een verhang op van  $1,5/6000 \approx 2,5 \cdot 10^{-4}$ ;
- voor de 'Zwolle' variant  $0,5/17000 = 2,5 \cdot 10^{-5}$  (door de zuidelijker inlaat is de afstand naar het Randmeer veel groter).

<sup>18</sup> Als de waterspiegel evenwijdig loopt aan de bodem.

Er kan over gedacht worden een geul uit te baggeren in het Randmeer om zo de bodemligging te verlagen. Er loopt een vaargeul door het meer, die ongeveer 4-5 m diep is. Het nut van die operatie is te betwijfelen om twee redenen.

Een uitgebaggerde geul kan ten eerste snel weer dichtslibben als er geen geregeld onderhoud wordt gepleegd. Ten tweede is het de vraag wat het hydraulische rendement is, omdat het waterpeil op het Drontermeer een constante is die het uitstromende water af zal remmen. Het enige effect zal dan zijn dat er een woelige overgang komt van Bypass naar Drontermeer.

De Bypass bodem kan opgehoogd worden aan de kant van de instroom. Hiermee wordt een grote hoeveelheid extra werk verricht die wellicht ook nutteloos is, alweer door het constante meerpeil. De stromingsremmende werking van het meerpeil bij de uitstroom wordt geïllustreerd door de stuwkromme (figuur 5.6). Het effect van een vergroting van het bodemverhang zal grotendeels door het stuweffect teniet worden gedaan. In geval van een permanent stromende of stagnante Bypass zal de bodem ter plaatse van de inlaat verlaagd moeten worden tot onder het streefpeil van het Drontermeer. Dit om permanente nattigheid te kunnen garanderen. Het is nader te bepalen hoeveel dat onder dat peil moet zitten.

#### 4.5 Verval

Het peil in de IJssel ter plaatse van de mogelijke onttrekking door de Bypass is over het algemeen hoger dan het peil in de randmeren.

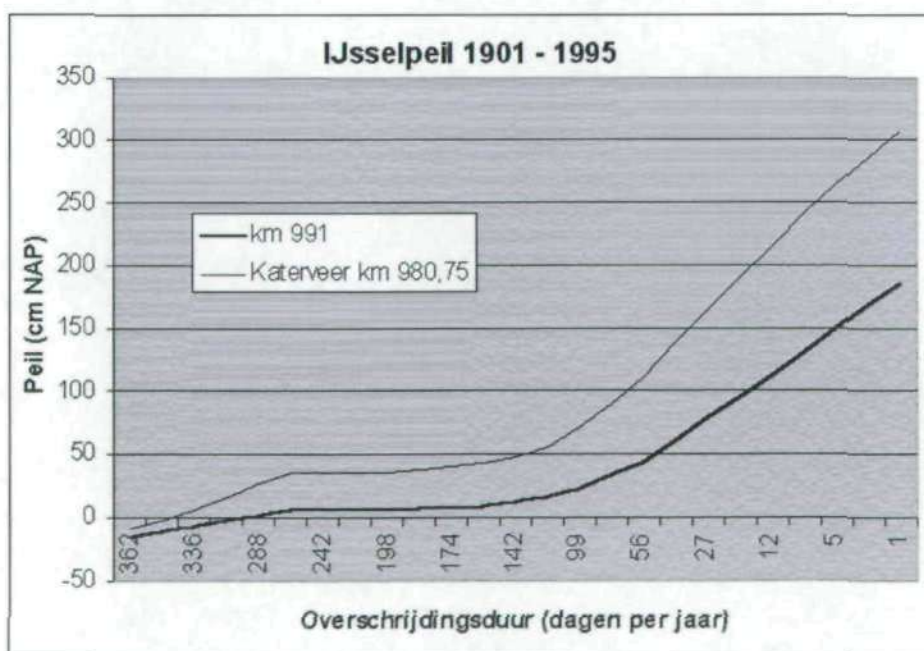
Het gaat hier evenwel om enerzijds een *gemiddeld* peil van de IJssel en streefpeilen van de randmeren. Het is niet uitgesloten dat peilen in de IJssel onder het peil van de randmeren kunnen komen.

WATERSYSTEEM	ZOMERSTREEFPEIL	WINTERSTREEFPEIL
Wolderwijd en Nuldernauw	N.A.P. -0,10 m	N.A.P. -0,30 m
Veluwemeer en Drontermeer	N.A.P. -0,05 m	N.A.P. -0,30 m

Bron: V en W 1997

Tabel 4.1 Huidige peilen in de randmeren.

De peilen in de IJssel bij de inlaat op km 991 en bij de Katerveer (de IJsselbrug te Zwolle) zijn gegeven in de overschrijdingskromme: zie figuur 4.4. Er zijn twee situaties van belang: de 'normale' situatie, waarvoor onderstaande kromme als referentie dient, en de extreme situatie.



Figuur 4.4 Overschrijdingsduur van de peilen op de IJssel

Het achterliggende cijfermateriaal van figuur 4.4 is gegeven in bijlage II.

In geval van een permanente Bypass moet er zoveel mogelijk dagen per jaar stroming zijn. Hiervoor is een verval nodig, met andere woorden: het IJsselpoel moet hoger zijn dan het Dronter- en Veluwemeer streefpoel.

Het gemiddelde poel ter plaatse van inlaat 991 is + 0,5 m NAP. In de huidige situatie zal de Bypass ongeveer 340 dagen per jaar kunnen stromen<sup>19</sup>. Als de Randmeren één geheel vormen door de verwijdering van de sluis bij Harderwijk, wordt het zomerpoel voor het hele meer NAP -0,10 m. Hierdoor zal de Bypass 350 dagen per jaar kunnen stromen. Dit is niet het hele jaar door. Hiermee is het duidelijk dat een permanent stromende Bypass met deze inlaat grotendeels haalbaar is.

Het IJsselpoel ter plaatse van de Katerveer is bij een meerpoel van -0,5 m NAP 355 dagen hoger; bij een meerpoel dat daar 5 cm onder ligt permanent. Hier kan er dus ook gesproken worden over een mogelijkheid voor permanente stroming.

De onzekerheid van het poel op het Randmeer in de toekomst (zie Ceteris Paribus, Hoofdstuk 3) duidt aan dat het moeilijk is vast te stellen hoeveel dagen in het jaar de Bypass water kan voeren.



*Figuur 4.5 Kamperveen*

<sup>19</sup> Méér dan dat omdat het winterpoel in het Drontermeer een stuk lager staat, waardoor er meer verval ontstaat tussen IJssel en Randmeer. Dit is dus een onvoordelige schatting.

## 5 Hydraulica

In dit hoofdstuk zijn rekenresultaten gepresenteerd die nodig zijn voor de beeldvorming van het ruimtebeslag van de Bypass. Concreet is de vraag in deze rapportage hoe breed de Bypass wordt. Om dat te bepalen is voortgeborduurd op een aantal lokale eigenschappen van het landschap. Deze lokale eigenschappen geven beperkingen aan de ontwerpruimte van de Bypass. Dit zijn twee aspecten: de bodemhoogte van het plangebied en de waterpeilen bij de in- en uitstroom. Aan de hand daarvan is de range van breedtes bepaald als een functie van het gewenste debiet in maatgevende omstandigheden. Hierbij worden twee van elkaar verschillende locaties doorgerekend. In dit rapport is geen antwoord gegeven op de vraag hoe breed de Bypass moet worden, maar op de vraag welke breedte van toepassing is voor welk traject bij een gewenste doorstroming van hoeveel water.

De Bypassontwerpen zijn gemaakt op basis van de extreem optredende situaties. Daarbij is bepaald in hoeverre er, binnen dat vastgestelde profiel, de mogelijkheid is van permanente stroming. De kades van de Bypass moeten het water van de Bypass bij maatgevende omstandigheden scheiden van de omgeving. Door te bepalen wat het vloeistofpeil is bij stroming, met de constructie van een stuwkromme, is een indicatie gegeven van de aan te leggen kadehoogtes bij een Bypass.

Daarna zijn een aantal overwegingen gepresenteerd over de aanleg van de inlaat (een procedure) en uitlaat.

### 5.1 De Rekenmethode

Voor een schetsmatige doorrekening van de bypass is gekozen voor de formules van Chézy. Deze formules zijn onder andere voor open waterlopen geschikt. Deze keuze is niet vanzelfsprekend, maar ligt wel voor de hand. Voor het ontwerpen van waterlopen zijn verschillende mogelijkheden van berekenen. Er zijn globaal twee methoden: analytisch en empirisch.

- De analytische methode gaat uit van fysische wetmatigheden en preciseert die naar een concrete situatie.
- De empirische methode gaat uit van in het verleden vastgestelde weerstandsformules. Drie bekende varianten zijn: Manning, Strickler en Chézy.

De analytische methode is bij uitstek geschikt voor computertoepassingen, als rekenkracht geen probleem is.

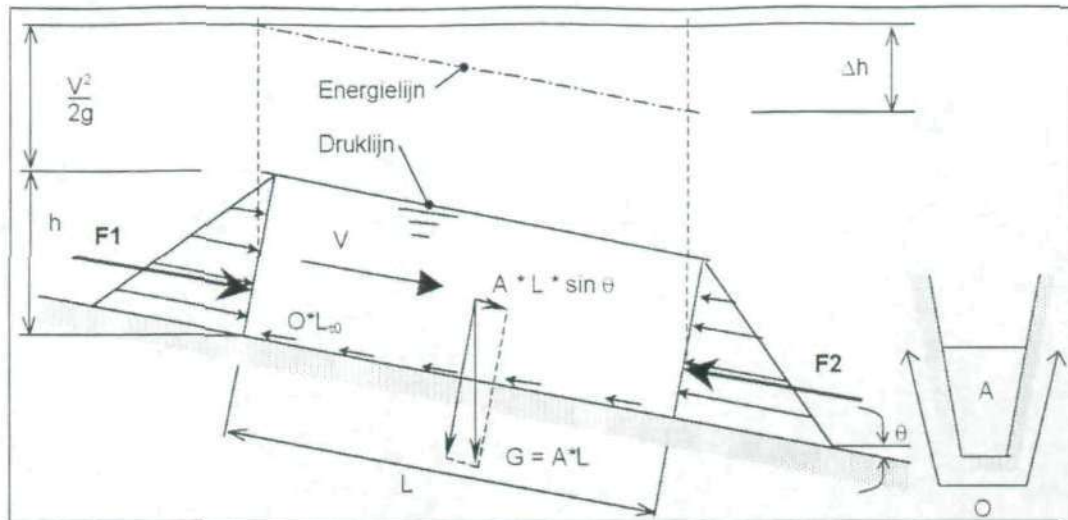
De empirische methode wordt het meest toegepast. De formules zijn in de loop der tijd nauwkeurig bijgesteld, de uitkomsten zijn daarom betrouwbaar voor voorspellingen van stromingen. De empirie heeft daarbij ook de mogelijkheid van quick scan. Met een formule kan op de achterkant van een sigarendoos een berekening gemaakt worden. Deze combinatie van betrouwbaarheid en compacte toepassing lagen ten grondslag aan de keuze in dit rapport voor empirische formules.

Verder is er voor Chézy gekozen omdat zijn formules het breedst toepassing hebben gevonden in de Europese hydraulica-cultuur (onder Continentale vakmensen met name, in Angelsaksische landen wordt vooral Manning toegepast). Dit maakt vergelijking met andere berekeningen buiten dit rapport eenvoudig en de berekeningen worden 'discutabel', dat wil zeggen dat het voor vakmensen in het watermanagement inzichtelijk is wat de gemaakte keuzes zijn. Voor de formules van Chézy zie de formulebijlage. Bij de berekeningen aan de 'groene rivier' zoals die vlak voor de oorlog waren uitgevoerd (Schaak, 1938) werd ook Chézy gebruikt, daarmee staat dit rapport dus in een lange traditie.

Ten slotte is er niet gekozen voor een softwarepakket omdat dat teveel een zwarte doos is en de resultaten schijnnaauwkeurigheid op kunnen leveren.

Een definitieschets voor berekeningen in open waterlopen is gegeven in figuur 5.1.

Voor de berekening wordt een profiel aangenomen, inclusief verhang en ruwheid van de bodem. Door het variëren van de doorsnede met de breedte, diepte en taludhelling wordt bepaald welke doorsnede welke hoeveelheid water kan vervoeren. De waterdiepte samen met het bodemverhang zijn bepalend voor de stroomsnelheid, de wandwrijving gecombineerd met de natte straal leveren weerstand waardoor er op een gegeven moment een evenwichtssituatie ontstaat. In figuur 5.1 is dat aangegeven door twee krachten,  $F_1$  en  $F_2$ . Bij deze evenwichtssituatie gelden de formules van Chézy. Met andere woorden: Chézy gaat op als het vloeistofverhang ('druklijn') evenwijdig is aan het bodemverhang. Als ingang voor de berekeningen geldt het bodemverhang als invoer.



Bron: Pao 1967

*Figuur 5.1 Evenwichtsstadium bij een uniforme stroming in een open kanaal*

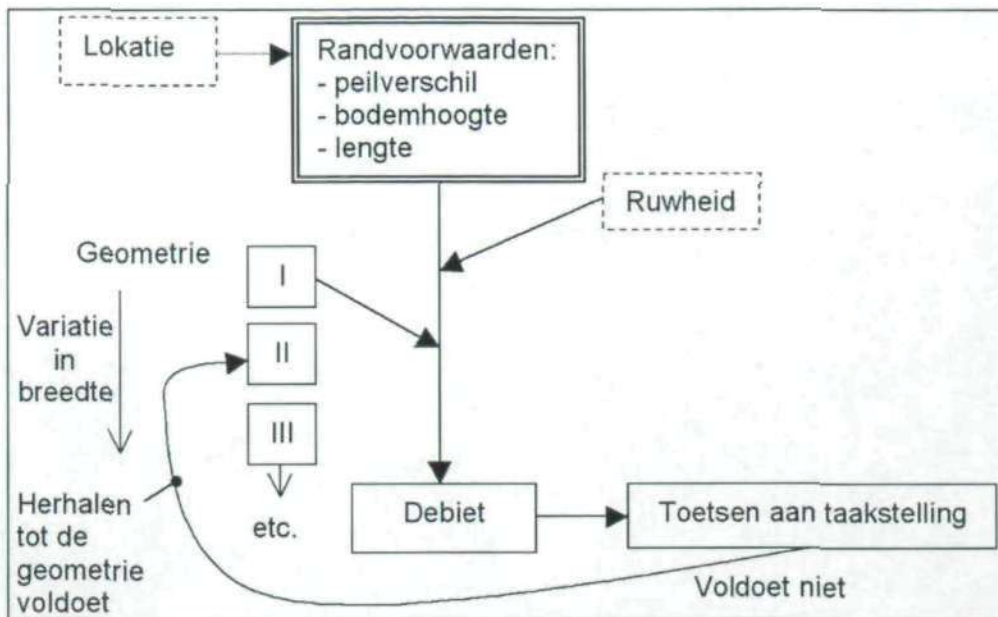
De diepte wordt als een constante aangenomen voor de eenvoud. Per diepte wordt de breedte bepaald. Op deze manier is de grootte en vorm van de doorsnede bepalend voor de hydraulische straal, deze resulteert samen met de karakteristiek van de kanaalwand in de Chézy - coëfficiënt (de  $O \cdot L_{r0}$ ). De coëfficiënt  $\tau_0$  is een getal (symbool: k, eenheid: m) die staat voor de ruwheid van het kanaal. De doorsnede (A) en het verhang (in figuur 5.1  $L \sin \theta / L \cos \theta$ ) bepalen de aandrijvende kracht, ( $A \cdot L \sin \theta$ ). Deze levert in evenwichtstoestand met de Chézy - coëfficiënt de stroomsnelheid. Vermenigvuldiging van de stroomsnelheid met de doorsnede geeft het debiet.

In feite is dat niet zo, er zal bij stroming een zogenaamde stuwkromme optreden (zie figuur 5.7). In werkelijkheid is het bodemverhang daarom ongelijk aan het verhang van de vloeistofspiegel. De vorm van de stuwkromme, het gevolg van een verlopend vloeistofverhang, is een functie van de vorm van het kanaal en de uitstroomcondities. Een benadering daarvan is gegenereerd door het indelen van het kanaaltracé in stukken en voor elk stuk het verhang bepalen. Daarmee wordt het peil gelijk bovenstrooms daarvan bepaald. Deze bewerking, die hier met stapgroottes van 10 m is uitgevoerd is een benadering die nauwkeuriger wordt naarmate de stapgrootte kleiner wordt. Kleinere stappen vragen meer rekenkracht, waardoor een geautomatiseerde aanpak (met een hydraulisch rekenprogramma) voor de hand ligt. De exacte benadering<sup>20</sup> van de stuwkrommes is in dit kader niet echt van belang, daarom is daar vanaf gezien.

De werkwijze voor het bepalen van de breedte van de Bypass was dan als volgt: uit de locatiekeuze (paragraaf 5.1) volgen randvoorwaarden. Samen met de keuze van de ruwheid van de wand- en bodem en de breedte van de Bypass is er een debiet uitgerekend. De randvoorwaarden en ruwheid zijn als vaststaand beschouwd; de breedte varieert, tot er een passend debiet is gevonden. Arbitrair zijn er breedtes bepaald bij vier debieten: 150, 200, 300 en 450 m<sup>3</sup>/s. De eerste en laatste volgen uit de taakstelling, de tussenliggende zijn gekozen om aan te geven hoe een breder kanaal doorwerkt in een groter debiet. Daarenboven zijn het mooie ronde getallen. Dit ontwerpproces dat cyclisch van aard is is als stroomschema gegeven in figuur 5.2.

Voor de gebruikte formules zie Bijlage 1, de berekeningen zijn uitgevoerd in een spreadsheet.

<sup>20</sup> Een paradox.



Figuur 5.2 Cyclisch ontwerpproces

## 5.2 De grootte

Eerst zal worden bepaald wat de maximale afvoer per kanaalgrootte is. De situatie onder extreme omstandigheden wordt dus doorgerekend. Voor een Groene Geul en een Bypass met permanente stroming zijn de resultaten hetzelfde.

Als taludhelling voor het trapeziumprofiel wordt 1:10 genomen. Dit is niet te steil zodat er een ecologisch verantwoorde oever kan ontstaan (aannahme door de auteur<sup>21</sup>).

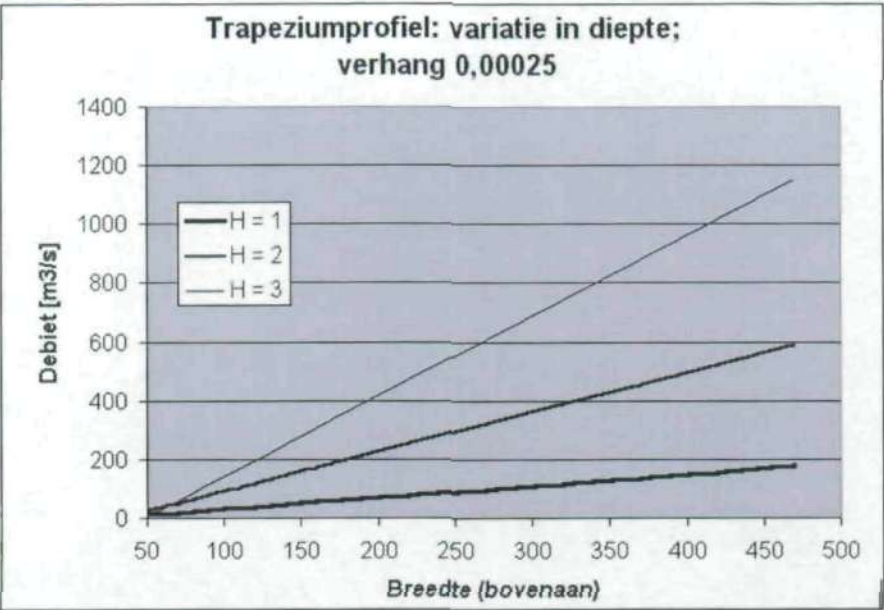
De ruwheid van de kanaalwanden kan variëren. Aangenomen dat er sprake zal zijn van een ecologisch verantwoord ontwerp wordt er vanuit gegaan dat de ruwheid aanzienlijk kan zijn. De k - waarde wordt geschat op 0,5 m. Ten slotte wordt als gravitatieversnelling  $9,81 \text{ m/s}^2$  genomen.

Er zijn twee berekeningen gedaan: voor de variant km 980,75 (bij Zwolle) en voor km 991 (bij Kampen). Door de hier gekozen variatie (in breedte) wordt een rechtlijnig verband gevonden.

### Inlaat km 991

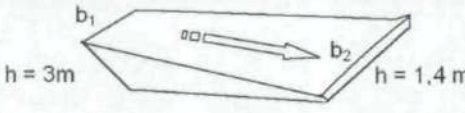
Bij de instroom van de Kampenvariant is een diepte van 3 m haalbaar, bij de uitstroom is dat nog maar 1,4 m. De diepte van de Bypass varieert, voor een constant debiet moet daarom de breedte variëren. Voor een zelfde debiet bij een ondieper kanaal moet het kanaal breder zijn. Het verband is niet één op één, maar kan variëren. Er zijn daarom drie dieptevarianten doorgerekend, die alledrie in één Bypass voor komen. Voor de resultaten van de berekeningen zie figuur 5.3.

<sup>21</sup> Vanaf 1:4 kan een oever ecologisch interessant zijn (CUR 1994, 65).



Figuur 5.3 Debiet door Bypass; instroom km 991

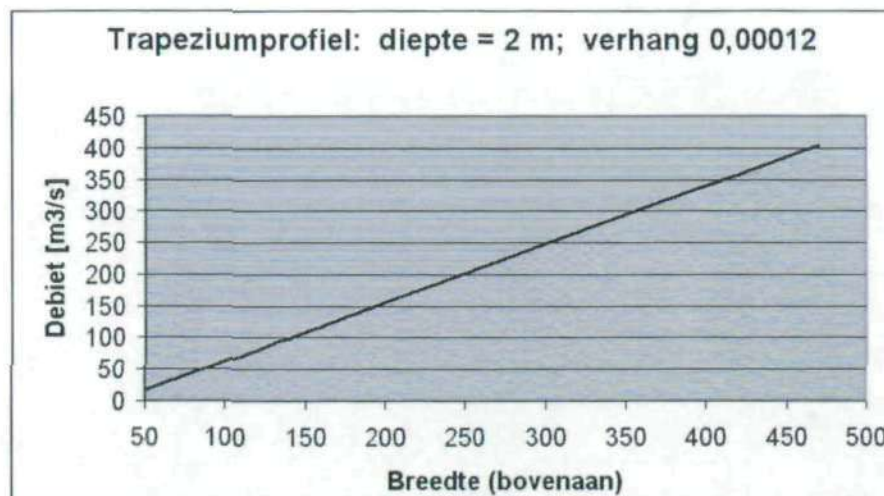
De breedte bij de instroom is af te lezen van de lijn H = 3, hetzelfde debiet bij de uitstroom geeft een breedte die geïnterpoleerd tussen de lijnen H = 1 en H = 2 ligt. De volgende doorsneden zijn dan van toepassing, zie onderstaande tabel.

