TNO-Beleidsstudies

Instituut voor Ruimtelijke
Organisatie TNO (INRO)

Schoemakerstraat 97
Postbus 6041
2600 JA Delft

Fax 015 - 62 43 41
Telefoon 015 - 69 68 68

NATUURONTWIKKELING IN UITERWAARDEN

Perspectieven voor het vergroten van rivierdynamiek en het ontwikkelen van ooibossen in de uiterwaarden van de Rijn

H. Duel

met medewerking van:
Cees Kwakernaak
Toine Morel

INRO-TNO, Delft
Sector Ecologie en Beleid
91/NE/005
februari 1991

Alle rechten voorbehouden.
Niets uit deze uitgave mag worden vermenigvuldigd en/of openbaar gemaakt door middel van druk, fotokopie, microfilm of op welke andere wijze dan ook, zonder voorafgaande toestemming van TNO.

Indien dit rapport in opdracht werd uitgebracht, wordt voor de rechten en verplichtingen van opdrachtgever en opdrachtnemer verwezen naar de 'Algemene Voorwaarden voor Onderzoeksopdrachten aan TNO', dan wel de betreffende terzake tussen partijen gesloten overeenkomst.
Het ter inzage geven van het TNO-rapport aan direct belanghebbenden is toegestaan.

© TNO

CENTRALE LANDBOUWCATALOGUS
0000 0447 3118

26 JULI 1991

Nederlandse organisatie voor toegepast-natuurwetenschappelijk onderzoek

TNO-Beleidsstudies adviseert het bedrijfsleven, de overheid en dienstverlenende organisaties op basis van strategisch onderzoek op het gebied van technologische ontwikkelingen, technologiemanagement en ruimtelijke organisatie. Daarbij levert zij diensten inzake innovatie, creativiteit, kwaliteitszorg en literatuur/octrooi-onderzoek.

Op opdrachten aan TNO zijn van toepassing de Algemene Voorwaarden voor onderzoeksopdrachten aan TNO, zoals gedeponeerd bij de Arrondissementsrechtbank en de Kamer van Koophandel te 's-Gravenhage.

VOORWOORD

In 1986 werd in Plan Ooievaar gepleit voor het opheffen van belemmeringen voor natuurlijke processen in uiterwaarden op daarvoor geschikte lokaties ten einde nieuwe kansen te scheppen voor levensgemeenschappen die karakteristiek zijn voor min of meer natuurlijke laaglandrivieren. Dit was voor Rijkswaterstaat de aanleiding om de mogelijkheden voor het meer ruimte bieden aan de door de rivier gestuurde processen in de uiterwaard te onderzoeken: projekt Natuurontwikkeling in Uiterwaarden. Het onderzoek betrof zowel de ecologische aspekten als de waterhuishoudkundige aspekten van een meer natuurlijke inrichting van het rivierengebied.

Het onderzoek naar de perspektieven voor het vergroten van de rivierdynamiek en voor de ontwikkeling van ooibossen in het rivierengbied is uitgevoerd door het TNO-Studiecentrum voor Milieu-onderzoek. In het kader van dit onderzoek zijn twee deelstudies uitgevoerd. Door de afdeling Experimentele Plantenoecologie van de Katholieke Universiteit van Nijmegen is een onderzoek uitgevoerd naar de invloed van de hydrologie, beheer en substraat op de vegetatiezonering in de uiterwaard. De veranderingen in de hydrologie van de rivier die kunnen optreden als gevolg van ooibosontwikkeling in de uiterwaard zijn onderzocht door Rijkswaterstaat aan de hand van het WAQUA-model.

Door de opdrachtgever was een begeleidingscommissie ingesteld. In deze commissie hadden zitting vertegenwoordigers van de onderzoeksinstituten, Rijkswaterstaat en regionale beleidsinstanties:

P. Aukes	Consulentschap NMF Gelderland
C. Bakker	Rijkswaterstaat RIZA
R. Cirkel	Rijkswaterstaat RIZA
A. Demon	Rijkswaterstaat Gelderland
W.J. Drok	Provincie Gelderland
H. Duel	TNO-Beleidsstudies
C. Kwakernaak	TNO-Beleidsstudies
E. Marteijn	Rijkswaterstaat RIZA
H. van de Steeg	Katholieke Universiteit Nijmegen
J. Vanhemelrijk	Rijkswaterstaat RIZA
L.A.C.J. Voesenek	Katholieke Universiteit Nijmegen
J.P.M. Witte	Rijkswaterstaat RIZA

Op deze plaats willen de onderzoekers de volgende personen en instanties bedanken:

De leden van de begeleidingscommissie: de discussies hebben in belangrijke mate bijgedragen aan het totstand komen van dit rapport.

Drs. A.L.M. van Broekhoven (RWS-Noord-Brabant) voor zijn commentaar op het onderzoeksplan.

Ir. J.A.W. de Wit (RWS-RIZA) voor zijn commentaar op de concept-teksten en zijn bijdrage aan de discussies over de invulling van het onderzoek.

Jan Hendriks (RWS-RIZA) wordt bedankt voor zijn bijdragen aan het onderzoek ten tijde hij werkzaam was voor TNO

Dhr. J.W. van de Pol voor het beschikbaar stellen van twee illustraties over het rivierengebied:
op blz 56: Kekerdomse Waard
op blz 106: Pioniervegetaties op een jonge oeverwal

LACERTA voor de uurhokgegevens van amfibieën en reptielen in het rivierengebied.

Het Biogegrafisch Informatiecentrum te Arnhem voor de uurhokgegevens van amfibieën, reptielen en zoogdieren in het rivierengebied.

De onderzoekers,
H. Duel
C. Kwakernaak
G.A. Morel

TNO-Beleidstudies
Delft, februari 1991

Inhoud

VOORWOORD i

INHOUDSOPGAVE iii

SAMENVATTING vii

1. INLEIDING 1
1.1. Achtergrond van het onderzoek 1
1.2. Doel van het project 3
1.3. Opzet van het onderzoek 3
1.4. Beschrijving van het studiegebied 5
1.5. Leeswijzer 7

2. EEN REFERENTIEBEELD VAN DE RIJN 9
2.1. Inleiding 9
2.2. Het abiotisch milieu 11
2.2.1. Opbouw en ontstaanswijze van een rivierenlandschap 11
2.2.2. De grondwaterhuishouding 14
2.2.3. De bodem 16
2.2.4. De waterkwaliteit 16
2.2.5. Rivierdynamiek 18
2.3. De flora en fauna van een rivierenlandschap 18
2.3.1. Inleiding 18
2.3.2. De zomerbedding 20
2.3.3. De oeverwal 22
2.3.4. De uiterwaardkom 24
2.3.5. Landschapecologische relaties 28
2.3.6. De grootte van de leefgebieden 30

3. DE HUIDIGE SITUATIE 33
3.1. De waterhuishouding 33
3.1.1. Het stroomgebied 33
3.1.2. Ingrepen in de waterhuishouding 34
3.1.3. Afvoerkarakteristiek 35
3.2. Waterkwaliteit 38
3.3. Functies van het rivierengebied 41
3.3.1. Scheepvaart 41
3.3.2. Klei- en zandwinning 41
3.3.3. Landbouw 42
3.3.4. Bosbouw 42
3.3.5. Recreatie 43
3.4. Natuurwaarden in het rivierengebied 43
3.4.1. De laagwaterbedding en rivieroever 44
3.4.2. De oeverwallen 47
3.4.3. De uiterwaardkommen 50

3.4.4. De bandijken 52
3.5. Korte beschrijving van de ecologische betekenis van de uiterwaarden 52
3.5.1. Boven-Rijn en Waal 52
3.5.2. Neder-Rijn en Lek 54
3.5.3. De IJssel 54

4. DE INVLOED VAN RIVIERDYNAMIEK OP FLORA EN FAUNA IN DE UITERWAARDEN 57
4.1. Inleiding 57
4.2. Rivierdynamiek en vegetatiezonering 59
4.2.1. Vegetaties op de rivieroever 63
4.2.2. Vegetaties op de oeverwal 65
4.2.3. Vegetaties in de uiterwaardkom 68
4.3. De invloed van rivierdynamiek op fauna 74
4.3.1. Amfibieën 74
4.3.2. Reptielen 77
4.3.3. Avifauna 77
4.3.4. Zoogdieren 81

5. EEN METHODE VOOR VOORSPELLING VAN DE VERANDERINGEN IN DE VEGETATIE 83
5.1. Inleiding 83
5.2. Het matrixmodel 84
5.2.1. De structuur van het model 84
5.2.2. De inhoud van het model 85
5.2.3. De input en output van het model 87
5.3. Vegetatietypen in relatie tot milieu- en beheerskenmerken 88
5.3.1. Overzicht van vegetatietypen 88
5.3.2. De geomorfologie 91
5.3.3. Het substraat 91
5.3.4. De hoogteligging 93
5.3.5. Isolatie ten opzichte van de rivier 95
5.3.6. Het vegetatiebeheer 95
5.4. Een voorspelling van de veranderingen in de vegetatie 98
5.4.1. Vegetatiezonering op de rivieroever en aangrenzend deel van de oeverwal in relatie tot hoogteligging, substraat en beheer. 100
5.4.2. Vegetatiezonering in uiterwaardkom en op aangrenzend deel van de oeverwal en eventueel aanwezige rivierduin in relatie tot hoogteligging en beheer 101
5.4.3. Oever- en watervegetaties van oude rivierlopen, kleiputten en wielen 102
5.4.4. Vegetatiezonering op kaden en dijken 103
5.5. Enkele kanttekeningen 104

6. STUDIEGEBIED GELDERSE POORT: ANALYSE VAN EEN AANTAL INRICHTINGSSCENARIO'S 107
6.1. Inleiding 107
6.2. De Gelderse Poort 110
6.2.1. Algemene beschrijving van de huidige situatie 110
6.2.2. De Millingerwaard 113
6.2.3. De Bemmelse Waard 115
6.3. Uitwerking Millingerwaard 117
6.3.1. De inrichtingsscenario's 117
6.3.2. Ecologische veranderingen 120
6.3.3. Veranderingen in de hydrologie van de rivier 125
6.4. Uitwerking Bemmelse Waard 128
6.4.1. Inrichtingsscenario isolatie strang 128
6.4.2. De ecologische veranderingen 130
6.4.3. Veranderingen in de hydrologie van de rivier 130

7. AANZET TOT EEN AFWEGINGSPROCEDURE 133
7.1. Inleiding 133
7.2. Beslispunten in de afwegingsprocedure 135
7.3. Aanzet voor de structuur van de afwegingsprocedure 143

8. NABESCHOUWING 149
8.1. Natuurontwikkeling in de uiterwaarden 149
8.2. Het voorspellingsmodel 151
8.3. Compensatiemaatregelen 153
8.4. Het afwegingskader 153
8.5. Twee-sporenbeleid 154
8.6. Aanbevelingen voor onderzoek 155

LITERATUUR 159

BIJLAGE 1 Beschrijving vegetatietypen 169
BIJLAGE 2 Overschrijdingsduurlijnen 186
BIJLAGE 3 Kaarten 189
BIJLAGE 4 Broedvogels van de Millingerwaard en de Bemmelse Waard 191
BIJLAGE 5 Bestaande criteria voor waardering van de ecologische situatie in uiterwaarden 192

SAMENVATTING

In recent verschenen beleidsnota's over natuur, waterhuishouding en ruimtelijke ordening bestaat een grote belangstelling voor natuurontwikkeling in het rivierengebied. Naast het behoud van bestaande natuurwaarden wordt vooral gedacht aan het ontwikkelen van ooibossen en het vergroten van de rivierdynamiek in de uiterwaarden waar dit mogelijk is. Het vergroten van de rivierdynamiek kan worden bereikt door het (plaatselijk) verlagen of verwijderen van zomerkaden. Een eerste aanzet voor een dergelijke natuurontwikkeling in de uiterwaarden is verwoord in Plan Ooievaar.
In deze studie zijn de mogelijkheden onderzocht voor ooibosontwikkeling en herstel van de rivierdynamiek in de uiterwaarden.

Een referentiebeeld van het Rijnsysteem

Als abiotische uitgangssituatie van het Rijnsysteem zijn de omstandigheden van na de bedijking (1450) maar voor de aanvang van de regulatie en normalisatie (1800) aangehouden. In het referentiebeeld wordt tussen de bandijken ruimte geboden aan door de rivier gestuurde erosie- en sedimentatieprocessen, waardoor mogelijkheden aanwezig zijn voor vorming van ondermeer meanders, kronkelwaarden, steilranden, rivierduinen en oeverwallen. De levensgemeenschappen die zich onder die abiotische omstandigheden kunnen ontwikkelen zijn beschreven.
Op de onbeweide rivieroever ontwikkelen zich wilgen- en populierenbossen of moerassen van rivierdynamische milieus. Op de lage delen van de oevers komen pioniervegetaties tot ontwikkeling. Op slik- en kleistrandjes foerageren steltlopers naar macrofauna. De zandstranden vormen broedbiotoop voor ondermeer plevieren en sterns. In de wilgenbossen worden broedkolonies van aalscholvers en reigerachtigen aangetroffen.
Op oeverwallen en rivierduinen komen essen-iepenbossen tot ontwikkeling. Bij extensieve beweiding komen droge stroomdalgraslanden en glanshavergraslanden tot ontwikkeling. Goed ontwikkelde, grootschalige essen-iepenboscomplexen vormen het broedbiotoop voor ondermeer zwarte ooievaar, visarend en schreeuwarend. De soortenrijke droge stroomdalgraslanden kennen een rijke insectenfauna.
In de lage delen van de uiterwaard komen in onbeweide situaties rietlanden tot ontwikkeling. In oude rivierarmen die geïsoleerd raken van de rivier komen verlandingsvegetaties tot ontwikkeling. In perioden van zomerhoogwater kunnen de verlandingsvegetaties worden teruggezet.
Belangrijke voedselorganismen in het rivierecosysteem zijn macrofauna, vissen en amfibieën. In het Rijnsysteem zijn

oude rivierlopen voor riviervissen van betekenis voor de voortplanting. Moerassen en ondiepe uiterwaardplassen vormen het voortplantingsbiotoop voor amfibieën.
Het voorkomen van diersoorten in de uiterwaarden van het Rijnsysteem wordt in belangrijke mate bepaald door de structuur, de kwaliteit en de grootte van het leefgebied. Bovendien kunnen de ecosystemen die grenzen aan het Nederlandse rivierengebied van invloed zijn op het voorkomen van diersoorten.

Huidige natuurwaarden

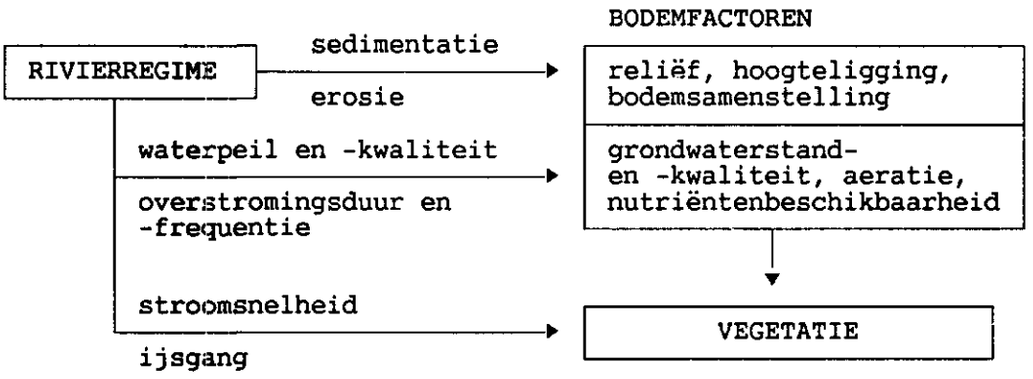
Waterhuishoudkundige ingrepen, de vervuiling van water en bodem, het landbouwkundig gebruik van de uiterwaarden en de klei- en zandwinning hebben de natuurontwikkeling in het rivierengebied sterk beïnvloed. Essen-iepenbossen op de hoge delen van de uiterwaard zijn door het landbouwkundig gebruik van de uiterwaarden vrijwel geheel verdwenen uit het rivierengebied, evenals de bossen met zwarte populier op de rivieroever. Ook wilgenbossen op de rivieroevers zijn door beweiding sterk gereduceerd, echter de kleiputten zijn nieuwe groeiplaatsen. Door de aanleg van zomerkaden ontstonden in wateren in de uiterwaardkom mogelijkheden voor ontwikkeling van watervegetaties en verlandingsmoerassen. De zomerhoogwaters in het afgelopen decennium en de slechte waterkwaliteit hebben geleid tot een (tijdelijke) achteruitgang van deze vegetaties.
Rietlanden, de potentieel natuurlijke vegetatie van de lage delen van de uiterwaard zijn door beweiding omgezet in grasland. Door intensivering van het landbouwkundig gebruik, vergravingen, dijkverzwaringen en het maaibeheer zijn de soortenrijke graslanden sterk achteruit gegaan.
De samenstelling van de fauna in het rivierengebied heeft grote veranderingen ondergaan. Veel kenmerkende soorten voor laaglandrivieren, die in het verleden (talrijk) aanwezig waren zijn door ondermeer biotoopvernietiging en water- en bodemvervuiling verdwenen of worden momenteel sterk bedreigd.

Met het opheffen van allerlei belemmeringen van door de rivier gestuurde processen en extensivering en stopzetting van het agrarisch gebruik van de uiterwaardgronden wordt een belangrijke stap gezet naar de ontwikkeling van natuurwaarden die karakteristiek zijn voor de uiterwaarden van (min of meer natuurlijke) laaglandrivieren.

Relatie rivierdynamiek en vegetatie

Op basis van beschikbare gegevens is een overzicht gemaakt van de relatie tussen vegetatiezonering en rivierdynamiek. Het gaat hierbij om de invloed van de rivier via

overstromingsduur en -frequentie en via bodemeigenschappen op de vegetatie (*figuur I*). In *tabel I* zijn van een aantal vegetatietypen de door de rivier bepaalde grenzen in de zonering weergegeven. Van een aantal karakteristieke vegetatietypen voor het rivierengebied is zonering in relatie tot rivierdynamiek moeilijk aan te geven, omdat deze vegetatietypen in Nederland zeldzaam zijn, ontbreken of niet specifiek zijn onderzocht op de relatie met rivierdynamiek. Een belangrijke hydrologische factor voor de vegetatie-zonering in de uiterwaarden van Neder-Rijn en Lek is het stuwpeil. Door het stuwen van de Neder-Rijn gedurende perioden met lage afvoeren, is het waterpeil in de stuwpanden tijdens het groeiseizoen vrijwel constant. Hierdoor is de ruimte voor bepaalde vegetatie-zones beperkt, zoals voor de rietgrasvegetaties en pioniervegetaties.

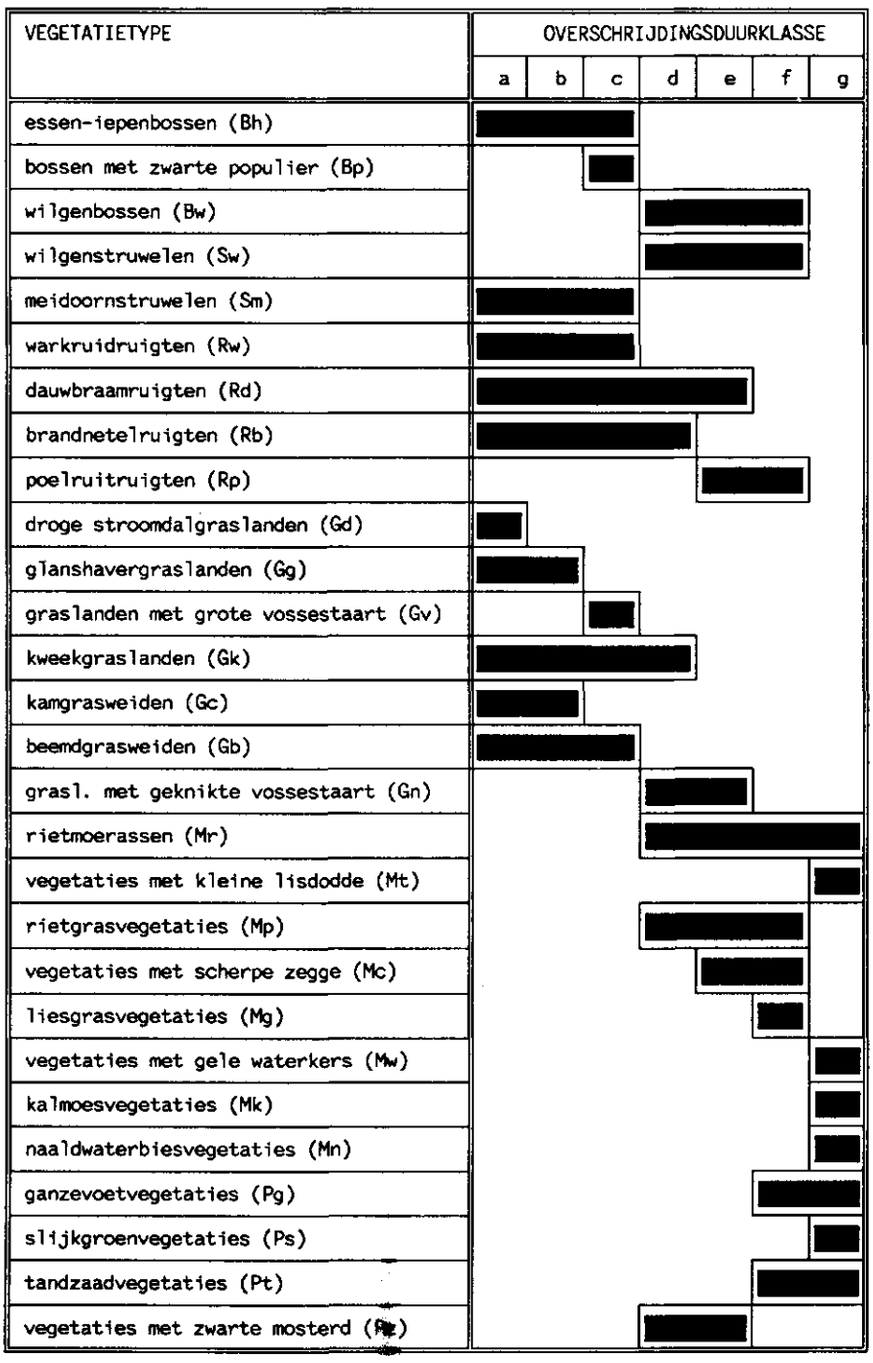


Figuur I Een eenvoudige schematische voorstelling van de invloed van het rivierregime op de vegetatie. In dit schema is het transport van zaden door rivierwater niet opgenomen.

Er bestaan verschillen tussen de vegetatiezonering in de benedenloop en in de bovenloop als gevolg van verschillen in rivierdynamiek. In deze studie is de aandacht vooral uitgegaan naar de vegetatiezonering in de uiterwaarden van de bovenloop van het Nederlandse Rijnsysteem.

Pioniervegetaties komen tot ontwikkeling op droogvallend onbegroeid substraat en verdwijnen zodra de omstandigheden veranderen. De ontwikkelingsmogelijkheden voor pioniervegetaties liggen vooral in de bovenloop van het Rijnsysteem. Op de rivieroever ontstaan door de sterk rivierdynamische omstandigheden regelmatig groeiplaatsen voor de ontwikkeling van deze vegetaties. Het aanbod van zaad is geen beperkende factor voor de ontwikkeling van pioniervegetaties.

Tabel I. Een overzicht van de relatie vegetatiezonering en hoogteligging in het rivierengebied. De hoogteligging is gerelateerd aan de overschrijdingsduur van waterstanden van de rivier. De watervegetaties zijn niet in de tabel opgenomen.



klasse a: < 5 dagen per jaar
klasse b: 5 - 20 dagen per jaar
klasse c: 20 - 50 dagen per jaar
klasse d: 50 - 75 dagen per jaar
klasse e: 75 - 100 dagen per jaar
klasse f: 100 - 150 dagen per jaar
klasse g: 150 - 250 dagen per jaar

Watervegetaties komen in de bovenloop vooral tot ontwikkeling in ondiepe wateren in bekade uiterwaarden, terwijl in de benedenloop watervegetaties ook in de rivier tot ontwikkeling kunnen komen. Vooral in de bovenloop zal het toelaten van zomerhoogwaters in de uiterwaard tot gevolg hebben dat in perioden van zomerhoogwater de watervegetaties worden weggespoeld. Dit kan als een natuurlijk proces in rivierdynamische systemen worden gezien. De verlanding van wateren in de uiterwaard wordt door de rivier na verloop weer teruggezet. In de daarop volgende jaren kunnen watervegetaties weer opnieuw tot ontwikkeling komen, afhankelijk van aanbod van zaad, rivierdynamische omstandigheden en de waterkwaliteit.

Moerasvegetaties komen tot ontwikkeling op de rivieroever, in lage delen van de uiterwaard en op de oever van wateren in de uiterwaard. In de bovenloop van het Rijnsysteem kunnen op de rivieroever moerasvegetaties tot ontwikkeling komen die karakterisitiek zijn voor rivierdynamische milieus, zoals vegetaties met rietgras en scherpe zegge.
Rietvegetaties komen tot ontwikkeling in de lage delen van de uiterwaardkom en in de benedenloop ook op de rivieroever. In de lage delen van uiterwaardkom zijn rietvegetaties de potentieel natuurlijke vegetatie. Verlandingsmoerassen, zoals vegetaties met kleine lisdodde en mattenbies komen in de bovenloop alleen in bekade uiterwaarden voor. Deze vegetaties zijn kenmerkend voor laag rivierdynamische milieus. Het blootstellen van verlandingsmoerassen aan de dynamiek van de rivier zal in perioden van zomer-hoogwater leiden tot het terugzetten van de verlanding.
Veel moerasvegetaties zijn zeer gevoelig voor beweiding. Hiermee zal bij de ontwikkeling van moerasvegetaties rekening worden gehouden.

Droge stroomdalgraslanden en glanshavergraslanden komen op de hoge delen in het riviersysteem tot ontwikkeling. De intensivering van de landbouw heeft in belangrijke mate bijgedragen aan een achteruitgang van deze vegetaties. Het toelaten van meer rivierdynamiek in de uiterwaarden zal in veel situaties weinig negatieve effecten hebben op deze vegetaties, met name op de droge stroomdalvegetaties. De benedengrens van de droge stroomdalgraslanden is veelal hoger dan de drempelwaarde van de zomerkade. Het slechten van de zomerkade zal dan niet leiden tot een langere overstromingsduur. De benedengrens van de glanshaver-graslanden betreft een hoogte die door de rivier in de zomermaanden weinig wordt overschreden.
Op lokaties in de bovenloop van het Rijnsysteem waar de natuurlijke morfodynamiek wordt toegelaten kunnen rivierduintjes worden gevormd, alwaar soorten van droge stroomdalgraslanden zich kunnen vestigen.

Wilgen- en populierenbossen bossen komen tot ontwikkeling op de oever van de rivier. Schietwilg en zwarte populier zijn

voor de kieming afhankelijk van onbegroeid substraat. Vooral in de bovenloop van het Rijnsysteem zullen door de rivierdynamische omstandigheden regelmatig omstandigheden zich voordoen voor kieming en vestiging van deze zachthoutsoorten. Wilgenbossen en -struwelen kunnen ook tot ontwikkeling komen op de oevers van niet geïsoleerde strangen en in kleiputten. Ondiepe afgravingen kunnen het aantal groeiplaatsen voor wilgenbossen sterk doen toenemen. Wilgenbossen waarin een snelle ophoging van de bodem optreedt als gevolg van sedimentatieprocessen kunnen geleidelijk overgaan in hardhoutooibossen. Op lokaties waar geen snelle bodemophoging optreedt, gaan de wilgenbossen op den duur over in moerasruigten.

Hardhoutooibossen, die in de Nederlandse riviersystemen vrijwel geheel ontbreken, zijn kenmerkend voor hoge delen van het rivierengebied. Onder welke omstandigheden vanuit graslanden hardhoutooibossen tot ontwikkeling kunnen worden gebracht is volop in discussie. Diverse onderzoekers stellen dat door gestuurde extensieve begrazing omstandigheden ontstaan waarin struweelvorming met meidoorn kan optreden. In deze struwelen kunnen boomsoorten zich vestigen. Op den duur kunnen de meidoornstruwelen overgaan in hardhoutooibos. Aanplanten van hardhoutooibos is een methode om snel "resultaten" te boeken. De natuurlijke ontwikkeling van hardhoutooibos zal waarschijnlijk onder gunstige omstandigheden nog vele tientallen jaren in beslag nemen. In hoeverre in het Nederlandse Rijnsysteem hardhoutooibossen kunnen ontstaan uit zachthoutooibossen is onbekend. Dit zal afhankelijk zijn van de mate waarin bodemophoging in de wilgen- en populierenbossen zal optreden.
Het vergoten van de rivierdynamiek in de uiterwaarden zal weinig directe effecten hebben op de ontwikkeling van hardhoutooibossen. De zomerhoogwaters zullen wel van invloed zijn op de ontwikkeling van de kruidlaag. De meest soortenrijke ondergroei komt voor in de hardhoutooibossen op de meest hooggelegen delen van de uiterwaard. Het slechten van de zomerkaden zal in het algemeen van weinig invloed zijn op de soortenrijkdom van de ondergroei, omdat een toename van de overstromingsduur van de bodem van dit ooibostype zeer gering zal zijn.

Rivierdynamiek en fauna

De invloed van de rivier op de fauna kan zowel direct als indirect via de vegetatie verlopen. Veranderingen in de vegetatie door het vergroten van de rivierdynamiek in de uiterwaarden zullen van invloed zijn op het voorkomen van diersoorten in de uiterwaard.
Over de directe invloed van rivierdynamiek op het voorkomen van diersoorten in de uiterwaard is weinig bekend. Het vergroten van de rivierdynamiek in de uiterwaarden zal leiden tot (grote) fluctuaties in de milieu-omstandigheden.

De afwisseling van gunstige en ongunstige omstandigheden zal van invloed zijn op de populatie-ontwikkeling van diersoorten. Van verschillende vogelsoorten is bekend, dat ze in jaren met gunstige omstandigheden in grote aantallen in de uiterwaarden kunnen voorkomen, terwijl in jaren met ongunstige omstandigheden deze soorten marginaal aanwezig zijn. De populatiegrootte van deze soorten in het rivierengebied is dan ook sterk aan fluctuaties onderhevig. Van verschillende weidevogels en ralachtigen is bekend dat inundaties in het voorjaar gunstige broedomstandigheden in de hand werken. Het tijdstip waarop de inundaties plaatsvinden bepaalt in belangrijke mate de broed-mogelijkheden maar ook het broedsucces. Het optreden van hoogwater in het broedseizoen kan tot gevolg hebben dat de gehele reproduktie verloren gaat.
Ook voor soorten die op de rivieroever broeden is de rivierdynamiek sterk van invloed op de beschikbaarheid van broedlokaties en op het broedsucces. Inherent hieraan zijn de jaarlijkse aantalfluctuaties.
Het vergroten van de rivierdynamiek in de uiterwaarden betekent voor amfibieën dat enerzijds door hoogwaters in het voorjaar voortplantingsbiotopen in de vorm van ondiepe uiterwaardplassen ontstaan en anderzijds door hoogwaters in de zomer de populatie-aanwas verloren kan gaan.
Verschillende amfibiesoorten zijn voor de voortplanting gebonden aan watervegetaties die in het rivierengebied worden aangetroffen in wateren die min of meer sterk zijn geïsoleerd van de rivier. Door het vergroten van de rivierdynamiek kunnen deze wateren in perioden van zomerhoogwater minder geschikt zijn voor de voortplanting.
Kenmerkende zoogdieren voor (natuurlijke) laaglandrivieren zijn de otter en de bever. Van een aantal zoogdieren is bekend, dat de uiterwaarden een belangrijk voedselgebied vormen, ondermeer voor de das en verschillende kleine marter-achtigen en grote grazers. In perioden met zomerhoogwater zijn deze soorten aangewezen op overstromingsvrije gebieden in de uiterwaard of op binnendijkse gebieden.

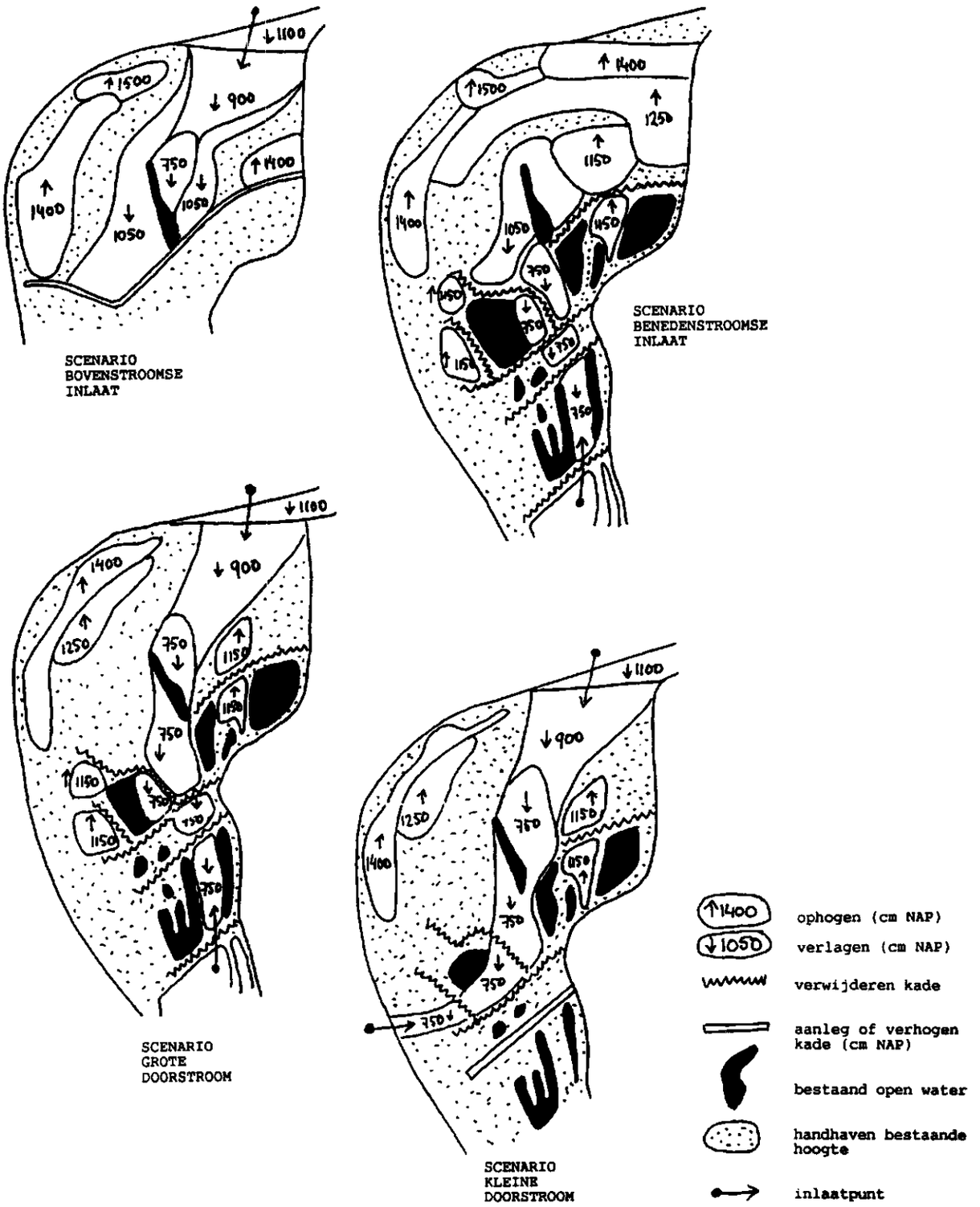
Het voorspellingsmodel

Een model is ontwikkeld voor het voorspellen van de veranderingen in de vegetatie. De basis voor het voorspellingsmodel zijn de huidige inzichten over het voorkomen van vegetatietypen in relatie tot abiotische omstandigheden en vegetatiebeheer. Met behulp van het model kan een indicatie worden verkregen van de veranderingen in de vegetatie als gevolg van bepaalde inrichtings- en beheersmaatregelen.
De factor tijd is niet in het voorspellingsmodel opgenomen. Het model voorspelt de potentiële vegetatie die onder de heersende omstandigheden uiteindelijk tot ontwikkeling komt (het eindstadium). Momenteel is onvoldoende kennis en

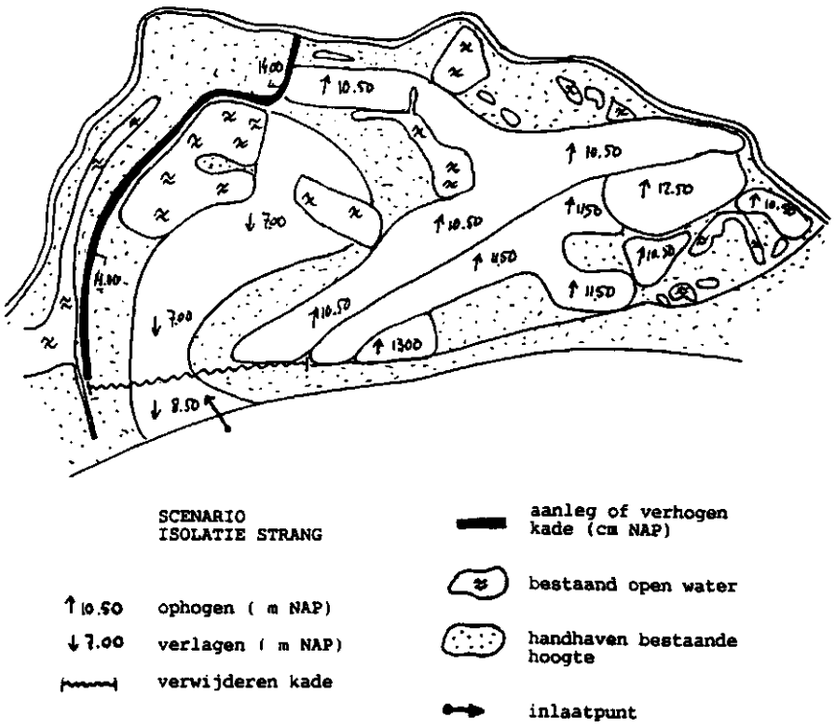
inzicht aanwezig om de tijdspanne aan te kunnen gegeven waarin de veranderingen in de vegetatietypen kunnen optreden.
Het schaalniveau waarop de voorspellingen betrekking hebben is 50 x 50 meter. Voor een dergelijke oppervlakte-eenheid wordt voorspeld welk vegetatietype in het eindstadium tot ontwikkeling is gekomen onder de gegeven abiotische omstandigheden en vegetatiebeheer. Het gaat dus om één vegetatietype. Dit betekent dat vegetatietypen die een geringe oppervlakte in beslag nemen of behoren tot een smal lintvormig landschapselement niet kunnen worden voorspeld.
Veranderingen in de fauna of in de geomorfologie van de uiterwaard zijn niet in het voorspellingsmodel opgenomen. Desondanks kan via de veranderingen in de vegetatie een indicatie van de veranderingen in de fauna worden verkregen, omdat het voorkomen van diersoorten voor een belangrijk deel samenhangt met de aanwezigheid van een of meerdere vegetatietypen.

Ecologische veranderingen van een aantal inrichtings-scenario's

Om inzicht te verkrijgen in de ecologische veranderingen die kunnen optreden door het vergroten van de rivierdynamiek in de uiterwaard en de effecten van ooibosontwikkeling op de hydrologie van de rivier zijn voor een tweetal gebieden in de Gelderse Poort inrichtingsscenario's opgesteld, namelijk de Millingerwaard en de Bemmelse Waard. De inrichtings-scenario's van de Millingerwaard zijn (*figuur II*):
(a) bovenstroomse inlaat bij de Millingerdam met isolatie van oude rivierloop
(b) benedenstroomse inlaat via de Kaliwaal
(c) grote doorstroom via een combinatie van (a) en (b)
(d) kleine doorstroom via inlaatpunten bij de Millingerdam en aan de noordwestzijde van de Millingerwaard en isolatie van oude rivierloop
Voor de Bemmelse Waard is een inrichtingsscenario opgesteld, waarin een benedenstroomse inlaat en isolatie van oude rivierloop langs de bandijk zijn opgenomen (*figuur III*).
In alle scenario's zijn ophogingen en afgravingen opgenomen. Aan de hand van het voorspellingsmodel zijn de veranderingen in de vegetatie beschreven. Ook zijn de veranderingen in de fauna beschreven aan de hand van de veranderingen in de vegetatie.
Bij afwezigheid van landbouwkundig beheer ontstaan er op de huidige landbouwgronden in de Millingerwaard bij bovengenoemde inrichtingsscenario's mogelijkheden voor een sterke uitbreiding van het areaal ooibos en voor ontwikkeling van moerassen van rivierdynamische milieus.



Figuur II. Inrichtingsscenario's voor de Millingerwaard die geanalyseerd zijn op de ecologische en hydraulische veranderingen.



Figuur III. Het inrichtingsscenario voor de Bemmelse Waard waarvan de ecologische en hydraulische veranderingen zijn geanalyseerd.

Door intensief gebruik hebben de landbouwgronden momenteel weinig betekenis voor de fauna. Door ontwikkeling van ooibossen en moerassen ontstaan er mogelijkheden voor vestiging van voor het rivierengebied karakteristieke soorten.
In twee scenario's van de Millingerwaard zullen de verlandingsmoerassen in de oude rivierloop plaatsmaken voor moerasvegetaties van meer rivierdynamische omstandigheden. Dit betekent dat plante- en diersoorten die uitsluitend in verlandingsmoerassen voorkomen zullen verdwijnen.
In de Bemmelse Waard zullen bij het stopzetten van landbouwkundig gebruik van de uiterwaard de huidige graslanden in potentie op den duur plaats maken voor ooibossen en moerassen. Daar de oude rivierloop niet wordt blootgesteld aan het vergroten van de rivierdynamiek blijven de mogelijkheden voor behoud en ontwikkeling van de huidige natuurwaarden in de verlande oude rivierloop bestaan.

Compensatiemaatregelen

Ingrepen in de uiterwaarden die leiden tot verhoging van de MHW-waterstanden moeten worden gecompenseerd, ten einde de veiligheid van binnendijkse gebieden niet in gevaar te brengen. Dit betekent dat indien de ontwikkeling van ooibossen in het rivierengebied de stroomweerstand verhoogt

en hiermee opstuwing van rivierwater veroorzaakt, elders compensatie via profielverruimingen zal moeten plaatsvinden. Om de stroomweerstand te verlagen moeten deze maatregelen plaatsvinden in de uiterwaard waarin de ooibosontwikkeling plaatsvindt of in de tegenoverliggende uiterwaard. In welke mate ooibossen zullen leiden tot verhoging van de stroomweerstand is niet exact aan te geven.
Ooibosontwikkeling op lokaties die weinig worden overstroomd door rivierwater (gemiddelde overstromingsduur < 5 dagen per jaar) en in stroomschaduwgebieden zullen in het algemeen een relatief geringe verhoging van de stromingsweerstand tot gevolg hebben. Met behulp van relatief kleinschalige afgravingen en slechten van kaden kan dan voldoende compensatie worden bereikt.
Ooibosontwikkeling in uiterwaardgebieden waarin tijdens hoogwater het zwaartepunt ligt van de waterafvoer, zal een grote verhoging van de MHW-waterstand stroomopwaarts van de ooiboscomplexen tot gevolg hebben. Voldoende compensatie kan dan alleen worden bereikt door grootschalige en/of diepe afgravingen.

Hydraulische veranderingen van een aantal inrichtings-scenario's

De effecten van ooibosontwikkeling op de hoogwaterstanden van de rivier zijn met behulp van het model WAQUA-rivieren berekend. In de scenario's voor de Millingerwaard bedraagt de maximale ruimte voor ooibosontwikkeling ongeveer 250 - 300 ha. Een dergelijke ontwikkeling zal leiden tot een verhoging van de MHW-waterstand van 8-16 cm (*tabel II*).
De ontwikkeling van 250-300 ha ooibos in de Bemmelse Waard leidt bij het doorgerekende inrichtingsscenario tot een verhoging van de MHW-waterstand van maximaal 8 cm, direct bovenstrooms van de waard.
De vergravingen in de uiterwaard (zowel ophogingen als afgravingen) leiden tot een kleine verlaging van de MHW-waterstand, indien geen ontwikkeling van ooibos plaatsvindt. Met uitzondering van het inrichtingsscenario voor de Millingerwaard met een benedenstroomse inlaat via de Kaliwaal, leveren de inrichtingsscenario's geen onoverkomelijke problemen op voor de rivierafvoer, wanneer ontwikkeling van ooibossen wordt toegestaan. Wel dient in voldoende mate compensatie plaats te vinden. Dit kan worden bereikt door de terreinophogingen te verminderen of achterwege te laten. Verder kan compensatie worden bereikt door bestaande afgravingen te verdiepen of door de oppervlakte aan afgravingen te vergroten. Bovendien kunnen in de uiterwaard aan de overzijde van de rivier compensatie-maatregelen worden getroffen.

Tabel II. De maximale verandering in de waterstand van de inrichtingsmaatregelen zonder en met maximale ooibosontwikkeling onder MHW-omstandigheden.

scenario	zonder ooibos	met ooibos	effect ooibos
Millingerwaard			
bovenstroomse inlaat	- 3 cm	+ 5 cm	+ 8 cm
benedenstroomse inlaat	- 1 cm	+ 15 cm	+ 16 cm
grote doorstroom	- 7 cm	+ 3 cm	+ 10 cm
kleine doorstroom	- 5 cm	+ 4 cm	+ 9 cm
Bemmelse Waard			
benedenstroomse inlaat	< 1 cm	+ 8 cm	+ 8 cm

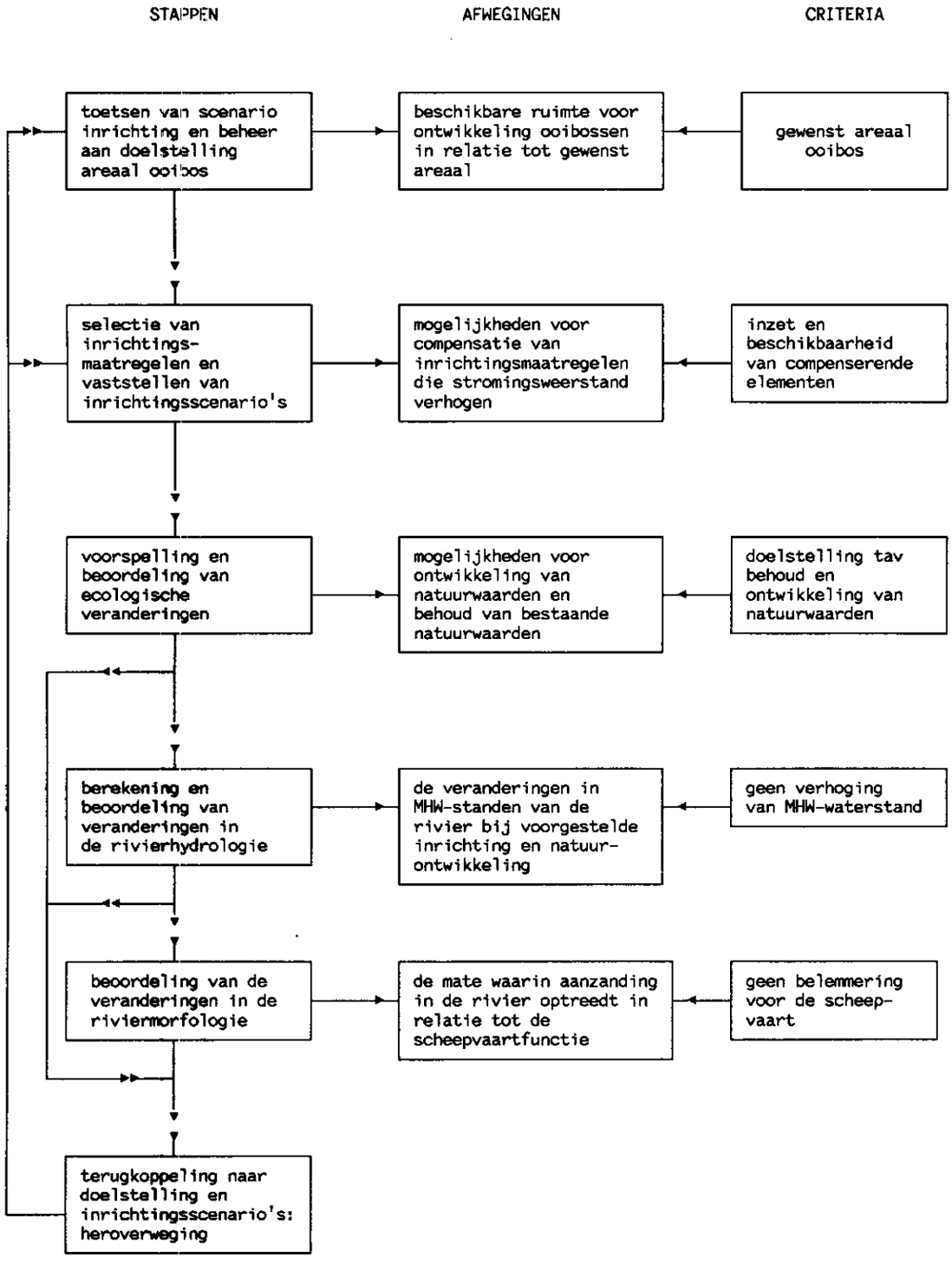
De opstuwing van rivierwater als gevolg van ooibosontwikkeling in de Bemmelse Waard en in de Millingerwaard is merkbaar bij het splitsingspunt de Pannerdense Kop. De veranderingen in de afvoerverdeling over de Waal en Pannerdensch Kanaal zijn gering.
Op de lokaties waar ontwikkeling van ooibossen plaatsvindt, neemt de afvoer via het zomerbed toe en het winterbed af. De toename van de afvoer via het zomerbed bedraagt onder MHW-omstandigheden 10-30%.
De lokale wijzigingen in de afvoerverdeling over het zomer- en winterbed zijn voor alle scenario's zodanig, dat ook bij lagere afvoeren effecten van erosie en aanzanding in het zomerbed moeten worden verwacht. De aanzanding zal op de lange termijn weer verdwijnen, maar kan in de tussentijd een belemmering vormen voor de scheepvaart.

Afwegingen met betrekking tot natuurontwikkeling in uiterwaarden

Voor uiterwaarden waarin men natuurontwikkeling wil laten plaatsvinden zal op basis van een ontwikkelingsvisie een inrichtingsschets worden ontwikkeld. Voor een beoordeling van de ecologische en hydraulische veranderingen van de voorgestelde inrichtings- en beheersmaatregelen aan de ecologische doelstellingen en maatschappelijke randvoorwaarden is een afwegingsprocedure ontwikkeld. De structuur van de afwegingsprocedure is weergegeven in *figuur IV*. Het selecteren van uiterwaarden voor natuurontwikkeling is niet in de afwegingsprocedure opgenomen.

Aanbevelingen

In de uiterwaarden van het Rijnsysteem zullen op verschillende lokaties mogelijkheden aanwezig zijn voor grootschalige ooibosontwikkeling al dan niet in combinatie met het vergoten van de rivierdynamiek in de uiterwaard.



Figuur IV. Een schematische voorstelling van de opbouw van een afwegingsprocedure met betrekking tot de mogelijkheden voor ooibosontwikkeling en herstel van rivierdynamiek in een of meer uiterwaarden.

De mogelijkheden voor ontwikkeling van ooibos wordt voor een belangrijk deel bepaald door de mate waarin de door ooibos veroorzaakte verhoging van de waterstanden kan worden gecompenseerd. Momenteel kan hierop alleen zicht worden verkregen via modelberekeningen. Onderzoek naar de mogelijkheden voor het ontwikkelen van vuistregels om in te kunnen schatten wat de effecten van ooibosontwikkeling en compensatiemaatregelen op de MHW-waterstand zijn, verdient aanbeveling.

Door inrichtings- en beheersmaatregelen kan een belangrijke verbetering optreden in het ecologisch functioneren van de uiterwaarden. De huidige belasting van het Rijnsysteem met PCB's, PAK's, bestrijdingsmiddelen, chloride, nitraat en fosfaat is echter een reden tot zorg. Deze verontreinigingen bemoeilijken het ecologisch herstel van het Rijnsysteem, inclusief de uiterwaarden. Uitvoering van het Rijnactie-programma zal een belangrijke verbetering van de water- en bodemkwaliteit van het Rijnsysteem tot gevolg hebben.
Met de start van natuurontwikkelingsprojecten moet niet worden gewacht totdat de waterkwaliteit sterk is verbeterd. De vestiging en handhaving van voor het rivier-ecosysteem karakteristieke soorten is niet mogelijk zonder dat daarvoor ook geschikte biotopen aanwezig zijn. Biotoopherstel zal in een aantal gevallen veel tijd in beslag nemen. De ontwikkeling van essen-iepenbossen geschiedt niet van de ene dag op de andere, maar vele tientallen jaren tot meerdere eeuwen. Maatregelen voor een verdere verbetering van de waterkwaliteit en voor het herstellen van biotopen dienen beide zo snel mogelijk genomen te worden (twee-sporenbeleid).

Summary

PERSPECTIVES FOR RECOVERING FLUVIAL PROCESSES AND WOODLANDS IN FLOOD PLAINS OF THE RIVER RHINE

Introduction

In some recent national policy documents on physical planning, nature management and water management, ecological rehabilitation of river flood plains is a major ecological objective. The present-day ecosystems in the river forelands have dramatically been changed during the last centuries. Ecological and hydrological characteristics of flood plains have largely been altered by several human influences, such as stream bed regulations and canalizations, pollution by industrial and municipal wastewater and by manuring, deforestation and cultivation of flood plains, extraction of sand and clay, construction of summer dikes and river bank modifications.
Ecological rehabilitation can be stimulated by extensifying or excluding agricultural land use in flood plains. This can be accompanied with giving full play for river dynamics within flood plains in order to re-establish characteristic riparian vegetation and fauna. Recovery of river dynamic processes can be realized by levelling or piercing summer dikes or natural levees.
In order to make decisions about restoration of natural ecosystems in flood plains, it is essential to know quantified relationships between fluvial characteristics such as duration and frequency of inundations on the one hand, and the presence of characteristic vegetation types and fauna at the other hand.
In the present report perspectives and judgement criteria are given in order to make ecologically and hydrologically sound decisions with respect to re-establishing flood plain forests, riparian marshes and species rich grasslands within river Rhine flood plains.

Reference period

In order to make sound expectations about developing ecosystems as a consequence of recovering river dynamics within flood plains, a historic-ecological description has been made of a rather natural situation of the flood plain area in the Dutch part of the river Rhine system. The period 1450-1800 has been chosen as reference period for describing river dynamic processes and ecosystems within flood plains in the Dutch part of the river Rhine. In this period the river dynamics have already rather been influenced by human interference. The flooding area has been restricted to the area between the main river dikes.

Main characteristic ecosystems in the reference system are:
* frequently flooded willow and poplar woodlands at unpastured river banks;
* rarely flooded ash and elm woordlands at unpastured natural levees;
* species rich grasslands at extensively pastured or hayed higher parts of natural levees;
* reed swamps and other types of swamp vegetation at the ungrazed lower parts of the flood plains.

In the reference period the woodland area in the flood plains has been diminished by land use in the course of time and woodland related fauna species disappeared. The ecological description of the flood plains corresponding with the river dynamics in the reference system has been based on autecological information, comparable river systems and historic-ecological data.

Vegetation types related to river dynamics and land use intensity

Actual or potential presence of characteristic vegetation types in flood plains of the river Rhine in the Netherlands is mainly determined by the mean annual inundation time. Inundation time of a site is mainly determined by:
* altitude of the site comparing with the local river water level ('relative altitude');
* presence of natural or artificial barriers (e.g. site location behind natural levees or summer dikes), causing a certain isolation effect with respect to river flooding.

In *table I* the relations between inundation time and presence of flood plain vegetation types are presented. Riparian ecosystems are not only determined by river dynamics, but also by management characteristics. In *table II* some relations between riparian vegetation types and management intensity have been indicated. The following management characteristics have been distinguished:
* absence of agricultural management ('doing nothing');
* extensive agricultural management: hay harvesting, extensive grazing
* intensive agricultural management: intensive grazing and manuring.

Predicting vegetation developments caused by technical measurements and by changes in management

The aim of the study was to indicate ecological perspectives for recovering river dynamics in flood plains in order to rehabilitate characteristic riparian ecosystems, especially riparian woodlands. In describing perspectives not only the ecological consequences of some measurements have been concerned but also the hydrological feasibilities.

Table I. The relations between inundation time and presence of vegetation types in the flood plains.