DEBIET		BODEM-BREEDTE [M]	BOVEN-BREEDTE[M]	VERHOU-DING B1 - B2
150	b <sub>1</sub> b <sub>2</sub>	40 210	100 230	2
200	b <sub>1</sub> b <sub>2</sub>	60 270	120 300	3
300	b <sub>1</sub> b <sub>2</sub>	100 410	160 440	3
450	b <sub>1</sub> b <sub>2</sub>	150 550	210 580	3

Tabel 5.1 Debiet en afmetingen verschillende Bypass groottes; alternatief 991

Inlaat km 980,75

Door de hoogteligging van het maaiveld is het niet noodzakelijk het profiel naar de randmeren minder diep te laten worden. De Bypassbreedte kan dus met één diepte bepaald worden. Het maaiveld is dusdanig hoog dat een kanaal van 2 meter diep toegepast kan worden.



Figuur 5.4 Debiet door Bypass; instroom km 980,75

Voor de extreme afvoer leidt dat tot onderstaande dimensies.

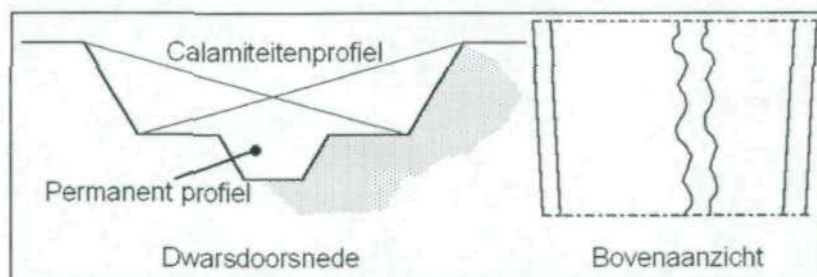
DEBIET	BOVENBREEDTE
150	195
200	249
300	357
450	520

Tabel 5.2 Afmetingen voor een Bypass van 3 m diep; alternatief 980,75

### De mogelijkheid van permanente stroming

De stroomsnelheid wordt bepaald door het ontworpen profiel en een maximum debiet. Het stroomprofiel van het permanente debiet is anders aangenomen dan het calamiteiten profiel, zie figuur 5.5. Als het permanente debiet door het calamiteitenprofiel stroomt wordt de stroomsnelheid erg laag. Daarom, om toch een levensvatbaar permanent stromend profiel te ontwerpen kan gedacht worden aan een klein geultje in het calamiteitenprofiel. Uitgangspunt bij de berekening voor permanente stroming is de geometrie zoals die voor de extreme stroming bepaald is; daarbinnen moet het permanente profiel passen. De permanente goot kan uitgevoerd worden als bijna-bakprofiel omdat er geen dijklichaam nodig is voor het vastleggen van het tracé. Een flauw talud is ook overbodig omdat de rand van het profiel altijd onder water staat. Waar bij het calamiteitenprofiel het talud een ecologische waarde kan hebben door begroeiing met bepaalde planten is dat onmogelijk als de rand permanent onder water staat.

De permanente stroomgeul ligt dus ingegraven in het calamiteitenprofiel. Dit is een verschil met de berekeningen voor het calamiteitenprofiel.



Figuur 5.5 Doorsnede met permanente stroomgeul

Het IJsseldebiet is gemiddeld ongeveer 300 m³/s. Het maximaal toelaatbaar debiet in de gemiddelde toestand is daar 3,5 % van, ongeveer 10 m³/s. Het proces van figuur 5.2 is hier ook van toepassing.

Het profiel van figuur 5.5 is doorgerekend voor de gemiddelde situatie, waarbij de bodemligging aan de kant van de IJssel -1 m NAP is bepaald om altijd natigheid te kunnen garanderen. Dit leidt tot een kleiner verhang, namelijk  $0,5/17000 = 0,29 \cdot 10^{-4}$ . Bij permanente stroming is het van belang dat er geen erosie optreedt. Daarvoor is per dieptevariant een  $\theta$  uitgerekend (N.B. dit is niet dezelfde eenheid

als in figuur 5.1), deze Shields - parameter geeft aan of er erosie plaats vindt in de berekende situatie. Dit is een controle, de  $\theta$  mag niet groter zijn dan de  $\theta_{\text{grens}}$ . De  $\theta$  is afhankelijk van de grondsoort van de bodem, voor klei en zand zoals dat in het plangebied is gevonden is de parameter bepaald. De uitkomsten staan in tabel 5.3.

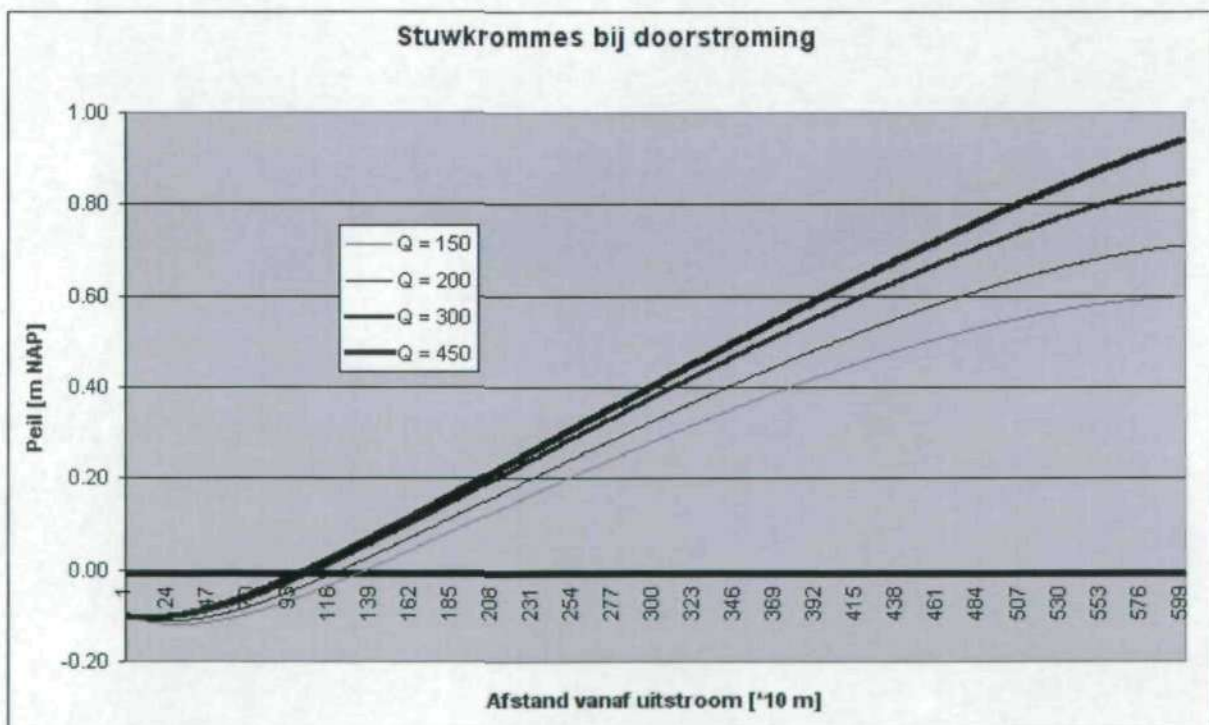
H (m)	B (m)	V (m/s)	$\theta_{\text{ZAND}}$	$\theta_{\text{KLEI}}$	$\theta_{\text{GRENS}}$
1	51	0,20	$4 \cdot 10^{-3}$	$2 \cdot 10^{-2}$	$2 \cdot 10^{-1}$
1,5	27	0,25	$6 \cdot 10^{-3}$	$3 \cdot 10^{-2}$	$2 \cdot 10^{-1}$
2	17	0,28	$7 \cdot 10^{-3}$	$4 \cdot 10^{-2}$	$2 \cdot 10^{-1}$
3	11	0,32	$9 \cdot 10^{-3}$	$4 \cdot 10^{-2}$	$2 \cdot 10^{-1}$

Tabel 5.3 Stroomsnelheid bij permanente stroming van  $10 \text{ m}^3/\text{s}$

De resulterende snelheid geeft een snelheid die zo klein is dat de Bypass nauwelijks als stromend water beschouwd kan worden als de permanente geul ongeveer 1 tot 1,5 m diep kan zijn ( $V < 0,3 \text{ m/s}$ ). Voor de Bypass blijven alle drie de stroomregimes over, waarbij aangetekend wordt dat een permanent stromende Bypass moeilijk haalbaar is. Aan de hand van overwegingen gebaseerd op lokale omstandigheden wat betreft verdroging en ecologie kan er een keuze voor één van deze twee worden gemaakt.

### Kadehoogte

Voor een schetsmatige bepaling van de benodigde dijkhoogte naast de Bypass kan voor de verschillende kanaalvarianten, gecombineerd met ontwerpdebieten de stuwkrommes bepaald worden. Dit is nodig omdat het verhang van de bodem ongelijk is aan het verhang van het vloeistofoppervlak. De stuwkrommes voor de locatie bij Kampen zijn voor de beeldvorming weergegeven in figuur 5.6.



Figuur 5.6 Benadering van de stuwkrommes Bypass bij extreme afvoer (km 991).

De peilen die uit de stuwkromme blijken, verhoogd met 0,5 m (zie figuur 2.4) geven een indicatie van de benodigde dijkhoogte van de Bypass. De stuwkromme die onder maatgevende omstandigheden ontstaat bij km 980 is gelijkvormig, maar komt één tot twee decimeter hoger uit bij de instroom.

### 5.3 Overlaat

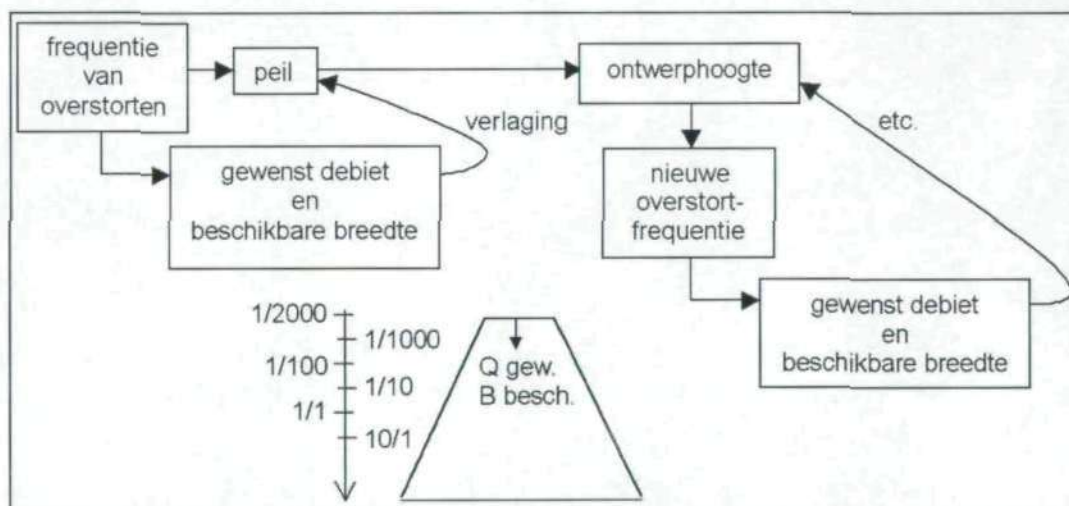
In eerste instantie wordt de overlaat gedimensioneerd op de MHW situatie. Het doel van de Bypass, het handhaven van de  $15.000 \text{ m}^3/\text{s}$  MHW (debiet bij Lobith) bij een werkelijk debiet van  $16.000$  tot  $18.000 \text{ m}^3/\text{s}$  dicteert een kade aanleg op de hoogte onder het huidige MHW. Voordat het peil van het IJsselwater boven de MHW hoogte dreigt te komen zal de Bypass gaan doorlopen waardoor, bij

voldoende capaciteit van de Bypass, het peil op de IJssel op MHW niveau blijft staan. De kruinhoogte (overlaatpeil) van de kade moet onder MHW liggen, waarbij het debiet dat gaat stromen afhangt van de hoogte van het IJsselpeil ten opzichte van de kadehoogte.

Er zijn twee situaties van belang.

- Er komt 16.000 m<sup>3</sup>/s bij Lobith binnen, de Bypass moet een hoeveelheid 150 m<sup>3</sup>/s doorlaten. *het IJsselwater staat 0,25 m boven MHW als er geen Bypass zou zijn (zie fig. 2.6).*
- Er loopt 18.000 m<sup>3</sup>/s door de Bovenrijn en de Bypass heeft een debiet van 450 m<sup>3</sup>/s. Het IJsselpeil heeft 0,7 m overhoogte zonder Bypass (zie fig. 2.6).

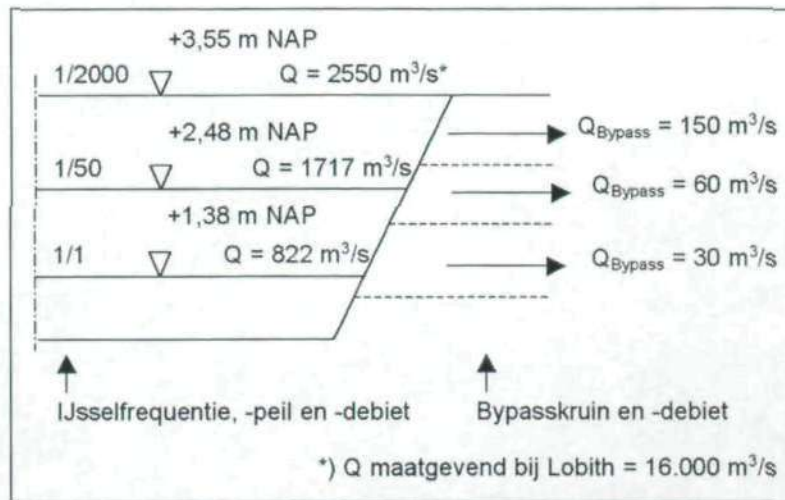
Het ontwerpen van een overlaathoogte en -breedte is een cyclisch proces. Uit de vorm van de overlaatformule (zie bijlage 1) volgt dat een grotere overhoogte (verschilhoogte van het waterpeil met de kruinhoogte) een groter debiet ten gevolge heeft. Een ontwerp waarbij de kade vaker dan 1/2000 per jaar overloopt is een kade met een lagere kruinhoogte. Daarmee wordt, bij hetzelfde IJsselpeil, de overhoogte groter en daarbij ook de stroming over de kade waardoor er minder breedte nodig is voor de overlaat. Om dus de 1/2000 hoogwatergolf af te leiden moet een passende overhoogte genomen worden. De grootte van de benodigde overhoogte is dan een functie van enerzijds het debiet per trekkende meter overlaat en anderzijds het wenselijke debiet ( $Q$  gew. in figuur 5.7) en de beschikbare breedte ( $B$  besch.). Deze verlaging heeft weer tot gevolg dat de overlooppfrequentie vergroot wordt, de kade wordt immers verlaagd. Bij dit ontwerpproces is het de moeilijkheid om de lus te doorbreken. Dit doorbreken gebeurt door het maken van keuzes.



Figuur 5.7 Cyclisch proces van de overlaathoogte en -breedte bepaling

Als als wenselijk debiet 3,5 % van de afvoer genomen wordt, en de beschikbare breedte gerelateerd wordt aan de Bypassbreedte dan is het mogelijk door het maken van keuzes een overlaathoogte te bepalen. Als het waterpeil op de IJssel een bepaald peil, behorende bij die frequentie benaderd moet het Bypassdebiet ook naderen tot die 3,5 %. Dit resulteert in een V-vormige overlaat. in figuur 5.8 is een idee gegeven van een doorsnede van zo'n ontwerp.

Kortom: de overlaatbreedte is te modelleren naar de bovenbreedte van de Bypass. Door variatie van de kruinhoogte kan een voldoende groot debiet gerealiseerd worden.



*Figuur 5.8 Principe hoogtebepaling overlaat*

Er wordt hier daarom geen overlaatsbreedte uitgerekend omdat de keuze van een Bypass formaat daaraan vooraf moet gaan. Voor een locatiekeuze is een verdere breedtebepaling niet van belang omdat de ruimtelijke claim (de breedte) van de overlaat gelijk is aan de ruimtelijke claim van de Bypass. Het is redelijk dat er een uitgekiend ontwerp komt waarbij de Bypass vaker doorloopt en de debieten daarbij ook in de goede verhouding staan met de IJsselafoer. Blijkt dit niet te realiseren, dan zijn er nog legio mogelijkheden met verschillende soorten kunstwerken, maar dat is niet meer van belang voor de ruimteclaim van de inlaat en daarbij niet meer van belang voor dit onderzoek.



*Figuur 5.9 Polder Dronthen*

## 6 Hydrologie

De beperkende factor van het Bypassdebiet is bepaald door de bergingscapaciteit van de randmeren. Om daar duidelijkheid over te krijgen is eerst de hydrologie beschreven: welke meren zijn er en hoe verloopt de afvoer van water van de randmeren naar de overige watersystemen van het Natte Hart?

Een Bypass heeft hydrologisch enorm veel effecten: in dit hoofdstuk is de vinger gelegd op het handhaven van de veiligheid. Er zijn voor de gevolgen van de Bypass twee effecten op de veiligheid bepaald, een direct effect en op de lange termijn effect.

De bergingscapaciteit van de randmeren is afhankelijk van de waterkeringen eromheen. Voor het bepalen van het directe effect is gegeven dat het peil niet verder mag stijgen dan de veiligheid van de beschermde gebieden toelaat. Bepaald is daarom wanneer het waterpeil bij doorstroming van de Bypass te hoog wordt. Daarvoor is de relatie bepaald tussen het Bypassdebiet en de peilverhoging op het Randmeer.

Het lange termijn effect van de Bypass is een vertaling van verwachte waterstanden in de toekomst, ten gevolge van een aantal stroomregimes, naar een overschrijdingslijn van de waterpeilen. Dit is met een probabilistisch computerprogramma benaderd. Voor de verschillende stroomregimes is dus de implicatie voor de waterkeringen van de randmeren bepaald. De benodigde verhoging van de waterkeringen rondom de randmeren is bepaald aan de hand van een combinatie van in het verleden opgetreden peilen en berekende opwaaihoogtes en golfplopen. De debieten van de Bypass hebben een verhogend effect op het ontwerp- kruinhoogte van de omringende kades. Dit effect wordt gedeeltelijk weggepoetst door het feit dat incidentele peilverhoging wegvalt in de statistiek over een lange periode<sup>22</sup>.

Een soortgelijk effect heeft de Bypass op de kwaliteit van het water in het Randmeer: het IJsselwater is een stuk meer vervuild dan het water van de randmeren. Hoe meer water van mindere kwaliteit het Randmeer instroomt, hoe minder uiteindelijk de waterkwaliteit van het Randmeer zal zijn. Zonder een volledige analyse van het effect op de waterkwaliteit te geven zijn ten slotte daarom een aantal feiten ter overweging gepresenteerd als afsluiting van dit hoofdstuk.

### 6.1 De hydrologie van de randmeren

Het water dat door de Bypass eventueel afgevoerd gaat worden vanaf de IJssel komt in het Drontermeer terecht. Het Drontermeer is onderdeel van het randmerensysteem dat Flevoland aan de oost- en zuidkant begrenst.

Er zijn aan de oostkant van Flevoland vier randmeren, het Drontermeer, het Veluwemeer, het Wolderwijd en het Nuldernauw.

Het Drontermeer staat in open verbinding met het Veluwemeer bij Elburg. Deze laatste loopt naar het zuiden door tot Harderwijk, waar een schutsluis de grens is met het Wolderwijd. Het Wolderwijd loopt weer over in het Nuldernauw, welke tot aan Nijkerk loopt.

Het Dronter- en Veluwemeer komen binnenkort in open verbinding te staan met het Wolderwijd en Nuldernauw. Dit wordt gerealiseerd door het verwijderen van de sluis bij Harderwijk. Het Randmeer dat dan ontstaat is de buffer die voor de IJssel gebruikt kan worden met de Bypass.

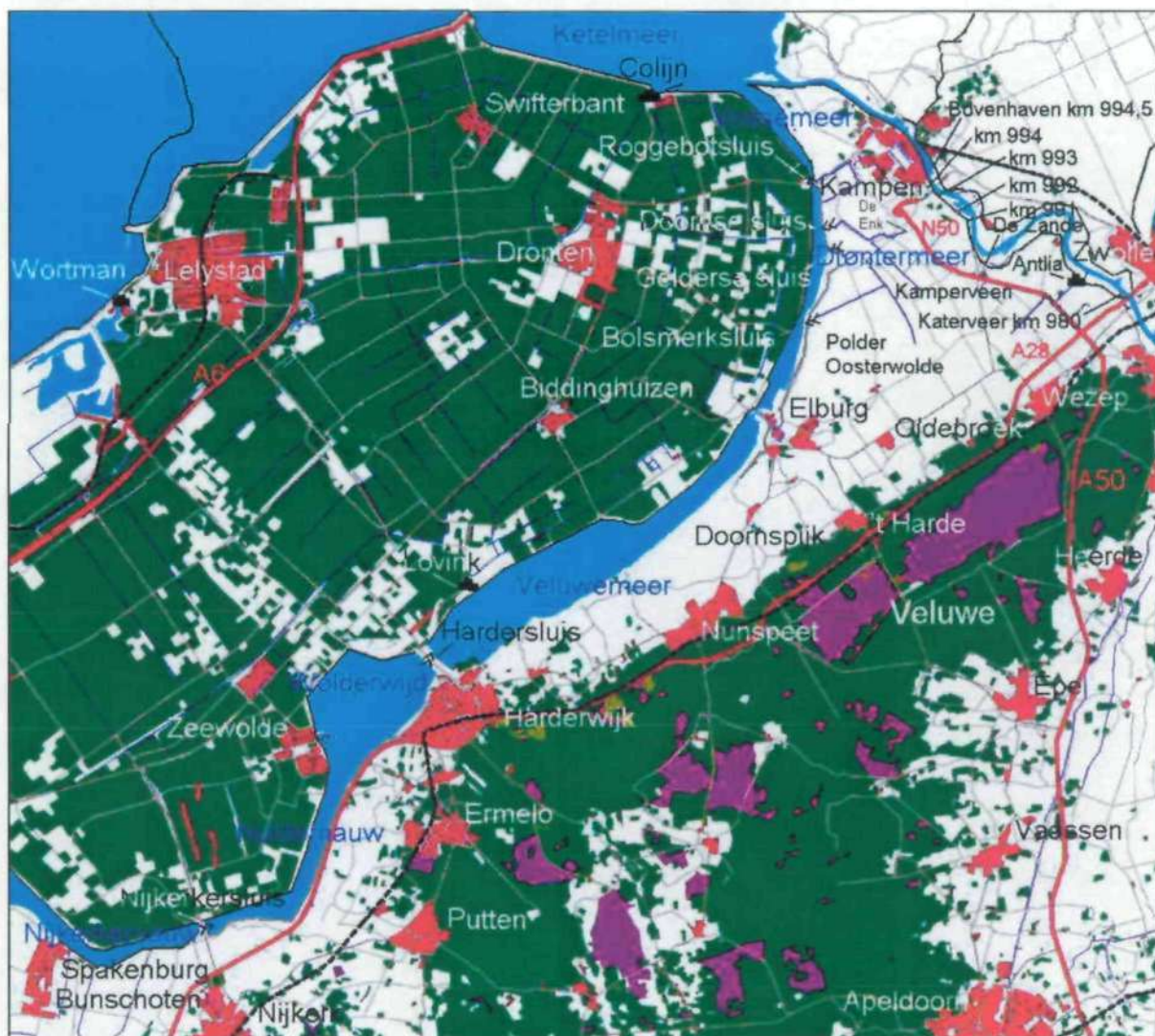
Aan de noordkant van het Randmeer wordt afgewaterd naar het Vossemeer, dat in open verbinding staat met het Ketelmeer, welke weer overloopt naar het IJsselmeer. De afwatering van het Drontermeer naar het Vossemeer gebeurt via de Roggebotsluis, bij Kampen. Dit is een spuisluis en staat daarom normaliter dicht. Aan de zuidkant wordt water afgelaten door de Nijkerkersluis, ook een spuisluis. Dit water komt zonder belemmeringen via achtereenvolgens het Nijkerkernauw, het Eemmeer en het Gooimeer, uit in het Markermeer.