TYPE OF VEGETATION (with code)	POTENTIAL INUNDATION TIME							ISOLATION CLASSES			
	a	b	c	d	e	f	g	I	II	III	IV
Fraxinus excelsior - Ulmus minor (Bh)	■	■	■					■	■	■	■
Populus nigra - Salix alba (Bp)											
Salix alba (Bw)				■	■	■		■	(■)	c	c
Salix tiandra - S. viminalis (Sw)				■	■	■		(■)	■	c	c
Crataegus monogyna - Prunus spinosa (Sm)	■	■	■					■		■	■
Cuscuta europaea - Calystegia sepium (Rw)	■	■	■					■			
Rubus caesius (Rd)				■	■				■	■	■
Urtica dioica (Rb)											
Thalictrum flavum - Senecio paludosus (Rp)					■	■				■	■
Medicago sativa - Avenula pubescens (Gd)	■							■	■	■	■
Arrhenatherum elatius (Gg)		■									
Alopecures pratensis (Gv)			■						■	■	■
Elymus repens (Gk)	■	■		■				■			
Cynosurus cristatus - Rumex acetosa (Gc)											
Poa pratensis (Gb)			■								
Alopecurus geniculatus - Agrostis stolonifera (Gn)				■	■			(■)	■	■	■
Phragmites australis (Mr)				■	■	■	■	lc	■	■	■
Typha angustifolia (Mt)											
Phalaris arundinacea (Mp)				■	■	■		■	■	(■)	(■)
Carex acuta (Mc)											
Glyceria maxima (Mg)						■				■	■
Rorippa amphibia - R. sylvestris (Mw)							■		■	(■)	(■)
Acorus calamus - Iris pseudocorus (Mk)											
Eleocharis acicularis (Mn)										■	■
Chenopodium rubrum - Polygonum lapathifolium (Pg)						■	■	■	■		
Limosella aquatica (Ps)											
Bidens frondosa en B. cernua (Pt)						■	■				
Brassica nigra - Chenopodium album (Pz)				■	■			■	(■)		
Potamogeton nodosus	"potential inundation time" is over 250 days							■			
Potamogeton pectinatus								lc			
Potamogeton lucens - P. pectinatus									■	■	■
Nymphoides peltata											c
Nuphar lutea - Nymphaea alba										■	
Hydrocharis morsus-ranae											■
Zannichallia palustris									lc	■	■

POTENTIAL INUNDATION TIME is the calculated number of days a site without isolation elements (summer dykes, levees) can be flooded by river water.
Classes of potential inundation time:

a:	< 5 days/year	e:	75 - 100 days/year
b:	5 - 20 days/year	f:	100 - 150 days/year
c:	20 - 50 days/year	g:	150 - 250 days/year
d:	50 - 75 days/year		

ISOLATION CLASSES of the site location to river flooding:

I: site location not behind natural levees or summer dykes
II: site location behind natural levees or summer dykes: river flooding of threshold: mean 50 days/year;
III: site location behind natural levees or summer dykes, river flooding of threshold: mean 20 -50 days/year;
IV: site location behind natural levees or summer dykes, river flooding of threshold: mean < 20 days/year.

( ) = doubtful, uncertain or not optimal
c = clay extraction gate
lc = lower course of the river

Table II. The relations between agricultural management and presence of vegetation types in the flood plains.

TYPE OF VEGETATION (with code)	AGRICULTURAL MANAGEMENT		
	absent	extensive	intensive
Fraxinus excelsior - Ulmus minor (Bh) Populus nigra - Salix alba (Bp) Salix alba (Bw)	■	(■)	
Salix tiandra - S. viminalis (Sw) Crataegus monogyna - Prunus spinosa (Sm)	■	(■)	
Cuscuta europea - Convolvulus sepium (Rw) Rubus caesius (Rd) Urtica dioica (Rb) Thalictrum flavum - Senecio paludosus (Rp)	■	(■)	
Medicago sativa - Avenella pubescens (Gd) Arrhenatherum elatius (Gg) Alopecures pratensis (Gv) Elymus repens (Gk) Cynosurus cristatus - Rumex acetosa (Gc) Poa pratensis (Gb) Alopecurus geniculatus - Agrostis stolonifera (Gn)		■ ■	(■) ■ ■
Phragmites australis (Mr) Typha angustifolia (Mt) Phalaris arundinacea (Mp) Carex acuta (Mc) Glyceria maxima (Mg) Acorus calamus - Iris pseudocorus (Mk) Eleocharis acicularis (Mn)	■	■ ■	■
Chenopodium rubrum - Polygonum lapathifolium (Pg) Limosella aquatica (Ps) Bidens frondosa en B. cernua (Pt) Brassica nigra - Chenopodium album (Pz)	■	(■) ■	■

(■) = doubtful, uncertain or not optimal

In order to predict the expected impact of changes in vegetation types as a consequence of changed inundation time or management characteristics, an ecological model has been developed.
The model has a multi-dimensional matrix structure. Each dimension represents a relevant ecological site factor. Each site factor has been subdivided into some relevant classes. Some site factors can be regarded as environmental conditions which remain unaltered. It concerns the present distribution of landforms within the flood plain (geomorphology) and soil types. Other determining site factors can be altered by human measurements: the factor 'isolation', management characteristics and relative altitude.
Each matrix element represents a vegetation type, that should be expected if a certain combination of classes of site factors should be created.

The present ecological prediction model presents only the final vegetation types (the 'climax vegetation') that should be expected after changing the present management or inundation characteristics. However, in many cases at first other vegetation types, belonging to earlier succession phases, will have to be expected.
At present the prediction model is not implemented in a computerized relational data base system. The model has however been developed in such a way that it can easily be automized.

In the present study the prediction model has been applied in two case studies in the Gelderse Poort area, located at the upstream part of the Dutch river Rhine flood plain area. In these case studies some scenarios have been worked out, each representing a certain set of stream modificating measures. The following measures have been concerned in the scenarios:
* piercing or removal of summer dikes;
* levelling or heightening parts of the flood plain'.
For each scenario the expected vegetation types have been represented into grid cells sized 50 by 50 meters.

Consequences for the local river Rhine discharge capacity

Recovery of flood plain woodlands and changes in geomorphological characteristics will have impact on the river water discharge. New forests and created high land elements will reduce the discharge capacity, leading to a raising river water level upstream the concerning flood plain area. This is unacceptable because of inundation risks in land inside the dikes. Therefore, if such developments are expected as a consequence of certain measures, countermeasures have to be taken in order to compensate the discharge effects. These countermeasures have to be taken in the conceerning flood plain or in a flood plain at the opposite side of the river. Removing or levelling summer dikes and other higher parts of the flood plain are measures which will advance the river discharge capacity.

In the scenario analyses, carried out for the Gelderse Poort area, the hydrological impacts of the several alternatives have been calculated. This has been carried out by the Institute for Inland Water Management and Environmental Protection (DBW/RIZA) by using the river discharge model WAQUA. The hydrological impacts of forest development and geomorphological alterations, causing more river dynamics in the flood plains, have been modelled for each scenario. If is started in each scenario from woodland development covering a maximal area of 250 - 300 ha in one flood plain area, the calculated raise of the mean higher water level varied between 8 and 16 cm.

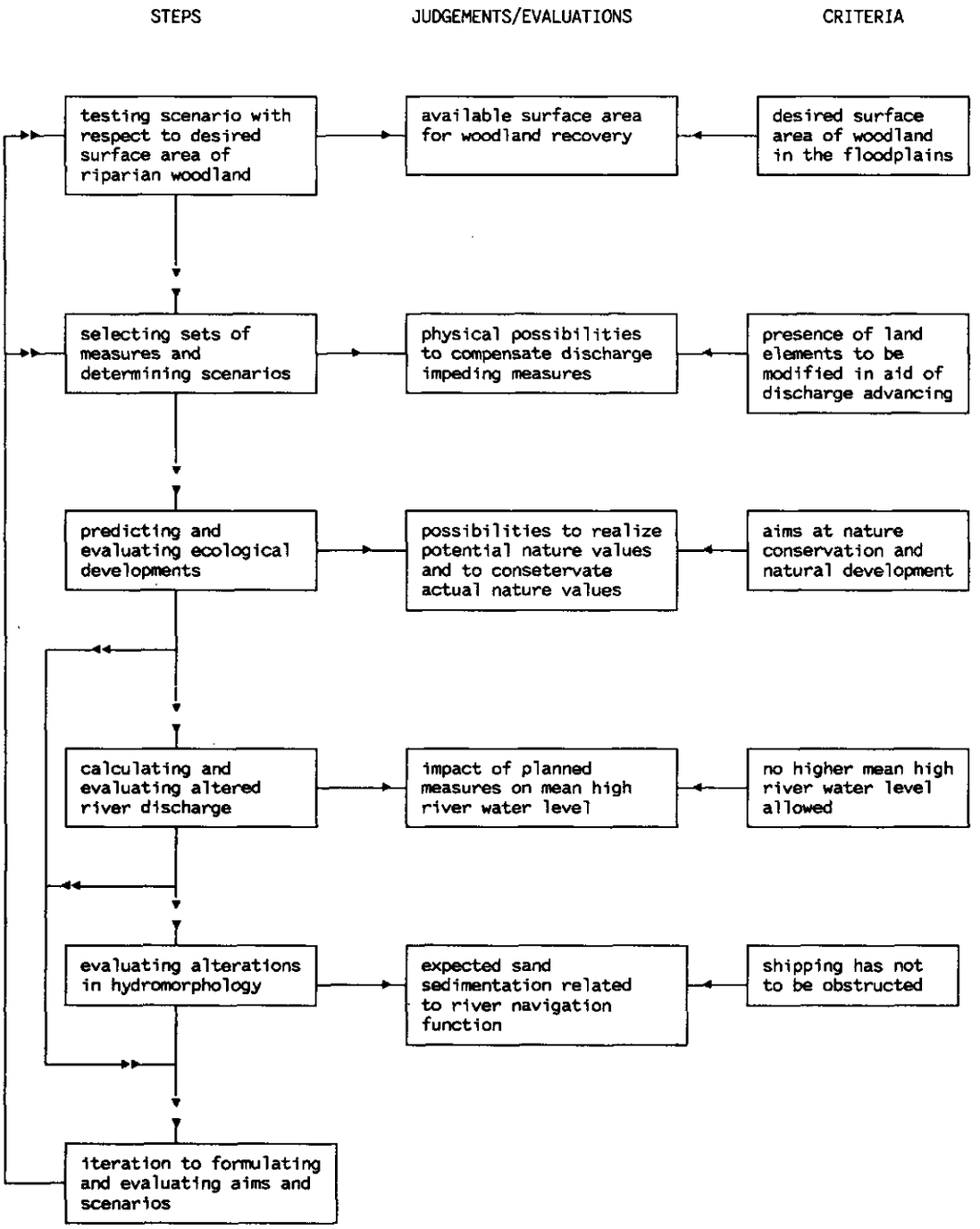


Figure I. A schematically presentation of the decision support procedure.

Based on the results of hydrological modelling, it has been concluded that the possibilities for developing flood plain forests are largely dependent on the physical possibilities for compensation by levelling parts of the flood plain levees or by removal or levelling summer dikes.

Decision support procedure

In order to select individual flood plains for development of flood plain woodlands and recovery of fluvial processes, several ecological, hydrological and geomorphological characteristics have to be considered and evaluated step by step. Decision making will be very complex because of the quantity of aspects to be regarded and to be judged. Therefore a decision procedure has been developed in order to support decision makers. In this schedule any aspect and criterion has been mentioned and arranged in a step by step decision procedure (*figure I*).

1
Inleiding

1.1 ACHTERGROND VAN HET ONDERZOEK

In 1985 werd door de Eo Wijerstichting een ideeënprijsvraag uitgeschreven gericht op de planvorming op regionaal niveau met als thema Nederland-Rivierenland. Het ontwerp Plan Ooievaar werd in 1986 bekroond met een eerste prijs. Plan Ooievaar is gericht op enerzijds het optimaliseren van de landbouw in het binnendijkse gebied van de grote rivieren en anderzijds het vergroten van de mogelijkheden voor natuurontwikkeling in de uiterwaarden (De Bruin e.a., 1987). Wat de ecologische ontwikkeling van het rivierengebied betreft, is Plan Ooievaar vooral gericht op het opheffen van belemmeringen voor natuurlijke processen in de uiterwaarden op daarvoor geschikte plaatsen. Door in de uiterwaarden meer mogelijkheden te bieden voor de rivier gestuurde processen worden nieuwe kansen geschapen voor bepaalde vegetatietypen en diersoorten.
In Plan Ooievaar wordt gepleit voor een gecombineerde ontwikkeling van ooibossen, moerassen, open water en graslanden in uiterwaarden waar een dergelijke ontwikkeling mogelijk is. De mogelijkheden voor natuurontwikkeling zijn in het ontwerp slechts globaal geschetst. In Plan Ooievaar wordt er vanuit gegaan dat perspectiefrijke mogelijkheden voor ooibosontwikkeling in de uiterwaarden ontstaan op plaatsen waar de uiterwaarden zijn onttrokken aan de landbouw en de rivierhoogwaters door het plaatselijk slechten van de zomerkaden eerder en op meer plaatsen hun invloed kunnen doen gelden. De eventuele verhogingen van de hydraulische weerstand die door de vorming van ooibossen kunnen worden veroorzaakt, worden in Plan Ooievaar voornamelijk gecompenseerd door afgravingen in de uiterwaarden. Hierdoor ontstaan er mogelijkheden voor het creëren van zowel ondiepe als diepe watersystemen in de uiterwaard. Ondiepe ontgrondingen (b.v. kleiwinning) bieden tevens ontwikkelingsmogelijkheden voor moerassen. De mogelijkheden om de diepe plassen voor een natuurfunctie te kunnen ontwikkelen worden sterk bepaald door situering en inrichting. Droge en natte graslanden in de uiterwaarden zullen onder invloed staan van een matige begrazingsdruk, waardoor mogelijkheden worden geschapen voor handhaving en ontwikkeling van waardevolle halfnatuurlijke vegetaties.

De eerste aanzet voor de gedachtenvorming over de ontwikkelingsmogelijkheden van het rivierengebied, zoals verwoord in Plan Ooievaar vindt veel weerklank in het beleid van zowel het Ministerie van Verkeer en Waterstaat (Derde Nota Waterhuishouding) als het Ministerie van Landbouw, Natuurbeheer en Visserij (Nota Natuurontwikkeling, Natuurbeleidsplan). Ook in het beleid van het Ministerie van

Volkshuisvesting, Ruimtelijke Ordening en Milieubeheer is de ontwikkelingsvisie voor het rivierengebied, zoals verwoord in de Vierde Nota over de Ruimtelijke Ordening, gericht op het vergroten van de aandacht voor natuurontwikkeling en natuurbehoud en het versterken van de samenhang tussen de functies watervoorziening, natuur, recreatie en transport.

Sinds Plan Ooievaar zijn op lokaal schaalniveau verschillende plannen ontwikkeld, die een nadere uitwerking zijn van de ontwikkelingsvisie voor natuur en landschap uit Plan Ooievaar. Dit is ondermeer het geval voor de Gelderse Poort, het rivierengebied ten oosten van Nijmegen (Helmer en Smeets, 1987; Van de Tempel, 1988; Helmer, 1990; Helmer e.a., 1990). De Gelderse Poort is in verschillende rijksnota's is aangewezen als kerngebied voor natuur-ontwikkeling. Ook het beleidsplan Uiterwaarden van de provincie Gelderland (1989) sluit hierop aan.

In de Duurse Waarden langs de IJssel zijn ten behoeve van natuurontwikkeling inrichtingsmaatregelen genomen waardoor de invloed van het rivierwater in de uiterwaarden is vergroot. De Blauwe Kamer langs de Neder-Rijn is een project in voorbereiding. Andere gebieden die momenteel op hun mogelijkheden voor natuurontwikkeling worden onderzocht zijn ondermeer Fort Sint Andries, Meinderswijk en Roermond (Ministerie LNV, 1990).

De voortvarendheid waarmee wordt overgegaan op het in praktijk brengen van ontwerpideeën, kan in de toekomst echter tot problemen leiden daar een aantal aspecten nog onvoldoende is uitgewerkt.
De volgende vragen zijn nog onvoldoende beantwoord:

a. In hoeverre kan het rivierbeheer inspelen op de mogelijkheden voor natuurontwikkeling in de uiterwaarden?
b. In hoeverre kunnen andere beheersmaatregelen bijdragen aan de mogelijkheden voor natuurontwikkeling?
c. Welke natuurontwikkelingsschetsen zijn ecologisch haalbaar?
d. Welke bestaande natuurwaarden gaan verloren bij het vergroten van de rivierdynamiek in de uiterwaard?
e. Welke gebieden zijn perspectiefrijk voor natuurontwikkeling als gevolg van de ruimte die is geboden aan de door de rivier gestuurde processen (overstroming, erosie en sedimentatie)?

Ook het ontbreken van een afwegingskader met betrekking tot het selecteren van ingreepalternatieven en ingreepgebieden wordt als een gemis ervaren.
Door RIZA-Rijkswaterstaat is aan SCMO-TNO de opdracht gegeven de mogelijkheden en beperkingen voor herstel van de rivierdynamiek en voor natuurontwikkeling in de uiterwaarden (met name ooibosontwikkeling) nader te onderzoeken. Hierbij wordt voor de hydraulische aspecten ondersteuning verkregen van de Afdeling Algemeen Onderzoek Fysica van RIZA-Rijkswaterstaat te Arnhem. Door de afdeling Experimente

Plantenoecologie van de Katholieke Universiteit Nijmegen is in het kader van dit project de huidige kennis over de invloed van hydrologie, beheer en substraat op de vegetatie in de uiterwaarden geïnventariseerd.

1.2 DOEL VAN HET PROJECT

Het doel van het onderzoek naar de mogelijkheden van natuurontwikkeling in uiterwaarden is drieledig:
- het aangeven van relaties tussen de processen die door de rivier worden gestuurd en de flora en fauna in de uiterwaarden;
- het aangeven van de veranderingen die kunnen optreden in de vegetatie en fauna als gevolg van (a) het vergroten van de rivierdynamiek in de uiterwaarden en (b) veranderingen in het vegetatiebeheer.
- het opstellen van richtlijnen ter ondersteuning van de beleidsvorming en besluitvorming over het opheffen van belemmeringen voor natuurlijke processen in de uiterwaarden ten behoeve van de ontwikkeling van de daarbij behorende natuurwaarden in die gebieden.

1.3. OPZET VAN HET ONDERZOEK

Het onderzoek naar de mogelijkheden voor natuurontwikkeling in uiterwaarden bestaat uit een aantal onderdelen:
a) beschrijving van de ecosystemen in het rivierengebied in de huidige situatie en onder omstandigheden waarbij meer ruimte is geboden aan door de rivier gestuurde natuurlijke processen;
b) een analyse van het voorkomen van plante- en diersoorten in de uiterwaarden in relatie tot rivierdynamiek;
c) een analyse van de ecologische veranderingen die kunnen optreden als gevolg van het vergroten van rivierdynamiek in de uiterwaarden en van maatregelen die betrekking hebben op inrichting en beheer;
d) veranderingen in de hydrologie van de rivier als gevolg van de ontwikkeling van ooibossen en vergravingen in de uiterwaard;
e) afwegingskader ten behoeve van de besluitvorming over natuurontwikkeling in uiterwaarden.

Ecosysteemanalyse van de uiterwaarden.

In de nota "Omgaan met water" (Ministerie V en W, 1985) is een nieuwe benaderingswijze voor het waterbeleid geïntroduceerd: de watersysteembenadering. Hierbij staat het functioneren van watersystemen als samenhangend geheel centraal: oppervlaktewater, waterbodem, grondwater en oevers met inbegrip van alle gerelateerde fysische, chemische en biologische kenmerken en processen. Uitgangspunt is dat met

het gebruik en beheer van water dient te worden ingespeeld op de natuurlijke processen en patronen, die behoren bij het betreffende watersysteem. Deze beleidsintentie kan slechts dan in concreet beleid vertaald worden, indien duidelijk is hoe de verschillende wateren functioneren als ecosystemen. Voor de verkenning naar de mogelijkheden van natuur-ontwikkeling in rivierdynamische uiterwaarden en in het bijzonder de mogelijkheden voor ontwikkeling van ooibossen bestaat de ecosysteemanalyse uit:

a) Een beschrijving van de kenmerkende processen in een rivier-ecosysteem in relatie tot de flora en fauna in de uiterwaarden.
b) Een beschrijving van de ecologische ontwikkelings-mogelijkheden van de uiterwaarden binnen de te stellen voorwaarden aan de natuurlijkheid en aan de functies en maatschappelijke belangen die aan de rivier zijn verbonden.
c) Een beschrijving van de actuele ecologische waarde, alsmede van de factoren die van invloed zijn (geweest) op het ecologisch functioneren.

Natuurontwikkeling in relatie tot rivierdynamiek.

De huidige kennis over de relatie tussen rivierdynamiek en de flora en fauna in de uiterwaarden wordt beschreven. Met betrekking tot de huidige kennis over de invloed van rivierdynamiek op de vegetatie is voor een belangrijk deel gebruikt gemaakt van de onderzoeksresultaten van de afdeling Experimentele Plantenoecologie van de Katholieke Universiteit van Nijmegen. In het kader van dit project is door De Graaf e.a. (1990) de bij deze afdeling beschikbare kennis over verschillende vegetatietypen in de uiterwaarden in relatie tot milieufactoren als hydrologie, substraat en terreingebruik gepresenteerd. Hierbij is vooral aandacht besteed aan de invloed van hydrologie op de vegetatie-ontwikkeling, waarbij de door de hydrologie bepaalde grenzen van een aantal karakteristieke vegetatietypen zijn aangegeven.

Ecologische veranderingen in een studiegebied bij verschillende ingreepalternatieven.

Een eenvoudige methode is ontwikkeld voor het voorspellen van veranderingen in de vegetatie als gevolg van het vergroten van de rivierdynamiek in de uiterwaarden en van maatregelen met betrekking tot het vegetatiebeheer en compensatie van verandering in de hydraulische weerstand. De veranderingen in de fauna zijn niet in een voorspellings-model opgenomen. Daar het voorkomen van diersoorten in belangrijke mate is gerelateerd aan (combinatie van) vegetatietypen, kunnen veranderingen in de fauna worden afgeleid van de veranderingen in de vegetatie. Voor het

verkrijgen van inzicht in de perspectieven voor natuurontwikkeling in uiterwaarden en in het bijzonder de ontwikkeling van ooibossen in combinatie met het vergroten van de rivierdynamiek in de uiterwaarden is voor een tweetal uiterwaarden in De Gelderse Poort een aantal inrichtings-scenario's geformuleerd die met behulp van het voorspellingsmodel nader zijn geanalyseerd op de ecologische veranderingen.

De gevolgen van verschillende ingreepalternatieven en compensatiemogelijkheden voor de afvoer en de morfologie van de rivier.

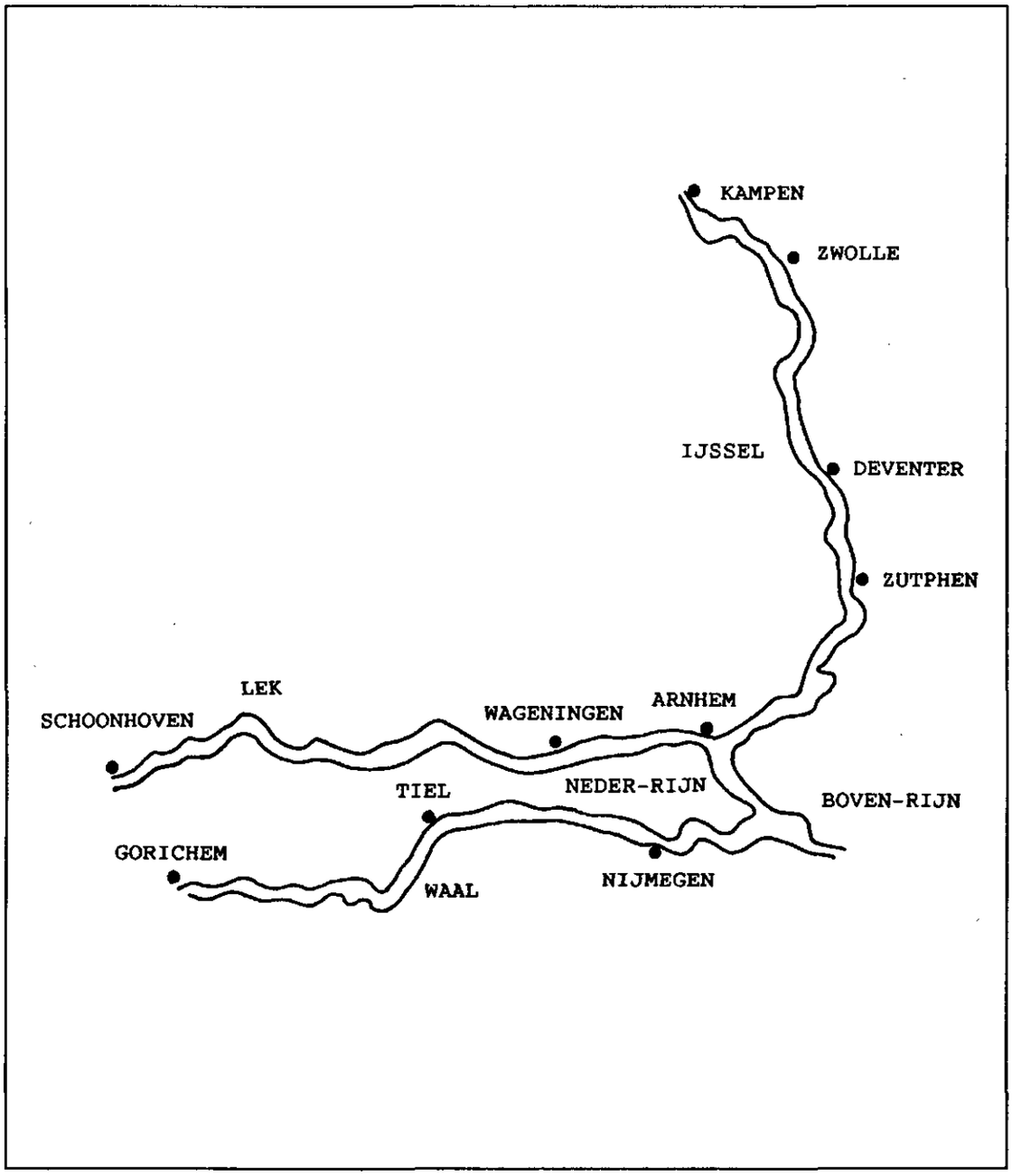
De veranderingen in de waterstand, de afvoerverdeling en de stroomsnelheid als gevolg van ingreep-maatregelen zoals beschreven in de verschillende scenario's voor een tweetal uiterwaarden in de Gelderse Poort zijn door Timmer en Cirkel (1990) onderzocht aan de hand van het WAQUA-model. Ook de effecten van eventueel noodzakelijke compensatiemaatregelen zijn onderzocht.

Afwegingskader ten behoeve van besluitvorming over natuurontwikkeling in de uiterwaarden.

Een procedure is ontwikkeld voor het beoordelen van de hydrologische en ecologische veranderingen in de uiterwaard als gevolg van maatregelen die meer ruimte bieden aan door de rivier gestuurde processen en de daarbij behorende ontwikkeling van natuurwaarden. Hierbij is ondermeer aandacht besteed aan:
* de actuele natuurwaarden in relatie tot huidig gebruik en beheer
* de te verwachten natuurbetekenis na de ingreep.
* maatschappelijke randvoorwaarden (veiligheid, scheepvaart)

1.4 BESCHRIJVING VAN HET STUDIEGEBIED

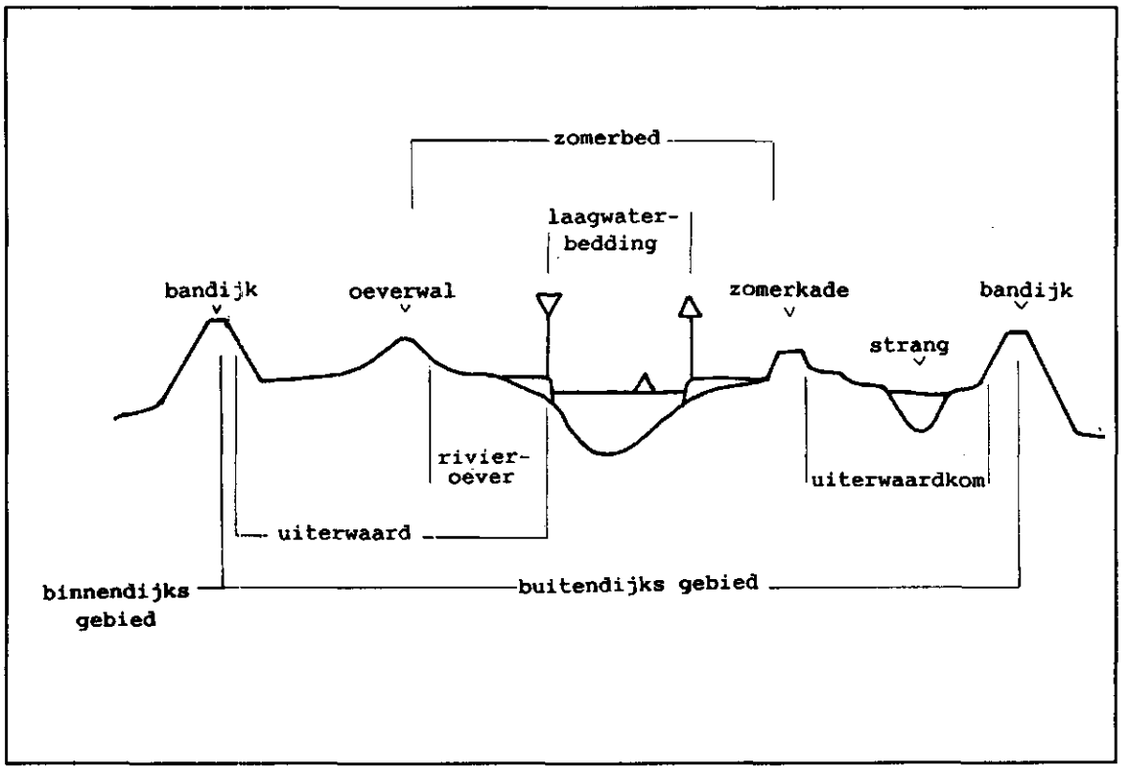
In deze studie worden de mogelijkheden verkend voor natuur-ontwikkelingen in de uiterwaarden van het Rijnsysteem: de Boven-Rijn, Neder-Rijn, Lek, IJssel en Waal. De buitendijkse gebieden van het Benedenrivierengebied, de Lek benedenstrooms van Schoonhoven en de IJssel benedenstrooms van Kampen blijven buiten beschouwing (*figuur 1.1*).
De uiterwaarden van het Rijnsysteem beslaan in Nederland een oppervlakte van ongeveer 29.000 ha, waarvan ruim 22.000 ha in de provincie Gelderland ligt (Jongman, 1984).
De uiterwaarden maken deel uit van het hoogwaterbed van de rivier en worden begrensd door bandijken of door hogere zandgronden (*figuur 1.2*). Een belangrijk kenmerk van de uiterwaarden is dat deze gebieden sporadisch tot regelmatig



Figuur 1.1 De in beschouwing genomen uiterwaarden van het Rijnsysteem.

worden geïnundeerd door rivierwater. De overstromingsfrequentie wordt onder natuurlijke omstandigheden bepaald door de drempelhoogte van de oeverwal. Uiterwaarden gelegen achter een lage oeverwal of die via een oude strang in open verbinding staan met de rivier worden frequent overstroomd met rivierwater. In veel uiterwaarden is de overstromingsfrequentie sterk afgenomen als gevolg van

zomerkaden. De bekade uiterwaarden worden alleen bij hoogwater overstroomd, die voornamelijk in de wintermaanden optreden.



Figuur 1.2 Een dwarsdoorsnede van een riviersysteem.

1.5 LEESWIJZER

In hoofdstuk 2 wordt een ecologisch beeld geschetst van het Rijnsysteem onder omstandigheden waarbij in de uiterwaarden ruimte wordt geboden door rivier gestuurde processen. Het geschetste beeld is ontleend aan beschrijvingen van het functioneren van ecosystemen in het verleden, biogeografische gegevens van planten en dieren en aan beschrijvingen van huidig nog resterende (half)natuurlijke landschappen van grote rivieren in Europa. Het geschetste ecologische beeld kan als streefbeeld fungeren voor het toekomstig ecologisch functioneren van het Rijnsysteem in Nederland.

In hoofdstuk 3 wordt in het kort de huidige situatie van het rivierenlandschap beschreven. Ingegaan wordt op de huidige waterhuishouding, waterhuishoudkundige ingrepen die in het verleden hebben plaatsgevonden, de waterkwaliteit van de rivier en de effecten daarvan op flora en fauna de

maatschappelijke functies die het rivierengebied vervult en de samenstelling van aanwezige levensgemeenschappen.

In hoofdstuk 4 wordt de invloed van rivierdynamiek op de vegetatie en fauna in de uiterwaarden beschreven.
Van een groot aantal in het rivierengebied voorkomende vegetatietypen wordt de kennis over de relaties met de hydrologie van de rivier beschreven. De beschrijving van de invloed van rivierdynamiek op de fauna wordt beschreven aan de hand van een aantal diergroepen.

In hoofdstuk 5 wordt een methode beschreven waarmee de veranderingen in de vegetatie in de uiterwaarden als gevolg van inrichtings- en beheersmaatregelen kunnen worden voorspeld. De maatregelen waarop het voorspellingsmodel zich richt, betreffen
a) het slechten, verlagen of verplaatsen van de zomerkaden voor het vergroten van de invloed van de rivier in de uiterwaarden
b) terreinophogingen voor het creëren van hoogwatervluchtplaatsen voor dieren of het vergroten van de mogelijkheden voor ontwikkeling van hardhoutooibossen
c) afgravingen als compensatiemaatregel voor verhoging van de waterstanden van maatgevend hoogwater
d) de begrazingsdruk van de vegetatie.

In hoofdstuk 6 worden de ecologische en hydrologische veranderingen beschreven van een aantal inrichtings-scenario's voor twee proefgebieden in de Gelderse Poort: de Bemmelse Waard en de Millingerwaard.

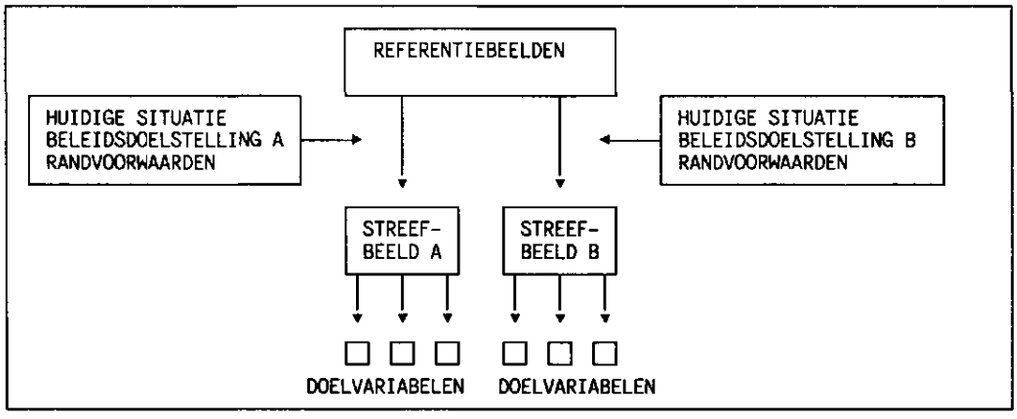
In hoofdstuk 7 wordt een aanzet voor procedure beschreven voor het beoordelen van de perspectieven voor de ontwikkeling van ooibossen en het vergroten van de rivierdynamiek. Beschreven wordt welke beslispunten in de procedure kunnen worden opgenomen en welke criteria kunnen worden gehanteerd met betrekking tot de afwegingen. Belangrijke beslispunten hebben betrekking op de veranderingen die kunnen optreden in natuurwaarden en compensatie van verhogingen van MHW-waterstanden.

In hoofdstuk 8 volgt een nabeschouwing over de mogelijkheden van ontwikkeling van ooibossen en het vergroten van de rivierdynamiek in de uiterwaarden. Verder wordt een kort overzicht gegeven van onderzoeksvragen voor het vergroten van de kennis over de mogelijkheden van natuurontwikkeling in de uiterwaarden.

2
Een referentiebeeld van de Rijn

2.1. INLEIDING

Voor inzicht in de mogelijkheden van ontwikkeling van natuurlijke en semi-natuurlijke ecosystemen in het rivierengebied is het van belang om meer duidelijkheid te verkrijgen over de door de rivier gestuurde processen in relatie tot de morfologie van het gebied alsmede tot het voorkomen van soorten en levensgemeenschappen. Onder natuurlijke ecosystemen worden in dit rapport die ecosystemen verstaan die direct afhankelijk zijn van het milieu zonder menselijke beïnvloeding en zich geheel spontaan ontwikkelen zowel qua soortensamenstelling als wat betreft de onderlinge rangschikking van soorten (Kalkhoven e.a., 1976; Helmer en Smeets, 1987). Door invloeden van de mens zijn natuurlijke ecosystemen in het rivierengebied (vrijwel) geheel verdwenen. Door het terugdringen van die invloeden kunnen min of meer natuurlijke ecosystemen mogelijk weer tot ontwikkeling komen. Deze ecosystemen worden veelal potentieel-natuurlijke ecosystemen genoemd. Doordat verschillende ingrepen van de mens onomkeerbaar zijn, verschillen de potentieel-natuurlijke ecosystemen met de oorspronkelijke ecosystemen. De potentieel-natuurlijke ecosystemen in het rivierengebied zijn in deze studie de ecosystemen die binnen enige honderden jaren spontaan tot ontwikkeling komen vanuit de huidige cultuurlijke situatie met handhaving van bandijken als randvoorwaarde.
Beschrijvingen van ecosystemen onder omstandigheden die als referentie kunnen fungeren, kunnen dienen als richtsnoer voor de mogelijkheden van natuurontwikkeling. Dergelijke beschrijvingen worden referentiebeelden genoemd. Aan een referentiebeeld kunnen streefbeelden worden ontleend. In een streefbeeld zijn de ecologische potenties van een gebied weergegeven, waarvan de richting wordt bepaald door de huidige situatie, de geformuleerde beleidsdoelstellingen en eventuele vastgestelde randvoorwaarden (*figuur 1.2*).
Uit de streefbeelden kunnen doelorganismen worden geselecteerd. Deze organismen zijn een representant voor een bepaalde levensgemeenschap, die slechts aanwezig kan zijn, indien aan bepaalde voorwaarden wat betreft milieufactoren wordt voldaan. Het bereiken van bepaalde beleidsdoelstellingen kan worden afgelezen aan de mate waarin deze organismen in het systeem aanwezig zijn (Duel, 1988). Ook kunnen abiotische parameters als doelvariabelen fungeren.



Figuur 2.1. De samenhang tussen referentiebeelden, streefbeelden en doelvariabelen.

Voor het opstellen van een referentiebeeld kan informatie worden verkregen uit verschillende bronnen. In de eerste plaats kan gebruik worden gemaakt van historische beschrijvingen van het beschouwde gebied. Een probleem dat zich hierbij voordoet is dat min of meer gedetailleerde historische beschrijvingen van natuur en landschap niet veel verder teruggaan dan de 19^{e} eeuw. Aan de hand van fragmentarisch bronnenmateriaal (archieven, registers, oude topografische kaarten) kan met veel moeite een historisch beeld worden samengesteld. Ook geologische en fysisch-geografische gegevens, pollenanalyses en resultaten van biologisch-archeologisch onderzoek kunnen in het historisch beeld worden verwerkt. Wel is het zo, dat naar mate verder wordt teruggegaan in de tijd het historisch beeld minder gedetailleerd en betrouwbaar wordt (Baerselman en Vera, 1989).
In de tweede plaats kunnen gegevens worden verkregen van huidige vergelijkbare ecosystemen die nog ongestoord zijn of een hoge graad van natuurlijkheid bezitten. Ongerepte natuur in de vorm van complete, volledig ontwikkelde ecosystemen komt in Europa nog slechts fragmentarisch voor, vanwege de sterke mate van actief ingrijpen en intensief grondgebruik. Ook kan informatie worden ontleend van de huidige werkelijkheid en de bio-geografische gegevens van plante- en diersoorten.

Het in dit hoofdstuk beschreven referentiebeeld van de Rijn heeft betrekking op de omstandigheden van na de bedijking (1450), maar voor de aanvang van de regulatie en normalisatie van de Rijn (1800).
De beschrijving van de abiotische processen is gebaseerd op de wijze waarop abiotische processen zich in een natuurlijk laaglandriviersysteem afspelen, waarbij de veranderingen die door de bedijking hebben plaatsgevonden, zijn aangegeven.

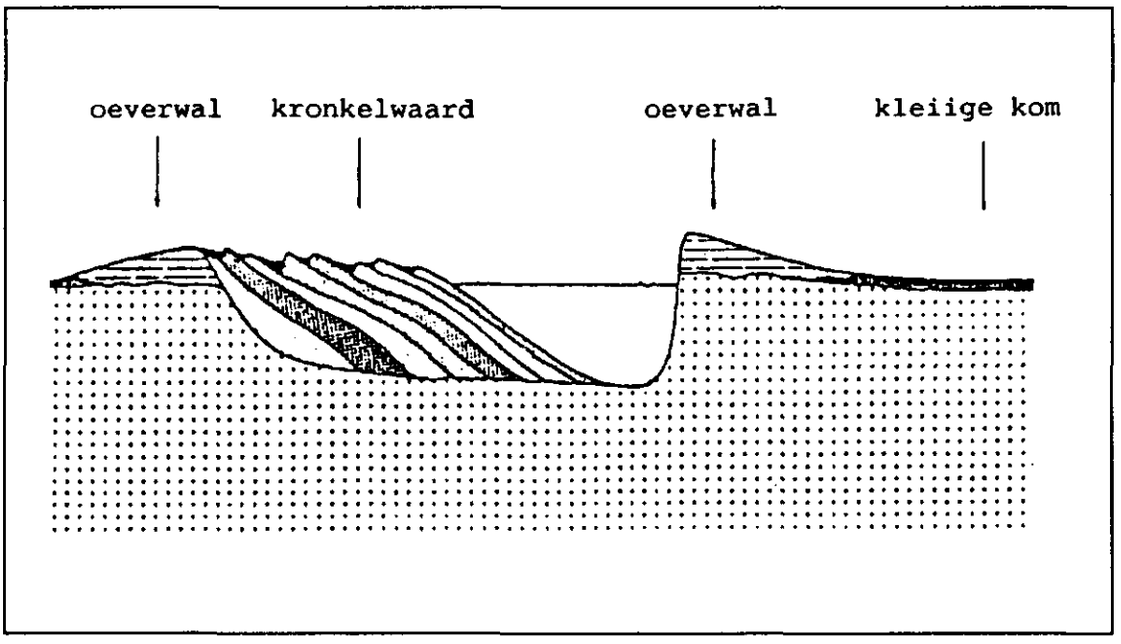
Informatie over levensgemeenschappen uit de referentieperiode is schaars. Bovendien hebben invloeden van de mens zich toentertijd al duidelijk doen gelden op de flora en fauna in het rivierengebied (ontbossing, jacht, visserij en landbouw). De beschrijving van flora en fauna heeft betrekking op de ontwikkeling van levensgemeenschappen, zoals deze mogelijk heeft plaatsgevonden of had kunnen plaatsvinden onder de abiotische omstandigheden uit de referentieperiode. Hiervoor is informatie ontleend van vergelijkbare ecosystemen, de huidige werkelijkheid en de biogeografische gegevens van plante- en diersoorten.

2.2. HET ABIOTISCH MILIEU

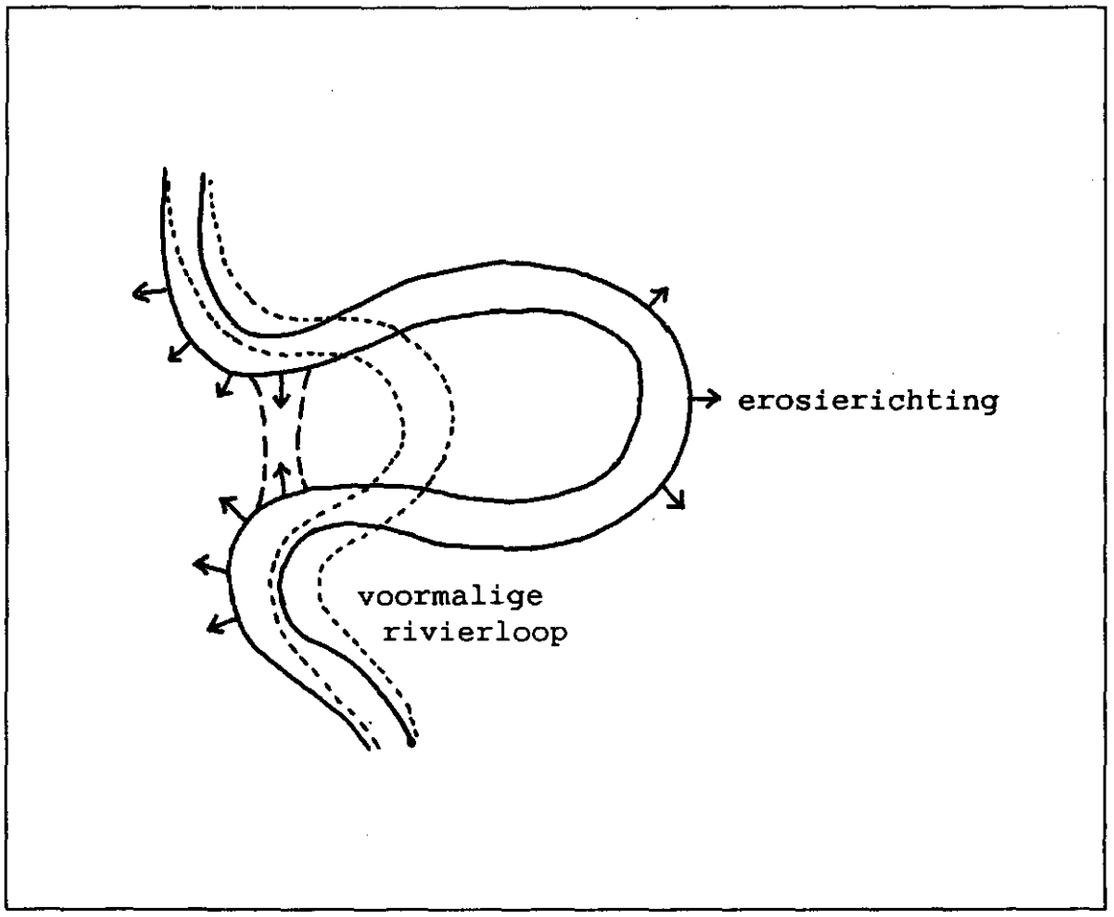
2.2.1 Opbouw en ontstaanswijze van een rivierenlandschap

Voor de bedijking
Door de relatief lage ligging van Nederland in West-Europa hebben de in Nederland stromende rivieren onder natuurlijke omstandigheden het karakter van laaglandrivieren. Het natuurlijk rivierenlandschap bestond uit (eerst vlechtende en later) meanderende rivieren met brede overstromingsvlakten (Berendsen, 1988). De waterafvoer van laaglandrivieren wordt voor een belangrijk deel bepaald door het neerslagpatroon. Hierdoor treden afvoerpieken vooral op in regenrijke perioden. Verder kunnen aan het eind van de winter en in het voorjaar afvoerpieken optreden als gevolg van grote hoeveelheden smeltwater. In strenge winters drijven ijsschotsen in de rivieren of vriezen de rivieren dicht. In de daarna optredende dooiperiode treedt dikwijls overstromingen op ten gevolge van ijsdammen en hoge afvoeren.
Met het rivierwater worden grind, zand en slib stroomafwaarts getransporteerd; hoe groter de stroomsnelheid des te groter de materiaalvracht en de zwaarte van het materiaal dat kan worden verplaatst.
Bij hoge afvoeren treden de rivieren buiten hun oevers en worden grote vlakten overstroomd. Het overstromingswater verliest direct veel snelheid. Hierdoor bezinkt eerst het zware materiaal (zand) en verder van de stroomgeul, waar het rivierwater vrijwel stroomloos is geworden, bezinkt het fijnste materiaal (klei). Op deze wijze ontstaat in een natuurlijk laaglandrivierenlandschap een zandige oeverwal en een kleiige kom. Naarmate de oeverwallen bij de (jaarlijks voorkomende) overstromingen worden opgehoogd, wordt steeds fijner materiaal op de oeverwallen afgezet (Berendsen, 1988).
Wanneer het rivierpeil zakt door een verminderde wateraanvoer, vallen de relatief hoge oeverwallen het eerste droog en raakt het water in het komgebied geïsoleerd van het rivierwater. In de kommen zakt het water verder door afstroming naar lagere delen en door verdamping.

In perioden met laagwater vallen in de rivierbedding zandbanken droog, waardoor het rivierwater door meerdere ondiepe geulen wordt afgevoerd. De rivierbodem is continu in beweging. Bij hoge afvoeren wordt veel zand getransporteerd. De ligging van de stroomgeul verandert voortdurend. In de buitenbochten treedt voornamelijk erosie op terwijl in de binnenbochten vooral sedimentatie plaatsvindt. De erosie van een buitenbocht en de aangroei van een binnenbocht gaat door de fluctuaties in waterafvoeren en stroomsnelheden niet continu maar schoksgewijs. Hierdoor ontstaat in de binnenbocht een serie kronkelwaardruggen met tussenliggende langwerpige depressies, de kronkelwaardlaagten (*figuur 2.2*). Door uitschuring en afkalving van oevers kunnen in buitenbochten, maar ook op rechte stukken, steilranden ontstaan, vooral daar waar kleiige banken aan de oppervlakten komen. De erosie- en sedimentatieprocessen kunnen in een meander uiteindelijk leiden tot een natuurlijke bochtafsnijding (*figuur 2.3*). De voormalige meander wordt eerst nog regelmatig doorgespoeld met rivierwater, maar door rivierafzettingen geraakt de voormalige meander steeds meer van de stroomgeul geïsoleerd. Op den duur staan de afgesneden meanders alleen in perioden met hoogwater nog in verbinding met de rivier. Veelal hebben de afgesneden meanders een gebogen vorm, maar ook kunnen ze door oeverwal- en rivierduinvorming een meer recht verloop hebben.



Figuur 2.2. Geomorfologische structuur van een rivierengebied; -► = erosierichting. Bron: Dister (1980).



Figuur 2.3. Veranderingen in de loop van een meanderende rivier: natuurlijke bochtafsnijding. Naar Dister (1980).

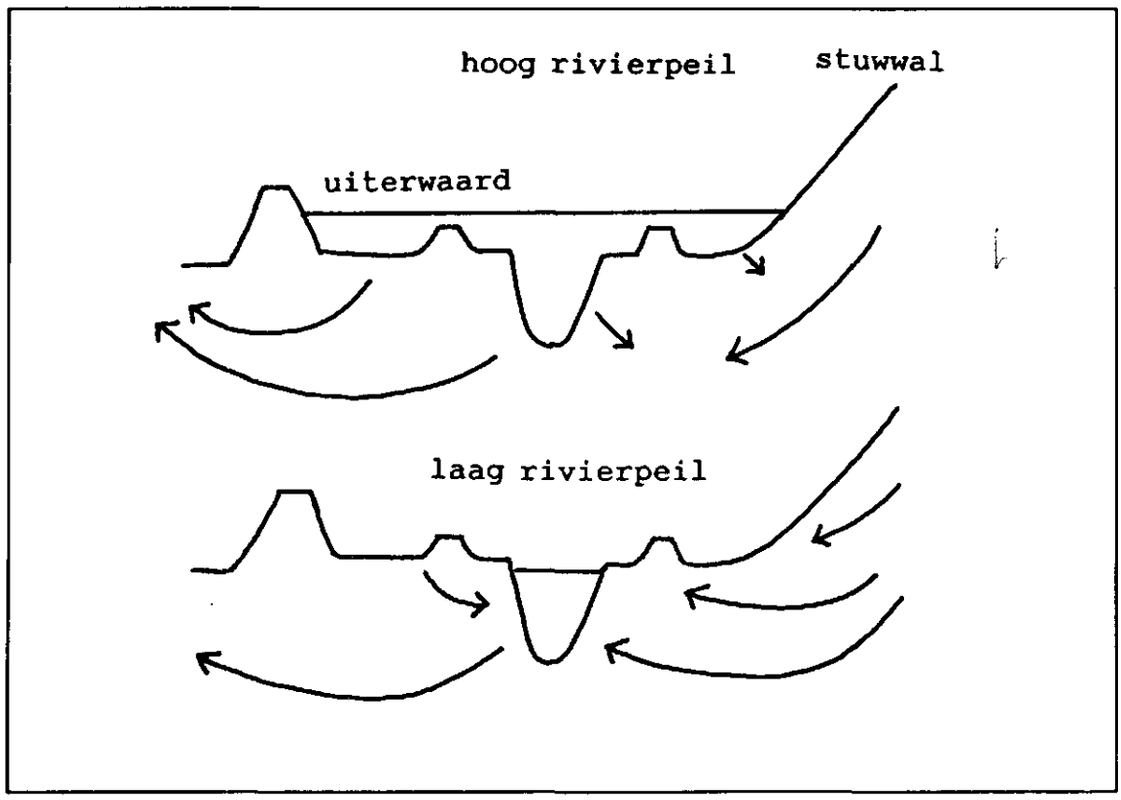
De kronkelwaard vormt samen met de oeverwallen en de rivierbedding een zogenaamd stroomgordel. Doordat de rivieren zich in het natuurlijke landschap konden verleggen en een geheel nieuwe loop vormden, is een ingewikkeld netwerk van stroomgordels ontstaan met daartussen gelegen kommen (Berendsen, 1988). De oude rivierbeddingen slibden na een stroomverlegging langzaam dicht met klei. Stroomgordels die in het huidige landschap nog als relatief hoge ruggen zichtbaar zijn, worden stroomruggen genoemd.
In het rivierenlandschap kunnen ook rivierduinen ontstaan als gevolg van zandopwaaiing vanaf de zandige oever of droge rivierbeddingen. De rivierduinen kunnen hierbij zo hoog worden, dat ze niet of nauwelijks meer door het rivierwater worden overstroomd.

Na de bedijking
Door de bedijking is de bewegingsvrijheid van de rivier sterk beperkt geraakt. De invloed van de rivieren strekt zich sindsdien alleen uit tot het zomerbed en de uiterwaarden. Alleen bij dijkdoorbraken en via overlaten bereikte het rivierwater de binnendijkse (voormalige overstromings)gebieden. Op plaatsen waar de dijk doorbrak ontstonden diepe doorbraakkolken.
In de binnendijkse gebieden nabij de bandijk zijn de veranderingen in de waterstand van de rivier merkbaar via het grondwater (zie 2.2.2), afhankelijk van de afstand tot de rivier en de doorlaatbaarheid van de ondergrond.
Tussen de dijken spelen zich nog erosie- en sedimentatieprocessen af als meandervorming, vorming van kronkelwaarden, geïsoleerd raken en verlanden van oude rivierlopen, kleiafzettingen en ophoging uiterwaarden, ontstaan van steilranden, ontstaan van kleine zandige oeverwallen naast de stroomgeul, ontstaan van rivierduinen en wielen (Knaapen en Rademakers, 1990). Het materiaal dat tijdens hoogwater in de overstromingsvlakten werd afgezet, wordt sedert de bedijking afgezet in een kleiner gebied. Hierdoor vindt een snelle ophoging van de uiterwaard plaats.
Na de bedijking stroomde de rivier evenwel door de ondiepe stroomgeul en een aantal nevengeulen. Met de regulatie en normalisatie van de rivier is de stroomgeul definitief vastgelegd en op diepte gebracht (De Bruin, 1987). Hierdoor behoort meandervorming tot het verleden. De rivierkundige ingrepen hebben geleid tot een versnelling van de afvoer en toename van fluctuaties in de waterstand, hetgeen de erosie- en sedimentatieprocessen heeft beïnvloed. Een van de gevolgen hiervan is dat de rivier zich dieper in het zomerbed heeft ingesneden (Van de Pol, 1984).

2.2.2 De grondwaterhuishouding

De grondwaterhuishouding in het rivierengebied wordt sterk beïnvloed door het rivierpeil (*figuur 2.4*). Bij hoge waterafvoeren treedt een stuwing van het grondwater op als gevolg van infiltratie van het rivierwater. In de laaggelegen delen in het overstromingsgebied kan dan door het uittreden van grondwater zelfs inundatie optreden, zonder dat het gebied wordt overstroomd door het rivierwater (Dister, 1980). Bij een laag rivierpeil treedt wegzijging van het grondwater naar de rivier op. Fluctuaties in de grondwaterstand als gevolg van veranderingen in het rivierpeil worden kleiner naarmate de afstand tot de rivier groter is. Ook de bodemsamenstelling heeft invloed op veranderingen in de grondwaterstand. In goed doorlatende lagen (zand) verlopen de veranderingen in de grondwaterstand sneller dan in bodems met slecht doorlatende lagen (klei). In slecht doorlatende bodems is de kwelintensiteit als gevolg van een hoog rivierpeil zeer gering. Bovendien treedt na inundatie van

rivierwater in dergelijke bodems vrijwel geen wegzijging op, waardoor dergelijke bodems als gevolg van stagnerend rivierwater langdurig geïnundeerd kunnen blijven. De zandige bodems nabij de rivier ondervinden snelle peilwisselingen. Ze worden regelmatig overstroomd, maar bij daling van het rivierpeil zakt ook de (grond)waterstand op de rivieroever als gevolg van een goede doorlaatbaarheid van de bodem.
De kleiige overstromingsvlakten achter een gesloten oeverwal worden minder regelmatig overstroomd, echter daar kan het overstromingswater stagneren als gevolg van geringe mogelijkheden voor de afvoer van het oppervlaktewater. Wegzijging van het overstromingswater wordt bemoeilijkt door de slechte doorlaatbaarheid van de bodem. Ook oude rivierlopen hebben veelal door dichtslibbing een slecht doorlatende bodem. Hierdoor is het optreden van wegzijging en kwel in oude rivierlopen beperkt.
In het rivierengebied kan ook kwel optreden van (regionaal) grondwater dat afkomstig is van hooggelegen zandgebieden. In het bedijkte rivierenlandschap ondervinden de binnendijkse gebieden nabij de rivier tijdens hoogwaterperioden kwel van rivierwater.