De randmeren lozen dus onder vrij verval op het IJssel- en Markermeer. Dit is het gevolg (en de bedoeling) van het vaststellen van de geldende streefpeilen: deze zijn 0,1 tot 0,15 m hoger dan die van het IJssel- en Markermeer, daardoor is er altijd mogelijkheid van afwatering.

Omdat verder de waterkwaliteit van Veluwe- en Drontermeer in het verleden beter was dan die van Wolderwijd en Nuldernauw, is de Hardersluis langer dan gepland in functie gebleven. Dit was noodzakelijk om een hoger peil in de zomer te kunnen handhaven op het Veluwe- en Drontermeer. Het water van Dronter- en Veluwemeer is wat waterkwaliteit betreft beter dan dat van het Wolderwijd en Nuldernauw voor wat betreft de bodem en met het gehalte koper en zink<sup>23</sup>.

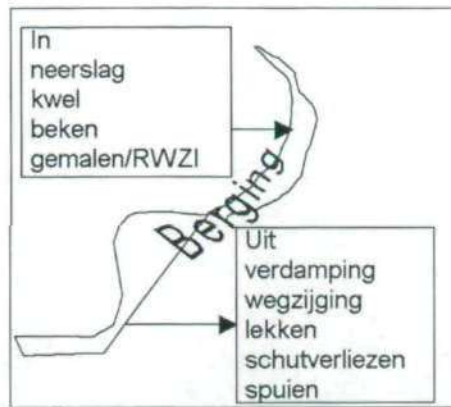
<sup>22</sup> Dit geeft nieuwe inhoud aan het gezegde: "De tijd heelt alle wonden."

<sup>23</sup> Dat wil zeggen dat de gemeten gehalten boven de norm zitten en dat de waterbodem, beide ten zuiden van de Hardersluis, boven de toetswaarde zit. (Bron: V en W 1997)



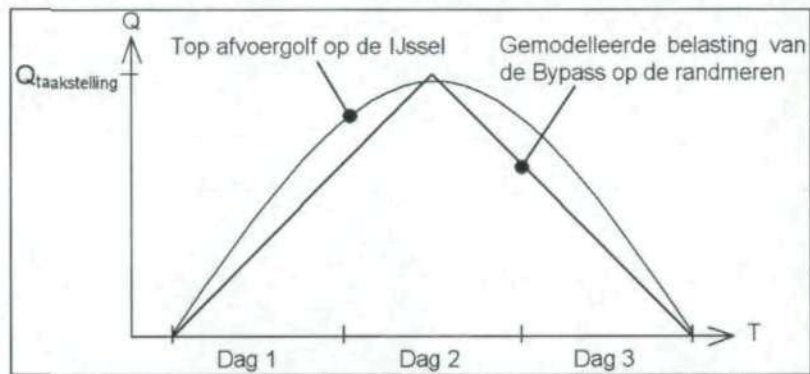
Figuur 6.1 De randmeren

Er zijn verschillende debieten die op het Randmeer lozen te weten gemaal Lovink (loost vanuit Oostelijk Flevoland op het Veluwemeer) en een aantal kleine gemalen, beken, kanalen en weteringen (vanuit de Veluwe en Overijssel). Voor de bemaling van de Flevopolder wordt vooral gemaal Colijn gebruikt, die loost op het Zwartemeer. Voor het debiet van Lovink is een maximum jaarlijks debiet gesteld ( $13 \cdot 10^6 \text{ m}^3$ ). De beken (totaal 30 stuks) hebben voornamelijk in de winter een debiet; totaal ongeveer  $10 \text{ m}^3/\text{s}$ . Verder wordt er, als de waterkwaliteit van Flevoland daartoe aanleiding geeft, een maximum van  $10 \text{ m}^3/\text{s}$  ingelaten vanuit het Veluwemeer (Oirschot e.a. 1997, Breukers 1997). De verschillende balansposten zijn als in figuur 6.2.



Figuur 6.2 Aan- en afvoerposten Randmeer.

De afvoergolf op de IJssel heeft een sinusvorm. De stroming door de Bypass zal de vorm van de top benaderen. Er is aangenomen dat de doorstroming van de Bypass drie dagen duurt, dit is af te lezen uit figuur 2.5. De afvoer van de Bypass is voor dit onderzoek gemodelleerd als een rechtlijnig verband met een piekafvoer om 12 uur op dag 2, zie figuur 6.3.



Figuur 6.3 Gemodelleerd debiet Bypass (niet op schaal)

De oppervlakte van de randmeren bepaalt de bergingscapaciteit. Uit tabel 6.1 blijkt dat de totale oppervlakte van het in de nabije toekomst te ontstaan Randmeer 62 km<sup>2</sup> zal bedragen.

Meer		Oppervlakte [km <sup>2</sup> ]	Diepte gemiddeld [m t.o.v. NAP]	Oeverlengte [km]	Verblijftijd [maanden]	
					zomer	winter
Drontermeer	en	37	1,4	99	2,7	1,5
Veluwemeer						
Wolderwijd	en	25	1,8	62	8,9	5,0
Nuldernauw						

Bron: Breukers 1997

Tabel 6.1 Cijfers van de randmeren

Er is hier vanuit gegaan dat de randmeren dezelfde oppervlakte behouden bij peilverhoging. Dit is een pessimistische inschatting, omdat de randmeren flauwe taluds als oever hebben. In werkelijkheid zal de stijging minder snel gebeuren.

Voor het Nuldernauw en Wolderwijd is de oppervlaktevergroting bij peilverhoging bepaald door planimetreren (van Vliet e.a. 1994). Dit is een methode waarbij een peil in de meren naar een volume omgerekend kan worden. Als het bodemprofiel bekend is en een peil, dan kan berekend worden wat de inhoud is. Voor Wolderwijd en Nuldernauw zijn lodingskaarten omgezet naar een raster van 10 bij 10 meter. Deze bewerkingen zijn in een geografisch informatiesysteem (GIS) uitgevoerd. De relaties staan in tabel 6.2.

In deze tabel staat weergegeven de inhoudsverandering bij een gegeven peilverschil; hieruit kan een gemiddeld oppervlakte over dat peilverschil berekend worden. Deze oppervlakte is vergeleken met de gebruikte oppervlakte voor het vaststellen van de peilverhoging (zie fig. 6.4). Er zijn geen grote verschillen gevonden. Een peilstijging van 0,5 m geeft een oppervlaktevergroting van 2 %. Dus de gebruikte berekening lijkt nauwkeurig genoeg.

Peil [m t.o.v. NAP]	Volume [*1000 m <sup>3</sup> ]		Volumeverschil [m <sup>3</sup> ]	Oppervlakte [m <sup>2</sup> ]	Verschil* (%)
	Nuldernauw	Wolderwijd			
-0,5	9493,1	24249,2			
			2488400	24884000	0
-0,4	10145,7	26085			
			2517700	25177000	1
-0,3	10818,7	27929,7			
			2533200	25332000	1
-0,2	11502,9	29778,7			
			2545000	25450000	2
-0,1	12195,9	31630,7			
			2555100	25551000	2
0	12896,6	33485,1			

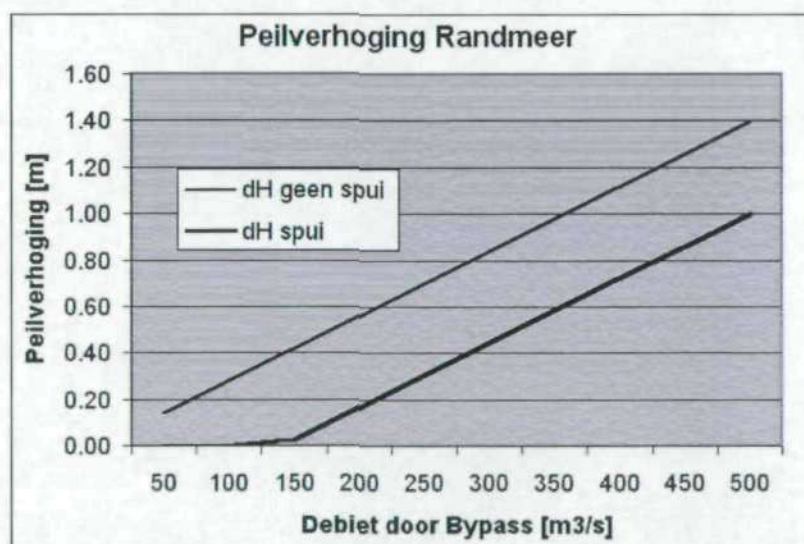
\*) Oppervlakte Nuldernauw en Wolderwijd » 25 km<sup>2</sup>

Bron: van Vliet e.a. 1994

Tabel 6.2 Oppervlakte Nuldernauw & Wolderwijd bij verschillend peil

De peilverhoging op het randmeer volgt uit het netto debiet op de randmeren, gedeeld door de oppervlakte. Het netto debiet is de totale waterhoeveelheid die bij calamiteiten op de randmeren afgelaten wordt. Daarbij zijn twee situaties denkbaar: er kan bij Nijkerk wel gespuid worden en er kan niet gespuid worden. Als er wel de mogelijkheid van spuien is dan wordt de totale waterlast van de Bypass verminderd met de spuicapaciteit die gerealiseerd kan worden in drie dagen. De spuicapaciteit is als constant aangenomen op 140 m<sup>3</sup>/s in navolging van Sieben (1999a).

Er is een met deze berekening een rechtlijnig verband tussen het Bypass debiet en de peilverhoging op het Randmeer<sup>24</sup>. In figuur 6.4 zijn de waarden gegeven.



Figuur 6.4 Peilverhoging veroorzaakt door verschillende formaten Bypass.

Een moeilijk punt is nu de hoeveelheid stijging die toe te staan is op de randmeren. Daar is niet een eenduidig antwoord op te geven. Het is het beste dat dit met de relevante dijkbeheerders wordt afgesproken. In ieder geval is de bergingscapaciteit niet gering. In principe is een peilstijging mogelijk tot de hoogte van de kruin van de aanwezige dijken. Gesteld dat de laagste kade rondom de randmeren +1,3 m NAP hoog is (bron: interne documentatie WINBOS), dan is de aanwezige berging 0,8 meter (waakhoogte = 0,5 m, zie figuur 2.4<sup>25</sup>). De maximale doorstroming van de Bypass is dan

<sup>24</sup> Ingeval van dit onderzoek, omdat de Bypassafvoer rechtlijnig is aangenomen en de oppervlaktevergroting op de randmeren bij peilverhoging nihil.

<sup>25</sup> Voor de meerdijken wordt een probabilistische ontwerpmethodiek gebruikt, waarbij de hoogte wordt bepaald aan de hand van een maximum toelaatbaar overslagdebiet door golven. Daarbij is er op een andere manier sprake van een waakhoogte (Westphal en Hartman, 1999). Voor de overzichtelijkheid wordt hier aan de deterministische ontwerpmethodiek gerefereerd.

ongeveer 400 m<sup>3</sup>/s. Wat de randmeren betreft kan de Bypass dus bijna aan de maximum taakstelling voldoen die gesteld is in hoofdstuk 3.2.

## 6.2 De kades rondom het Randmeer

De randmeren zijn bedijkt door kades en dijken. Een dijk is een waterkering, onderdeel van een dijkkring, waarvoor in de wet<sup>26</sup> de hydraulische randvoorwaarden zijn vastgelegd. Dit wil zeggen dat er een normfrequentie is bepaald, een jaarlijks toelaatbare kans van overstroming. Deze kans wordt vertaald naar een waterpeil, het maatgevende hoogwater (MHW), die de kade moet kunnen keren<sup>27</sup>.

Een dijkkring wordt in de wet genoemd als het de primaire waterkering is voor een *buitenwater* (voor een definitie zie paragraaf 9.2).

De randmeren gelden als binnenwater en als zodanig is er geen MHW bepaald voor de waterkeringen. De dijkkring loopt van Oostelijk Flevoland via de Roggebotsluis om het Vossemeer naar Kampen. Aan de zuidkant loopt de dijk om het Nijkerkernauw heen over de Nijkerkersluis. Zie ook figuur 6.1 voor een kaartje.

Voor een waterkering rond binnenwateren of een kade om buitendijks gebied wordt niet bij de wet een MHW bepaald. Het is aan de beheerder om te bepalen hoe waardevol het land achter de waterkering is. De waarde van het te beschermen land overwegende wordt een gewenste overstromingskans bepaald. Deze kans geeft een peil, waarop de kade dan gedimensioneerd wordt.

Voor verschillende beheerders zijn verschillende overstromingskansen vastgesteld, deze kunnen variëren van 1/10.000 voor industriegebieden tot 1/100 voor veeteeldlandrijen.

Eén regel is wel van belang: een primaire kering die geen buitenwater keert moet dezelfde veiligheid blijven bieden, er niet zo maar een stuk kade afgegraven worden. Ook moet, als er bijvoorbeeld sprake is van een peilstijging buitendijks, de kruinhoogte navenant opgehoogd worden. Dit geldt totdat er wel bij de wet in een normfrequentie voor de kering wordt voorzien. De aanleg van een Bypass kan daarom gevolgen hebben op de minimaal verplichte kruinhoogte van de kades rondom het Randmeer.

Voor het project 'Water in het Natte Hart; beslissings ondersteunend systeem' (WINBOS) is een studie gedaan naar het effect van zeespiegelstijging op het watermanagement van het Natte Hart (zie def.).

In het WINBOS project is voor het eerst bepaald wat het effect van wind op de waterstanden in het Randmeer is. Als de wind evenwijdig met de langsas van het Randmeer met redelijke snelheid waait dan kan er veel peilverschil en -in mindere mate- golfslag optreden. Grote scheefstand is met name een gevolg van de ondiepte van het randmeer: Veluwe- en Drontermeer gemiddeld 1,4; Wolderwijd en Nulderwijd gemiddeld 1,8 m. Ondiep water krijgt door windwrijving een grotere scheefstand dan diep. Ook is er golfoploop berekend. Dit alles is gedaan om een probabilistische kruinhoogte te kunnen bepalen (Westphal 1999).

Voor het bepalen van de gevoeligheid van de keringen rond het Randmeer is met het rekeninstrumentarium van WINBOS het effect bepaald van een drie stroomregimes van de Bypass voor effect heeft op de veiligheid van het Randmeer:

- I. permanent stromend;
- II. een aantal keer per decade of eeuw stromend (één keer per jaar of één keer per 50 jaar);
- III. alleen in uiterste nood stromend.

In WINBOS is het onderdeel HYDRAWIN verantwoordelijk voor het bepalen van het hydraulische belastingsniveau (Vermeulen 1998). Met de volgende invoer:

- locatiebeschrijvingen (geometrie van de dijkprofielen, voorlanden en dammen);
- hydraulische randvoorwaarden (waterstanden en golfcondities) en
- statistische gegevens (wind en meerpeil),

wordt een meerpeilstatistiek gegenereerd, in de vorm van een zogenaamde overschrijdingsfrequentielijn en een overschrijdingsduurlijn. Daaruit kan bij een gewenst veiligheidsniveau een aanleghoogte van de dijk worden gehaald. Voor gedetailleerde informatie wordt verder verwezen naar de beschrijving van het programma van Vermeulen e.a. (1998).

Bij een permanent stromende Bypass is er sprake van een -bijna- continue hydraulische belasting op het Randmeer, daardoor levert de statistiek hogere ontwerppeilen. De kades rondom de randmeren moeten volgens WINBOS ten gevolge van de permanente afvoer van de Bypass 1 à 2 cm opgehoogd

<sup>26</sup> De Wet op de Waterkering.

<sup>27</sup> Zie noot 25.

worden. Dit is niet een enorm probleem, maar er moet in ieder geval wel wat gebeuren omdat de veiligheid gegarandeerd moet worden voor het achterland.

Een Bypass die één keer per jaar of misschien zelfs per vijftig jaar stroomt, is denkbaar. De belasting van zo'n Bypass is in de ontwerphoogte niet terug te vinden.

Als ten slotte de Bypass alleen in de meest rampzalige omstandigheden doorloopt, eens in de 1250 jaar bijvoorbeeld, dan heeft dit geen gevolgen voor de ontwerphoogte van de waterkeringen rondom het Randmeer.

Concluderend kan van de calamiteiten capaciteit van de randmeren worden gezegd dat die zeker aanwezig is. Er is geen harde bovengrens te noemen voor de afvoer van de Bypass. Afhankelijk van de windgesteldheid kan er 0-400 m<sup>3</sup>/s geloosd worden gedurende drie dagen.

Voor de kadehoogte rond het Randmeer heeft de Bypass alleen (een verhogend) effect in geval van permanente stroming, maar dit is niet erg veel.

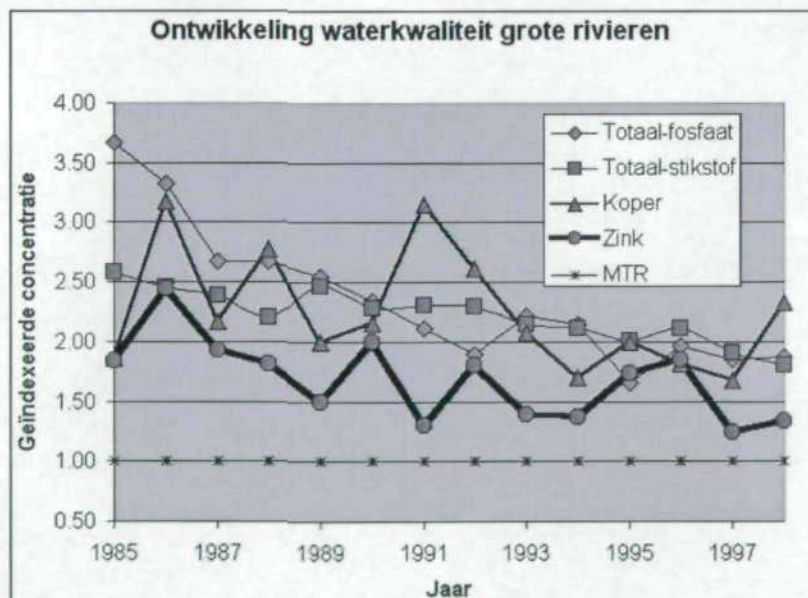
### 6.3 Waterkwaliteit

Het water van de IJssel heeft een andere kwaliteit dan het water van het Randmeer; IJsselwater is van mindere kwaliteit (Min V en W 1997).

Daardoor is duidelijk dat er een verslechtering te verwachten is voor de kwaliteit van het water in het Randmeer door aanvoer van IJsselwater.

Een slechtere kwaliteit IJsselwater staat een calamiteiten Bypass niet in de weg, maar een permanent stromende wel. De effecten voor de kwaliteit van het water in de randmeren zijn een rechtstreeks gevolg van het regime van de Bypass. Een permanent stromende Bypass zal de grootste belasting aan vervuiling geven. Een incidentele belasting zal door het randmerensysteem opgevangen kunnen worden als de veerkracht dat toelaat. Natuurlijk heeft de extra eutrofiëring een verband met het afvoerregime van de Bypass, het is de vraag of de weerstand van de randmeren deze extra last op kan vangen.

Daarentegen zal het IJsselwater in de toekomst naar alle waarschijnlijkheid schoner worden, waardoor het bezwaar kleiner wordt. Zie figuur 6.5, waarin (met enige goede wil) een dalende tendens te zien is..



Bron: CIW 1999

Figuur 6.5 Ontwikkeling waterkwaliteit grote rivieren: geïndexeerde concentraties

In figuur 6.5 is staat MTR voor het Maximaal Toelaatbaar Risico, Het MTR is de norm waaraan een stof moet voldoen om de minimumkwaliteit van het oppervlaktewater te waarborgen (dit is dus nog niet de streefwaarde). De doelstelling is dat op termijn de concentraties van de bezwaarlijke stoffen niet groter worden dan deze waarde, die als referentie geldt voor de figuur.

De randmeren waren in het verleden behoorlijk eutroof. In de jaren 90 van de vorige eeuw heeft er een omslag plaatsgevonden en is het water een stuk helderder geworden (Meijer e.a. 1999). Daarom lijkt

een nieuwe nutriëntenlast gedragen door een Bypassdebiet niet wenselijk (telefonische mededeling Paul Boers WSE).



*Figuur 6.6 Het Veluwemeer bij Nieuwstad (ten zuiden van Elburg)*

## 7 Zeef- en potentieanalyse

De bepalingen van de locatie van de inlaat, de locatie van de uitstroom en een aantal globale tracés (in mindere mate) zijn impliciet al gemaakt. Deze vooringenomenheid was te verdedigen, omdat er, voordat er zinnige dingen over peilen, debieten en breedtes gezegd kunnen worden al een locatie en tracé in gedachten gehouden moet worden. De hier genoemde aspecten verschillen per locatie. Het is hier aan de orde om deze ruimtelijke uitgangspunten verder uit te werken tot op de gewenste nauwkeurigheid. In dit hoofdstuk wordt de plaatsbepaling van de in- en uitstroom behandeld.

Aan de hand van de aanwezige situatie op de linkeroever van de IJssel zijn eerst overwegingen gepresenteerd over de inlaat van de Bypass, de plaats waar water van de IJssel ingelaten zal worden. Een aantal aanwezige zaken zal niet samengaan met de aanleg van een inlaatwerk, andere situaties bieden kansen. Kortweg is verder over 'bedreigingen' en 'kansen' gesproken.

Door het in beeld brengen van de kansen en bedreigingen kan een heldere locatiekeuze gemaakt worden. Dit kan een ééndimensionale zeef- en potentieanalyse genoemd worden (Voogd 1995), de tracé bepaling in hoofdstuk 8 is dan tweedimensionaal.

Daarna is behandeld de locatie van de uitstroom in het Drontermeer. Dit is een gelijke behandeling als bij de inlaat.

### 7.1 De inlaat

De berekeningen uit hoofdstuk 5 zijn gebaseerd op cijfers die horen bij de locatie km 991 en km 980. Op de kaart (figuur 6.1) zijn deze lokaties aangegeven.

Voor de locatiebepaling van de inlaat gelden een aantal vuistregels:

- de inlaat moet bovenstrooms van Kampen liggen;
- de inlaat wordt daar gekozen waar de IJssel hemelsbreed het dichtst bij het Randmeer ligt;
- de inlaat komt in een gebied met weinig infrastructuur, gebouwen en kunstwerken.

Ad a: Kampen is het knelpunt waarvoor een oplossing gezocht moet worden. Een Bypass heeft het meest effect op het stroomgebied benedenstrooms van de Bypass. Bovenstrooms is er ook een effect, maar minder (zie ook figuur 2.8).