Figuur 2.4. Grondwaterstroming in het rivierengebied bij hoog en laag rivierpeil.

2.2.3 De bodem

In het rivierengebied is een gradiënt in bodemsamenstelling aanwezig. Deze gradiënt staat loodrecht op de rivier en is het resultaat van sedimentatie en erosie tijdens overstromingsperioden. De meer zandige afzettingen hebben langs het zomerbed en op de oeverwal plaatsgevonden en de klei-afzettingen in de daarachter gelegen overstromingsvlakten. Via het substraat zijn er ook grote verschillen in de waterhuishouding (zie 2.2.2).
De effecten van overstroming op de fysische en chemische gesteldheid van een bodem zijn van velerlei aard. Het belangrijkste effect voor de biota zijn de veranderingen in het zuurstofgehalte van de bodem. Binnen 6 tot 10 uur na de wateropkomst kan het zuurstofgehalte reeds tot een minimum gedaald zijn (Ponnamperuma, 1984). De daling van het zuurstofgehalte in de bodem wordt veroorzaakt door

a. verdringing van zuurstof door water
b. het zuurstofverbruik in de bodem (en water)
c. de geringe diffusiesnelheid van zuurstof door de waterlaag naar de bodem.

In de geïnundeerde bodems treden als gevolg van de anaerobe omstandigheden ook veranderingen op in de microbiële processen. Micro-organismen schakelen in een zuurstofloos milieu over op anaerobe ademhaling. Hierbij reduceren de micro-organismen nitraten, nitrieten, mangaanoxides, ijzerhydroxides en/of sulfaten (Ponnamperuma, 1984). De afbraak van organisch materiaal in geïnundeerde bodems verloopt langzamer. De eindprodukten van de anaerobe afbraak van het organisch materiaal en gereduceerde verbindingen kunnen zich ophopen in de bodem. Verschillende gereduceerde verbindingen kunnen bij hoge concentraties toxische effecten teweeg brengen op (aerobe) organismen (Iedema en Kik, 1986).

Bij het droogvallen van bodems treden opnieuw fysische, chemische en biologische veranderingen op, zoals het rijpen van de bodem, toename van de mineralisatiesnelheid als gevolg van toename van het zuurstofgehalte in de bodem en oxydatie van gereduceerde verbindingen.

2.2.4 De waterkwaliteit

De natuurlijke kwaliteit van het rivierwater wordt voor een belangrijk deel bepaald door de aard van het gesteente in het stroomgebied dat na verwering en uit- en afspoeling de watersamenstelling beïnvloedt. Het rivierwater kan relatief hoge calcium- en bicarbonaatgehalten bevatten, indien in het stroomgebied kalkrijke gebieden aanwezig zijn, daar de ontkalking van het gesteente relatief snel verloopt. Ook indien de rivier wordt gevoed door oud grondwater (lithoclien) is het rivierwater relatief kalkrijk. Het chloridegehalte van het rivierwater wordt hoger naarmate de afstand tot de kust kleiner wordt. De organische stoffractie

in het rivierwater is voor een deel afkomstig van allochtone toevoer uit de bovenloop en deels van autochtone primaire produktie. Het zuurstofgehalte zal in veel gevallen tegen de verzadigingswaarde aan liggen, uitgezonderd in perioden met afvoergolven of ijsbedekking. In *tabel 2.1* is een schatting van de natuurlijk waarden van een aantal fysische en chemische parameters van de Rijn in Nederland weergegeven. De waterkwaliteit van oude rivierlopen komt sterk overeen met die van de rivier indien de oude rivierlopen in contact staan met de zomerbedding van de rivier. Wanneer de oude rivierlopen niet meer in contact staan met het rivierwater zal een verschil optreden wat betreft de watersamenstelling. Afhankelijk van de ligging en de ondergrond kan de waterkwaliteit van de oude rivierlopen worden beïnvloed door kwel van grondwater afkomstig van de hogere gronden (stuwwallen en dekzanden). Ook het neerslagwater is dan van invloed op de waterkwaliteit. In situaties waarin het water in de oude rivierloop stagneert, treedt bezinking van slib en organisch materiaal op. De helderheid wordt in de oude rivierloop dan in belangrijke mate bepaald door de fytoplanktonproduktie. Deze produktie is weer afhankelijk van de voedselrijkdom van het water. In en nabij de waterbodem van oude rivierlopen kan het zuurstofgehalte sterk afnemen. Dit is het geval wanneer de organische stoffractie van het sediment groot is en er geen vermenging van de watermassa's optreedt. In het zuurstofloze milieu kunnen toxische stoffen worden gevormd en fosfaten uit de bodem worden vrijgemaakt.

Tabel 2.1. Een schatting van de natuurlijke waarden van een aantal fysische en chemische parameters van de Rijn in Nederland (CUWVO, 1988).

parameter	waarde		
temperatuur	maximaal	20 - 25	C
pH	gemiddeld	7 - 8	
chloride	gemiddeld	10 - 40	mg/l
sulfaat	gemiddeld	0 - 40	mg/l
calcium	gemiddeld	50 - 60	mg/l
ortho-fosfaat	maximaal	0.1 - 0.2	mg P/l
nitraat	maximaal	0 - 1	mg N/l
zuurstof	minimaal	6 - 9	mg/l
zuurstof	gemiddeld	8 - 11	mg/l

2.2.5 Rivierdynamiek

Het begrip dynamiek heeft betrekking op de temporele wisselingen van de systeemeigenschappen (Schroevers, 1982). Rivierdynamiek heeft dan betrekking op de door de rivier gestuurde fluctuaties in de eigenschappen van het riviersysteem. In dit rapport wordt rivierdynamiek gerelateerd aan de abiotische eigenschappen van het riviersysteem en met name die eigenschappen die het voorkomen van planten en dieren in het riviersysteem bepalen. Binnen het rivierengebied varieert rivierdynamiek in de ruimte (parallel aan en loodrecht op de rivier) en in de tijd, waardoor patroonverschillen optreden in de abiotische en biotische systeemeigenschappen.
Rivierdynamiek is in belangrijke mate gerelateerd aan de veranderingen in de waterafvoer en hiermee ook aan veranderingen in

a) het rivierpeil, en hierdoor ook de duur en frequentie waarin overstroming met rivierwater plaatsvindt, alsmede de inundatiediepte
b) de grondwaterstand en -stroming
c) de sedimenthuishouding als gevolg van sedimentatie en erosie
d) de stroomsnelheid.

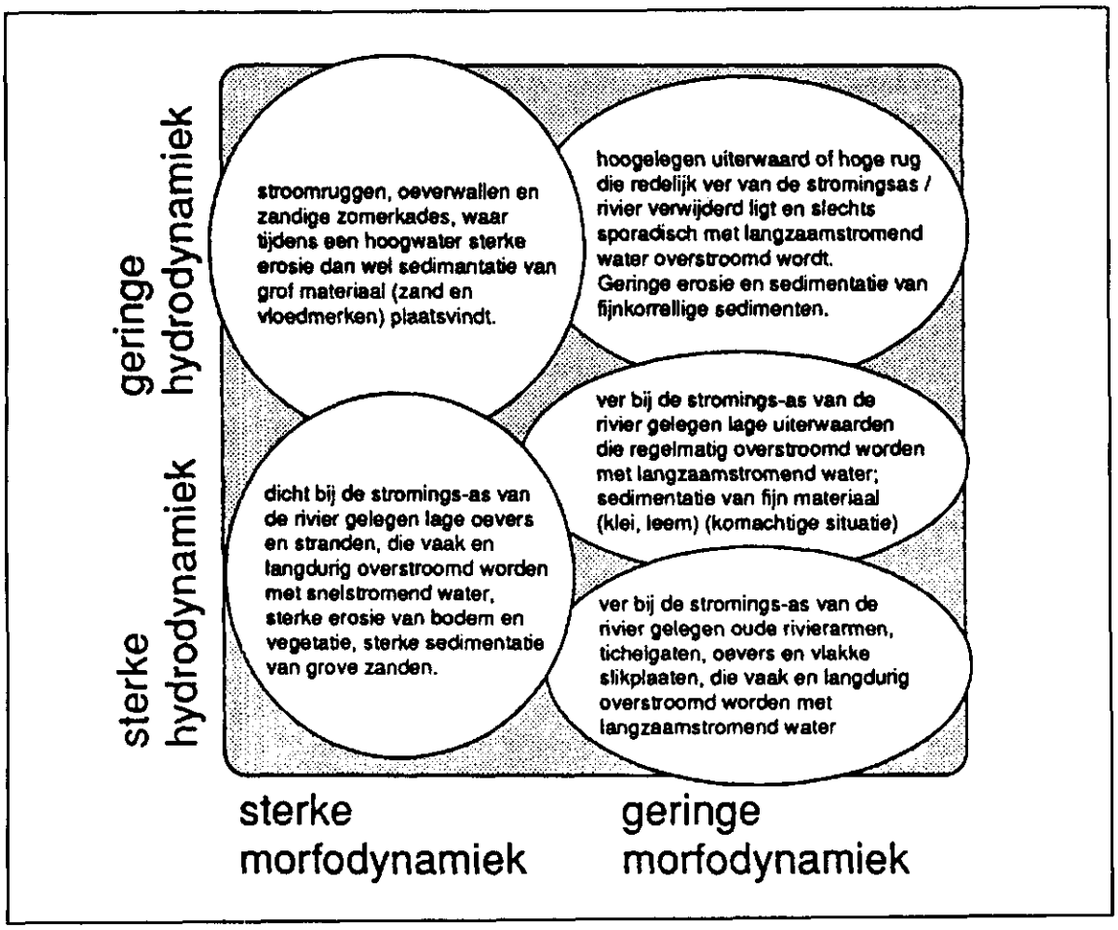
Door Knaapen en Rademakers (1990) wordt rivierdynamiek onderscheiden in hydrodynamiek en morfodynamiek (*figuur 2.5*). Hydrodynamiek heeft betrekking op de temporele wisselingen in kwantiteit en kwaliteit van het rivierwater en de daarin meegevoerde stoffen. Het belangrijkste effect van hydrodynamiek op flora en fauna is gerelateerd aan overstroming. Morfodynamiek heeft betrekking op de temporele wisselingen in materiaaltransport door rivierwater. Het gaat hierbij in de eerste plaats om de fysieke beïnvloeding van een lokatie door sedimentatie en/of erosie.

2.3. DE FLORA EN FAUNA VAN EEN RIVIERENLANDSCHAP

2.3.1 Inleiding

Het afvoerregime van de rivier heeft niet alleen een grote invloed op de abiotische systeemeigenschappen van het rivierenlandschap, maar ook op het voorkomen en de structuur van levensgemeenschappen.
Het voorkomen van diverse plantesoorten in de uiterwaarden is het resultaat van de interactie van het waterregime met vele andere factoren, zoals fysische en chemische factoren (o.a. bodemgesteldheid, waterkwaliteit), biologische factoren (inter- en intraspecifieke concurrentie en natuurlijke begrazing) en ook antropogene factoren (beweiding).

De mate waarin door overstroming met rivierwater effecten op planten optreden is sterk afhankelijk van de plantesoort, overstromingsduur, -frequentie en -periode. Planten kunnen aan het overstromingsmilieu zijn aangepast. Gill (1970) maakt hierbij onderscheid tussen anatomische aanpassingen om zuurstof naar de wortels te transporteren en metabolische aanpassing waarbij de zuurstofaanvraag van de wortels is verminderd.
Verschillende plantesoorten kunnen zich alleen in het rivierengebied handhaven doordat de rivier steeds opnieuw omstandigheden creëert die geschikt zijn voor de kieming en vestiging van die soorten. Dit geldt in het bijzonder voor pioniersoorten die zich gedurende een korte periode kunnen ontwikkelen (bijvoorbeeld na het droogvallen van de bodem) en zodra de omstandigheden veranderen weer verdwijnen totdat zich weer omstandigheden voordoen voor kieming en vestiging. Ook de aanvoer van voedselrijk slib heeft positieve effecten op de groei van planten.



Figuur 2.5 Karakterisering van het begrip rivierdynamiek via hydro- en morfodynamiek (Bron: Knaapen en Rademakers, 1990).

Planten die niet zijn aangepast aan een overstromingsmilieu kunnen in het groeiseizoen nadelige effecten ondervinden van overstromingen. Effecten die kunnen optreden zijn ondermeer reductie van groeisnelheid, geen vruchtzetting, sterfte van wortels, sterfte van bladeren en in het uiterste geval sterfte van de plant (Kozlowski, 1984). Door overstromingen ontstaat een anaeroob bodemmilieu waardoor bovengenoemde effecten kunnen optreden als gevolg van zuurstofgebrek voor de wortels en de vorming van toxische stoffen in de bodem. Buiten het groeiseizoen hebben overstromingen geen direct effect op de aanwezige plantesoorten onafhankelijk van de duur van de overstroming (Gill, 1970).

In het rivierengebied bestaan complexe netwerken van onderlinge relaties tussen vegetatie, fauna en het abiotisch milieu. Het voorkomen van bepaalde diersoorten in het rivierengebied is gerelateerd aan de specifieke kenmerken van het gebied zoals hydrologische factoren, zonering, structuur en kwaliteit van de vegetatie, de aanwezigheid en grootte van bepaalde landschapselementen, bodemeigenschappen etc. Verschillende diersoorten brengen hun hele levenscyclus in het rivierenlandschap door, terwijl andere diersoorten slechts gedurende bepaalde perioden gebruik maakt van het gebied (bv. als broed-, rust- en/of foerageerplaats). De samenhang tussen het abiotisch milieu, vegetatie en kenmerkende diergroepen in het rivierengebied wordt hieronder beschreven.
Voor een overzichtelijke beschrijving van levensgemeenschappen in een rivierengebied is een onderscheid gemaakt in de volgende milieutypen:
a) de zomerbedding van de rivier
b) de oeverwal
c) de uiterwaardkom

2.3.2 De zomerbedding

De natuurlijke bedding van een laaglandrivier wordt gekenmerkt door brede zandoevers en de aanwezigheid van zandbanken. In de veelal bij laagwater droogvallende nevengeulen vinden ook slikkige afzettingen plaats.
Ook na de bedijking waren brede zandoevers, zandbanken en nevengeulen aanwezig.
Bij een geringe stroomsnelheid wordt in een laaglandrivier in de zomermaanden een fytoplanktonpopulatie opgebouwd (Moss, 1980; Vannote e.a., 1980). Dit vindt vooral plaats in de nevengeulen. De primaire produktie is evenwel duidelijk geringer dan in de (min of meer) stagnante wateren in het overstromingsgebied zoals in oude rivierarmen (Amoros en Roux, 1988). Bij een toename van de stroomsnelheid wordt het plankton met het rivierwater meegevoerd.
In de zomerbedding zijn vrijwel geen waterplanten aanwezig: alleen in het meest rustige deel wat betreft stroming en golfwerking komen enkele waterplanten voor, veelal

fonteinkruiden. Nevengeulen vormen een meer geschikt milieu voor de vestiging van waterplanten in de rivier dan de hoofdgeul. De waterplanten zijn voor veel ongewervelde diersoorten een belangrijk substraat. In watervegetaties houden zich ook vissen op.
Van nature zijn laaglandrivieren rijk aan ongewervelde zoetwaterdieren, met ondermeer als rivierkreeft, mollusken, en larven van libellen, haften en kokerjuffers (Smit, 1985; Mol, 1985). De karakteristieke macrofauna van laaglandrivieren wordt vooral aangetroffen in de slikkige nevengeulen die bij laagwater kunnen droogvallen.
In perioden met lage afvoeren worden de slikkige oevers bezocht door steltlopers die in ondiep water of op de droog gevallen bodem naar voedsel (macrofauna) zoeken.

De natuurlijke laaglandrivieren zijn ook rijk aan vissoorten. Kenmerkende riviervissen zijn enerzijds de rheofiele standvissen zoals de barbeel, de serpeling en de kopvoorn en anderzijds de riviertrekvissen zoals de zalm, de elft en de paling. Voor verschillende riviervissen liggen de paaigronden in de rivierbedding, terwijl voor een aantal andere soorten de ondergelopen graslanden, de wateren in de hoogwaterbedding of de zijbeken het paaibiotoop vormen. Voor veel riviervissen vormen de aquatisch ongewervelde dieren een belangrijke voedselbron, evenals de organismen die tijdens hoogwater vanuit het overstromingsgebied naar de laagwaterbedding worden getransporteerd (Amoros en Roux, 1988). Bij hoogwater kunnen vissen zich ook naar het overstromingsgebied verplaatsen op zoek naar voedsel en/of om aldaar te paaien. Zo paait de steur op ondergelopen gronden.
Door de grote rijkdom aan vissen oefent een laaglandrivier een grote aantrekkingskracht uit op viseters. Zo foerageren ondermeer meeuwen, sterns, zaagbekken, aalscholvers, visarenden en otters in de rivierbedding.

Op de droogvallende rivieroevers kunnen zich pioniervegetaties ontwikkelen, die veelal bestaan uit soorten die in korte tijd hun levenscyclus voltooien, zoals slijkgroenvegetaties op slikkige oevers. Op de hogere delen van de rivieroever kunnen aaneengesloten wilgenbossen tot ontwikkeling komen. De kenmerkende soorten van deze zachthoutooibossen zijn de schietwilg en zwarte populier. De lagere delen worden veelal gedomineerd door schietwilg en de hogere delen door zwarte populier. Beide soorten kiemen en vestigen zich op onbegroeide bodems. Ook kan vestiging van beide soorten plaatsvinden via het aanspoelen van door de stroom afgerukte takken. Het wilgenbos heeft een open karakter op plaatsen waar de invloed van stroming nog sterk is of waar door ijsgang delen van het bos worden weggeslagen. Het strooisel in de laaggelegen wilgenbossen wordt bij overstromingen weggespoeld. Op open plaatsen is er dan in het wilgenbos voldoende ruimte en licht voor allerlei oeverplanten die langdurige inundatie verdragen zoals gele

waterkers. In de hogere delen van het wilgenbos kan veel blad op de grond blijven liggen dat bij overstroming niet wegspoelt, maar door sediment wordt bedekt. Hierdoor ontstaat een bodemprofiel, waarin humus- en sliblaagjes elkaar afwisselen. In de ondergroei overheersen dan planten van ruige, stikstofrijke plaatsen en treden de oeverplanten op de achtergrond (Weeda e.a., 1985).
Karakteristieke broedvogels van zachthoutooibossen zijn ondermeer de kwak en de aalscholver. Beide vogelsoorten kunnen grote kolonies vormen in de zachthoutooibossen. Ze foerageren in het rivierengebied en in de aangrenzende waterrijke gebieden. De kwakken zoeken hun voedsel in ondiep water, moerassen en moerassige graslanden, terwijl de aalscholvers naar vis foerageren op de rivier.
De wilgenbossen vormen een belangrijke voedselbron voor bevers, waarvan de burchten niet ver van de rivier zijn gelegen, zoals in oude rivierlopen.
In de benedenloop van de laaglandrivieren komen op de rivieroever riet- en biezenvegetaties tot ontwikkeling. Deze vegetaties zijn van grote betekenis voor water- en moerasvogels.
Op beweide rivieroevers komen geen wilgenbossen of rietvegetaties tot ontwikkeling. In deze situaties kan op de lage delen van oever een vegetatie met rietgras tot ontwikkeling komen (extensieve beweiding) en op de hogere delen ontwikkelt zich een graslandvegetatie met soorten die bestand zijn tegen zowel regelmatige overstroming door rivierwater als uitdroging van de bodem tijdens laagwaters. Bijzondere soorten van deze graslandvegetatie zijn ondermeer blauwe kweek en Engelse alant. De (open) graslandvegetaties op de zandstranden zijn broedgebieden voor vogelsoorten als de kleine plevier en de visdief.

2.3.3 De oeverwal

Op onbeweide oeverwallen komen hardhoutooibossen tot ontwikkeling. In Nederland zijn deze bossen slechts fragmentarisch aanwezig. Buiten Nederland komen de hardhoutooibossen nog in beperkte mate langs de grote rivieren in West- en Midden-Europa voor, zoals de Bovenrijn in Duitsland (Carbiener, 1970; Dister, 1980; Van de Winckel, 1980; Gerken, 1988), de Loire (Corillion, 1981), de Elbe (Passarge, 1956; Mráz en Sika, 1965) en de Donau (Margl, 1973; Wendelberger, 1973).
Het hardhoutooibos in het Nederlandse rivierengebied wordt gedomineerd door de boomsoorten gewone es, gladde iep en zomereik. In de struiklaag domineren eenstijlige meidoorn en sleedoorn. De ondergroei in het essen-iepenbos is in het algemeen soortenrijk. De soortenrijkdom hangt samen met de overstromingsduur: naarmate de overstromingsduur afneemt, neemt de soortenrijkdom toe (Van de Steeg, 1990).
Afhankelijk van de mate waarin ophoging van de rivieroevers plaatsvindt, kan succesie optreden van wilgenbos naar essen-

iepenbos. Wanneer zand- en kleibanken droogvallen ontstaan er gunstige omstandigheden voor de kieming en vestiging van verschillende soorten wilgen en voor de zwarte populier. Het op den duur ontstane wilgenbos bevordert een ophoging van de bodem als gevolg van sedimentatie waardoor de invloed van de rivier afneemt en zodanige omstandigheden ontstaan dat soorten uit het essen-iepenbos zich kunnen vestigen. Bij verder gaande ophoging van de bodem ontwikkelt zich op den duur een essen-iepenbos, dat nog wel wordt overstroomd door rivierwater, echter de overstromingen zijn minder diep en langdurig dan in het lager gelegen wilgenbos. Door een sterke invloed van de rivier kan er regressie optreden in de ontwikkeling van de ooibossen. De ontwikkeling van zachthoutooibos naar hardhoutooibos kan reeds na 60-100 jaar plaatsvinden afhankelijk van de wijziging in milieucondities (Dister, 1980). In de overstromingsvlakten langs de Donau verliep de ontwikkeling van zachthoutooibos naar hardhoutooibos in een periode van ongeveer 500 jaar (Margl, 1973).

De ooibossen op de oeverwallen herbergen tal van soorten bosvogels en andere bosdieren. De ooibossen vormen een broedbiotoop voor verschillende grote roofvogels zoals de visarend, schreeuwarend, zeearend en de zwarte wouw. De visarend leeft vrijwel uitsluitend van vis, die in helder water worden gevangen. Zeearenden broeden vooral in de nabijheid van aalscholver- en reigerkolonies, vanwege de grote beschikbaarheid van voedsel in de vorm van nestjongen en visafval. Ook worden de reigers en aalscholvers door de zeearenden beroofd van hun voedsel. Ook de zwarte wouw beroft andere soorten van hun prooidieren, maar jaagt ook zelf op kleine zoogdieren. De schreeuwarend is reeds vele eeuwen als broedvogel uit Nederland verdwenen. Deze roofvogel van rivierlandschappen predeert vooral op kleine zoogdieren, met name woelmuizen.
Uitgestrekte ooibossen met een rijke ondergroei vormen een geschikt biotoop voor wilde zwijnen.
Een landschap waarin (grote) boscomplexen worden afgewisseld met graslanden vormen een biotoop voor ondermeer wespendief, havik, zwarte ooievaar, rosse vleermuis, vos, hermelijn, ree en edelhert.

Op beweide oeverwallen komen graslandvegetaties tot ontwikkeling. De samenstelling van de graslandvegetaties wordt beïnvloed door overstroming (periode, duur en frequentie), grondwaterpeil, substraat en begrazingsintensiteit. Bij een extensief landbouwkundig gebruik komen soortenrijke graslandvegetaties tot ontwikkeling. Deze graslandvegetaties bevatten veel soorten die uitsluitend of voor een belangrijk deel tot het rivierengebied beperkt zijn. Deze soorten worden stroomdalsoorten genoemd. De soortenrijke graslandvegetaties worden in het rivierengebied uitsluitend aangetroffen op hooggelegen plaatsen die niet of nauwelijks overstroomd worden, zoals de oeverwallen,

rivierduinen en dijktaluds. Deze graslandvegetaties hebben ook een rijke insektenfauna. De vele insekten trekken op hun beurt weer vele insektenetende vogels aan.
De oeverwallen, rivierduinen en dijktaluds zijn in het rivierengebied belangrijke hoogwatervluchtplaatsen voor veel zoogdieren. Voor rugstreeppadden vormen de oeverwallen een belangrijke winterbiotoop: ze graven zich in de zandige bodem om aldaar te overwinteren. In het voorjaar trekken de rugstreeppadden voor de voortplanting naar de wateren in de uiterwaardkommen.

2.3.4 De uiterwaardkom

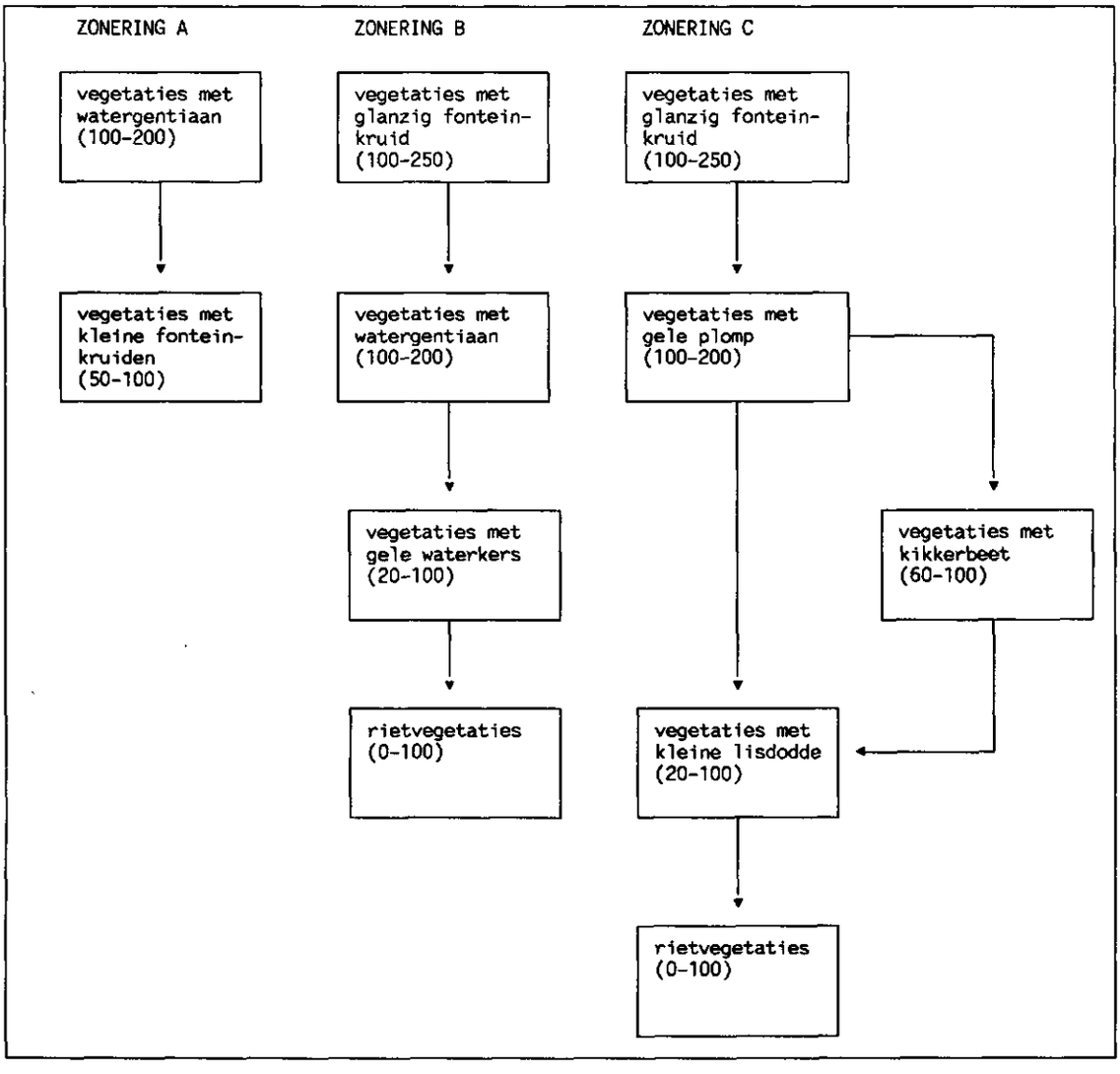
De uiterwaardkom omvat de laaggelegen kleiige gronden achter de oeverwal. In de uiterwaardkom kan nog een oude rivierloop aanwezig zijn. De oude rivierloop kan nog in open verbinding staan met de rivier. Hierdoor wordt de uiterwaardkom regelmatig overstroomd met rivierwater. Indien de uiterwaardkom gelegen is achter een gesloten oeverwal, wordt de uiterwaardkom alleen tijdens hoogwaters (wanneer het rivierwater over de oeverwal komt) overstroomd. Het overstromingswater stagneert vervolgens in de uiterwaardkom. In uiterwaardkommen die via een oude rivierloop in open verbinding staan met de rivier volgt de waterstand in belangrijke mate het rivierpeil. De verschillen in hydrodynamiek tussen een uiterwaardkom achter een gesloten oeverwal en een uiterwaardkom in open verbinding met de rivier via een oude strang staan weergegeven in *figuur 2.6*.

hydrodynamiek	uiterwaardkom niet gesloten oeverwal	uiterwaardkom gesloten oeverwal
overstromings-frequentie	hoog	laag
overstromings-duur	veel dagen per jaar vanwege hoge overstromings-frequentie	veel dagen per jaar vanwege stagnatie over-stromingswater
overstromings-periode	regelmatig in winter, in zomer in geringe mate	voornamelijk in winter, zelden in zomer

Figuur 2.6 Hydrodynamische kenmerken van een uiterwaardkom in open verbinding met de rivier en achter een gesloten oeverwal.