Ad b: Een korte Bypass is goedkoper dan een lange. Daarbij is een korte Bypass beter voor de stroming door een groter verhang, maar dit effect is niet erg groot.

Ad c: Een grote hoeveelheid aanwezige bouwwerken, infrastructuur, woonhuizen en dergelijke zijn complicerende factoren bij de aanleg van een groot kanaal. Voor de inlaat en voor het hele tracé geldt daarom de weg van de minste weerstand: in een 'leeg' gebied is het makkelijker aanleggen dan in een 'vol' gebied.

Een bijkomend uitgangspunt volgt uit het tracé:

- de Bypass kan het beste aangelegd worden in een vlak landschap, of een landschap het een verhang in dezelfde richting als de gewenste stroomrichting.

Ad d: Een kanaal 'tegen de helling op' bouwen behoeft grotere investeringen dan 'van de helling af'. Als er behoefte is aan scheepvaart van A (in het dal) naar B (op de heuvel), dan is aanleg met sluizen en dergelijke wel mogelijk. De sluizen zijn dan nodig voor het peilbeheer. Aangezien scheepvaart niet een functie van de Bypass wordt (zie paragraaf 3.1), is een locatie met een in de goede richting aflopend maaiveld het meest handig.

Deze vier uitgangspunten leveren een beperkt aantal kansrijke locaties op. Uitgangspunt 1 geeft een zoekgebied dat begrensd wordt door de stad Kampen in het Noorden. Het vierde geeft als zuidgrens de Veluwe; grofweg ter plaatse van de Snelweg Zwolle - Amersfoort begint de Veluwe met de Woldberg. De Inlaat moet dan tussen de IJsselbrug bij Kampen en de IJsselbrug bij Zwolle (de Katerveer II) komen.

Het tweede uitgangspunt dicteert een inlaat tussen km 994 en De Zande. De derde doet de ondergrens naar het noorden opschuiven tot ongeveer km 990,5.

Dit zoekgebied van ongeveer 3 km kan uitgebreid worden met een locatie dichtbij Zwolle, ongeveer bij gemaal Antilia. Daarbij wordt uitgangspunt 2 min of meer terzijde geschoven. Deze uitbreiding van het zoekgebied is het gevolg van een kans uit hoofdstuk 8: door de provincie Gelderland is daar een ecologische verbindingzone geprojecteerd (zie figuur 8.2). Bij de locatie Katerveer is een ecologische meerwaarde te behalen en ligt er ter plaatse al een kunstwerk in het dijkprofiel dat omgebouwd of uitgebreid zou kunnen worden (gemaal Antilia).

Voor de inlaat zijn er dus twee mogelijkheden:

- tussen de IJsselbrug bij Kampen (ongeveer km 994) en km 991 en
- bij de Katerveer ter plaatse van gemaal Antilia.

Wat betreft de noordelijke locatie is er niet duidelijk één beste plaats aan te duiden voor de inlaat; er is alleen onderscheiding mogelijk met de breedte van de uiterwaard. Er kan gekozen worden de inlaat daar te plaatsen waar de uiterwaard het smalst is, maar de breedte van de uiterwaard lijkt van ondergeschikt belang. Belangrijker is het aspect van de -toekomstige- infrastructuur. In het ontwerp streekplan staat de nieuw aan te leggen Hanzelijn al ingetekend (Overijssel 2000). Deze kan de IJssel kruisen aan de zuidkant van de IJsselbrug. Niet alleen een spoorlijn komt daar dan te liggen; er wordt een nieuw station gebouwd (het huidige station komt te vervallen) en er is meer bebouwing gepland. Zie voor de Hanzelijn verder paragraaf 4.3. Concreet is het, bij aanleg van de Hanzelijn op die plaats het beste de inlaat richting km 992 of km 991 te projecteren.



*Figuur 7.1 De instroom bij gemaal Antilia*

## **7.2 De uitstroom**

Aan de kant van het Randmeer is de situatie anders. Waar de kant van de IJssel een typisch rivierenlandschap is met kronkelende dijken, wielen, oude bebouwing, schilderachtige uiterwaarden en veel infrastructuur, is de kant van het Randmeer veel meer een typische kuststrook. De kust van de voormalige Zuiderzee is weids en niet echt volgebouwd. Een duidelijke Noord- en Zuidbegrenzing van het plangebied zijn in eerste instantie de Roggebotsluis, dit volgt uit het uitgangspunt dat er in het Randmeer geloosd wordt, en de stad Elburg. Eventueel is er aan te denken direct ten zuiden van Elburg een looppunt te plaatsen. Dat heeft ook te maken met de inlaat die bij het Katerveer eventueel is te voorzien.

De Hanzelijn die in het plangebied geprojecteerd is heeft een kruising met het Drontermeer een paar 100 meter ten noorden van de Gelderse sluis. Het is zinnig dit als Noordgrens te houden, omdat het er in eerste instantie op lijkt dat de Bypass de Hanzelijn to-be niet hoeft te kruisen<sup>28</sup>. Een kruising van het kanaal met de spoorlijn vergt grote investeringen en moet daarom goede argumenten hebben, die op dit moment ontbreken. Dit neemt niet weg dat er creatieve ontwerpen kunnen worden gemaakt met de toekomstige spoorlijn. Een trein die op palen door een moerasgebied heen rijdt bijvoorbeeld. Dat soort zaken zijn in dit onderzoek nog niet aan de orde, maar mogen natuurlijk ook niet uitgesloten worden.

Er zijn in het aangewezen gebied verder weinig elementen die de uitstroom op een bepaalde plaats dwingen. De bebouwing is over de hele oeverstrook even spaarzaam, net als de infrastructuur. De

<sup>28</sup> Het voorkeursracé zoals die in het omgevingsplan staat: alternatief I in figuur 4.3.

situatie op het Drontermeer is praktisch over het hele gebied hetzelfde. Het Drontermeer is Staatsnatuurmonument, waardoor er een aantal restricties gelden, die evenwel niet van invloed zijn op de Bypassuitlaat. Verder zijn er aan de kant van de Flevopolder een aantal aanlegplaatsen en dagrecreatieve voorzieningen (Licht '99).

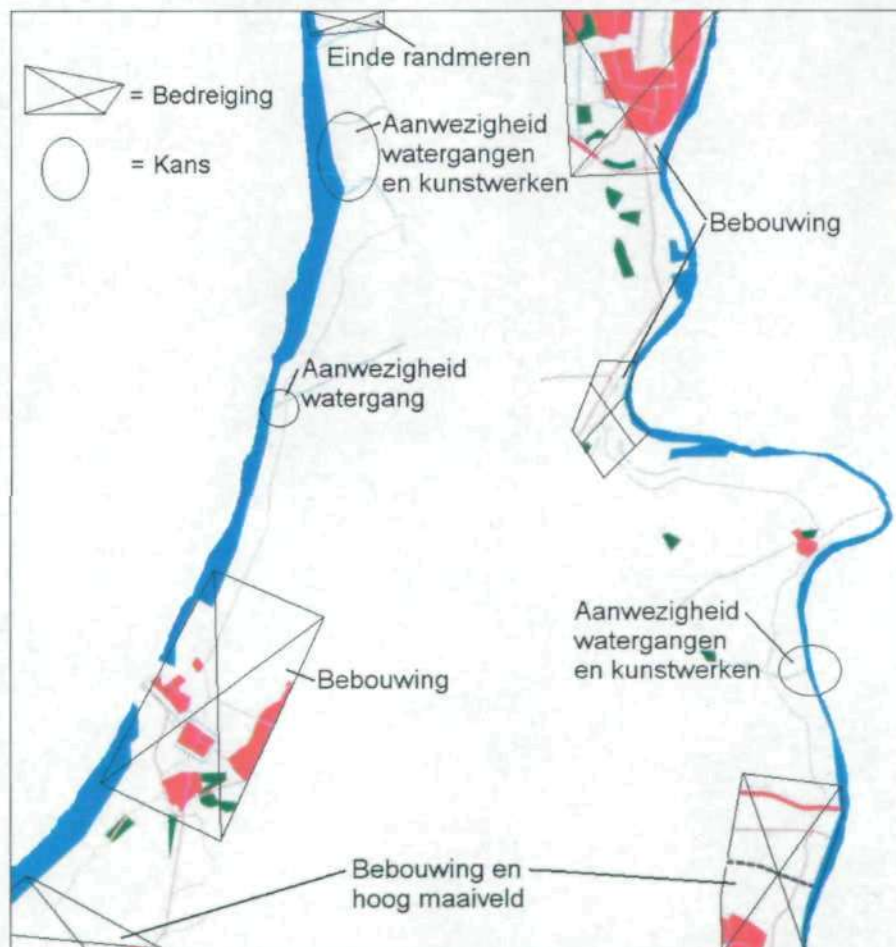
Wel van belang is de aanwezigheid van de Gelderse sluis, de Bolsmerksluis en in mindere mate de Doornse sluis. Niet zozeer de sluizencomplexen worden daarmee bedoeld, maar eerder de waterlopen die er naartoe leiden. Het aansluiten bij bestaande waterlopen kan een argument zijn voor de tracé bepaling.

Dit geldt voor de Bolsmerksluis. Het Noordermerkkanaal en het kanaal door Kamperveen vormen een 'voorgekookt' tracé voor de Bypass. Meer over de tracés komt in de volgende paragraaf, in ieder geval is de Bolsmerksluis een kansrijke locatie voor de uitstroom.

De omgeving Doornse sluis is, ondanks de Hanzelijn nog niet helemaal tot bedreiging verklaard, het gebied tussen deze en de Gelderse sluis is lange tijd een slenk geweest die in open verbinding stond met de Zuiderzee. Ook op de geologische kaart is daar nog een overblijfsel van te zien (zie kaartenbijlage en paragraaf 4.2) Als aansluiting op de situatie in het verleden kan hier een uitstroom gedacht worden.

Ten slotte is er de mogelijkheid onder Elburg.

De kansen en bedreigingen bij de plaatsbepaling van de in- en uitstroom zijn gegeven in figuur 7.2.



Figuur 7.2 Kansen en bedreigingen voor de in- en uitlaat.

## 8 Bandbreedte-tracébepaling

Tussen de in- en uitlaat van de Bypass moet het tracé aangelegd worden. De breedtes van de mogelijke Bypass eerder bepaald (hoofdstuk 5). In dit hoofdstuk is een gebiedsgerichte aanpak gebruikt: bepaald is welke ruimte er in het landschap is voor een kanaal. De bepaling van de mogelijkheid is in tweeën gedaan: met bedreigingen en kansen. Delen van het plangebied zijn aangewezen die de aanleg van de Bypass bemoeilijken<sup>29</sup>. Vervolgens zijn deelgebieden aangewezen die baat hebben bij de aanleg van een Bypass. De bemoeilijkende factoren zijn net als in hoofdstuk 7 aangeduid als bedreigingen, de meewerkende factoren als kansen. De bedreigingen zijn gebruikt voor de zeefanalyse, de kansen voor de potentieanalyse.

Eerst is een kapstok vastgesteld waaraan de bedreigingen en kansen opgehangen worden. Gekozen is voor twee categorieën: functies en problemen. Uit algemene functies en problemen zijn in een planologische overweging die gekozen die onderscheidend werken.

Om de bedreigingen in beeld te brengen wordt eerst bepaald welke functies of omstandigheden belemmerend zijn voor de aanleg. Dit zijn de bedreigingen, die vermeden moeten worden bij de aanleg van een Bypass omdat de weg van de minste weerstand de voorkeur verdient.

Daarna worden faciliterende functies aangewezen, dit zijn aanwezige kunstwerken en waterlopen die gebruikt kunnen worden bij de aanleg van een Bypass. Ook kunnen er problemen opgelost worden met de toevoer van water. Gebieden die bijvoorbeeld meer water kunnen gebruiken of waar meer aan (natte) natuurontwikkeling moet worden gedaan. Deze twee kansen worden ook geïdentificeerd.

Deze twee gebiedseigen kenmerksoorten, afstotend en aantrekkelijk, kunnen beide in een rangorde geplaatst worden. Dit kan als de ene functie makkelijker kan wijken dan de andere. Ook is het mogelijk dat het ene probleem pregnanter is dan het andere. Aan de hand van de gebiedsanalyse kan dan een systematische afweging gemaakt worden van plaatsen waar de Bypass niet of moeilijk kan lopen en plaatsen waar er met de Bypass winst behaald kan worden. Dit wordt gedaan met een zeef- en potentieanalyse. Het resultaat is een vlekkenkaart waarin de verschillende gebieden benoemd zijn.

Daarna wordt aan de hand van die kansen en bedreigingen een aantal bandbreedte tracés bepaald die kansrijk zijn. Bij de aanleg van de Bypass zal dan utilistisch gedacht worden: er wordt gestreefd naar een nutsmaximalisatie en conflictminimalisatie. De kansen worden zoveel mogelijk aangedaan en de bedreigingen zo weinig mogelijk. In het kort zal dan een afweging gepresenteerd worden waarin tot uitdrukking komt welke optie het meest kansrijk is. Daarmee wordt dit hoofdstuk besloten.

### 8.1 Planologische overwegingen

Het plangebied is een -min of meer- geordend systeem van functies. Functies zijn activiteiten van mensen, waarbij ook vaak installaties gebouwd worden. Voorbeelden van functies zijn (zie ook paragraaf 3.1):

- landbouw;
- wonen en werken;
- natuur en recreatie.

Voor de planologische afweging wordt daar nog twee functies aan toegevoegd:

- afwatering;
- wegtransport.

Deze vijf functies worden hier gebruikt voor de zeef- en potentieanalyse.

Elke functie heeft een bepaald ruimtebeslag. Het plangebied zit vol functies, het gebied is al helemaal 'besproken'. Een bepaalde dominerende functie in een deelgebied kan wel of niet goed samengaan met de aanleg van een kanaal. Er moet altijd ruimte gemaakt worden voor de Bypass. Daarvoor zullen functies moeten wijken. Toch kan het zo zijn dat bepaalde functies goed samen kunnen gaan met de Bypass. In dit gedeelte wordt bepaald welke functies moeilijk wijken voor een Bypass en welke functies ermee samen kunnen samengaan.

Het feit dat het plangebied vol zit wil niet zeggen dat alle functies gelijk over het gebied zijn verspreid. De rij van functies als hierboven gegeven is is geordend naar verspreiding.

Het hele gebied kan als *landbouwgebied* beschouwd worden op een paar plaatsen na. Daarbij is de invulling vlakvormig. *Wonen en werken* zijn in essentie vlakvormig (als er maar op een kleine schaal gekeken wordt), maar op een kaart zijn het puntvormige objecten. Deze puntvormige objecten liggen verspreid over het hele plangebied, maar er zijn clusters te ontdekken. Natuurlijk, open deur, zijn deze

<sup>29</sup> Buiten de gebruikelijke werkzaamheden van graven en dergelijke.

clusters de steden en dorpen. Maar er zijn ook concentraties buiten de bebouwde kom te vinden. *Daarin is een tweedeling te maken: monumentaal en nieuw.*

Ten eerste liggen monumentale gebouwen vaak op terpen, als lintbebouwing op een oud dijklichaam en over het algemeen in clusters. Verder bepalen monumentale panden het gezicht van een gebied. Nieuwe gebouwen zijn over het algemeen verspreid over het gebied, omdat er geen noodzaak meer was een hoge plaatsing te zoeken voor de veiligheid. Deze gebouwen bepalen ook minder de uitstraling van het gebied. Het gaat te ver om te stellen dat nieuwe gebouwen lelijk zijn en minder waardevol. Elk huis is ooit nieuw geweest en elk gebouw is waardevol als daar mensen in wonen (of werken, recreëren, etc.). Wat hier aan de orde is is de ruimtelijke ordening en voor de landschapsarchitectuur is er wel een waardeverschil te ontdekken in oude en nieuwe gebouwen.

*Natuur en recreatie*<sup>30</sup> is vlakvormig en beperkt tot kleine gebieden. Dit betreft in dit onderzoek de monofunctionele natuur oftewel de 'aangewezen' natuurgebieden. Overal is namelijk natuur, de fuut is zelfs tot in Amsterdam centrum te vinden.

*Afwatering* is ook over het hele plangebied vertegenwoordigd, maar lijnvormig<sup>31</sup>. Elk weiland wordt begrensd door een aantal sloten. De sloten wateren af in grotere sloten, dezen op hun beurt in nog grotere sloten, totdat er een lozingspunt bereikt wordt.

Dit geldt ook voor *transport*. Er lopen allerhande soorten wegen door het gebied, van zandweg tot snelweg. Vooral de laatste is een moeilijk obstakel voor de Bypass door de grote breedte en de hinder die kan ontstaan bij het afsluiten van de verkeersstroom. Een kruising met de snelweg is in principe onvermijdelijk voor alle Bypass tracés door de ligging, parallel aan de IJssel, van de A50.

Het gebied is niet geheel te vangen in functies. In een gebied spelen tal van kleine en grote problemen. Wat minder negatief gebracht: in het gebied spelen er een aantal wensen. Voor de afweging van het bypasstracé zullen er hier drie gebruikt worden:

- vernatting<sup>32</sup>;
- ecologie;
- recreatie.

*Vernatting* kan door een kanaal duidelijk geregeld worden, lijkt het. Dat zal echter alleen opgaan voor een permanent stromend kanaal met dan ook nog een waterspiegel die hoger ligt dan de grondwaterspiegel in het verdrogingsgebied. Een droge geul of een kanaal met een te lage waterstand kan ook het land draineren en als ontwatering werken waardoor het probleem alleen maar erger wordt. Locale omstandigheden bepalen of de Bypass een remedie kan zijn voor verdroging.

Een Bypass kan ontworpen als *ecologische verbinding* tussen twee ecologische zones. Op deze manier is ecologie hier anders dan natuur: met ecologie wordt er een verbinding gemaakt tussen natuur. Door de Bypass ecologisch te ontwerpen kan dat gerealiseerd worden, met bijvoorbeeld rijkelijk begroeide, flauwe taluds. Het hangt van de aard van de gewenste ecologische verbinding af hoe het bypassontwerp daarvoor aangepast moet worden. Een verbinding voor snoeken ziet er anders uit dan een verbinding voor dassen, welke weer anders is dan een verbinding voor padden. De aanleg van een Bypass kan waarschijnlijk wel mogelijkheden bieden voor een veelheid van verbindingen, waaronder droge. Als de Bypass bijvoorbeeld meestentijds droog staat, dan kan hij een droge verbinding zijn.

Voor *recreatie* kan de Bypass een rol vervullen, maar op een beperkte manier. De vorm van de Bypass is bepalend voor de vorm van recreatie die van toepassing is. Op een Bypass met aan het begin en einde een schutsluis en een constante diepte van drie tot vier m. kunnen zeil- en motorboten varen. Het lijkt niet aan de orde zo'n Bypass aan te leggen, zie ook paragraaf 3.1. Kleine watergebonden recreatie is mogelijk bij permanent stromend en stagnant water. Ook deze regimes zijn onwaarschijnlijk. Een droge geul ten slotte heeft minder potentie voor watergebonden recreatie, maar misschien wel voor andere recreatie. Als een droge geul Bypass aangelegd wordt als een parkachtig iets, dan is een recreatiefunctie denkbaar. De haalbaarheid van recreatie hangt samen met de aanwezigheid van recreanten en met de mogelijkheden die de Bypass kan bieden door het ontwerp ervan.

<sup>30</sup> 'Recreatie' is vooral natuurgebonden recreatie, geen pretparken bijvoorbeeld. Daarom wordt verder deze functie inbegrepen bij 'natuur'.

<sup>31</sup> Dat wil zeggen de aangelegde of bestaande infrastructuur voor de afwatering: het grondwater, een hoeveelheid regenval zijn bijvoorbeeld niet lijnvormig.

<sup>32</sup> Gewoonlijk aangeduid met 'verdroging'. Door de formulering in wensen in plaats van problemen, is dit al de oplossing voor dat probleem.

## 8.2 Zeefanalyse

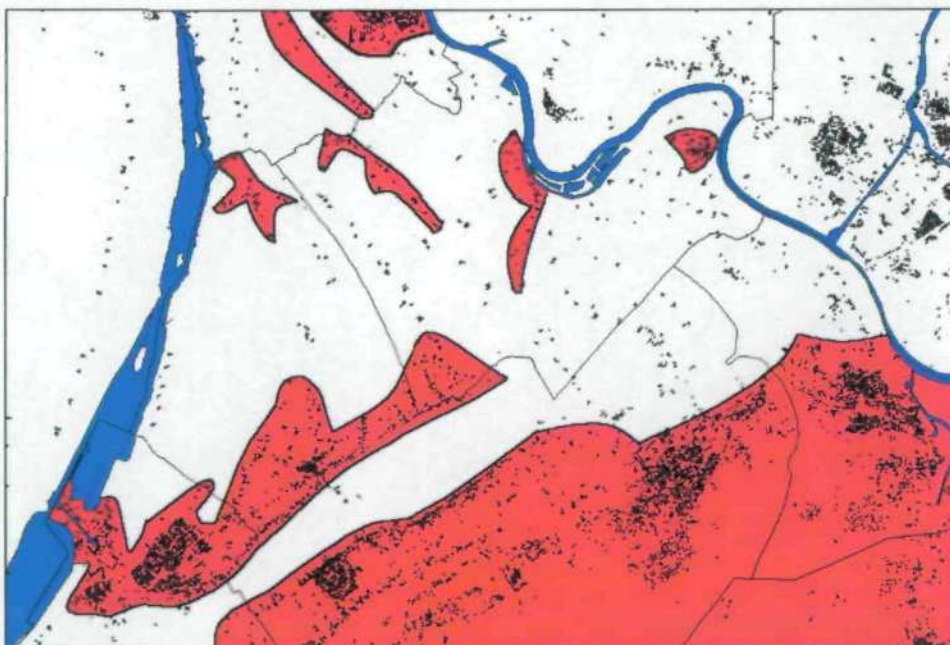
De functie wonen en werken is het meest geschikt voor de zeefanalyse. Om twee redenen: ten eerste is deze functie strijdig met de aanleg van een Bypass. Het gaat om persoonlijk eigendom, niet om dingen van de gemeenschap zoals een weg of sloot, dat maakt dat het vervangen van de woonfunctie door de bypassfunctie gevoelig ligt. Bovendien is er met andere functies een vorm van dubbel grondgebruik mogelijk (bijvoorbeeld een beheer overeenkomst met de vorige eigenaar van de grond). Ten tweede zijn de gebouwen niet over het hele plangebied gelijk verdeeld.

Als elk huis heilig verklaard wordt, kan er nergens een Bypass komen. Altijd zullen er woon- of werkgebouwen moeten wijken. Er worden drie niveaus van wonen en werken onderscheiden:

- kernen;
- monumentale gebouwen;
- overige bebouwing.

Deze drie soorten bebouwing worden hier onderscheiden naar weerstand tegen aanleg van een Bypass (of functieverandering in het algemeen). Alleen bij megalomane projecten als stuwdammen en dergelijke verdwijnen hele steden en dorpen van de kaart. Monumentale bebouwing geven karakter aan het landschap, voor overige bebouwing tenslotte is het lastig mensen te onteigenen. Nogmaals, er is hier bewust geabstraheerd van de persoonlijke tragiek die ontstaat bij functieverandering. Mooie nieuwe state-of-the-art boerderijen (die zeker in het plangebied te vinden zijn) kunnen een paar jaar geleden door een ondernemende agrariër neergezet zijn. Als die boerderij dan weg moet, is dat niet goed voor het lokale draagvlak. Een project als de Bypass vaart wel met een Chinese aanpak: het collectief gaat voor het individu. Voor die ene ondernemer is het dus een zware tegenslag, maar de veiligheid is prioriteit.

Concreet komt het nu erop neer dat op de kaart de woonkernen en monumentale bebouwing ingetekend worden, zie figuur 8.1. De nieuwe bebouwing wordt wel als aandachtspunt beschouwd, maar niet als bedreiging. Een grotere kaart met de bebouwing in het gebied is te vinden in de kaartenbijlage.



Figuur 8.1 Bedreigingen

## 8.3 Potentieanalyse

Voor de potentieanalyse zijn twee functies en twee gebieden van belang: afwatering, natuur, vernatting en ecologie.

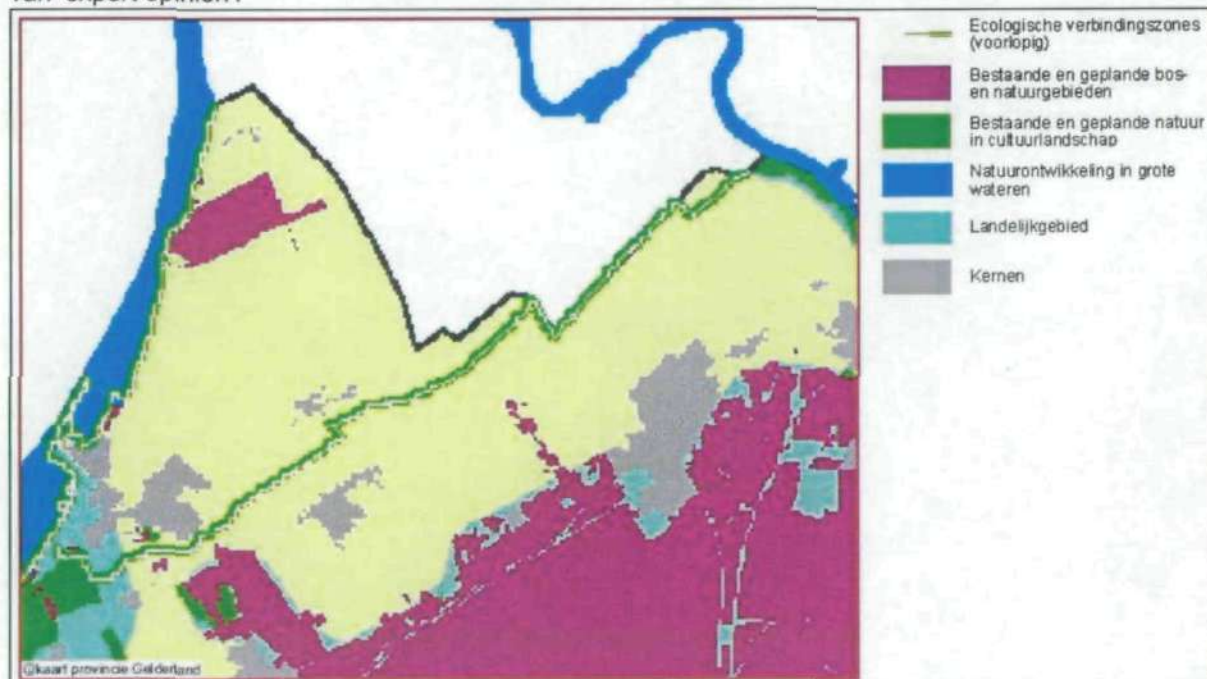
Aansluiting bij de huidige *afwaterstructuur* voorkomt functieverandering gedeeltelijk, hoewel het hele waterhuishoudingssysteem op zijn kop wordt gezet. Er is al eerder op gewezen dat een Bypass hydrologisch gescheiden moet zijn van de bestaande hydrologische systemen. De Bypass is een stuk breder is dan de nu aanwezige watergangen. een bestaande waterweg in dit gebied over het algemeen een brede sloot is tot zo'n 10 m breedte zonder dijken. Een Bypass zal dus van een totaal andere

ordegrootte zijn. Het aangrenzende land zal daarom wel functieverandering ondergaan. Het verminderen van de hoeveelheid functieverandering kan de ingreep verzachten. Ter plaatse van een bestaande waterloop is niet gebouwd, of in ieder geval niet erboven of direct tegenaan. Er zullen dus bij hergebruik van bestaande tracés minder conflicten zijn voor wat betreft de huidige bebouwing. Als er al een waterloop ligt is de ingreep in het landschap dus minder groot dan in het geval van een volledig nieuwe waterweg. Het aansluiten van de bypassligging op bestaande waterwegen zal waarschijnlijk vooral een psychologisch voordeel hebben: het is niet een volledig nieuw inrichtingselement, waardoor de direct betrokkenen minder het idee zullen hebben dat hun omgeving overhoop wordt gehaald. Dit kan van belang zijn voor het draagvlak onder de plaatselijke bevolking en de lokale overheden. Verder zijn er voor bestaande waterlopen al een aantal kunstwerken aanwezig zoals in- en uitlaten in een dijklichaam en bruggen. Deze elementen zullen voor het grootste deel ook niet opgewassen zijn tegen de nieuwe taak, maar weer geldt hier een psychologisch voordeel.

Op zo'n manier is het verstandig aan te sluiten bij de natuur en de ontwikkelingsplannen daarvoor. Een monofunctioneel kanaal (alleen voor de veiligheid) is niet bespreekbaar. Het is de vraag of de natuur op de Bypass zit te wachten om twee redenen. Ten eerste is het de vraag of het 'natte' natuur is, ten tweede is het de vraag of de waterkwaliteit samengaat met een bepaalde natuurontwikkeling. Daarbij speelt ook de herkomst van het water, aangezien de kwaliteit van het randmeerwater een stuk beter is dan die van de IJssel. Voor vernatting en ecologie geldt eenzelfde redenatie: laat de waterkwaliteit en de aanwezige situatie dit water toe.

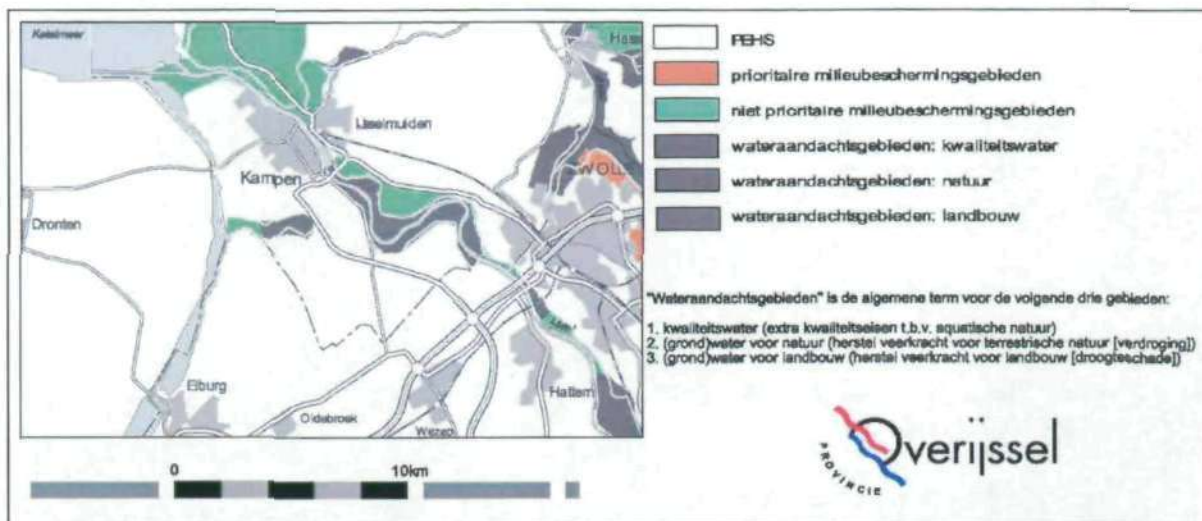
De afwatering wordt als richtinggevend genomen bij de bepaling van de alternatieven. Dit omdat de hoofdafwateringskanalen al een lijnvormige structuur hebben. De eerder gesignaleerde hydrologische patronen worden daaronder begrepen. Vooruitblikkend geeft dat in ieder geval drie tracévarianten. Door combinatie komen daar twee bij. De andere functie en de twee vragen zijn meteen meegenomen door dit besluit, omdat er een innige verweving tussen de potenties in het plangebied bestaat. De geplande ecologische structuren zijn 'waterig', de natuur ook en vernatting is een vraag naar water.

Voor de potenties van het gebied wordt concreet gekeken naar de beleidsplannen die door de provincies Overijssel en Gelderland voor het plangebied zijn bereid. Daar is voor gekozen omdat voor een dergelijke analyse veel inspanning verricht moet worden, waar in dit afstudeerproject geen plaats voor was. Ervan uitgaande dat de Overijsselse en Gelderse beleidsplannen door professionals opgesteld zijn na een deugdelijke afweging, kunnen de besluiten die daarin vervat zijn gelden als richtinggevend. Daarom zijn die beleidsplannen hier aangevoerd in de potentieanalyse als een vorm van 'expert opinion'.



Bron: Gelderland 2000

Figuur 8.2 Kaartje natuurontwikkeling Gelderland



Bron: Overijssel 2000

Figuur 8.3 Kaartje provinciaal omgevingsplan Overijssel

Uit figuren 8.2 en 8.3 worden drie kansen gehaald. In figuur 8.2 is bij de Bolsmerksluis een aan te leggen natuurgebied aangegeven en vanaf Antilia tot onder Elburg een ecologische verbindingzone. In figuur 8.3 is het gebied net ten noorden van de Gelderse sluis aangegeven als watersaandachtsgebied en milieubeschermingsgebied. Deze locatie staat ook vermeld in de verdrogingskaart (RIZA/lpO 1998) als verdroogd gebied.

#### 8.4 Varianten

De kortste verbinding (lees: goedkoopste) tussen twee punten is een rechte lijn. Verder zal er in een kanaal met een scherpe bocht tijdens grote afvoeren scheefstand ontstaan, waar al het water 'door de bocht' moet. Hierdoor zullen extra voorzieningen nodig zijn als oever- en bodemversterking, dijkverzwaring en maatregelen om erosie tegen te gaan. Dit maakt de aanleg kostbaarder. Waar mogelijk worden bochten daarom bij voorkeur gemeden. De tracés zullen daarom rechtlijnig zijn.

In figuur 8.4 zijn de verschillende alternatieven voor het tracé gegeven.

Voor alle tracés geldt dat het inlaatpunt meer vastligt dan het uitgangspunt; voor I en II geldt als inlaatpunt km 991 en voor III, IIIa en IV is het inlaatpunt Antilia.

De uitstroom voor I ligt tussen de Doornse en Gelderse sluis. II Loost bij de Bolsmerksluis. Alternatief III en IIIa lozen bij de Bolsmerksluis of iets ten zuiden daarvan. Ten slotte hebben nummer IIIa en IV een loospunt onder Elburg.

#### De tracébepaling van de varianten

I

In de eerste plaats wordt de kortst mogelijke route gezocht. De kortste lengte wordt gerealiseerd als de Bypass recht naar het westen loopt. De Enkdijk (die in 1825 weggespoeld is) is een punt waar zonder veel graafwerk de oude dijkkring doorbroken kan worden. De Enkdijk vormt geeft harde breedte omdat de twee aanliggende dijken (de Hogeweg en Zwartedijk) monumentaal zijn en daarom ontzien moeten worden. Dit is, gezien het hydraulisch benodigde ruimtebeslag, mogelijk omdat de Roskam ruim 500 m breed is. Door de Enkdijk als vast punt te nemen komt de inlaat op km 991. De uitstroom ligt op dezelfde wijze vast op ongeveer 500 meter ten noorden van de Gelderse sluis (het hart van de Bypass). Deze variant volgt bijna helemaal de ligging van de Enk.

##### Gevolgen

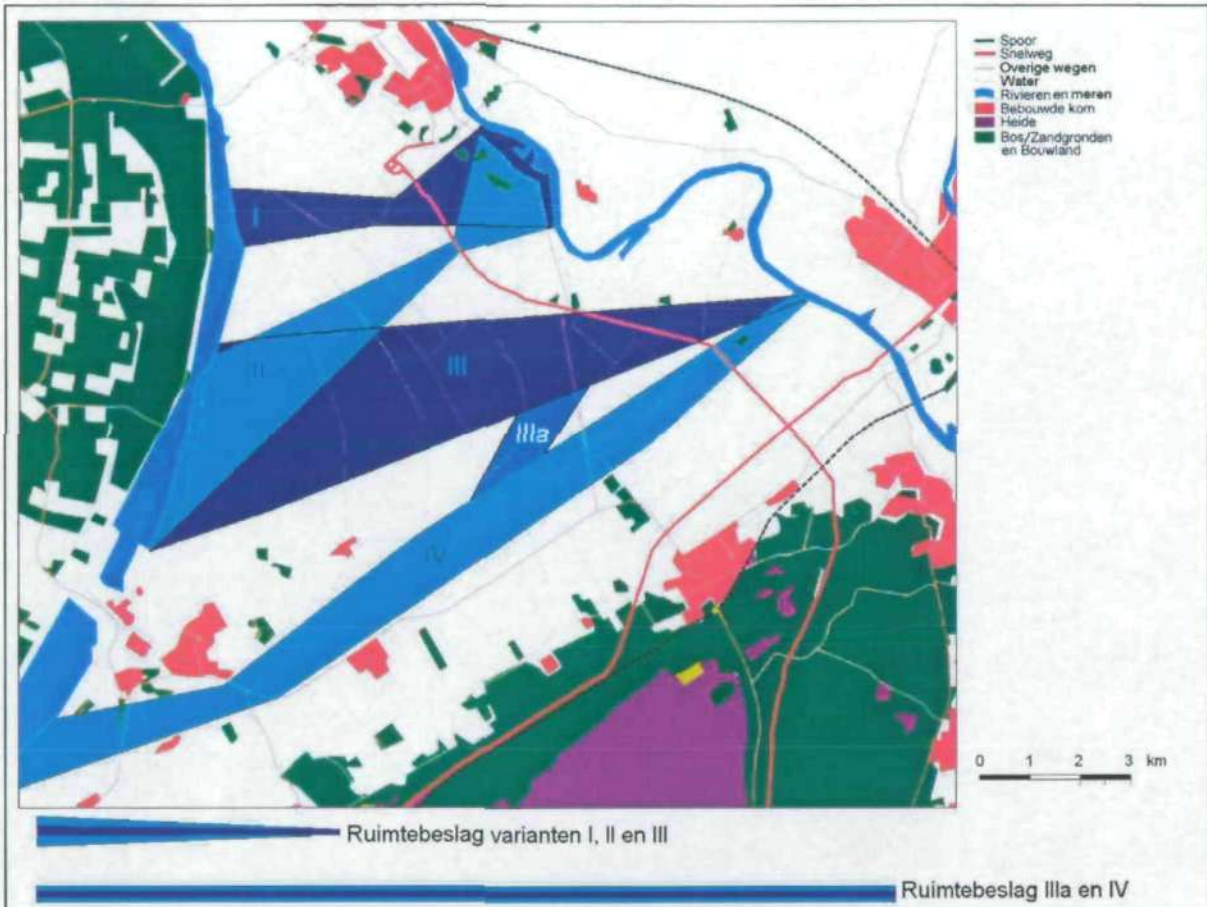
De huizen op het zuidelijke deel van de Zwartedijk en op het oostelijk deel van de Noordwendige dijk kunnen blijven staan. De Enkdijk is ongeveer 500 meter breed, dus alle bypassgroottes die eerder berekend zijn passen daardoor.

De Noordwendige dijk kan als begrenzing dienen, eventueel ook de Slaper.

Er worden wel een aantal infrastructuurlijnen gekruist, ten minste 4 stuks waarvan één autoweg.

Er bevinden zich weinig woningen in het tracé.

Er wordt verdroogde grond aangedaan bij de uitstroom en er wordt geen ecologische verbinding gemaakt. Wel is er een kans voor ecologische ontwikkeling bij de uitstroom.



*Figuur 8.4: Alternatieve tracés*

## II

De aanwezige afwateringsstructuur wordt als hartlijn van de Bypass genomen, in casu het Noordermerkkanaal en de sloot in het verlengde daarvan. De aansluiting tussen de twee kanalen mist nog en ook de inlaatconstructie vanuit de IJssel. Verder wordt de monumentale Hogeweg doorsneden. Dit is niet rampzalig aangezien er al een doorsnijding aanwezig is die verbreed kan worden.

### *Gevolgen*

Het tracé is  $1\frac{1}{3}$  keer de lengte van variant I.

Er liggen weinig huizen in het stroomprofiel. Er zijn geen dijken aanwezig die (her)gebruikt kunnen worden. De Bypass loopt door het diepste stuk van het plangebied. De dwarsdoorsnede van het tracé is hol, waardoor er met de aanleg veel grondwerk gemoeit kan zijn. Er worden 6 infrastructuurlijnen gekruist, waaronder één autoweg. Het benedenstroomse gedeelte loopt door de provincie Gelderland, de bovenstroomse helft door Overijssel.

Er wordt geen ecologische verbinding gemaakt en er wordt geen verdroogd gebied aangedaan. Wel loopt het tracé het laatste gedeelte voor de uitstroom door een gepland bos- en natuurgebied.

## III en IIIa

Vanuit de inlaat bij Antilia wordt de kortste route naar het Randmeer genomen. Het eerste gedeelte van het tracé kan over bestaande waterinfrastructuur gaan.

De variant IIIa buigt splitst zich waarna de zuidelijke tak een bestaande waterloop kan volgen.

### *Gevolgen*

Het tracé is 2 keer de lengte van tracé I. De variant a is nog langer.

Er liggen redelijk wat huizen in het stroomprofiel, vooral in het traject in de buurt van de instroom. Er zijn geen dijken voorhanden die gebruikt kunnen worden. Wel is er al een constructie in de dijk aanwezig ter plaatse van de instroom.

Er worden 9 infrastructuurlijnen doorkruist, met onder hen die autoweg. Variant IIIa kruist er 13.

Dit Tracé loopt door twee provincies, maar voornamelijk door Gelderland.

Het eerste gedeelte mist een geplande ecologische verbindingzone, die ligt een eindje verderop gepland, het tweede gedeelte niet. Bij de variant loopt het tweede gedeelte door de ecologische

verbindingszone. Daarbij is permanente stroming aanwezig. Er wordt alleen door de variant een stuk verdroogd areaal aangedaan. De variant, het tracé daarvan benedenstrooms de splitsing ligt in een stuk land dat wat hoger ligt (+1 tot 2 m NAP).

#### IV

Deze variant volgt in zijn geheel een geplande ecologische verbindingszone vanaf Antilia. De uitstroom is vlak onder Elburg.

#### *Gevolgen*

Het tracé is ruim 2,5 keer de lengte van I.

Er liggen veel huizen in het stroomprofiel. Deze bevinden zich vooral bij de in- en uitstroom. Daarbij is het tracé dat overeenkomt met IIIa benedenstrooms de afsplitsing een praktisch lege traverse in het landschap met een bestaande waterloop. Ook hier zijn geen oude dijklichamen voorhanden die gebruikt kunnen worden, maar is er wel de constructie in de dijk (Antilia) aanwezig.

Er worden 13 infrastructuurlijnen gekruist, inclusief de autoweg. Het tracé loopt door de provincie Gelderland.

Het hele tracé loopt door een ecologische verbindingszone en bij de uitstroom bevindt zich ook een stuk gepland natuurgebied. Ook hier is permanente stroom aanwezig. Het benedenstroomse gedeelte loopt door hoger liggende grond.

Variant	Lengte	Aantal huizen	Aanwezige dijken	Aanwezige waterlopen	Kruisingen met infrastructuur	Hoogte bodemligging	Ecologie	Vernatting
I	++	+	+	-	+	+/-	+	+
II	+	++	-	+	+	-	+	-
III	+/-	--	-	+/-	-	-	-	-
IIIa	-	--	-	+	--	+/-	+	+
IV	--	--	-	+	--	+	+	+

*Tabel 8.1 Samenvatting van effecten van de tracés*

Concluderend over de verschillende tracés kan gesteld worden dat in de eerste plaats een Bypass wel past in het plangebied, er is genoeg ruimte. Daarbij moet ten tweede aangetekend worden dat alternatieven III, IIIa en IV minder aantrekkelijk zijn.

Versterkend voor deze conclusie werkt de 'ruimtelijke reservering' zoals die in het kader van de Bypass in de Vijfde Nota Over de Ruimtelijke Ordening komt, zie de kaartenbijlage.

Duidelijk is te zien dat de ruimtelijke reservering niet de varianten IIIa en IV omvat (zie kaartenbijlage), gedeeltelijk III en volledig I en II. Het Advies RvR (2000) sluit andere retentiebekkens overigens niet uit.

## 9 Maatschappij

In het voorgaande is een begin gemaakt met een systematische afweging van de wenselijkheid van een Bypass net ten zuiden van Kampen. In dit onderzoek is die afweging gepresenteerd als een ontwerpopgave. In dat ontwerpproces is aan een aantal zaken voorbij gegaan die zich op een hoger abstractieniveau bevinden. In dit hoofdstuk zijn daarom een aantal zaken aan de orde gesteld die niet in het ontwerp, maar in het kader waarin het ontwerp plaats vindt, thuishoren. Eerst een beleidsmatig punt: de wettelijke status van de randmeren is zodanig dat er minder hoge dijken nodig zijn dan om het IJsselmeer. Het kan zijn dat daar met de aanleg van de Bypass verandering in komt. Nog algemener is de vraag of het nou wel moet een Bypass, waarom verhogen we niet de dijken bij Kampen?

Het tweede deel van dit hoofdstuk is gewijd aan de procedures die gebruikt gaan worden bij het verwezenlijken van de Bypass. Wat zijn de ideeën daarover en wat zijn daar de kenmerken van? Dit is met name van belang voor de vraag of je met aanleg van een Bypass wel de handen op elkaar krijgt en zo niet, hoe daarvoor gezorgd kan worden. Draagvlakverwerving dus.

### 9.1 De status van de randmeren

De randmeren gelden als binnenwater voor de wet. In de Wet op de waterkering is een buitenwater:

*"het oppervlaktewater waarvan de waterstand direct invloed ondergaat bij hoge stormvloed, bij hoog opperwater van een van de grote rivieren, bij hoogwater van het IJsselmeer of bij een combinatie daarvan." (art. 1 lid 5 in: TAW 1998)*

Duidelijk is dat het Randmeer door de aanleg van een Bypass invloed ondervindt van hoog 'opperwater' van de grote rivieren.

Aanleg van de Bypass zou daardoor leiden tot het buitenwater maken (niet het verklaren daarvan, dat doet de wetgever) van het Randmeer. Tegengeworpen kan worden dat er staat dat het over directe invloed gaat, en dat is bij de Bypass niet het geval aangezien er nog een overlaat tussen Bypass en IJssel, dus tussen IJssel en Randmeer zit.

Zeker is de statusverandering van het Randmeer niet, maar het kan wel in overweging genomen worden.

Het effect is groot als ertoe besloten wordt het Randmeer tot buitenwater te verklaren. Het directe gevolg is dat de MHW frequentie (en daarbij de kruinhoogte) bij de wet vastgesteld moet worden, deze komt dan in een bijlage te staan. Wat die frequentie dan wordt staat nog te bezien.