In de onbeweide uiterwaardkommen ontwikkelt zich een moerasvegetatie: er kunnen uitgestrekte rietlanden ontstaan. In beweide situaties ontwikkelt zich een graslandvegetatie met grote vossestaart op relatief droge plaatsen, op vochtige plaatsen een vegetatie met geknikte vossestaart en fioringras en op natte plaatsen een liesgrasvegetatie.

De vegetatie-ontwikkeling in oude rivierlopen wordt sterk bepaald door de invloed van de rivier. In het geval de oude rivierloop in open verbinding staat met de zomerbedding van de rivier treden regelmatig wisselingen in de waterstand en stroomsnelheden op. De samenstelling van de watervegetatie vertoont overeenkomsten met die van de nevengeulen in de zomerbedding. In geïsoleerde oude rivierlopen die niet meer (of slechts nog incidenteel) door het rivierwater worden beïnvloed ontwikkelt zich een weelderige water- en oevervegetatie.
In oude rivierlopen is sinds de afsnijding de waterstroming afgenomen, waardoor het verlandingsproces kan aanvangen. Zolang oude rivierlopen nog niet van de rivier geïsoleerd zijn, vindt ophoging van de waterbodem door dichtslibbing plaats (minerotrofe verlanding). Als de oude rivierloop min of meer geïsoleerd raakt van de rivier speelt bij de ophoging van de waterbodem ook accumulatie van dood organisch materiaal een rol (organotrofe verlanding). Afhankelijk van de invloed van de rivier kunnen in oude rivierlopen verschillende vegetatiezoneringen worden onderscheiden (*figuur 2.7*).
In oude rivierlopen die zeer regelmatig onder invloed van de rivier staan, vestigen zich slechts enkele waterplanten, voornamelijk fonteinkruiden. Zo lang de invloed van het rivierwater groot is, heeft de watervegetatie het karakter van een pioniervegetatie. Ook op de lage delen van de oevers van deze oude rivierlopen komen pioniervegetaties tot ontwikkeling. Op hogere delen kunnen zich ook struwelen van katwilg en amandelwilg vestigen. Indien door sedimentatie de invloed van het rivierwater is afgenomen kan de verlanding zich verder voltrekken. Minder stromingstolerante waterplanten vestigen zich dan in de oude rivierloop. Op de oevers ontwikkelt zich een vegetatie met gele waterkers en op de hogere delen een rietvegetatie. In oude rivierlopen die incidenteel onder invloed staan van rivierhoogwaters komen watervegetaties met gele plomp en waterlelie tot ontwikkeling. Bij voortgaande isolatie komen ook verlandingsvegetaties met kikkerbeet en krabbescheer tot ontwikkeling. Deze verlandingsvegetaties zijn tijdens hoogwater niet of minimaal blootgesteld aan stroming. Indien de verlandingsvegetaties tijdens hoogwater wel aan de stroming staan blootgesteld, spoelt de vegetatie weg. Op de oevers is een moerasvegetatie met riet, kleine lisdodde en mattenbies aanwezig. De rietvegetaties gaan op den duur over in vegetaties met grote zeggesoorten en in een natuurlijk rivierenlandschap komt bij verdere isolatie vervolgens een broekbos tot ontwikkeling.



FIGUUR 2.7. Vegetatiezonering in oude rivierlopen. Zonering A: regelmatig in direct contact met de rivier; zonering B: in direct met de rivier tijdens rivierhoogwaters; zonering C: incidenteel in direct contact met de rivier. De gemiddelde waterdiepte (in cm) staat tussen haakjes weergegeven. Naar gegevens van Van Donselaar e.a. (1961).

De snelheid waarmee in oude rivierlopen de successie van open water naar broekbos verloopt is afhankelijk van factoren als waterdiepte, invloed van hoogwater etc. In een oude rivierloop in het overstromingsgebied van de Bovenrijn in West-Duitsland duurde de ontwikkeling van open water naar rietmoeras ongeveer 1500 jaar en naar broekbos 3500 jaar (Dister, 1980).

De differentiatie in de begroeiing met water- en oeverplanten en de zonering van plantengemeenschappen, zowel in ruimtelijke zin als in de tijd worden door verschillende ecologische factoren veroorzaakt. Van groot belang zijn hierbij behalve de invloeden van rivierwater ondermeer de diepte van het water, de windwerking, de helderheid van het water en de bodem, terwijl ook chemische en fysische eigenschappen van het water van invloed zijn (Van Donselaar e.a., 1961; Schimmel, 1966; Janse, 1986; Maenen, 1989).
In oude rivierlopen kan de samenstelling de watervegetaties van jaar tot jaar variëren. Het voorkomen van hoge waterstanden tijdens het groeiseizoen veroorzaakt een sterke achteruitgang van bepaalde water- en oeverplanten (Brock e.a., 1987). De verlanding kan dan worden teruggezet in de successiereeks. Vanuit die situatie kan de verlanding opnieuw aanvangen totdat een volgend hoogwater optreedt.

De vegetatiesamenstelling is in de meeste gevallen een afspiegeling van de tolerantie voor een bepaald waterregime. Deze tolerantie heeft betrekking op de waterdiepte en tijdstip en duur van de overstroming. De tolerantie en de milieu-eisen van zaad en zaailingen van een bepaalde soort kunnen sterk afwijken van die van de volwassen plant. Hierdoor kunnen planten van een bepaalde soort worden aangetroffen onder voor de soort niet optimale condities, omdat destijds de condities voor kieming en kiemplanten wel optimaal waren.
Voor vestiging en overleving van bepaalde planten is een opeenvolging van verschillende milieucondities nodig. Dit geldt in bijzonder voor pioniersoorten die een steeds terugkerende reeks van milieucondities nodig hebben om te kunnen voortbestaan. Bij sterk wisselende milieucondities ~~vindt~~ kan een vervanging van de oorspronkelijke vegetatie plaatsvinden, vooral waar de tolerantiegrens van de aanwezige soorten wordt overschreden.

Door het min of meer stagnante karakter van het water in de geïsoleerde oude rivierlopen, kan opbouw van een planktonpopulatie plaats vinden. De primaire produktie door het fytoplankton is in deze wateren groter dan in de rivier. In perioden met hoogwater wordt het plankton weggespoeld. Wanneer de oude rivierloop door het dalen van waterstand in de rivier niet meer in contact staat met de stroomgeul dan treedt in de zomermaanden na enige weken herstel in de planktonpopulatie op (Amoros en Roux, 1988).
De watervegetaties in de geïsoleerde oude rivierlopen herbergen een groot aantal ongewervelde zoetwaterdieren, zowel in het water als op drijvende en boven het water uitstekende plantedelen. Een aantal soorten is specifiek aan bepaalde waterplanten gebonden (Bloemendaal en Roelofs, 1988). De dichte vegetaties met waterplanten en oeverplanten zijn voor verschillende vissoorten een belangrijk voedselgebied en/of paaiplaats en kraamkamer. De waterplanten bieden de vissen tevens bescherming tegen roofvissen

en andere visetende dieren. Na een hoogwater kunnen in de uiterwaardkom geïsoleerde ondiepe plassen ontstaan. Indien deze plasjes visrijk zijn worden ze druk bezocht door reigers. Voor watersalamanders, kikkers en padden vormen geïsoleerde oude rivierlopen en poelen die ontstaan zijn na hoogwater een geschikte voortplantingsbiotoop. Een aantal amfibiesoorten is voor de voortplanting gebonden aan ondiepe wateren met dichte vegetaties van vooral dicht aan het wateroppervlak groeiende waterplanten. Deze wateren worden vooral aangetroffen in uiterwaarddelen die niet regelmatig in direct contact staan met de rivier. De groene kikker is als stapelvoedsel belangrijk voor reigerachtigen en ooievaars. De amfibielarven worden gepredeerd door vissen en roofkevers, maar ook door volwassen amfibieën.
De moerasvegetaties op de oever van oude rivierlopen zijn voor verschillende vogelsoorten belangrijk als broedplaats, zoals voor waterral, porseleinhoen, fuut en dodaars. In de rietlanden kunnen soorten als purperreiger, roerdomp, woudaap, baardmees en bruine kiekendief broeden.
De natte graslanden vormen een broedbiotoop voor verschillende eenden en weidevogels. Door ganzen, zwanen en eenden kan massaal worden gefoerageerd in de natte en ondergelopen graslanden.
De visrijkdom van oude rivierlopen trekt visetende vogels aan. Ook de otter jaagt in de oude rivierlopen op vis. De dichte oevervegetaties langs geïsoleerde oude rivierlopen en de rietlanden vormen een geschikt biotoop voor dit roofdier. In de buurt van de hoge zandgronden foerageren dassen in de natte graslanden. De oude rivierlopen vormen een geschikt biotoop voor de bever. Als nestplaatsen fungeren in de oever uitgegraven holen of opgeworpen takkenburchten in het water. De bevers voeden zich ondermeer met wortelstokken van waterplanten, oeverplanten en de bast van loofbomen en struiken, vooral zachthoutsoorten worden geprefereerd (Van der Ouderaa en Boere, 1984; Duel e.a., 1988).

2.3.5. Landschapecologische relaties

Het laaglandrivierengebied staat via het water en via de verbreiding van flora en fauna in contact met aangrenzende ecosystemen. De koppeling via het water kan zowel met oppervlaktewater als met grondwater geschieden. Uit het bovenstroomse gebied en via de beken van aangrenzende hogere zandgronden wordt water en sediment aangevoerd. De fluctuaties in de afvoer bepalen de dynamiek van de laaglandrivier. Via de monding staat de laaglandrivier in contact met het zee-ecosysteem (getijde-invloeden) of met een zoetwaterbekken-ecosysteem. De rivier staat via inlaatpunten in contact met het oppervlaktewater van veen- en kleigebieden. Ook via het grondwater staat het rivierenlandschap in contact met aangrenzende ecosystemen (zie *figuur 2.4*). De kwelmilieus in het rivierengebied nabij

de hogere zandgronden zijn van grote ecologische betekenis (De Soet, 1976; Jongman en Leemans, 1982; Janse, 1986; Drok, 1988, Helmer e.a., 1990; Rooijakkers e.a., 1990).

Voor een groot aantal planten en dieren is het rivierengebied van grote betekenis. Veel plantesoorten komen in Nederland uitsluitend in het rivierengebied voor of het rivierengebied maakt een belangrijk deel uit van het verspreidingsgebied in Nederland. Voor veel dieren is het rivierengebied van betekenis als voortplantings-, foerageer- en/of rustgebied. Dergelijke relaties kunnen op verschillend schaalniveau en tijdschaal plaatsvinden.

Een grote groep van planten die karakteristiek is voor het rivierengebied, is afkomstig uit Midden-Europa. Het gaat hierbij om warmte-, droogte- en kalkminnende plantesoorten. De rivierdalen hebben een belangrijke rol gespeeld in de verbreiding van deze soorten. Veel van deze soorten bereiken in Nederland de noord- of westgrens van hun verspreidingsgebied. In het rivierengebied komen deze plantesoorten vooral voor op droge, warme rivierduinen en oeverwallen.
De flora van het rivierengebied heeft ook een groot aantal plantesoorten gemeen met de aangrenzende binnendijkse klei- en veengebieden. Het gaat hierbij vooral om water- en moerasplanten.
De gradiëntenmilieus op de overgang tussen rivierdal en hogere zandgronden herbergen tal van bijzondere soorten. De rivierbegeleidende bossen hebben tal van soorten gemeen uit de beekbegeleidende bossen op de hogere zandgronden.
Momenteel wordt ook een zeer karakteristiek element in de fluviatiele flora gevormd door de vele adventieven, die met name in de aanspoelruigten ingeburgerd zijn.

De rivier is voor de riviertrekvissen de verbindingsweg naar de paaigebieden. Hierbij kan een onderscheid worden gemaakt in soorten die in zout water opgroeien maar in beken en in rivieren zich voortplanten en in soorten die zich in de oceaan voortplanten, maar voor een groot deel in zoetwater leven. Tot de eerste groep behoren ondermeer de zalm, houting, elft en rivierprik. De tweede groep bestaat uit de paling en bot. Ook een aantal zoetwatervissen vertoont een voortplantingstrek en/of overwinteringstrek, waarbij rivieren een grote rol spelen, zoals voor de barbeel (Duel e.a., 1988).
Ook bestaat er een uitwisseling van vissoorten tussen de rivier en in de rivier uitmondende beken (o.a. rivierdonderpad, bermpje, beekprik en zalm).

Amfibieën maken gedurende het jaar gebruik van verschillende biotopen. In het voorjaar trekken de amfibieën naar de voortplantingsbiotopen. In het rivierenlandschap zijn oude rivierlopen en kleiputten een belangrijke voortplantingsbiotoop, evenals geïsoleerde ondiepe plassen in de uiterwaardkom die ontstaan zijn na een hoogwater. Na het

afzetten van de eieren trekken de amfibieën naar hun zomerbiotoop, dat zowel binnendijks als buitendijks gelegen kan zijn. De overwinteringsbiotopen liggen buiten de invloedsfeer van de rivier: binnendijkse gebieden of hogere zandgronden (Van Arkel, 1988).

Voor vogels kan het rivierengebied van betekenis zijn als
(a) broedgebied
(b) foerageergebied
(c) gebied met slaapplaatsen
(d) overwinteringsgebied
(e) migratiebaan.
In het rivierengebied kunnen vogels dagelijks pendelen tussen verschillende deelbiotopen. Deze pendelbewegingen kunnen zich geheel in het rivierengebied afspelen, maar ook naar aangrenzende ecosystemen.
Ook kan er sprake zijn van seizoensgebonden migratie. Deze migratie kan over zeer grote afstanden plaatsvinden. Noordeuropese broedvogels kunnen in het rivierengebied overwinteren, maar het rivierengebied ook als migratiebaan gebruiken voor hun trek naar Zuid-Europa en Afrika. Verschillende karakteristieke broedvogels van het rivierengebied overwinteren in het warme zuiden.

Ook voor tal van zoogdieren is het rivierengebied van grote betekenis. Voor de otter biedt het rivierenlandschap mogelijkheden om een populatie op te bouwen, maar ook mogelijkheden voor uitwisseling tussen verschillende otterpopulaties uit binnendijkse moerasgebieden. Vanuit de hoge zandgronden (stuwwallen) kunnen grote planteneters naar de voedselrijke rivierdalen trekken. Dit geldt ook voor roofdieren. Vos, wezel, bunzing en hermelijn kunnen voor korte of lange tijd in het rivierengebied op kleine zoogdieren prederen. De natte graslanden in de uiterwaardkommen vormen een potentieel voedselgebied voor de das indien de uiterwaarden grenzen aan de hogere zandgronden.

2.3.6. De grootte van de leefgebieden

Voor de vestiging en instandhouding van dierpopulaties is de grootte van de leefgebieden een belangrijke factor. De minimale grootte van het leefgebied van een diersoort in een gezonde en een zichzelf instandhoudende populatie wordt veelal aangeduid als minimum areaal. De grootte van minimum areaal van een dierpopulatie is van een groot aantal factoren afhankelijk, zoals de beschikbaarheid van voedsel, de kwaliteit van voortplantingsbiotopen en het aantal geschikte voortplantingsbiotopen. De invulling van het begrip minimum areaal is in de wetenschappelijke wereld nog volop in discussie. Om toch een indruk te verkrijgen van de grootte van leefgebieden van karakteristieke diersoorten van het rivierengebied zijn van een aantal vogel- en zoogdier-

soorten indicatieve dichtheden weergegeven.

Grote roofvogels
De beschikbaarheid van voedsel en voldoende broedgelegenheid bepalen in belangrijke mate de dichtheid van grote roofvogels. Zwarte wouwen broeden solitair, maar kunnen ook losse kolonies van 20-30 paar vormen. Dichtheden variëren van 1 paar per 50 ha tot 500 ha (Cramp en Simmons, 1980). In de huidige broedgebieden van de schreeuwarend in Polen en Joegoslavië zijn dichtheden van 1 paar per 300-1000 ha bekend. Minimum areaal voor een gezonde populatie in deze gebieden bedraagt ongeveer 20.000 ha ooibosrijk gebied (Grimmett en Jones, 1989).
Een territorium van een paar zeearenden is 600-3600 ha groot. In de Kopacki Rit in Joegoslavië broeden 20 paar zeearenden op 50.000 ha (Helmer e.a., 1990).
Van visarenden zijn dichtheden van 1 paar per 400-1000 ha bekend (Cramp en Simmons, 1980; Grimmet en Jones, 1989).

Aalscholvers en reigerachtigen
In de Oostvaardersplassen bedraagt de dichtheid van de broedkolonie aalscholvers 40-50 paar per ha wilgenbos. Voor de vestiging van reigerkolonies is minimaal 10-50 ha ooibos nodig (Helmer e.a., 1990).

Zwarte ooievaar
Voor de zwarte ooievaar is de voedselbeschikbaarheid in natte graslanden en de nestgelegenheid in oude ooibossen van belang. Dichtheden zijn bekend van 1-3 paar per 1000 ha (Cramp en Simmons, 1977; Grimmett en Jones, 1989).

Moerasvogels
Van de roerdomp zijn in Nederland dichtheden bekend van 3-5 broedparen per 100 ha moeras. Woudaapjes komen voor in dichtheden van 1-2 paar per 100 ha moeras, echter lokaal zijn grotere dichtheden waargenomen. Grauwe ganzen kunnen voorkomen in dichtheden van enkele tientallen broedparen per 100 ha. In grote moerasgebieden (> 50 ha) vestigen zich lepelaar- en purperreigerkolonies.

Otter
In Frankrijk en Engeland bedroeg de otterdichtheid 1 volwassen exemplaar per 10 km rivier (Van Wijngaarden en Van de Peppel, 1970). In Zuid-Zweden was een onderscheid gemaakt in de leefgebieden van mannetjes en van vrouwtjes met jongen. De grootte van de leefgebieden van de mannetjes kwam overeen met 15 km rivier en van de vrouwtjes met jongen 7 km (Erlinge, 1967). In de binnendijkse moerasgebieden zijn de leefgebieden van de otter kleiner.

Bever
In de Brabantse Biesbosch zijn wilgen stapelvoedsel voor de bevers. De leefgebieden van de beverparen komt overeen met 5,5-7,5 km oevers met wilgen (Nolet en Hoekstra, 1990).

Langs de Mulde in Duitsland worden onder optimale omstandigheden dichtheden van 1 paar per 2 km met wilgen begroeide oevers bereikt (Heidecke, 1984).

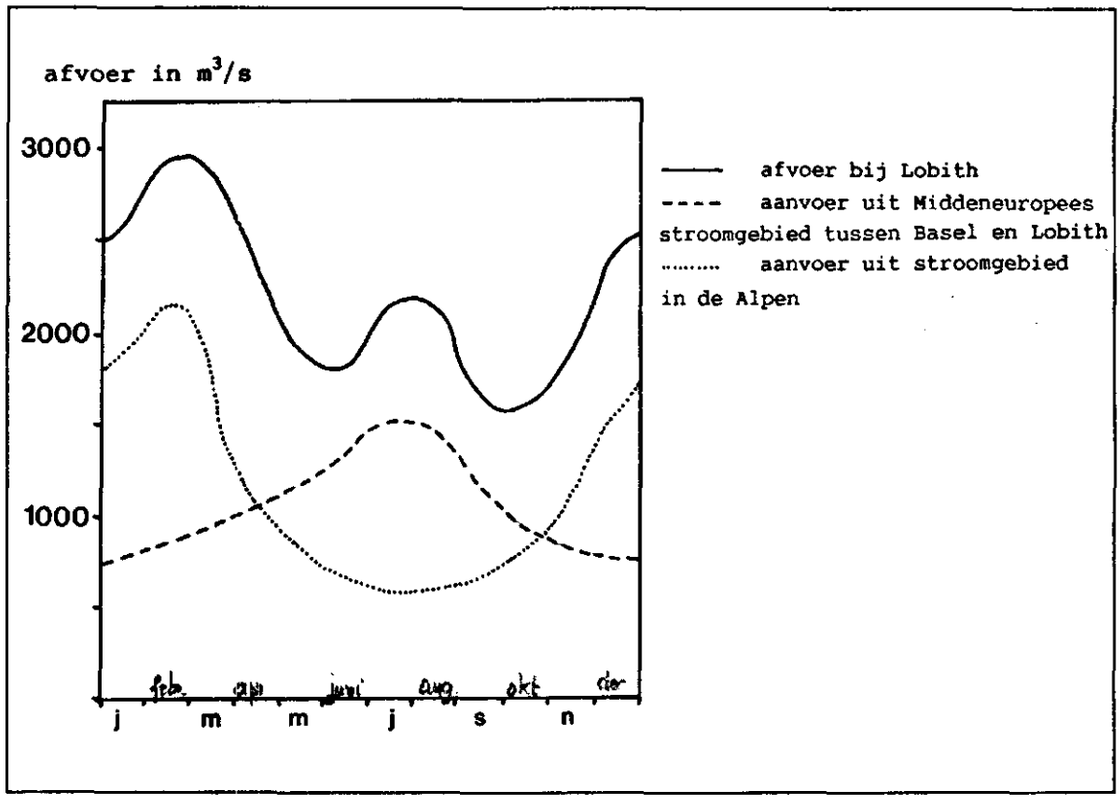
Wilde zwijnen en edelherten
Edelherten hebben minimaal een oppervlakte van 3-5 ha per volwassen dier nodig (Helmer e.a., 1990). Een gezonde, zich zelf in stand houdende populatie bestaat minimaal uit 150 dieren. Een optimale situatie ontstaat populaties van meer dan 250 dieren kunnen beschikken over gebieden die groter zijn dan 10.000 ha ((Weyland, 1983a).
Wilde zwijnen komen voor in dichtheden van 10-40 dieren per 1000 ha bosgebied. Voor een gezonde, zich zelf in stand houdende populatie zijn minimaal 100 zwijnen nodig (Weyland, 1983b). Door Helmer e.a. (1990) wordt aangegeven dat in een aaneengesloten gebied van 400-500 ha ooibos een populatie wilde zwijnen van 100-150 exemplaren tot ontwikkeling kan komen.

3
De huidige situatie

3.1 DE WATERHUISHOUDING

3.1.1 Het stroomgebied

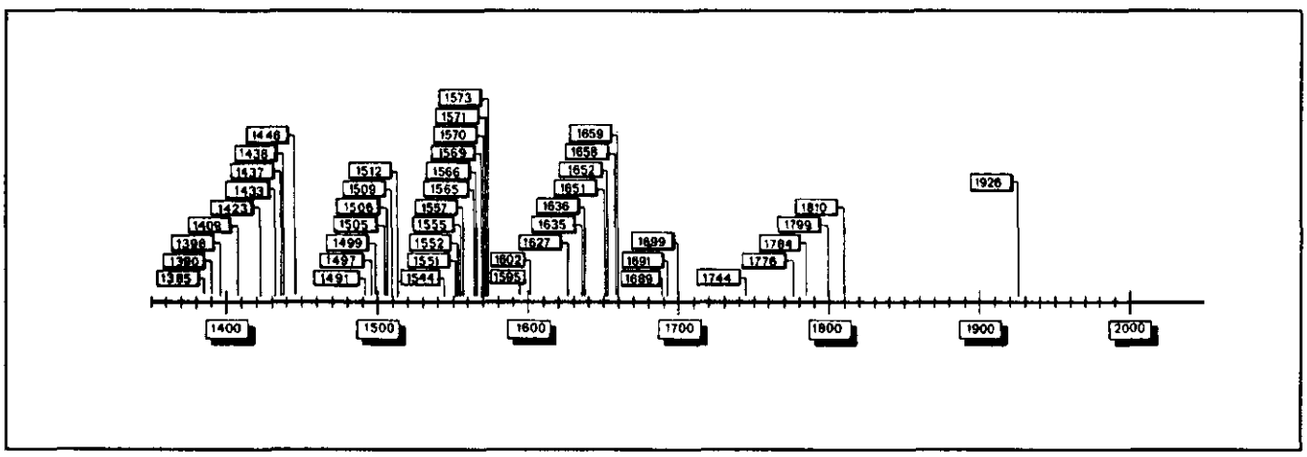
De bovenloop van de Rijn wordt voornamelijk gevoed met smeltwater van circa 150 gletsjers. Tot aan het Bodenmeer is de Rijn een typische bergrivier van de Alpen: een geringe waterafvoer in de winter en een grote waterafvoer in de zomermaanden als gevolg van het ontdooien van sneeuwvelden (*figuur 3.1*). In West-Duitsland verandert het afvoerregime van de Rijn geleidelijk van karakter door de instroom van grote regenrivieren als Neckar, Main en Moezel. De afvoer van deze zijrivieren is in de wintermaanden groot en in de zomermaanden gering. Hierdoor treden de grootste afvoeren van de Boven-Rijn bij Lobith op in de wintermaanden en in het voorjaar (*figuur 3.1*).



Figuur 3.1 De gemiddelde afvoer van de Rijn te Lobith en de aanvoer uit Middeneuropees stroomgebied tussen Basel en Lobith en aanvoer uit de Alpen (naar Dijkzeul, 1982)

3.1.2. Ingrepen in de waterhuishouding

De aanleg van dijken was de eerste grootschalige ingreep die de bewegingsvrijheid van de Rijn in Nederland sterk heeft beperkt. De aanleg van bandijken werd in het begin van de 11e eeuw aangevangen en omstreeks 1450 afgerond. De bandijken volgden grotendeels de destijds door de rivier opgeworpen oeverwallen. De invloed van de rivieren is sindsdien beperkt tot de uiterwaarden. Tot in het begin van de 19e eeuw traden evenwel regelmatig dijkdoorbraken en dijkoverstromingen op als gevolg van hoge rivierafvoeren en ijsdammen (*figuur 3.2*). In oorlogsperioden vond ook doelgericht inlaat van rivierwater in het binnendijkse gebied plaats. Ook kon rivierwater op verschillende lokaties bij hoogwater in de binnendijks gelegen overlaatgebieden worden ingelaten. Hiermee werd getracht dijkdoorbraken te voorkomen (Gottschalk, 1975). Bij dijkdoorbraken ontstonden wielen, of doorbraakkolken met bijbehorende overslaggronden. Vanaf ongeveer 1600 werden de bandijken meerdere malen verhoogd en versterkt.
In de 17e eeuw ondervond de scheepvaart op de IJssel veel hinder van lage waterstanden als gevolg van een geringe toevoer van Rijnwater. Door aanleg van het Pannerdensch Kanaal (1707-1709) en de doorsnijding van de Westervoortse Pley bij Arnhem (1775) werd de watertoevoer naar de IJssel verbeterd (Gerritsen e.a., 1987). Ook werden rivierbochten afgesneden, zoals door de aanleg van het Bijland Kanaal (1780).
De regulerings- en normalisatiewerkzaamheden in de Rijntakken hebben vooral in de 19e en in het begin van de 20e eeuw plaatsgevonden. Onderhoud en verbetering van de normalisatiewerken vindt tot op de dag van vandaag plaats.