Voor de IJssel geldt een norm van 1/1250. Voor de Zwartemeerdijk bij Kampen geldt een norm van 1/2000. Het Randmeer zal door de Bypass vooral invloed hebben van de IJssel, daarom zal waarschijnlijk de norm van 1/1250 gaan gelden. Dit resulteert in een verplichting de dijken rondom het Randmeer op te hogen in geval van onderhoogte. De berekeningen die in WIN voor de vereiste kruinhoogte gemaakt zijn tonen aan dat bij een minder hoge norm er ook al dijkverhoging toegepast moet worden.

Het besluit over de status van het Randmeer zal een maatschappelijk debat vereisen, of in ieder geval een zorgvuldige afweging. Een zelfde afweging heeft plaats gevonden voor het Markermeer. In een brief aan de voorzitter van de eerste kamer geeft de staatssecretaris van Verkeer en Waterstaat mevrouw de Vries aan het Markermeer als buitenwater te verklaren (TK 2000a).

Het ligt in de lijn der verwachting dat het Randmeer niet een buitenwater zal worden, maar er mag niet aan deze vraag voorbij gegaan worden.

### 9.2 Het nut van de Bypass

In het hoofdstuk over het Bypassconcept is aangeduid dat het effect van de Bypass op het IJsselpiel 0,1 (Bypassdebiet = 150 m<sup>3</sup>/s) tot 0,2 (debiet = 250 m<sup>3</sup>/s) is. Gezien de grote inspanning die de aanleg van de Bypass zal kosten lijkt dat wat mager. De kosten die gemaakt zouden moeten worden bij een dijkverhoging ter plaatse van Kampen zouden wel eens lager uit kunnen vallen.

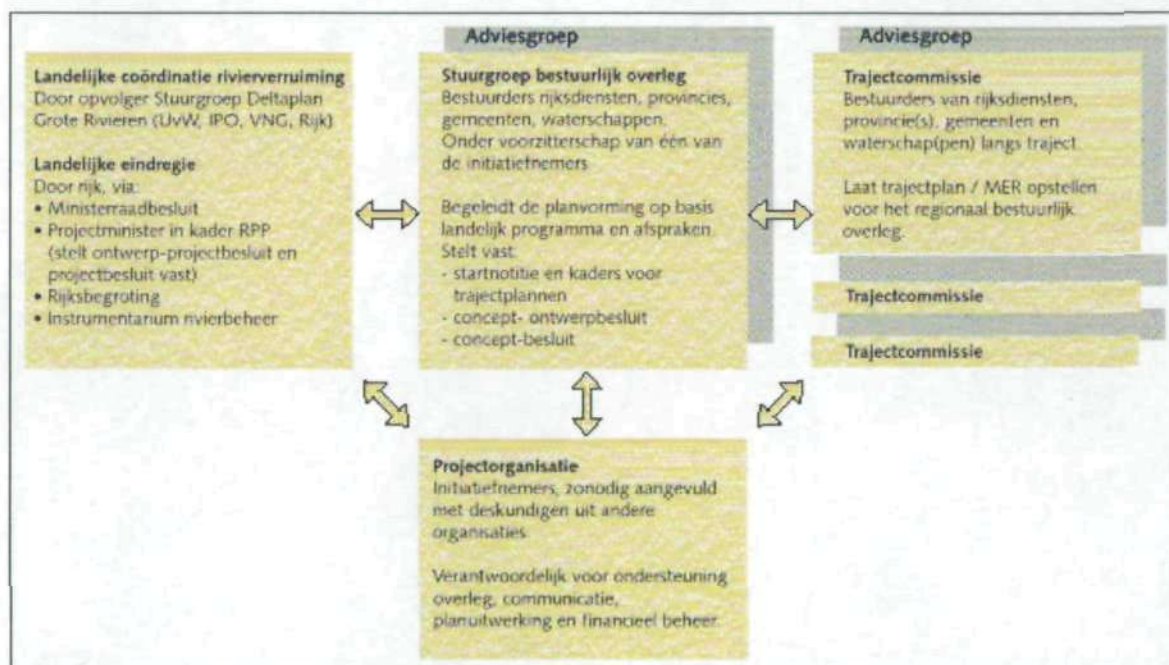
Dat de Bypass toch een verstandig project kan zijn wordt duidelijk als er naar de toekomst gekeken wordt. Als er op de lange termijn weer een IJsseldelta moet komen, dan kan de aanleg van een Bypass een eerste stap zijn in die richting (voorstel voor een naam: de Nieuwe Enk). Hierbij zullen overigens niet alle tracés even geschikt voor zijn.

De wens voor een IJsseldelta en het uitsluiten van dijkverhoging voor veiligheidswaarborging in de wet<sup>33</sup> zijn complementair. Wat in het voorwoord prozaïsch aangegeven is ligt ten grondslag aan beide zaken. Wat daar echter als een semi-religieus gevoel gepresenteerd werd is in feite uiterst rationeel. Als een hoge dijk bezwijkt dan zijn de gevolgen vele malen erger dan in het geval van een lage dijk. Dit is dus niet een standpunt waar de Nederlandse watermanager zich voor moet schamen. De laatste tijd maakt deze gedachte ook opgang als 'waterethiek' (Hall 2000).

Het is dus vertekenend de Bypass op de eigen merites te beoordelen, de Bypass kan in een lange termijn toekomstvisie van levensbelang zijn.

### 9.3 De procedure bij aanleg

De aanleg van de Bypass zal in eerste instantie niet conform de Tracéwet gebeuren. De tracéwet geldt voor de aanleg van hoofdwegen, landelijke railwegen, hoofdvaarwegen en bijkomende infrastructurele voorzieningen (Tracéwet art 1, TK 1998). In deze rapportage is aannemelijk gemaakt dat de Bypass niet voor scheepvaart gemaakt wordt.



Bron: RvR 2000

Figuur 9.1 Mogelijke organisatie voor samenwerking

Wettelijk instrumentarium voor de uitvoer van het Bypass plan ontbreekt nog. Dit instrumentarium wordt aangekondigd in de Vierde Nota Waterhuishouding (NW4). Het streven is om dit instrumentarium in 2000 beschikbaar te hebben.

Er waren in NW4 een aantal kansrijke planvormen die uitgebreid konden worden:

- I. de Tracéwet;
- II. de Wet op de Waterkering;
- III. onteigeningswet en de
- IV. rijksprojectenprocedure.

De verwachting is dat de Rijksprojectenprocedure de plansoort wordt die van toepassing is voor de RvR projecten (telefonische mededeling Caroline Ploeger van de CDJZ, TK 2000b) en daarom waarschijnlijk ook voor de Bypass. Deze planvorm voorziet in een integraal afwegingskader. Verder werkt een genomen besluit in de Rijksprojecten procedure rechtstreeks door in bestemmingsplannen, levert een onteigeningstitel en een grondslag voor nadeelcompensatie (Wolf 2000).

<sup>33</sup> NB: dijkverhoging is niet uitgesloten, maar is een laatste optie.

## 9.4 Draagvlak voor de Bypass

Ongeacht het feit dat de Bypass technisch-planologisch mogelijk is en noodzakelijk voor de veiligheid, kunnen de meningen verdeeld zijn over de prijszwaardigheid van het project. Er is eerder al gewezen op het feit dat er (te) vroeg in de regionale kranten werd bericht over de ideeën voor de Bypass. Dat heeft waarschijnlijk geen goed gedaan voor het image van het 'project' Bypass. Daarentegen zal het meevallen met de grootte van de Bypass, waardoor er een psychische meevaller is. De plaatselijke bevolking die had gerekend op een enorm kanaal, krijgen een hanteerbaar kanaal door de achtertuin (die bovendien meestentijds ook voor landbouw en recreatie gebruikt kan worden). Daardoor kunnen de meningen wellicht wat omgeturnd worden zodat het nut van de ingreep ingezien kan worden. Bij het proces van aanleg van de Betuwelijn, de Vijfde Baan en de Hoge Snelheids Lijn is gebleken dat gebrek aan draagvlak al snel kan leiden tot zogenaamd NIMBY<sup>34</sup> gedrag. Dit is iets wat een gevolg is van een gebrek aan draagvlak.

In de aanloop naar de Vijfde Nota over de Ruimtelijke Ordening (VIJNO) is er een landelijke discussie gehouden over de gewenste toekomstige ontwikkelingen in de ruimtelijke ordening (Dekker e.a. 2000). Daarbij is 'de Nederlandse burger' gevraagd naar haar mening over een groot aantal planologische onderwerpen. Dit is gebeurd met een opiniewijzer onder de titel: Geef mij de Ruimte.

Nederland is voor deze enquête verdeeld in drie regio's: Noord, Oost, Zuid en West. Voor de Bypass was een interessante vraag: "Als we meer ruimte willen geven aan het water dan zal dit vooral gebeuren op bestaande landbouwgronden en/of in natuurgebieden. Naar welke twee locaties gaat uw voorkeur uit?" Voor Landsdeel Oost zijn er de volgende antwoorden gegeven, zie tabel 9.1<sup>35</sup>. De opiniewijzer heeft van drie media gebruik gemaakt: lokale kranten, internet en 'geprikte' telefoonnummers. Opgemerkt kan daarbij worden dat de telefonische enquête misschien wel het meest dat weergeeft wat onder de bevolking leeft, omdat die respondenten 'overvallen' zijn met de vragen, bij de krant en het internet is er een bewuste keuze gemaakt voor het invullen, door mensen die geïnteresseerd zijn in de ruimtelijke ontwikkelingen van Nederland in de toekomst.

PLAATS VAN OPVANGEN	KRANT	INTERNET	TELEFOON
Uiterwaarden langs de rivieren (leegmaken)	80	84	65
De kop van Overijssel	13	11	18
Het vroegere moerasgebied van Oost	24	29	28
De Beekdalen	29	31	14
We accepteren natte voeten in extreme situaties	16	20	17
Geen voorkeur/geen mening	5	0	1

Bron: Dekker e.a. 2000

Tabel 9.1 Resultaten uit de opiniewijzer 'Geef mij de ruimte': Landsdeel Oost

Het draagvlak onder de bevolking voor het project RvR lijkt florissant. Als voor "De kop van Overijssel" gelezen wordt: Bypass, dan is het beeld minder gunstig in het licht van dit rapport. Het verdient daarom op het eerste gezicht aanbeveling het Bypassconcept te promoten onder de lokale en regionale bevolking.

Promoten kan op verschillende manieren gebeuren, Vlek (1995) geeft voor NIMBY-therapie drie oplossingsstrategieën:

- I. technologisch, construeer een voor iedereen acceptabel alternatief, eventueel door middel van compensatie;
- II. een open planproces, waarbij alle belanghebbenden uitgenodigd worden mee te doen met een methodisch uitgekende overleg- en besluitvormingsprocedure;
- III. technocratisch-autoritair, een centrale overheid bepaald wat er moet gebeuren, de lagere overheden dienen te conformeren.

De eerste strategie wordt als optimaal gezien. De tweede wordt ook positief beoordeeld, maar draagt het risico met zich mee dat de uitkomsten onvoorspelbaar kunnen zijn. De derde mogelijkheid heeft het gevaar te top down te zijn, waardoor er weerstand opgeroepen kan worden.

<sup>34</sup> Not In My BackYard

<sup>35</sup> De resultaten zijn in percentages en doordat er bij beantwoording twee mogelijkheden waren tellen de kolommen niet op tot 100.

In geval van de Bypass is er hier een begin gemaakt met strategie I (de mogelijkheid onderzoeken van meervoudig ruimtegebruik). Het heeft er de schijn van dat het beleid neigt naar strategie III, door het toepassen van de Rijksprojectenprocedure. In de rijksprojectenprocedure (TK2000b) wordt er wel gesproken over inspraak in de vorm van een 'Groen Poldermodel, waarvan de elementen inhouden:

"... dat niet het formele kader essentieel is, maar de bereidheid bij alle partijen om open overleg met elkaar te voeren en onbevangen de mogelijkheden van samenwerking te onderzoeken."  
(TK 2000b, nr. 3 blz. 29)

Het lijkt erop dat de wetgever hiermee strategie I, II en III verenigd heeft in één planvorm. Het is hier niet aan de orde een evaluatie daarvan te geven, daarom blijft het bij deze conclusie.



*Figuur 9.2 Polder Oldebroek*

## 10 Conclusies en vervolgonderzoek

De aanleg van een Bypass in het gebied direct ten zuiden van Kampen is zeker mogelijk, hydraulisch en hydrologisch gezien. Een trapeziumvormig profiel kan toegepast worden die, naarmate het Drontermeer nadert, breder en ondieper wordt. Dit laatste is het gevolg van de maaiveldligging ter plaatse van de uitstroom.

Er zijn twee redelijke alternatieven:

- III. een Bypass vanaf km 991 naar de Doornse sluis;
- IV. een Bypass vanaf km 991 naar de Bolsmerksluis.

Een permanent stromende Bypass is lastig. Ten eerste omdat er niet altijd een hoger peil ter plaatse van de instroom staat ten opzichte van de uitstroom, maar dat geldt voor een paar weken per jaar. Ernstiger is het dat de stroomsnelheden bij een permanent stromende Bypass erg laag zijn.

Er kan door de beleidsmakers besloten worden hoeveel de Bypass zou kunnen gaan afvoeren in geval van Calamiteiten. De keuze voor een gewenst debiet geeft de benodigde breedte van de Bypass.

Het Randmeer kan veel water hebben, maar het houdt wel een keer op. Een af en toe stromende Bypass (minder dan één keer per jaar) vereist geen hogere dijken rondom de randmeren. Als maximale afvoer gedurende drie dagen geldt 400 m<sup>3</sup>/s. Een permanent stromende Bypass vereist wel verhoging van de waterkering, maar dan gaat het over één tot twee centimeter.

Het gebied waar de Bypass doorheen loopt is open en weids, een brede groene geul zou er niet misstaan. Er zijn daarbij winstpunten te halen voor de plaatselijke ecologie en verdrogingsproblematiek. Meervoudig grondgebruik met landbouw is altijd mogelijk.

Aandachtspunten zijn ten slotte de slechtere waterkwaliteit, de status van het Randmeer, die misschien 'buitenwater' wordt en het creëren van draagvlak voor het project.

Er zijn een aantal zaken waarvan het nuttig zou zijn als die in vervolgonderzoeken bestudeerd zouden worden, ook kan het nuttig zijn bepaalde acties te ondernemen.

Meerdere malen is aangeduid dat de Bypass niet de laatste strohalm is voor de veiligheid van de IJsseldelta. Twee opmerkingen.

Een: het is raadzaam (voor zover dat al niet gebeurd) onderzoeken te starten naar andere oplossingen die nog niet in de IVR en RvR meegenomen zijn. Ook een combinatie van die 'nieuwe' oplossingen met de IVR/RvR maatregelen moet daarbij betrokken worden, wellicht werkt één en ander op elkaar in. Meer inzicht in de hydraulische effecten van de combinatie van riviermaatregelen met de werking van het IJsselmeer is ook wenselijk. Belangrijk is dat de oplossing voor Kampen een 'package deal' wordt, van verschillende deeloplossingen.

Twee: het formuleren van een toekomstconcept voor de IJsseldelta kan als toetssteen gelden voor in de toekomst te ondernemen projecten. Bijvoorbeeld bij een concept als een nieuwe IJsseldelta kan de Bypass als eerste stap gelden, terwijl de aanleg van de Ramspolkering een belemmering daarvoor lijkt te zijn, omdat deltavorming naar het westen toe daardoor verhinderd wordt. Als alle toekomstige projecten voor de veiligheid of anderszins bij de IJsselmond geaccordeerd worden aan dat toekomstconcept kan er een stapsgewijze realisering plaatsvinden naar dat ideaal.

Het opstarten van een dialoog met de dijkbeheerders rondom de randmeren, samen met bijvoorbeeld vertegenwoordigers van de specialistische diensten van de Rijkswaterstaat voor het bepalen van de grens van wateropvang in de randmeren. De aannames die in dit onderzoek zijn genomen (in hoofdstuk 6) dienen wellicht genuanceerd of bijgesteld te worden.

Een dialoog over de toe te staan nutriëntenbelasting op de randmeren lijkt aan de orde. Een onderzoek met bijvoorbeeld simulatiemodellen kan daarvoor ook nuttig zijn.

Een dialoog tussen gemeenten, provincies en regionale en specialistische diensten van de Rijkswaterstaat kan verhelderend zijn, over de mogelijke ecologische en recreatieve invulling van een Bypass.

Dezelfde dialoog kan opgestart worden over de mogelijkheid van meervoudig ruimtegebruik met landbouw, daarbij zou de plaatselijke bevolking ook aan kunnen schuiven, met name de agrariërs.

Ten slotte nog een keer die dialoog voor enerzijds de stedelijke ontwikkeling in het plangebied en anderzijds de aanleg van de Hanzelijn, voor creatieve en integrale oplossingen.



*figuur 10.1 De Enk*

## Literatuurlijst

- RvR (Bestuurlijke Begeleidingsgroep Ruimte voor Rijntakken), Advies Ruimte voor Rijntakken, Arnhem (2000).
- Breukers C. (red.), Rapport systeemanalyse IJsselmeergebied, Noordzeekanaal en Amsterdam - Rijnkanaal, RIZA rapport 97.088, Lelystad (1997).
- Boyer P., Ceteris Paribus. In: Brockman J., Matson K. (red.), **Simpele feiten**, Rainbow Pocketboeken, uitgeverij Maarten Muntinga bv, Amsterdam (1997).
- CIV (Commissie Integraal Waterbeheer), Water in beeld 1999, 's-Gravenhage (1999).
- CUR (Civieltechnisch centrum Uitvoering Research en regelgeving), **Natuurvriendelijke oevers** (rapport nr 168), RWS dienst Weg- en waterbouwkunde, Gouda (1994).
- Dekker L. e.a., Geef mij de ruimte, Eindverslag van de landelijke discussie (ook op internet: <http://www.geefmijderuimte.nl>), Instituut voor Publiek en Politiek en Stichting Agora Europa, Amsterdam (2000).
- Duel, H., During R. en Specken B., Nevengeulen; Verkenning naar de ecologische betekenis van inrichtingsvarianten, INRO-TNO, Delft (1993).
- DON/NS Railinfrabeheer/RDIJ, Trajectnota en Milieu-effectrapport Hanzelijn, Utrecht (2000).
- DWW/RIKZ/RIZA, Hydraulische randvoorwaarden voor Primaire Waterkeringen (Randvoorwaardenboek), Rijkswaterstaat, Delft (1996).
- Grabs W (ed.), Impact of climate change on hydrological regimes and water resources management in the Rhine basin, CHR (Commission internationale de l'Hydrologie du basin du Rhin) rapport nr I-16, Lelystad (1997).
- Hall, van, A., Waterethiek leidt tot derde weg, **Het Waterschap** nr. 5 (2000), blz. 248-257.
- Licht P. e.a., Strategien in woord en beeld, BOVAR-IIVR, Lelystad (1999).
- Meijer M-L e.a., Stabiliteit van de Veluwerandmeren, RIZA rapport nr 99 054, Lelystad (1999).
- Min. V en W, Beheersplan voor de Rijkswateren 1997-2000, 's-Gravenhage (1997).
- Min. V en W, Discussienotitie RvR, 's-Gravenhage (2000a).
- Min. V en W, Europese kaderrichtlijn water, een tussenstand, 's-Gravenhage (2000b).
- Niekerk F., Het effect gerapporteerd, Geo Pers, Groningen (2000).
- NW4, Vierde Nota waterhuishouding - regeringsbeslissing, Min. V en W, 's-Gravenhage (1998).
- Oirschot M e.a., Functies watersystemen IJsselmeergebied, Noordzeekanaal en Amsterdam - Rijnkanaal, huidige situatie en situatie 2010 (realisatie huidig beleid), RIZA Lelystad (1997).
- Pao R., **Fluid dynamics**, Charles E. Merrill Books Inc., Columbus Ohio (1967).
- Provincie Gelderland op internet: <http://geodata.prv.gelderland.nl/km/kaartenbak/>, Arnhem (2000).
- Provincie Overijssel, Om de kwaliteit van de leefomgeving, Ontwerpen van de plannen voor Ruimte, Water en Milieu, Zwolle (2000).
- Raeymaekers P., Malaria niet in opmars in de Lage Landen, **Natuur en Techniek**, jaargang 68 nr 7/8 (2000) blz.33.
- RDIJ, project WIN, Aanzet tot strategieën, Lelystad (1999).
- RDIJ, Centrale Meldpost IJsselmeergebied (CMIJ) op internet: <http://waterland.net/rdij/scheep09.html>, Lelystad (2000).
- RIKZ, Jaarboek Monitoring Rijkswateren 1994, Den Haag (1996).
- RIZA, Integrale Verkenning inrichting Rijntakken (IVR), Een weegschaal voor rivierbeheer, Lelystad (1996).
- RIZA en IpO (Interprovinciaal Overleg), Verdrogingskaart 1998 van Nederland, Lelystad (1998).
- RIZA, WL|Delft Hydraulics, 'Aanvullende analyses RvR: Stedelijke knelpunten', RvR-rapport 99.11, Arnhem (1999).
- Schaank E.M.M. en Schilthuis J.G., Nota: de voorzieningen aan de IJsselmonden, Dienst van de Zuiderzeewerken en Rijkswaterstaat directie Bovenrivieren, 's-Gravenhage/Arnhem (1938).
- Sieben J., WAQUA analyse IJssel Bypass, RIZA memo 99-06, Arnhem (1999a).
- Sieben J., Analyses afvoeronttrekking bij Kampen, RIZA memo 99-14, Arnhem (1999b).
- TAW (Technische Adviescommissie voor de Waterkeringen), Grondslagen voor waterkeren (1998).
- TP (studierichting Technische Planologie), Collegemateriaal bij 'Inleiding Technische Planologie', Groningen (1998).
- TK (Tweede Kamer der Staten Generaal), Wijzigingen van de Tracéwet (eerste tranche): voorstel van de wet, vergaderjaar 1998-1999, 26 343, nrs 1-2, 's-Gravenhage (1998).
- TK, Programma buitenlandse waterinzet: Partners voor Water, 's-Gravenhage (1999).

- TK, brief van de staatssecretaris van verkeer en waterstaat de Vries: Verslag over de doeltreffendheid en de effecten van de Wet op de waterkering (HKW/AK 2000/8427), 's-Gravenhage 21 juni (2000a).
- TK, Wijziging van de Wet op de Ruimtelijke Ordening in verband met de invoering van een rijksprojectenprocedure (rijksprojectenprocedure), vergaderjaar 1999-2000, 27 178, nrs. 1-2, 's-Gravenhage (2000b).
- Ubbels e.a., Afvoerverdeling rijntakken, RIZA rapport nr 99.062, Lelystad (1999).
- Vermeulen C.J.M. e.a., WINBOS Hydrologie en hydraulica; technisch ontwerp proces- en functiemodules, HKV LIJN IN WATER en WL|Delft Hydraulics, Lelystad (1998).
- Vlek C.A.J., Nimby als sociaal dilemma: een diagnose en wat therapie, in: H. Voogd en B. van der Moolen (red.), **Niet in mijn achtertuin, maar waar dan?**, Samson, Alphen a.d. Rijn (1995), blz. 32-46.
- Vliet A., van, Basisgegevens Balansberekeningen Randmeren, Rijkswaterstaat Directie Flevoland rapportnr. 1994-547, Lelystad (1994).
- Voogd H., **Methodologie van ruimtelijke planning**, dick coutinho Bussum (1995).
- Westphal R., en Hartman J., Achtergronden Hydraulische Belastingen IJsselmeergebied, RIZA rapport 99.037, Lelystad (1999).
- Wieringa H. (red.), **Waterstaat in Overijssel**, Provincie Overijssel, Zwolle (1983).
- WL|Delft Hydraulics, De Rijn op termijn (op internet: <http://www.wldelft.nl/rijn/>), Delft (1998).
- Wolf de I., Juridische en planologische aspecten van waterberging, **Het Waterschap** nr 9, (2000), blz. 444-446.

## Lijst met figuren

FIGUUR 1.1 FICTIEVE SATTELIEFOTO	8
FIGUUR 1.2 ONTWERPEN	9
FIGUUR 1.3 SCHEMA VAN DE SAMENHANG VAN DE VERSCHILLENDE ONDERZOEKSONDERDELEN	10
FIGUUR 1.4 DE ZWARTEDIJK BIJ KAMPEN	11
FIGUUR 2.1 MAANDELIJKSE AFVOERVERANDERING VAN DE RIJN MET TWEE KLIMAATSCENARIO'S BIJ LOBITH.	13
FIGUUR 2.2 OVERZICHT VAN DE RIVIERKUNDIGE MAATREGELEN.	15
FIGUUR 2.3 DE RIJNTAKKEN	15
FIGUUR 2.4 DETERMINISTISCHE BEPALING VAN DE KRUINHOOGTE VAN EEN DIJK	16
FIGUUR 2.5 EEN HOOGWATERGOLF BIJ KAMPEN MET HET EFFECT VAN EEN BYPASS	17
FIGUUR 2.6 INDICATIEVE TOENAME VAN DE MAATGEVENDE HOOGWATERSTANDEN.	17
FIGUUR 2.7 MHW BIJ KAMPEN	18
FIGUUR 2.8 HET EFFECT VAN DE BYPASS BIJ EEN PEIL- EN AFVOERGEDOMINEERDE SITUATIE (NIET OP SCHAAL).	19
FIGUUR 3.1 BASISVORM DOORSNEDE.	24
FIGUUR 4.1 OUDE DIJKEN IN HET PLANGEBIED	28
FIGUUR 4.2 KAMPERVEEN	29
FIGUUR 4.3 INTEGRALE ALTERNATIEVEN VAN DE HANZELIJN TER PLAATSE VAN HET BYPASSGEBIED.	30
FIGUUR 4.4 OVERSCHRIJDINGSDUUR VAN DE PEILEN OP DE IJSSEL	31
FIGUUR 4.5 KAMPERVEEN	32
FIGUUR 5.1 EVENWICHTSSTADIUM BIJ EEN UNIFORME STROMING IN EEN OPEN KANAAL	34
FIGUUR 5.2 CYCLISCH ONTWERPPROCES	35
FIGUUR 5.3 DEBIET DOOR BYPASS; INSTROOM KM 991	36
FIGUUR 5.4 DEBIET DOOR BYPASS; INSTROOM KM 980,75	37
FIGUUR 5.5 DOORSNEDE MET PERMANENTE STROOMGEUL	37
FIGUUR 5.6 BENADERING VAN DE STUWKROMMES BYPASS BIJ EXTREME AFVOER (KM 991).	38
FIGUUR 5.7 CYCLISCH PROCES VAN DE OVERLAATHOOGTE EN -BREEDTE BEPALING	39
FIGUUR 5.8 PRINCIPE HOOGTEBEPALING OVERLAAT	40
FIGUUR 5.9 POLDER DRONTHEN	40
FIGUUR 6.1 DE RANDMEREN	42
FIGUUR 6.2 AAN- EN AFVOERPOSTEN RANDMEER.	43
FIGUUR 6.3 GEMODELLEERD DEBIET BYPASS (NIET OP SCHAAL)	43
FIGUUR 6.4 PEILVERHOOGING VEROORZAAKT DOOR VERSCHILLENDE FORMATEN BYPASS.	44
FIGUUR 6.5 ONTWIKKELING WATERKWALITEIT GROTE RIVIEREN: GEINDEXEERDE CONCENTRATIES	46
FIGUUR 6.6 HET VELUWEMEER BIJ NIEUWSTAD (TEN ZUIDEN VAN ELBURG)	47
FIGUUR 7.1 DE INSTROOM BIJ GEMAAL ANTILIA	49
FIGUUR 7.2 KANSSEN EN BEDREIGINGEN VOOR DE IN- EN UITLAAT.	50
	65

FIGUUR 8.1 BEDREIGINGEN	53
FIGUUR 8.2 KAARTJE NATUURONTWIKKELING GELDERLAND	54
FIGUUR 8.3 KAARTJE PROVINCIAAL OMGEVINGSPLAN OVERIJSSSEL	55
FIGUUR 8.4: ALTERNATIEVE TRACÉS	56
FIGUUR 9.1 MOGELIJKE ORGANISATIE VOOR SAMENWERKING	59
FIGUUR 9.2 POLDER OLDEBROEK	61

## Lijst met tabellen

TABEL 2.1 STIJGING VAN DE GEMIDDELDE WATERSPIEGEL IN CM DOOR HET BROEIKASEFFECT.	12
TABEL 2.2 STRATEGISCHE, RUIMTELIJKE EN OPERATIONELE PLANNEN VOOR HET WATERKEREN OP RIJKSNIVEAU	14
TABEL 2.3 HUIDIGE WATERVERDELING OVER DE RIJNTAKKEN BIJ HOGE AFVOER.	16
TABEL 4.1 HUIDIGE PEILEN IN DE RANDMEREN.	31
TABEL 5.1 DEBIET EN AFMETINGEN VERSCHILLENDE BYPASS GROOTTES; ALTERNATIEF 991	36
TABEL 5.2 AFMETINGEN VOOR EEN BYPASS VAN 3 M DIEP; ALTERNATIEF 980,75	37
TABEL 5.3 STROOMSNELHEID BIJ PERMANENTE STROMING VAN 10 M <sup>3</sup> /S	38
TABEL 6.1 CIJFERS VAN DE RANDMEREN	43
TABEL 6.2 OPPERVLAKTE NULDERNAUW & WOLDERWIJD BIJ VERSCHILLENDE PEIL	44
TABEL 8.1 SAMENVATTING VAN EFFECTEN VAN DE TRACÉS	57
TABEL 9.1 RESULTATEN UIT DE OPINIEWIJZER 'GEEF MIJ DE RUIMTE': LANDSDEEL OOST	60

## Adviseurs

Andel, van, S.,	WL Delft Hydraulics (stagiaire)
Bennekom, van, A.,	RIZA
Boers P.,	WSE
Borger J.,	RDIJ
Buitenveld H.,	WSR
Geilen N.,	WSR
Nienhuis, A.,	Wageningen universiteit
Ploeger C.,	CDJZ
Vlist, van der, M.,	WSL
Westphal R.,	WSH
Werksma P.,	Provincie Overijssel
Ytsma D.,	WSH

## Afkortingen en begrippen

Min V en W (V&W): Ministerie van Verkeer en Waterstaat

Directoraat generaal Rijkswaterstaat (onderdeel van Ministerie van Verkeer en Waterstaat)

*Regionale directies van de Rijkswaterstaat (o.a.)*

DON: Rijkswaterstaat Directie Oost Nederland.

RDIJ: Rijkswaterstaat Directie IJsselmeergebied.

*Specialistische diensten van de Rijkswaterstaat (o.a.)*

RIKZ: Rijksinstituut voor Kust en Zee.

RIZA: Rijksinstituut voor Integraal Zoetwaterbeheer en Afvalwaterbehandeling:

WSH, WaterSystemen Hydrodynamica en veiligheid;

WSR, WaterSystemen Rivieren;

WSL, WaterSystemen Landelijke zaken;

IH, Inrichting en Herstel.

DWW: Dienst Weg- en Waterbouwkunde.

CDJZ: Centrale Dienst Juridische Zaken.

Projecten van de Rijkswaterstaat (o.a.)

BOVAR: Bestrijding Overmatige Algengroei Randmeren  
IIVR: Integrale Inrichting VeluweRandmeren  
IVB: Integrale Verkenning Benedenrivieren  
IVR: Integrale Verkenning inrichting Rijntakken  
RvR: Ruimte voor Rijntakken  
WINBOS: Water In het Natte hart; Beslissings Ondersteunend Systeem

Afvoergedomineerd hoogwater: Een hoog waterpeil veroorzaakt door veel waterafvoer vanaf de rivier (hier: de IJssel). Een groter wordend debiet resulteert (bij gelijkblijvende doorsnede van het stroomprofiel) in een hogere stroomsnelheid van het water en een hoger peil.

Bergingscapaciteit: de hoeveelheid peilstijging als gevolg van het introduceren van een nieuw debiet. Specifieker is het de verhouding van geloosd water met de peilverhoging.

Calamiteitencapaciteit: de mogelijkheid extreme afvoeren op te vangen.

Dijkkringgebied: "Een gebied dat door een stelsel van waterkeringen beveiligd moet zijn tegen overstroming, in het bijzonder van hoge stormvloed, bij hoog oppervlaktewater van een van de grote rivieren, bij hoog water van het IJsselmeer, of bij een combinatie daarvan. Het keringstelsel bestaat uit primaire keringen en hoge gronden." (DWW/RIKZ/RIZA 1996, 215)

Functie: Een doel waarvoor de landoppervlakte een middel is. In dit onderzoek datgene waar de oppervlakte van het stroomprofiel van de Bypass voor kan dienen.

MHW: Maatgevend Hoog Water, het ontwerp-peil van een waterkering, "Bij rivieren en meren de waterstand met een overschrijdingsfrequentie gelijk aan de ontwerp-frequentie." (DWW/RIKZ/RIZA 1996, 216)

Natte hart: IJsselmeer, Markermeer, Randmeren, Vossemeer, Zwartemeer, Nijkerkernauw, Eemmeer, Gooimeer, IJmeer, Noordzeekanaal en het Amsterdam-Rijnkanaal

Peilgedomineerd hoogwater: een hoge waterstand die (in dit geval bij Kampen) veroorzaakt wordt door een hoog peil op het Ketelmeer. Door een harde wind vanuit het noordwesten kan IJsselmeerwater 'scheef gaan staan' waarbij het peil in de zuidoost hoek (verbonden met het Ketelmeer) hoger wordt. Een noordwesterstorm (in mindere mate een wester- en noorderstorm) veroorzaakt daarom hoge waterstanden in de IJsselmonding.

Probleem: de geconstateerde situatie strookt niet met de gewenste situatie.

Randmeer: de randmeren na verwijdering Hardersluis.

Randmeren: Drontermeer, Veluwemeer, Wolderwijd en Nulderneauw.

Rivierkilometers: de kilometrering van de Rijn en haar takken. Het beginpunt ligt in Zwitserland bij Konstanz. Rotterdam ligt ongeveer bij km 1000 en Kampen bij km 994.

Veerkrachtig watersysteem: "...wil een watersysteem duurzaam kunnen functioneren, dan zal het voldoende ruimte moeten krijgen om zich aan wisselende klimatologische en hydrologische omstandigheden aan te kunnen passen en voldoende potentieel moeten hebben om zich tegen externe pressie te kunnen verweren." (TK 1999, blz. 9)

## Bijlage I - Gebruikte formules

### Stroming

Voor open waterlopen geldt:

$$Q = \bar{v} \cdot A$$

Daarin is

$$\bar{v} = C \cdot \sqrt{R \cdot I}$$

waarin

$$R = \frac{A}{O}$$

en

$$C = 18 \log\left(12 \frac{R}{k}\right)$$

### Erosie

Bepaald wordt

$$\theta = \frac{\bar{v}^2}{\Delta \cdot g \cdot D_{50}}$$

waarin

$$v_* = \frac{\sqrt{g}}{C} \cdot \bar{v}$$

en

$$\Delta = \frac{\rho_s - \rho_w}{\rho_s}$$

dan

$$\theta_{cr} = \frac{0,24}{D_*} \text{ als } 1 < D_* \leq 4$$

en

$$\theta_{cr} = \frac{0,14}{D_*^{0,64}} \text{ als } 4 < D_* \leq 10$$

waarin

$$D_* = \left(\frac{\Delta \cdot g}{v_*^2}\right)^{\frac{1}{3}} \cdot D_{50}$$

Eis:

$$\theta \leq \theta_{cr}$$

Zo niet, dan treedt er erosie op.

### Stuwkromme

Als  $\bar{v} = C \cdot \sqrt{h \cdot I_{ws}}$  (geldt als  $B \gg h$ )

$$\text{dan is } I_{ws} = \frac{v^2}{C^2 \cdot h}$$

De waterdiepte  $\Delta l$  stroomopwaarts is dan

$$h_{II} = h_I + I_{ws} \cdot \Delta l - I_b \cdot \Delta l$$

Kritieke waterdiepte (schieterend water):

$$h_{kr} = \sqrt[3]{\frac{q^2}{g}}$$

### Overlaatbreedte

$$Q = q \cdot B$$

waarin

$$q = m \sqrt[2]{\frac{2}{3}} \sqrt{\frac{2}{3}} g \cdot H^{\frac{3}{2}}$$

### Grootheden

A	= oppervlakte van het stroomprofiel [m <sup>2</sup> ]
B	= breedte stroomprofiel [m]
C	= Chézy - coëfficiënt [m <sup>1/2</sup> /s]
D	= korreldiameter [m]
$D_*$	= dimensieloze korreldiameter [-]
H	= energiehoogte peil bovenstrooms [m]
$h_I$	= waterdiepte benedenstrooms [m]
$h_{II}$	= waterdiepte bovenstrooms [m]
$I_{ws}$	= verhang van de waterspiegel [-]
$I_b$	= verhang van de bodem [-]
k	= ruwheid [m]
m	= afvoercoëfficiënt (0,9) [-]
O	= omtrek van het stroomprofiel [m]
Q	= debiet [m <sup>3</sup> /s]
q	= debiet per meter overlaatbreedte [m <sup>3</sup> /s]
R	= hydraulische straal [m]
$\bar{V}$	= gemiddelde snelheid [m/s]
$\bar{V}_*$	= schuifspanningssnelheid [m/s]
$\Delta$	= relatieve dichtheid sediment [-]
$\theta$	= Shields - parameter [-]
$\rho$	= dichtheid [kg/m <sup>3</sup> ]
$\nu$	= kinematische viscositeitscoëfficiënt [m <sup>2</sup> /s]

Bronnen:

Battjes J.A., Vloeistofmechanica, collegehandleiding TUDelft (CTme 2100) Delft (2000).

Vriend, de, H.J., Rivierwaterbouwkunde, collediktaat TUDelft (CTwa3340) Delft (1999).

## Bijlage II: omrekenen frequentie afvoer bovenrijn naar frequentie afvoer IJssel

25-8-00

Lokatie	1 per jr	1/2 per jr	1/3 per jr	1/4 per jr	1/5 per jr	1/10 per jr	1/25 per jr	1/50 per jr
Afvoer Bovenrijn [m]	822	988	1085	1153	1209	1391	1579	1717

Debeten [m3/s]			Peilen [cm NAP]							Overschr.(dag)
Afvoer Bovenrijn	% IJssel	Q IJssel	Kampen km 994,5	994	993	992 km 991	990 Katerveer km 980,75			
773	11	87	-18	-18	-17	-16	-16	-15	-9	362
925	11	102	-15	-15	-14	-13	-12	-11	-3	352.91
1087	12	130	-12	-11	-10	-9	-7	-6	6	335.66
1256	13	165	-9	-8	-6	-4	-3	-1	16	310.93
1385	13	180	-6	-5	-3	0	2	4	26	287.87
1495	14	209	-4	-3	0	3	6	9	36	268.36
1641	14	231	-4	-3	0	3	6	9	36	241.74
1802	14	252	-4	-3	0	3	6	9	36	211.27
1875	14	263	-4	-3	0	3	6	9	36	197.8
1942	14	272	-3	-2	1	4	7	10	38	185.71
2008	14	281	-3	-1	2	5	8	11	39	173.98
2071	14	290	-2	0	3	6	9	12	42	162.97
2203	14	316	-1	1	4	8	11	15	47	142.49
2338	14	327	2	4	8	12	15	19	55	122.74
2529	14	354	6	8	13	18	22	27	70	98.85
2798	14	392	12	15	20	26	32	38	90	74.53
3085	14	436	20	23	30	37	43	50	111	55.95
3490	14	489	33	37	44	52	60	67	138	39.28
3950	14	551	48	52	61	69	78	86	165	27.46
4440	14	622	62	67	76	85	95	104	190	18.63
5000	14	695	77	82	92	102	112	122	215	12.09
5585	14	782	92	97	108	119	130	141	241	7.53
6220	14	863	110	116	127	138	149	161	265	4.53
6940	14	972	127	133	144	156	167	179	286	2.5
7850	14	1095	144	150	162	174	186	198	308	0.98
8930	14	1250	162	168	180	192	205	217	330	0.29
10110	14	1452	182	188	200	213	225	238	352	-0.07
11480	14	1607	203	209	222	234	247	260	376	-0.2
13040	15	1979	236	242	254	266	278	290	400	-0.24
14610	15	2192	280	285	296	307	317	328	427	-0.24
15000	15	2321	295	300	310	320	330	340	432	-0.24

Werkwijze: de afvoer-peilhoogte (Q-H kromme) van de IJssel is bekend op de punten 980,75 en 994,5.

De combinatie van afvoerfrequentie van de Bovenrijn met de fractie die daarvan naar de IJssel gaat levert een peilfrequentie voor de IJssel.

Rechtlijnig interpoleren tussen de twee bekende peilpunten levert een peilfrequentie per vierkilometer.

Bron: Informatiemap 'Rivierkunde', Rijntakken rivierkundig op een rijtje, RIZA-WSR, Arnhem (2000)

## **Bijlage III: rijksprojectenprocedure**

## **Samenvatting voorstel wettelijke regeling «rijksprojectenprocedure»**

### **Uitgangspunten:**

- betreft ruimtelijke investeringsprojecten die rijk onder eigen regie wil (laten) realiseren;
- zo eenvoudig mogelijke juridische procedure(s);
- beheersbare termijnen voor besluitvormingstraject (incl. rechterlijke procedure);
- regeling in de WRO.

### **Toepassing rijksprojectenprocedure:**

- op basis van een sectorwet;
- op basis van een planologische kernbeslissing;
- op basis van een besluit van de ministerraad;
- sectorwet, PKB of ministerraadsbesluit bepalen tevens welke module(s) voor project moet(en) worden doorlopen.

### **Projectbesluitmodule:**

- in één rijksprojectbesluit wordt besloten over dat rijksproject in die vorm;
- zwaarte van motivering van rijksprojectbesluit is (mede) afhankelijk van relatie met nationaal ruimtelijk beleid;
- bevoegd orgaan: ministerraad of projectminister;
- verplicht overleg met betrokken bestuursorganen
- voorbereidingsprocedure van afd. 3.5 Awb (in de toekomst nieuwe procedure afd. 3.4);
- termijnen:
  - verbrede startnotitie m.e.r. minimaal vier weken ter inzage t.b.v. inspraak;
  - rijk bepaalt in startnotitie binnen welke termijn na uitbrengen van startnotitie ontwerp-rijksprojectbesluit wordt vastgesteld;
  - ontwerp-rijksprojectbesluit/toelichting/MER: minimaal vier weken ter inzage t.b.v. inspraak, bestuurlijk overleg en toetsingsadvies Cie m.e.r.
  - rijksprojectbesluit: vaststelling binnen 13 weken na afloop van termijn van ter inzageliegging ontwerp-rijksprojectbesluit; verdagingsmogelijkheid met een termijn van nogmaals 13 weken;
- in verband met doorlopen afd. 3.5 Awb geen bezwaarschriften-procedure;
- beroep in één instantie bij Afdeling bestuursrechtspraak van Raad van State;
- rechterlijke procedure gebonden aan termijn van twaalf maanden na ontvangst verweerschrift (met verdagingsmogelijkheid van drie maanden).

### **Uitvoeringsmodule**

- coördinatie (bundeling) + inhoudelijke afstemming door rijk van alle voor project benodigde uitvoeringsbesluiten;
- aangewezen projectminister voert regie;
- bij niet (tijdig) of inhoudelijk ongewenst uitvoeringsbesluit door andere overheden, wordt besluit genomen door de projectminister en de minister die het aangaat;
- voorbereidingsprocedure van afd. 3.5 Awb (in de toekomst nieuwe procedure afd. 3.4);
- zo mogelijk alle vergunningen in één procedure (vergt strak proces-management);
- in verband met doorlopen afd. 3.5 Awb geen bezwaarschriften-procedure;

- beroep in één instantie bij Afdeling bestuursrechtspraak van Raad van State;
- rechterlijke procedure gebonden aan termijn van zes maanden na ontvangst verweerschrift.

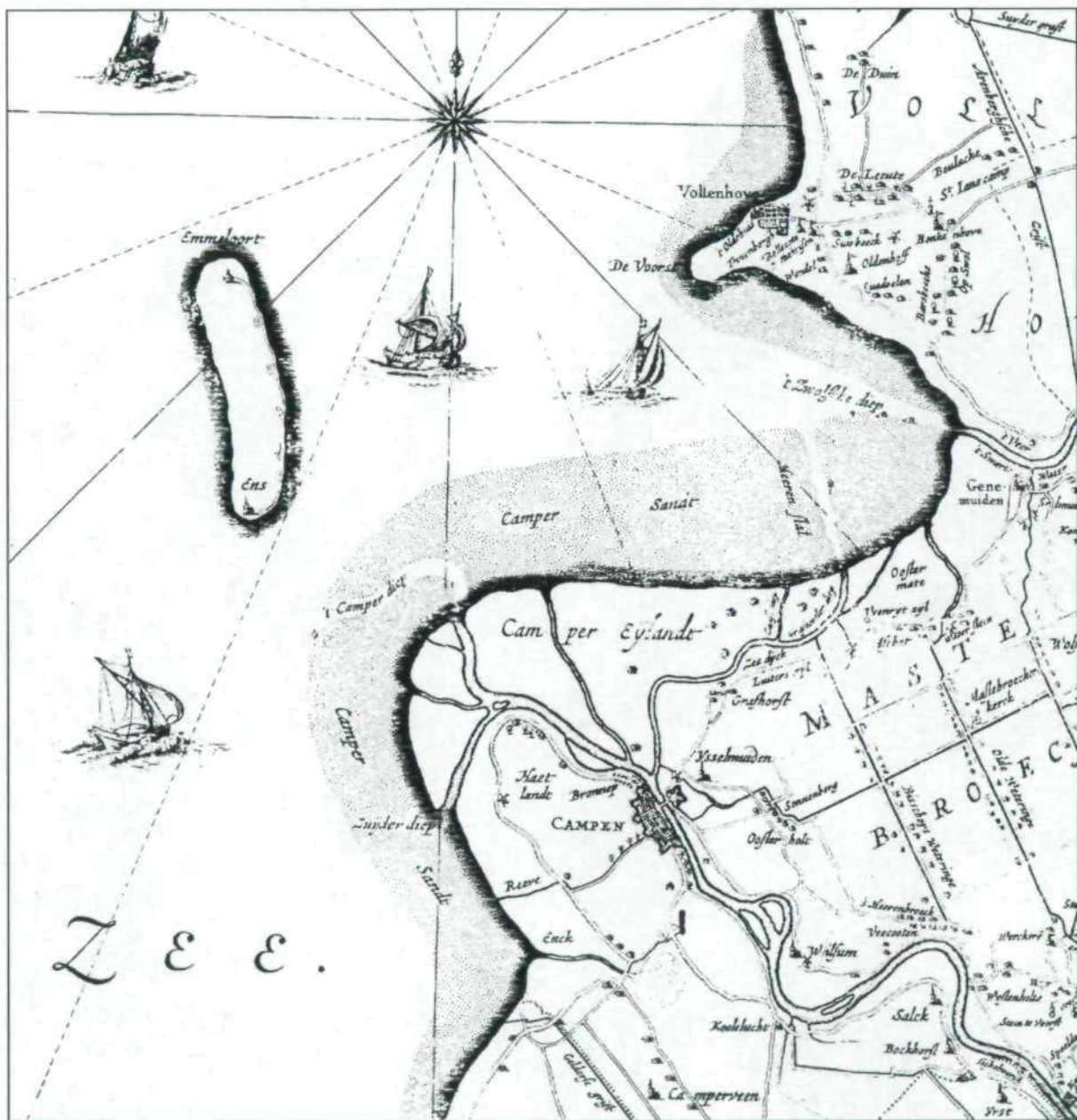
**Gelijktijdige toepassing projectbesluitmodule en uitvoeringsmodule**

zie boven, echter:

- gelijktijdige voorbereiding en bekendmaking rijksprojectbesluit en uitvoeringsbesluiten met voorbereidingsprocedure van afd. 3.5 Awb (in de toekomst nieuwe procedure afd. 3.4);
- gebundeld beroep in één instantie bij Afdeling bestuursrechtspraak van Raad van State; rechterlijk procedure gebonden aan termijn van twaalf maanden na ontvangst verweerschrift.