Figuur 3.2 Dijkdoorbraken langs de IJssel. Bron: Gerritsen e.a., 1987).

Eerst werden dwarsdammen op grote en regelmatige afstanden van de bestaande bandijken naar de laagwatergeul(en) gelegd teneinde het steeds veranderende geulenstelsel tot een kleinere breedte te dwingen. Door de aanleg van dwarsdammen werd het gemakkelijker om de buitendijkse gebieden die niet meer door hoofdgeulen werden doorsneden te omkaden en geschikt te maken voor landbouw. Vervolgens werden kribben en strekdammen aangelegd en één relatief diepe stroomgeul gecreëerd (De Bruin, 1987). De versmalling van de rivier door kribben heeft een grotere bodemerosie van het zomerbed tot gevolg gehad waardoor de bedding dieper werd. Door de erosie ontstond een onnatuurlijk steile overgang van stroomgeul naar uiterwaard. Ten einde erosie van rivieroevers te beperken, zijn deze dikwijls versterkt met steen (Van de Pol, 1984).
In de 60-er jaren werd de kanalisatie van het laagwaterbed van de Neder-Rijn uitgevoerd. Door de stuwen in de Neder-Rijn kan sinds 1970 de waterhuishouding van de Neder-Rijn en de IJssel bij lage rivierafvoeren worden gereguleerd.

Ook bovenstrooms van Lobith hebben in de Rijn en in de zijrivieren veel waterhuishoudkundige ingrepen plaatsgevonden, zoals de aanleg van een groot aantal stuwen en de aanleg van het lateraal kanaal Grand Canal d'Alsace. De laatste grote waterhuishoudkundige ingreep in de Duitse Bovenrijn betreft de in 1977 gereed gekomen stuwenbouw tussen Basel en Karlsruhe.

3.1.3. Afvoerkarakteristiek

In de periode 1901-1985 bedroeg de jaarlijkse afvoer van de Rijn te Lobith gemiddeld 2220 m^3/s. Van jaar tot jaar kan de gemiddelde afvoer sterk verschillen (*figuur 3.3*). Ook binnen een jaar treden grote verschillen in de afvoer op.
Bij een afvoer van de Boven-Rijn te Lobith van meer dan 2300 m^3/s wordt ongeveer 2/3 deel van het rivierwater via de Waal afgevoerd, 2/9 deel via de Neder-Rijn en 1/9 deel via de IJssel (De Bruin, 1982). Bij afvoeren van de Boven-Rijn lager dan 2300 m^3/s wordt via de stuw bij Driel de afvoer via de IJssel gehandhaafd op 250-350 m^3/s. De diepte van de IJssel wordt hierdoor op 3 meter gehouden, waardoor scheepvaart ongehinderd kan plaatsvinden. Bij een afvoer van de Boven-Rijn van minder dan 1300 m^3/s wordt de afvoer van de Neder-Rijn gehandhaafd op het minimum van 25 m^3/s. De afvoer van de IJssel zakt dan beneden de 250 m^3/s, waardoor de scheepvaart op de IJssel steeds moeilijker wordt. Bij zeer lage afvoeren van de Boven-Rijn kan de gesloten stuw te Driel leiden tot opstuwing van het rivierwater die merkbaar is tot in Emmerich.

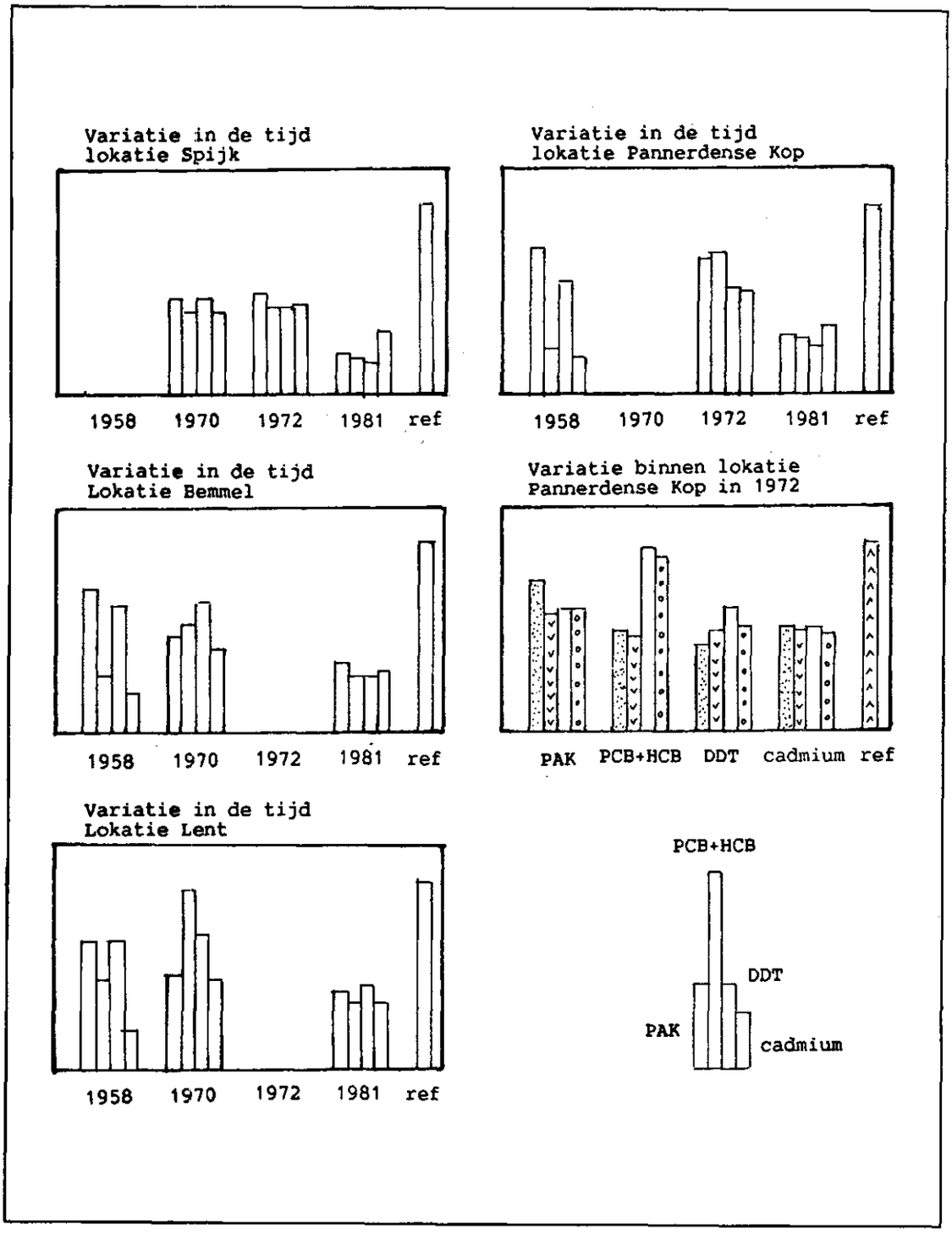
In Nederland treden zomerhoogwaters van de Rijn minder frequent op dan winterhoogwaters. De laatste 20 jaar traden in de periode mei-september afvoeren van meer dan 4500 m^3/s

Nadat het rivierpeil zodanig is gezakt, dat de uiterwaarden niet meer in direct contact staan met de rivier, wordt het waterpeil in de uiterwaarden bepaald door kwel of wegzijging, verdamping, neerslag en het waterbeheer in de uiterwaarden.

3.2. WATERKWALITEIT

Door de lozing van industrieel en huishoudelijk afvalwater en de afwatering uit agrarische gebieden is het water belast met (een overmaat aan) voedingsstoffen, chloride, zware metalen en organische microverontreinigingen. Fosfaten, organische micro-verontreinigingen en zware metalen zijn voor een deel aan rivierslib gebonden. Hierdoor is niet alleen de waterbodem van de laagwaterbedding vervuild geraakt, maar door bezinking van rivierslib in de uiterwaarden tijdens hoogwaters zijn ook de bodems in de uiterwaarden belast met verontreinigingen. Deze belasting verschilt per uiterwaard, maar ook binnen een uiterwaard kunnen grote verschillen optreden (*figuur 3.4*). Uit een onderzoek van Zschuppe e.a. (1988) is gebleken, dat de gemiddelde belasting aan zware metalen in bekade uiterwaarden lager is dan in onbekade uiterwaarden.

Sinds de zeventiger jaren is een verbetering van de waterkwaliteit in de Rijn opgetreden. Dit geldt evenwel niet voor alle waterkwaliteitsparameters, zoals het chloridegehalte. *Tabel 3.2* geeft een beeld van de ontwikkelingen in de gemiddelde concentraties voor een aantal zware metalen en organische micro-verontreinigingen in water en aan slib.
De effecten van de waterverontreiniging en de vervuilde waterbodems en terrestrische bodems op flora en fauna in het rivierengebied zijn nog weinig onderzocht. Het huidige ecotoxicologisch onderzoek is vooral soortsgericht en wel op waterorganismen. In enkele studies werden bepaalde effecten van verontreiniging op organismen in en langs de Rijn geconstateerd.
De verslechtering van de waterkwaliteit heeft bijgedragen aan de achteruitgang van de diversiteit aan macrofauna en de visstand in het rivierengebied. Duidelijk is evenwel dat de verslechtering van de waterkwaliteit niet de enige oorzaak van deze achteruitgang is.
Op lokaties waar de rivierbodem was verontreinigd werd van de nog aanwezige muggelarven een hoog percentage individuen met afwijkingen van de monddelen aangetroffen (Van Urk e.a., 1985). De hoge cadmiumgehalten in het Rijnwater in de zeventiger jaren waren mogelijk de oorzaak van het vrijwel volledig verdwijnen van de driehoeksmosselen in de Rijntakken (Jenner en Mommen, 1985). De cadmiumbelasting is momenteel sterk verminderd en de driehoeksmosselen zijn sterk in aantal toegenomen (Duel e.a., 1988). Door de verbeterde waterkwaliteit in de tachtiger jaren is de



Figuur 3.4 De verontreinigingsgraad van de bodem in enkele uiterwaarden in de Gelderse Poort. Referentie: PAK: 50 ppm; PCB + HCB: 2,5 ppm; DDT: 0,5 ppm; Cd: 2,5 ppm. Bron: Japenga e.a. (1988).

Tabel 3.2. Het gehalte aan enkele zware metalen en organische microverontreinigingen in water en van slib aangevoerd door de Rijn bij Lobith (Van Gogh, 1987).

verontreinigingen	water: gemiddelde 1977 µg/l	1986 µg/l	slib: gewogen gemiddelde 1977 mg/kg	1986 mg/kg
arseen	2.8	1.5	39	22
cadmium	1.0	0.03	27	2
chroom	11	1.2	47	175
koper	4	3.3	220	68
kwik	0.06	0.01	5	1
nikkel	7	3.3	96	50
lood	2	0.05	480	102
zink	75	12	1380	934
hexachloorbenzeen	0.08	0.002	niet bepaald	
hexachloorcyclohexaan	0.02	0.002		
ß-hexachloorcyclohexaan	0.03	0.015		
hexachloorbutadieën	2.08	0.002		
dichloorbenzeen	5.1	0.1		
trichloorbenzeen	2.35	0.02		
pentachloorfenol	2.11	0.028		
2,4,5 trichloorfenol	0.08	0.014		
2,4,6 trichloorfenol	0.16	0.047		
cholinesteraseremmers	4.3	0.6		
pentachloorbifenylen		0.008		

diversiteit aan macrofauna weer toegenomen, maar bij calamiteiten zoals de Sandoz-ramp neemt het soortenaantal weer snel af (Van Urk en Kerkum, 1987).
De huidige kwaliteit van het rivierwater en de waterbodem is mogelijk de oorzaak van het slechte broedsucces van de aalscholvers uit kolonies in het rivierengebied in vergelijking met de aalscholverkolonies elders in het land (Boudewijn e.a., 1989). In de kolonies langs de rivieren komt ongeveer 60% van de eieren niet uit. In geval de eieren wel uitkomen, sterft nog een relatief groot deel van de nestjongen, waarvan 80% in de eerste week.
In eieren van steenuilen die foerageerden in de uiterwaarden waren de concentraties van de organochloorverbindingen hexachloorbenzeen en polychloorbifenylen hoger dan in de eieren van steenuilen die in binnendijkse gebieden foerageerden. Voor de organochloorverbinding DDE gold het omgekeerde (Fuchs en Thissen, 1981). Soortgelijke resultaten zijn ook gevonden bij de ekster (Groeneveld en Oude Voshaar, 1984).
De dassen die in de uiterwaarden foerageren,hebben een relatief hoog cadmiumgehalte in de nieren. Het voedsel van de das, de regenworm, blijkt in de uiterwaarden hoge metaalgehalten te bevatten (Ma, 1983; Van der Wijst, 1989).
In vee zijn geen verhoogde concentraties zware metalen en polychloorbifenylen aangetroffen (Van der Wijst, 1989).
De invloed van de bodemverontreinigingen op planten in

voor de houtproduktie geplant, maar het is onbekend in welke mate de populierenbeplantingen vroeger in het rivierengebied voorkwamen.
Tegenwoordig is de exploitatie van grienden bijna geheel gestaakt. De verwildering van grienden en spontane opslag van wilgen kunnen leiden tot verhoging van de stroomweerstand waardoor problemen ontstaan met het waterstaatkundig beheer en de scheepvaart. Bovendien kunnen losgeraakte takken en bomen problemen voor de scheepvaart opleveren.

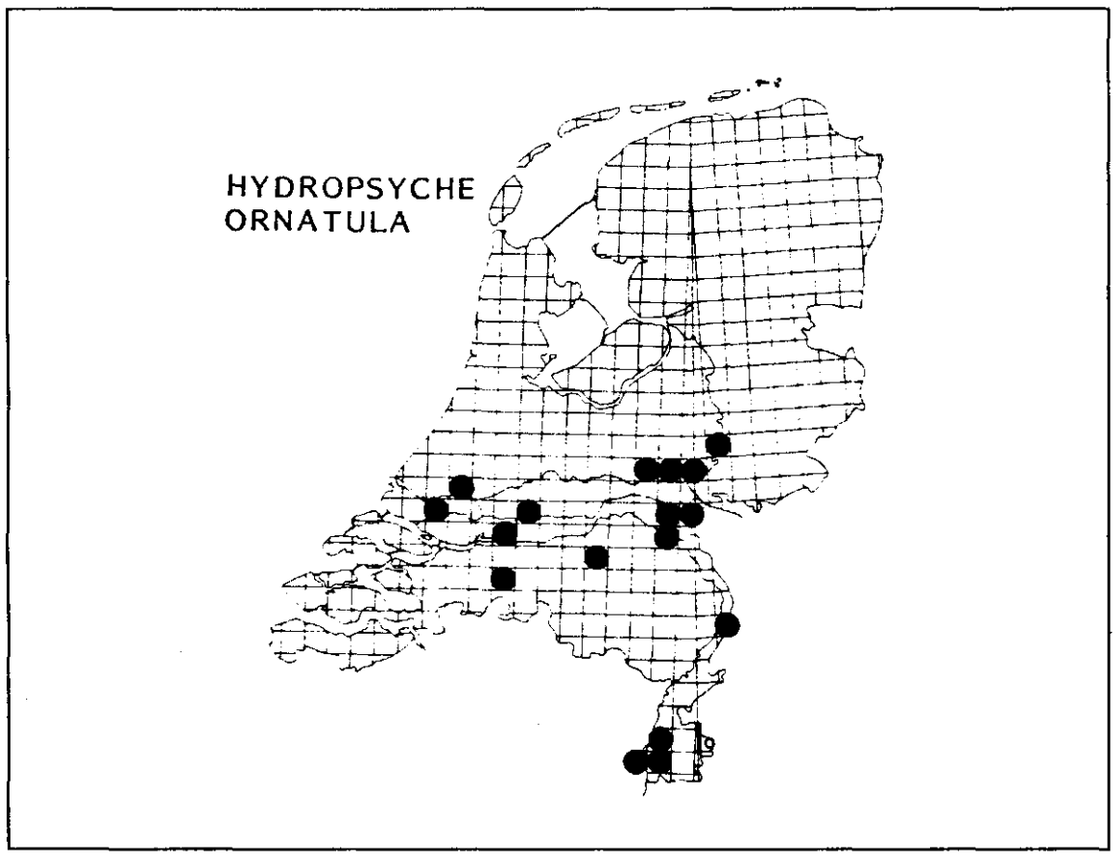
Als degredatiestadium van hardhoutooibos komen in de uiterwaarden hagen voor die regionaal (IJssel) ook knotessen bevatten (mededeling Drok).

3.3.5 Recreatie

Uit onderzoek van Lagendijk (1989) naar het recreatief medegebruik in het rivierengebied blijkt dat de mogelijkheden voor recreatief gebruik in de uiterwaarden relatief gering zijn ten opzichte van de binnendijkse gebieden. De afwisseling van natte en droge perioden leveren problemen op voor de aanleg van recreatieve accommodaties en voorzieningen als wandel- en fietspaden. De toegankelijkheid van wegen en paden in de landbouw- en natuurgebieden in de uiterwaarden is gering.
De recreatiemobiliteit concentreert zich in het rivierengebied op de rivierdijken en op en langs de rivier en in de uiterwaard gelegen wateren. Veel plassen die ontstaan zijn door ontgronding, zijn geheel of gedeeltelijk ingericht als recreatiegebied. Surfen vindt voornamelijk plaats op zandwinplassen, ook buiten de recreatieprojecten. Aan de oevers van de rivier, kolken, oude rivierlopen en kleiputten vindt veel sportvisserij plaats.

3.4. NATUURWAARDEN IN HET RIVIERENGEBIED

In de laatste 20 jaar hebben tal van inventarisaties over natuurwaarden in het plaats gevonden. Voor de hierna volgende beschrijving is ondermeer gebruik gemaakt van studies van Kalkhoven (1972), De Soet (1976), Van den Bergh e.a. (1979), Jongman en Leemans (1982), Leemans en Reiling (1985), Janse (1986), Gerritsen e.a. (1987), Boudewijn (1988), PWU (1988) en Drok (1988).
De beschrijving van de natuurwaarden van het rivierengebied is geschiedt aan de hand van de volgende milieutypen:
a. laagwaterbedding en de rivieroever
b. de oeverwal
c. de uiterwaardkom
d. de bandijk



Figuur 3.5 Het voorkomen van de kokerjuffer Hydropsyche ornatula in Nederland. Bron: Mol (1985).

Uit onderzoek van Van de Brink e.a. (1990) is gebleken dat een aantal brakwatersoorten onder aquatische macrofauna die kenmerkend zijn voor estuaria tot meer dan 100 km bovenstrooms van het mondingsgebied worden aangetroffen als gevolg van het toegenomen chloridegehalte.
Vissoorten die voor hun basisvoedsel aangewezen op de detrituseters onder de macrofauna zijn talrijk aanwezig in het Rijnsysteem. De visstand wordt overheerst door de brasem, terwijl ook blankvoorn, aal en kolblei relatief talrijk aanwezig zijn (Boudewijn, 1988; Van de Brink e.a., 1990). Een groot aantal riviertrekvissoorten is verdwenen of nog slechts spaarzaam aanwezig: steur, elft, fint, zalm en houting. Deze achteruitgang is vooral te wijten aan overbevissing, verlies aan paaiplaatsen, verdwijnen van intrekmogelijkheden vanuit zee, vermindering van optrekmogelijkheden door verstuwing, verslechtering van de waterkwaliteit (Duel, 1988; Weinreich en Musters, 1989).
Ook de rheofiele (stroomminnende) vissoorten zijn sterk in achteruit gegaan. Alleen de winde en de serpeling worden regelmatig in de Rijn waargenomen (Van de Brink e.a., 1990).

De rivier is voor watervogels vooral van betekenis als foerageergebied. Kuifeenden en tafeleenden duiken naar de op de rivierbodem levende macrofauna. De driehoeksmossel is in het Rijnsysteem lang niet zo talrijk aanwezig als in het IJsselmeer, alwaar deze duikeenden massaal op de driehoeksmossel foerageren. Aalscholvers en grote zaagbekken en nonnetjes foerageren op de rivier naar vis. De aalscholvers eten op de rivieren vooral brasem en aal. In paragraaf 3.1.2. is reeds gewezen op het geringe broedsucces van de aalscholvers in de kolonies langs de rivieren in vergelijking met andere broedlokaties. Dit hangt mogelijk samen met de verontreinigingen in het rivierwater en hierdoor ook in het voedselpakket van de aalscholver (Boudewijn e.a., 1989). Van de palingen in de grote rivieren is bekend, dat ze hoge PCB-gehalten hebben. Het aantal aalscholverkolonies in het rivierengebied is de laatste 10 jaar echter toegenomen, als gevolg van de aanwas in andere kolonies met name uit de Oostvaardersplassen.
Op de slikoevers wordt gefoerageerd door steltlopers op de relatief talrijk aanwezige macrofauna. In het voorjaar en in het najaar kunnen de trekkende steltlopers in grote aantallen voor korte tijd in het rivierengebied verblijven. Op de hoge wat schaars begroeide zandoevers zijn broedgevallen bekend van de visdief, kleine plevier, bontbekplevier en scholekster.

3.4.2 De oeverwallen

In de uiterwaarden komen (restanten van) hooggelegen essen-iepenbossen slechts op een klein aantal lokaties voor, zoals op onvergraven oeverwallen en rivierduinen in IJssel-uiterwaarden (o.a. Zalkerbos, Fortmond, Havikerwaard) en op enkele jonge oeverwallen langs de Waal (Millingerwaard en Crobse Waard). De struiklaag en kruidlaag van deze ooibossen zijn soortenrijk en bevatten zeldzame soorten (Drok, 1988). In de struiklaag zijn onder andere kardinaalsmuts, rode kornoelje en eenstijlige meidoorn aanwezig en in de kruidlaag kunnen onder andere boskortsteel, vogelmelk, slangelook, voorjaarshelmbloem, gewoon nagelkruid, bosanemoon, maarts viooltje en aaronskelk worden aangetroffen (Jongman en Leemans, 1982; Gerritsen e.a., 1987; Drok, 1988; Knaapen en Rademakers, 1990). De huidige resterende essen-iepenbossen in het rivierengebied vertonen verschillen in de floristische samenstelling van de ondergroei, hetgeen een gevolg is van verschillen in bodemtextuur, vochtvoorziening en nutriëntenbeschikbaarheid tussen de lokaties. De laaggelegen hardhoutooibossen zijn minder soortenrijk. De struiklaag wordt gedomineerd door eenstijlige meidoorn en in de kruidlaag bestaat vooral uit overstromingsresistente ruigtesoorten, zoals grote brandnetel en dauwbraam. Speenkruid is veelal de eerste echte bosplant in deze bossen (Van de Steeg, 1990; Knaapen en Rademakers, 1990).

Meidoornstruwelen en -hagen worden vooral langs de IJssel aangetroffen. In de struiklaag komen naast eenstijlige meidoorn ook struiken voor van kardinaalsmuts, kornoelje, wegedoorn en hondsroos. Verder kunnen in de struwelen of hagen ook essen, iepen en (knot)wilgen worden aangetroffen en klimplanten als hop, bosrank en bosanjelier. De hagen op de hoge delen van de uiterwaard fungeren als laatste toevluchtsoord voor elementen van droge graslanden en hardhoutooibossen (mededeling Drok).
Op hooggelegen delen van zandige oeverwallen en rivierduinen komen op verschillende plaatsen in het rivierengebied soortenrijke graslandvegetaties voor. Ook op kaden en dijken zijn deze vegetaties aanwezig. Deze vegetaties herbergen een groot aantal kalkminnende en warmteminnende soorten stroomdalplanten, zoals ondermeer veldsalie, sikkelklaver, bevertjes, zachte haver, echt walstro en wilde kruisdistel en op open plaatsen grote tijm, zacht vetkruid, wilde averuit en fakkelgras. De soortenrijke glanshavergraslanden, die in vergelijking met de droge stroomdalgraslanden op een meer vochthoudende bodem worden aangetroffen worden gekenmerkt door Frans raaigras, goudhaver, knautia, groot streepzaad en oosterse morgenster (Jongman en Leemans, 1982; Gerritsen e.a, 1987; Van de Steeg, 1990; Knaapen en Rademakers, 1990).
Soortenarme graslandvegetaties als gevolg van intensief agrarisch gebruik zijn op de hoge uiterwaarddelen zeer algemeen. Op enkele plaatsen vindt op de hooggelegen uiterwaarddelen akkerbouw plaats (Gerritsen e.a., 1987; Drok, 1988).

De bloemrijke graslanden zijn rijk aan insekten (zie ook 3.3.4). In de hooilanden broeden ondermeer paapje en grauwe gors. In de bloemrijke graslanden foerageren insektenetende en zadenetende vogels, zoals kwartelkoning respectievelijk grauwe gors.
Op hooggelegen zandige oeverwallen en rivierduinen overwinteren rugstreeppadden. De rugstreeppad is de enige amfibiesoort waarvan bekend is, dat de voortplantings-, zomer- en winterbiotopen geheel in de uiterwaard zijn gelegen (Van Arkel, 1988). De andere amfibiesoorten trekken tussen de uiterwaarden en binnendijkse gebieden of hogere zandgronden. Het voorkomen van rugstreeppadden in het rivierengebied is weergegeven in *figuur 3.6*.
Op de oeverwallen en rivierduinen leven tal van kleine zoogdieren: o.a. konijn, egel, haas, mol, bosspitsmuis, bosmuis, veldmuis, rosse woelmuis. Alleen op de hoogste (overstromingsvrije) delen kunnen permanente populaties zich handhaven. Ook roofdieren worden aangetroffen op de oeverwallen. Het gaat hierbij vooral om hermelijn, vos, wezel en bunzing. Incidenteel worden steenmarters waargenomen (Gerritsen e.a., 1987; Koch en Van Marrewijk, 1987). De kleine roofdieren prederen voornamelijk op andere kleine zoogdieren zoals woelmuizen, spitsmuizen, mollen, ratten, konijnen en hazen. De wezel is gespecialiseerd in

Figuur 3.6. Het voorkomen van enkele soorten amfibieën en de ringslang in het rivierengebied in de periode 1980 - 1988 op basis van uurhokgegevens van het BIC en de LACERTA.

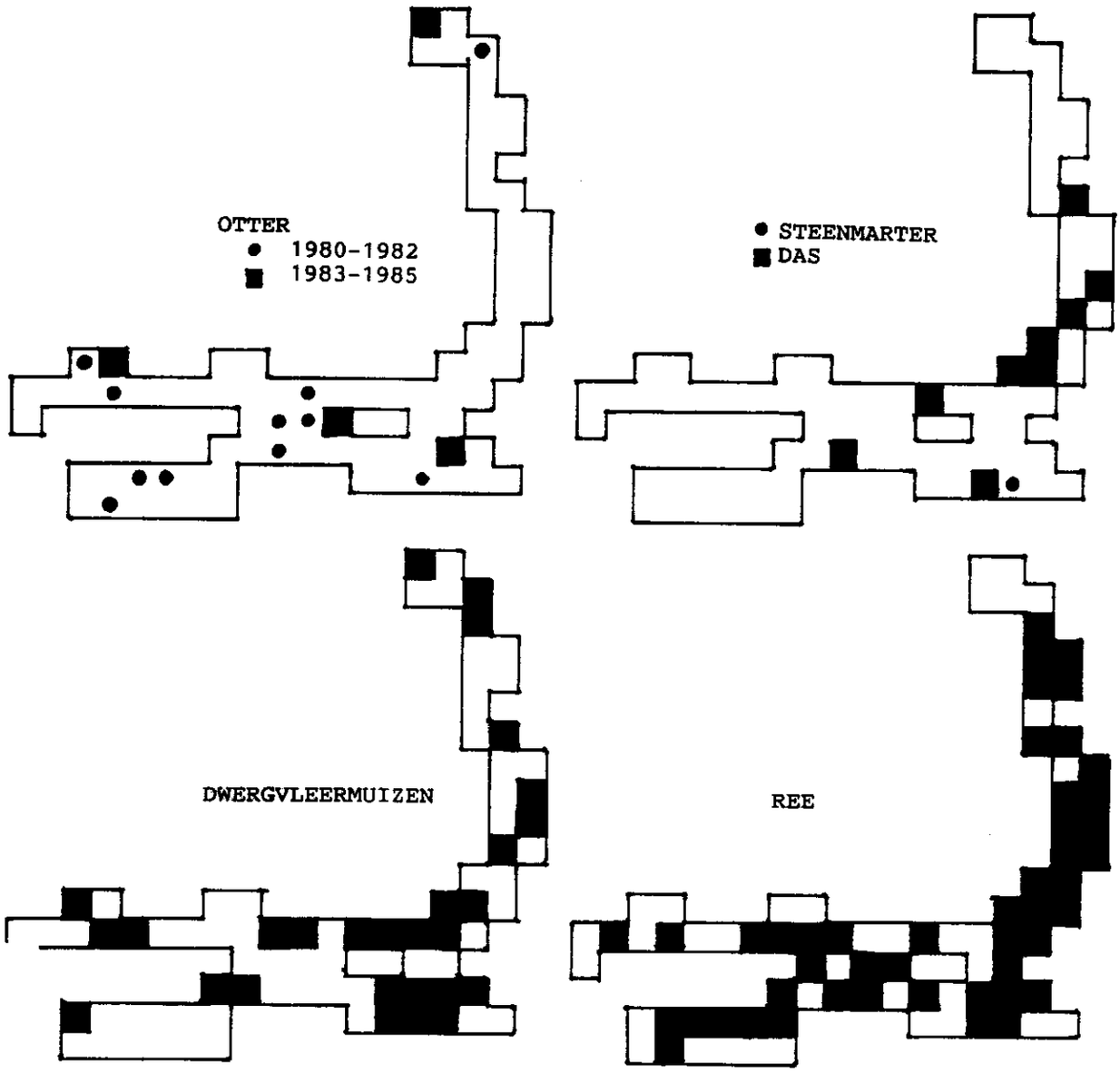
de jacht op de woelmuizen: veldmuizen, aardmuizen en rosse woelmuizen en de hermelijn op woelratten en veldmuizen. Langs bosranden foerageren vleermuizen naar insekten. In *figuur 3.7* is het voorkomen van enkele zoogdieren in het rivierengebied weergegeven.