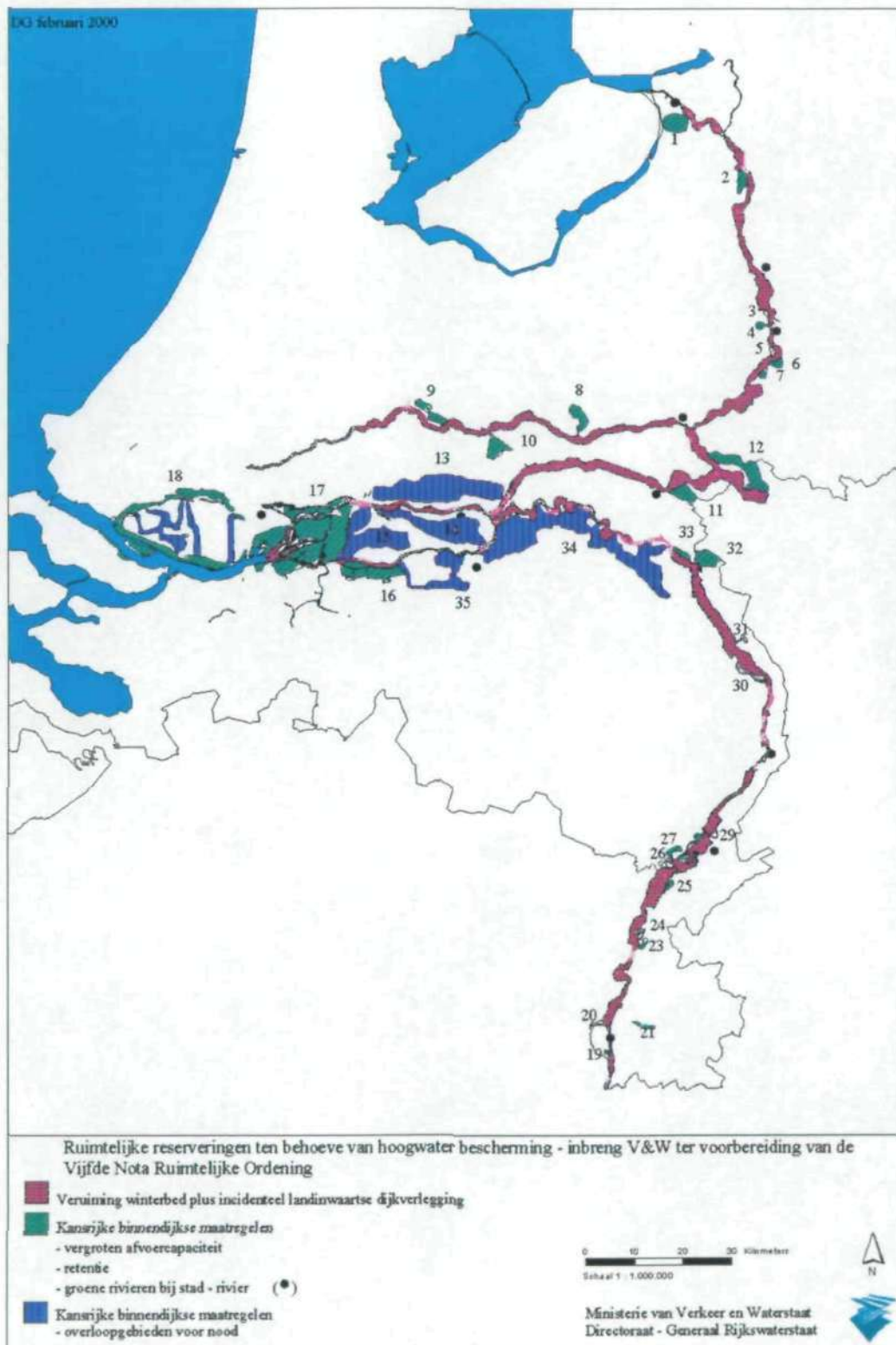
## Bijlage IV: Kaarten

## Het plangebied rond 1650.

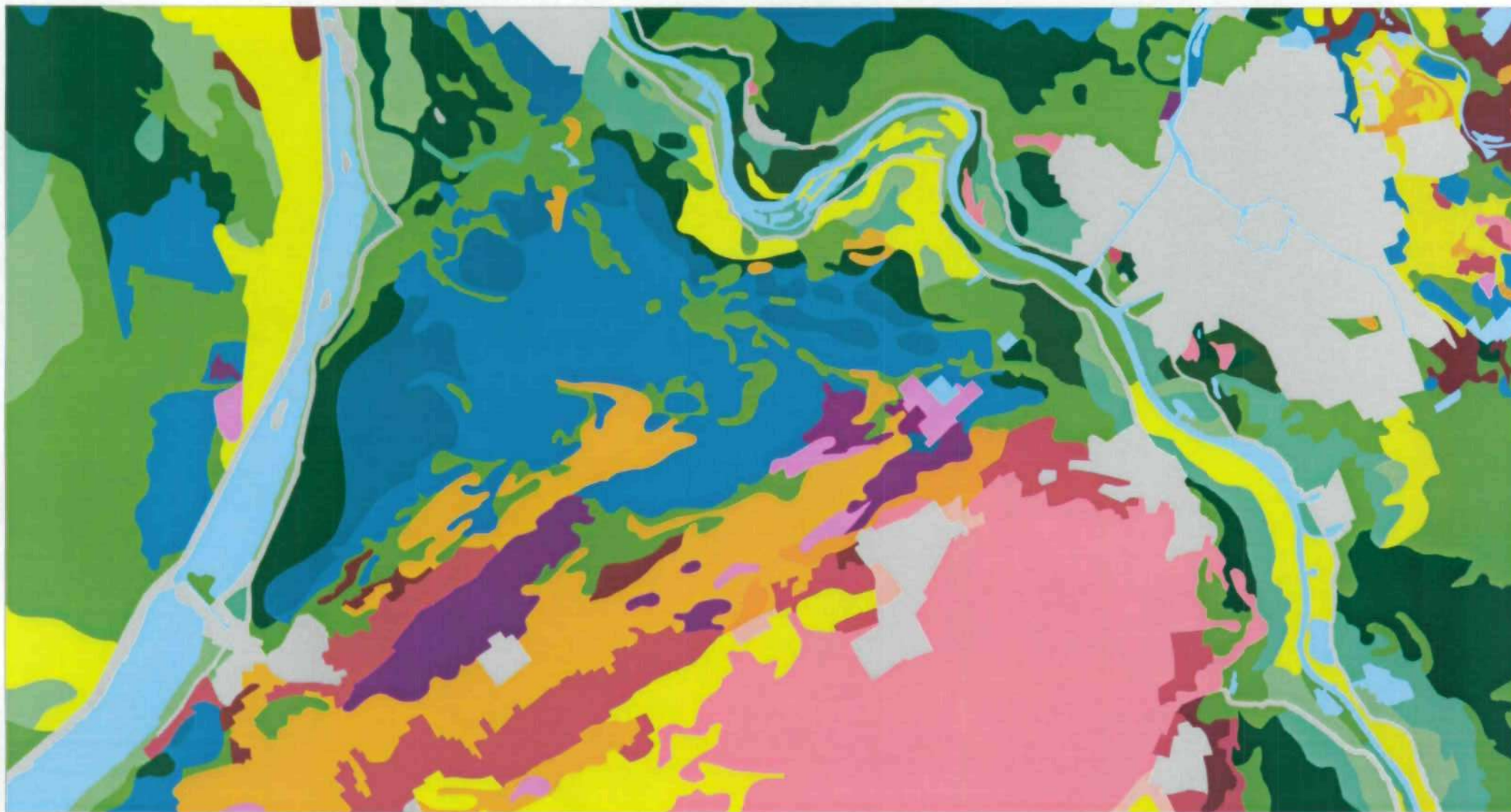


Bron: Wieringa 1983

## Voorstel voor ruimtelijke reserveringen in de Vijfde Nota over de ruimtelijke ordening



Bron: Min. V en W 2000a



## Bodemkaart

- Veraarde bovengrond op diep veen
- Veraarde bovengrond op veen op zand
- Kleidek op veen
- Kleidek op veen op zand
- Zanddek op veen op zand
- veengronden met moerige gronden op ongerijpte klei (6)
- stuifzandgronden (7)
- podzolgrond in zwak lemig, fijn zand (9)
- podzolgrond in zwak lemig, fijn zand op grof zand (10)
- podzolgrond sterk lemig, fijn zand op keileem of leem (11)

- enkeerdgrond in zwak lemig, fijn zand (12)
- beekeerdgronden in sterk lemig, fijn zand (13)
- podzolgronden in grof zand (14)
- homogene zavelgronden (15)
- homogene, lichte kleigronden (16)
- kleigrond met een zware tussenlaag of ondergrond (17)
- klei op zandgronden (19)
- leemgronden (21)

- water (22)
- verhard (23)

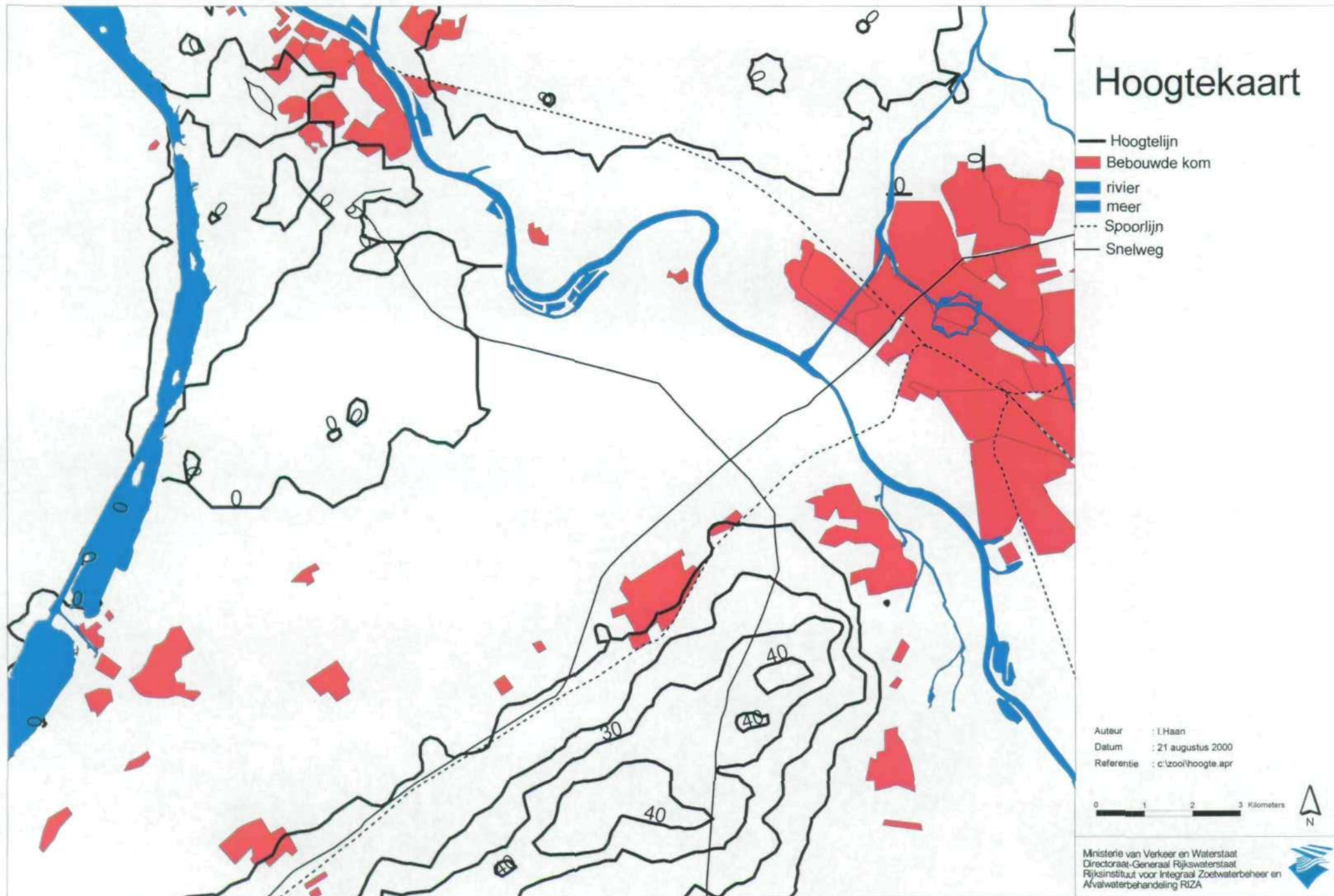
Auteur : I.Haan  
Afdeling : IHP  
Datum : 23 juni 2000

0 1 2 3 Kilometers



Ministerie van Verkeer en Waterstaat  
Directoraat-Generaal Rijkswaterstaat  
Rijksinstituut voor Integraal Zoetwaterbeheer en  
Afvalwaterbehandeling RIZA





# Ecologische hoofdstructuur

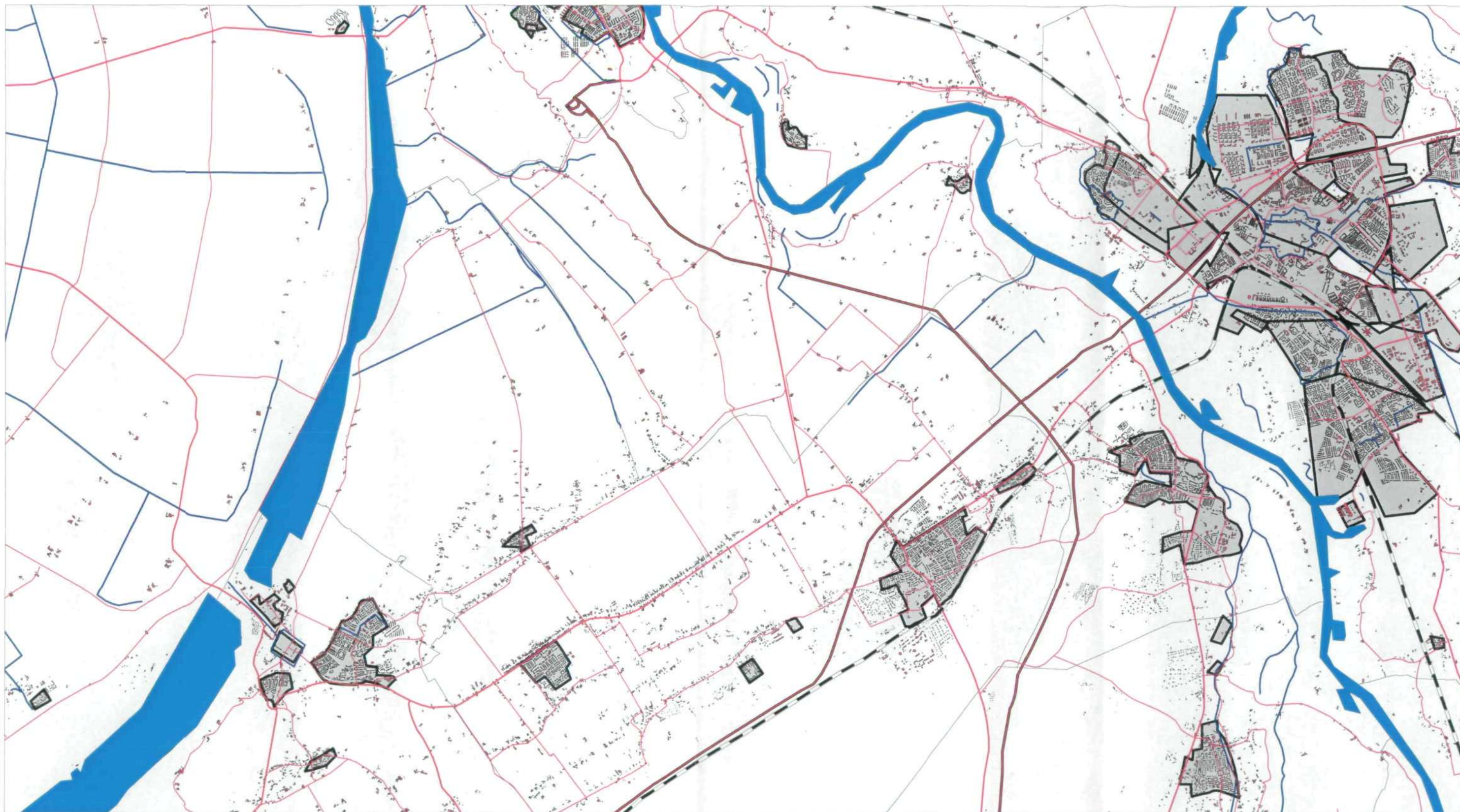
- Ecologische hoofdstructuur
- Ecologische verbinding
- Water
- Bebouwde kom

Auteur : I. Haan  
Datum : 21 augustus 2000  
Referentie : c:\zooi\ecologie.apr



Ministerie van Verkeer en Waterstaat  
Directoraat-Generaal Rijkswaterstaat  
Rijksinstituut voor Integraal Zoetwaterbeheer en  
Afvalwaterbehandeling RIZA





# Bebouwing en infrastructuur

- Snelweg
- Overige wegen
- Spoorlijn
- Watergang
- Water
- Huizen
- Gemeenten
- Bebouwde kom

Auteur : I. Haan  
 Datum : 21 augustus 2000  
 Referentie : c:\zooi\bebouw.apr

0 1 2 3 Kilometers



Ministerie van Verkeer en Waterstaat  
 Directoraat-Generaal Rijkswaterstaat  
 Rijksinstituut voor Integraal Zoetwaterbeheer en  
 Afvalwaterbehandeling RIZA



# Plangebied



Auteur : I. Haan  
 Datum : 27 juni 2000  
 Referentie : c:\zoo\topo.apr

0 1 2 3 Kilometers



Ministerie van Verkeer en Waterstaat  
 Directoraat-Generaal Rijkswaterstaat  
 Rijksinstituut voor Integraal Zoetwaterbeheer en  
 Afvalwaterbehandeling RIZA





Aan  
Geadresseerde

Contactpersoon  
-Dr. Ir. M. van Buuren  
Datum  
22 augustus 2000  
Ons kenmerk  
-  
Onderwerp  
onderzoek "Bypass Kampen"

Doorkiesnummer  
-0320 298377  
Bijlage(n)  
-  
Uw kenmerk  
-

Geachte , mevrouw/meneer

Het waterbeheer van Nederland staat momenteel volop in de belangstelling. De voorspelde klimatologische veranderingen vragen om nieuwe strategieën voor de wijze waarop we in ons land met het water moeten omgaan. Het Ministerie van Verkeer en Waterstaat is druk doende de consequenties daarvan voor beleid, inrichting en beheer in beeld te brengen. In projecten als *Ruimte voor Rijntakken* en *Waterverkenningen* worden deze consequenties bestudeerd.

De grote rivieren zijn onder andere aandachtspunten bij de herijking van het waterbeleid. Deze zullen naar verwachting worden geconfronteerd met grotere en sterker wisselende afvoeren. Een vraag daarbij is hoe deze afvoeren op een veilige manier te verwerken. Vooral bij een reeks van grote steden langs de rivieren – de zogenaamde stedelijke knooppunten- waar door bebouwing het bed van de rivier relatief smal is, zullen de problemen groot zijn. In veel gevallen ontstaan hier onder de huidige omstandigheden reeds grote problemen met de verwerking van hoogwaterpieken. Een van die steden is Kampen, gelegen aan de monding van de IJssel.

Sinds de Vierde Nota Waterhuishouding is het beleid er op gericht de hoge afvoeren veilig te verwerken door - letterlijk en figuurlijk - meer ruimte te bieden aan de rivier. Dit beleid betekent dat in eerste instantie niet wordt gedacht aan het bouwen van meer en vooral hogere dijken. Daarvoor in de plaats worden andere mogelijkheden gezocht, uiteenlopend van het verbreden van de bestaande rivieren, tot en met het (tijdelijk) inunderen van delen van het binnendijkse rivierengebied. Voor de stedelijke knooppunten zoals die bij Kampen is in dit verband het idee geopperd voor het aanleggen van een zogenaamde "by-pass": een (kunstmatige) rivierarm in het traject bovenstrooms van de betreffende stad, waarlangs (een deel van) het extra water tot afvoer kan worden gebracht. Een optie die behalve bij Kampen ook voor andere steden in het rivierengebied perspectieven biedt.

Postbus 17 8200 AA Lelystad  
Maerlant 16 8224 AC Lelystad  
[www.riza.nl](http://www.riza.nl)

Telefoon (0320) 29 84 11  
Telefax (0320) 24 92 18



In het voorliggende onderzoeksrapport van Iemme Haan – student Technische Planologie aan de Rijksuniversiteit Groningen - zijn de mogelijkheden onderzocht van een by-pass in de IJssel net ten zuid-westen van Kampen, waarmee water van de IJssel op de Randmeren van de Flevopolders kan worden afgelaten. Uitgaande van een aantal uitgangspunten omtrent de te verwachten (hogere) afvoeren zijn de mogelijkheden en beperkingen van deze wijze van omzeilen van het stedelijk knooppunt Kampen in beeld gebracht. Het doel daarvan is niet geweest omtrent deze oplossingsrichting gedetailleerde en op uitvoering gerichte voorstellen te ontwikkelen. Veeleer is het de bedoeling om bij te dragen aan de discussie omtrent de wijze waarop de problematiek bij Kampen tot oplossing kan worden gebracht. Daarin is naar mijn mening Iemme uitstekend geslaagd.

Met vriendelijke groet,

Michaël van Buuren