3.4.3 De uiterwaardkommen.

De gronden in de uiterwaardkommen worden veelal intensief agrarisch gebruikt. Soortenarme graslandvegetaties zijn daarom zeer algemeen in de uiterwaardkommen. Op de meest natte plaatsen in de uiterwaard is intensief agrarisch gebruik minder goed mogelijk, waardoor moerassige graslanden ontstaan. In deze graslanden zijn zowel soorten uit de natte graslanden aanwezig (geknikte vossestaart, fioringas, akkerkers) als soorten uit moerassen (gele waterkers, rietgras).

De uiterwaardkommen zijn op veel plaatsen in het rivierengebied sterk vergraven. Veel laaggelegen graslanden zijn ontstaan door ontgrondingen. Percelen waarin kleiwinning heeft plaatsgevonden zijn doorgaans weer als grasland opgeleverd.
De in de uiterwaard gelegen zandwinplassen zijn uitgestrekte diepe wateren met alleen in de smalle oeverzone enkele water- en oeverplanten (Janse, 1986; Drok, 1988). Op de oevers van zandwinplassen die regelmatig onder invloed staan van rivierwater komen pioniervegetaties voor. Ook op sterk overzande oeverwallen ter hoogte van zandwinputten komen pioniervegetaties tot ontwikkeling (Van de Steeg, 1990).
De ondiepe tichelgaten (kleiputten) die niet zijn gehercultiveeerd hebben veelal een goed ontwikkelde water- en moerasvegetatie of zijn begroeid met wilgen.
In oude rivierlopen die niet in open verbinding staan met de rivier komen goed ontwikkelde water- en moerasvegetaties voor. Van grote landschappelijke en natuurwetenschappelijke betekenis zijn de oude rivierlopen met uitgebreide moerasvegetaties, zoals onder andere de Oude Waal in de Bijland en in de Buiten-Ooi, de strang in de Gouverneurse Polder en de Kil van Hurwenen.
De wielen hebben door de grote waterdiepte en de steil aflopende oevers veelal een geringe water- en oevervegetatie.

De natte graslanden kunnen een zeer rijke weidevogelstand hebben. Als broedvogel komen ondermeer voor: grutto, tureluur, watersnip en kwartelkoning. In de wintermaanden foerageren grote aantallen ganzen, zwanen en eenden in de natte graslanden. Nabij de hogere zandgronden worden soms foeragerende dassen in de uiterwaarden aangetroffen.



Figuur 3.7 Het voorkomen van een aantal zoogdieren in het rivierengebied in de periode 1980 - 1988 op basis van uurhokgegevens van het BIC.

In de goed ontwikkelde moerasvegetaties in oude rivierlopen en in tichelgaten broeden water- en moerasvogels: o.a. bruine kiekendief, roerdomp, woudaapje, rietzanger, grote karekiet, baardmannetje en grauwe gans. In verlandend water broedt de zwarte stern. Oude rivierlopen en kleiputten zijn belangrijke voortplantingsplaatsen voor kikkers, padden en salamanders (Frigge, 1981; Gerritsen e.a., 1987; PWU, 1988, Van Arkel, 1988). De amfibieën zijn stapelvoedsel voor reigerachtigen. In het verleden kwamen otters in de moerasgebieden van het rivierengebied voor. Meldingen van ottersporen werden gemaakt tot in de tachtiger jaren. Andere zoogdieren die in moerassen en natte graslanden worden aangetroffen zijn aardmuis, woelrat, muskusrat en waterspitsmuis. Ook worden verschillende soorten vleermuizen in de uiterwaarden aangetroffen.
In de wilgenbossen en -struwelen langs oude rivierlopen en in tichelgaten broeden ondermeer aalscholvers, blauwe reigers en kwakken. De kwak is in Nederland een uiterst schaarse broedvogel zowel in het rivierengebied als daarbuiten. Zandwinplassen zijn slaapplaatsen voor overwinterende ganzen, duikeenden en meeuwen.

3.4.4 De bandijken.

Op verschillende plaatsen herbergen de bandijken nog soortenrijke graslandvegetaties. In een groot deel van het rivierengebied zijn de bandijken zelfs de enige plaatsen, waar soorten van de droge stroomdalgraslanden voorkomen. Door veranderingen in het beheer en dijkverzwaringen zijn de droge stroomdalvegetaties op tal van plaatsen van de dijkhellingen verdwenen (Sykora en Liebrand, 1987; Drok, 1988; Veen, 1988; De Kogel en Bremer, 1988). De bandijken hebben voor een aantal planten en dieren in het rivierengebied een belangrijke functie als ecologische infrastructuur.
Voor amfibieën vormt het verkeer op de bandijken een belangrijk knelpunt. Jaarlijks worden vele kikkers, padden en salamanders doodgereden wanneer ze van de binnendijkse overwinteringsplaatsen naar de buitendijkse voortplantingsplaatsen trekken (Van Arkel, 1988).

3.5. KORTE BESCHRIJVING VAN DE ECOLOGISCHE BETEKENIS VAN DE UITERWAARDEN

3.5.1 Boven-Rijn en Waal

De uiterwaarden langs de Boven-Rijn en Boven-Waal zijn in het algemeen relatief groot en breed en langs de Beneden-Waal smal. De uiterwaarden zijn veelal sterk vergraven ten behoeve van klei- en zandwinning. Hierdoor zijn veel laaggelegen graslanden, tichelgatcomplexen en zandwinputten aanwezig.

Op verschillende plaatsen langs de Waal zijn rivierduintjes en jonge oeverwallen ontstaan, zoals in de Millingerwaard en Gendtsche Waard. Rivierduinvorming treedt vooral op waar (brede) zandstranden in het verlengde van de overheersende zuidwestenwind liggen. De voormalige eilanden en zandbanken in de Waal die nu met de uiterwaardgronden verbonden zijn, vormen uitgestrekte zandige oevers.
In de uiterwaarden van de Waal zijn sporen van dijkdoorbraken in de vorm van wielen veelvuldig aanwezig. Ook de talrijk aanwezige restanten van oude rivierlopen zijn een belangrijk landschapselement in de uiterwaarden van de Boven-Rijn en Waal.
De uiterwaarden langs de Boven-Rijn hebben een hydrologische relatie met de stuwwal van Etten en de uiterwaarden langs de Boven-Waal met de stuwwal van Nijmegen. Het voorkomen van soortenrijke water- en moerasvegetaties hangt mogelijk samen met het optreden van schone kwel afkomstig van de stuwwallen.
Soortenrijke stroomdalvegetaties komen lokaal voor op bandijken, kaden en onvergraven hoge delen van de uiterwaard, zoals in de Brakelse Benedenwaard.
In bekade oude rivierlopen en tichelgaten zijn moerassen tot ontwikkeling gekomen waarin vele water- en moerasvogels broeden. De moerasgebieden in de Gelderse Poort en de Kil van Hurwenen zijn de belangrijkste broedgebieden voor water- en moerasvogels langs de Boven-Rijn en Waal.
De laaggelegen graslanden zijn voor weidevogels van betekenis als broedgebied en plaatselijk voor overwinterende ganzen als foerageergebieden. De Gendtse Polder is één van de rijkste weidevogelgebieden in het rivierengebied. De zandwinplassen en brede oude rivierlopen zijn belangrijke slaapplaatsen voor de ganzen, evenals ondergelopen graslanden. Behalve in de uiterwaarden foerageren de ganzen ook in de binnendijks gelegen komgebieden. De belangrijkste pleisterplaatsen van de ganzen zijn gelegen in de Gelderse Poort en in de omgeving van Hurwenen.
Oeverwalbossen worden aangetroffen in de Millingerwaard en de Crobse Waard. Wilgenbossen en -struwelen komen plaatselijk voor in tichelgaten en op de rivieroever.
Voor de ontwikkeling van natuurwaarden in de uiterwaarden langs de Boven-Rijn en Waal zijn ook de ontwikkelingen in aangrenzende gebieden van belang, zoals de uiterwaarden in Duitsland, het Rijnstrangengebied, de komgebieden in de Betuwe en in het land van Maas en Waal en het Benedenrivierengebied.
Voor de stroomdalflora bestaan er aanvoermogelijkheden vanuit Duitsland. In de Beneden-Waal bestaan er voor de stroomdalflora uitwisselingsmogelijkheden met de aangrenzende Maasuiterwaarden.
Voor de natuurwaarden van moerasgebieden in de oude rivierlopen en grote kleiputcomplexen bestaan er uitwisselingsmogelijkheden met de moerasgebieden in het Rijnstrangengebied, langs de Linge, langs de Andelse Maas en in het Benedenrivierengebied. De Gelderse Poort en Fort St.-

Andries zijn belangrijke kerngebieden voor natuur-ontwikkeling.

3.5.2 Neder-Rijn en Lek

De Neder-Rijn en de Lek is een gestuwd traject van de Rijn. Doordat bij lage afvoeren het rivierwater wordt vastgehouden vallen moerassen en wateren in de uiterwaard minder vaak droog dan langs de Waal.
De uiterwaarden langs de Neder-Rijn zijn veelal sterk vergraven, terwijl de uiterwaarden langs de Lek voor een groot deel onvergraven zijn.
De waterhuishouding en de waterkwaliteit in de uiterwaarden in de nabijheid van de Veluwe en Utrechtse Heuvelrug wordt behalve door de rivier ook beïnvloed door opkwellend grondwater afkomstig van de hooggelegen zandgebieden. In deze uiterwaarden komen soortenrijke water- en moerasvegetaties voor.
Het voorkomen van stroomdalvegetaties is beperkt tot bandijken, kaden en hooggelegen onvergraven delen van de uiterwaard. Belangrijke gebieden voor de stroomdalflora zijn de voet van de Grebbeberg, de Amerongse Bovenpolder, Redichemse Waard en op de overgang van de Veluwe naar de uiterwaarden.
Moerassen en wilgenstruwelen worden aangetroffen langs oude rivierlopen en tichelgaten, ondermeer bij de Noordberg in de Wageningse Uiterwaarden en bij Opheusden. Het meest waardevolle moerasgebied langs de Neder-Rijn en Lek is echter binnendijks gelegen, namelijk in de Marspolder waarin een oude Rijnloop is gelegen. Dit gebied is bijzonder rijk aan water- en moerasvogels.
Laaggelegen graslanden zijn van belang voor weidevogels en ganzen. Goede weidevogelgebieden zijn langs de Neder-Rijn de Loowaard, de Randwijkse en Wageningse Waarden en de uiterwaarden bij Ingen en Lienden. Langs de Lek zijn de meest waardevolle weidevogelgebieden vooral binnendijks in het veenweidegebied gelegen.
Voor de Blauwe Kamer, een uiterwaardengebied aan de voet van de Grebbeberg, zijn ver gevorderde plannen voor natuur-ontwikkeling waarbij de invloed van de rivier is vergroot door het plaatselijk slechten van de zomerkaden. Verder bestaan er ook voor andere uiterwaarden langs de Lek natuurontwikkelingsplannen, zoals voor de Amerongse Bovenpolder en de uiterwaarden langs de Veluwe.

3.5.3 De IJssel

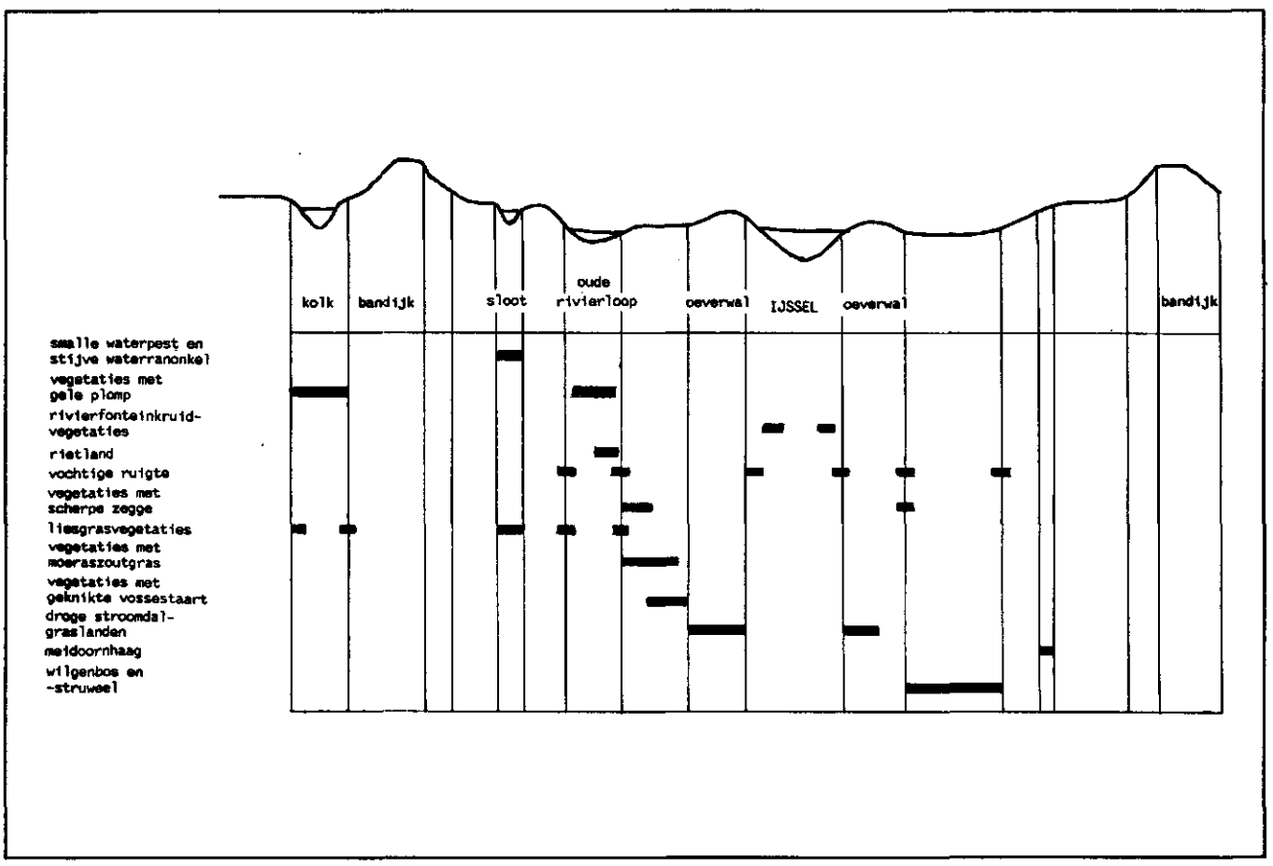
De IJssel is een bochtige rivier waarvan de oevers voor een groot deel bedekt zijn met bazalt en stortsteen. De uiterwaarden langs de Beneden-IJssel zijn relatief groot en breed. Ook zijn in dit deel van het IJsselgebied oude IJsselmeanders gelegen. De uiterwaarden benedenstrooms van

Deventer zijn relatief hoog gelegen en daardoor weinig overstroomd met rivierwater. De uiterwaarden benedenstrooms van Doesburg zijn grotendeels onvergraven. In de Hoenwaard is zowel de oude oeverwal en als een deel van oorspronkelijke het komgebied gelegen.
Oude rivierlopen herbergen soortenrijke water- en moerasvegetaties, met name in de uiterwaarden langs de hogere zandgronden van de Veluwe en Achterhoek alwaar de waterhuishouding en -kwaliteit ook beïnvloed wordt door kwel.
Complexen van wilgenstruwelen, moerassen en open water komen voor in vergraven uiterwaarden, zoals in de Hengforderwaarden waar aalscholvers broeden in de wilgenstruwelen.
Stroomdalvegetaties komen voornamelijk benedenstrooms van Doesburg voor op dijken, kaden en hooggelegen delen van de uiterwaard. Kerngebieden voor de stroomdalflora zijn de uiterwaarden bij Zalk, Ravenswaarden, Cortenoever en Hoenwaard.
In vergelijking met andere Rijntakken zijn in de uiterwaarden langs de IJssel meidoornstruwelen en -hagen opvallend aanwezig met name langs de Boven-IJssel.
Langs de IJssel komen op verschillende lokaties nog restanten van essen-iepenbossen op oeverwallen en rivierduinen voor, zoals Zalkerbos, in de uiterwaarden van Fortmond, Cortenoever en bij Bronsbergen en in de Havikerwaard.
De Duurse Waarden zijn ingericht voor natuurontwikkeling waarbij de invloed van de rivier in de uiterwaard is vergroot.

4
De invloed van rivierdynamiek op flora en fauna in de uiterwaarden

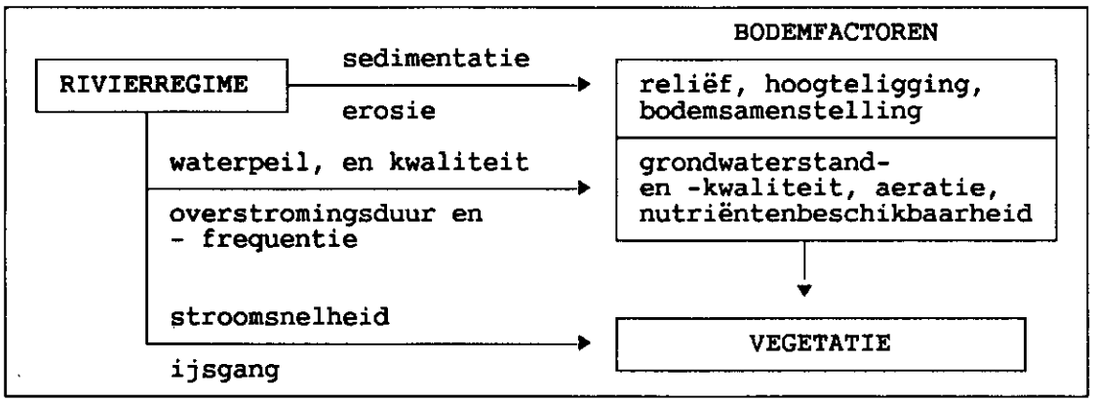
4.1 INLEIDING

De rivier heeft een grote invloed op de vegetatie in de uiterwaarden. De rivierdynamiek is in de vorming van vegetatiezonering in het rivierengebied een sterk bepalende factor. Hierbij spelen de overstromingsfrequentie -tijdstip en -duur een belangrijke rol. Deze hydrologische factoren zijn in het rivierengebied echter niet op alle plaatsen gelijk, waardoor een grote variatie aan vegetatietypen in de uiterwaarden aanwezig kan zijn (*figuur 4.1*). Ook het terreinbeheer is van grote invloed op het voorkomen van vegetatietypen in de uiterwaarden. Voorbeelden van beheersmaatregelen zijn maaien, beweiden, bemesten, detailontwatering e.d.



Figuur 4.1. Het voorkomen van een aantal vegetatietypen in de uiterwaarden van de IJssel bij Hengforden. Bron: Gerritsen e.a. 1987.

In hoofdstuk 2 is reeds beschreven dat rivierdynamiek kan worden beschouwd als een maat voor de veranderlijkheid in het rivierregime, zoals veranderingen in waterafvoer, stroomsnelheid, waterpeil, sedimentatie, erosie e.d. In deze studie heeft het begrip rivierdynamiek uitsluitend betrekking op abiotische processen. Volgens Dister (1980) laat de intensiteit van rivierdynamiek zich afmeten aan de overstromingsduur en -frequentie (hydrodynamiek) en de bodemsamenstelling (morfodynamiek).
In *figuur 4.2* is in een eenvoudig schema weergegeven op welke wijze het rivierregime de vegetatie kan beïnvloeden.



Figuur 4.2 Een eenvoudige schematische voorstelling van de invloed van het rivierregime op de vegetatie. In dit schema zijn de aanvoer en afvoer van zaden niet opgenomen.

Door de afdeling Experimentele Plantenoecologie van de Katholieke Universiteit van Nijmegen is in het kader van dit project een studie verricht naar de invloed van de hydrologie, beheer en substraat op de vegetatie in de uiterwaarden. De resultaten en conclusies staan vermeld in een door De Graaf e.a. (1990) opgesteld rapport. In paragraaf 4.2 worden de belangrijkste resultaten en conclusies over de relatie tussen hydrologie en vegetatie-zonering uit het rapport van De Graaf e.a. (1990) weergegeven. Voor meer gedetailleerde informatie wordt naar het desbetreffende rapport verwezen.
In dit hoofdstuk is tevens een paragraaf opgenomen over de relaties tussen rivierdynamiek en fauna in de uiterwaarden. Het voorkomen van dieren in de uiterwaard is in belangrijke mate gerelateerd aan (combinaties van) vegetatietypen. De ontwikkeling van dierpopulaties en het voorkomen van dieren in het rivierengebied wordt ook direct beïnvloed door het rivierregime (meegevoerd worden met de stroom, verdrinken, vergiftiging).

4.2. RIVIERDYNAMIEK EN VEGETATIEZONERING

In 1979 en 1981 is door Jongman en Leemans (1982) het voorkomen van verschillende vegetatietypen in de uiterwaarden langs de Waal, Neder-Rijn en IJssel in relatie tot de overstromingsduur onderzocht (*tabel 4.1*). Daarbij zijn slechts 4 klassen van overstromingsduur onderscheiden. Door De Graaf e.a (1990) is meer in detail ingegaan op de relatie tussen vegetatiezonering en rivierdynamiek. Voor een groot aantal vegetatietypen is geïnventariseerd welke gegevens bekend zijn over hun voorkomen in het rivierengebied in relatie tot rivierdynamiek.

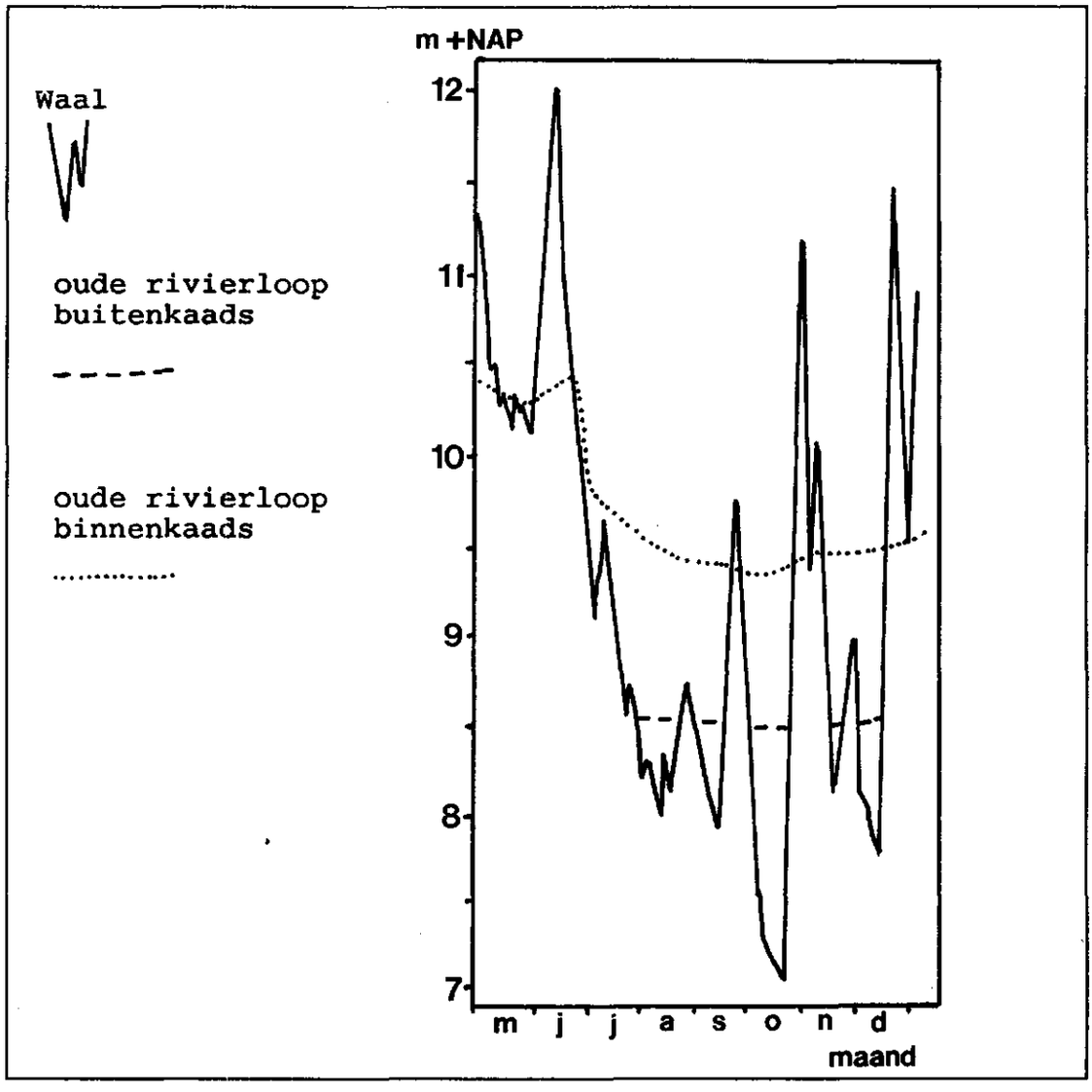
Tabel 4.1 Het aantal waarnemingen van het voorkomen van verschillende vegetatietypen in de uiterwaarden langs de Neder-Rijn, Waal en IJssel in relatie tot de overstromingsduurklassen (naar gegevens van Jongman en Leemans, 1982).

Vegetatietypen	Overstromingsduurklassen 1	2	3	4
pioniervegetaties op zandoevers en overzande oeverwallen	18	11	10	8
warkruid- en dauwbraamruigten	14	5	6	3
moerasvegetaties met gele waterkers	16	4	2	0
rietgras- en zegge-vegetaties	17	8	2	0
soortenarme moerasvegetaties met liesgras, kalmoes of riet	19	7	3	0
soortenrijke riet-mattenbiesvegetaties	6	2	0	0
poelruitvegetaties	11	6	0	0
soortenarme meidoornhagen	14	9	12	7
soortenrijke meidoornhagen	3	2	8	8
wilgenbos en -struweel	28	9	3	3
populierenbos	7	3	2	2
essen-iepenbos	2	0	2	4
droge stroomdalgraslanden	1	1	4	16
soortenrijke glanshavergraslanden	0	2	6	11
soortenarme graslanden met Frans raaigras en grote vossestaart	1	6	11	21
kamgrasweiden	8	10	10	2
kweekgraslanden in uiterwaard	17	17	16	4
kweekgraslanden op oeverwal	9	8	6	5
natte graslanden met geknikte vossestaart	17	15	13	0
zwanebloemgraslanden	10	4	2	0
cultuurgraslanden	24	25	23	20

Klasse 1: overstromingsduur is meer dan 40 dagen per jaar
Klasse 2: overstromingsduur is 21-40 dagen per jaar
Klasse 3: overstromingsduur is 3-20 dagen per jaar
Klasse 4: overstromingsduur is minder dan 3 dagen per jaar

Voor een overzichtelijk beeld van de invloed van rivierdynamiek op de vegetatie is de uiterwaard in drie zones verdeeld: rivieroever, oeverwal en uiterwaardkom. De rivieroever is in het rivierengebied het sterkst onderhevig aan morfo- en hydrodynamiek. De aangrenzende hoger gelegen

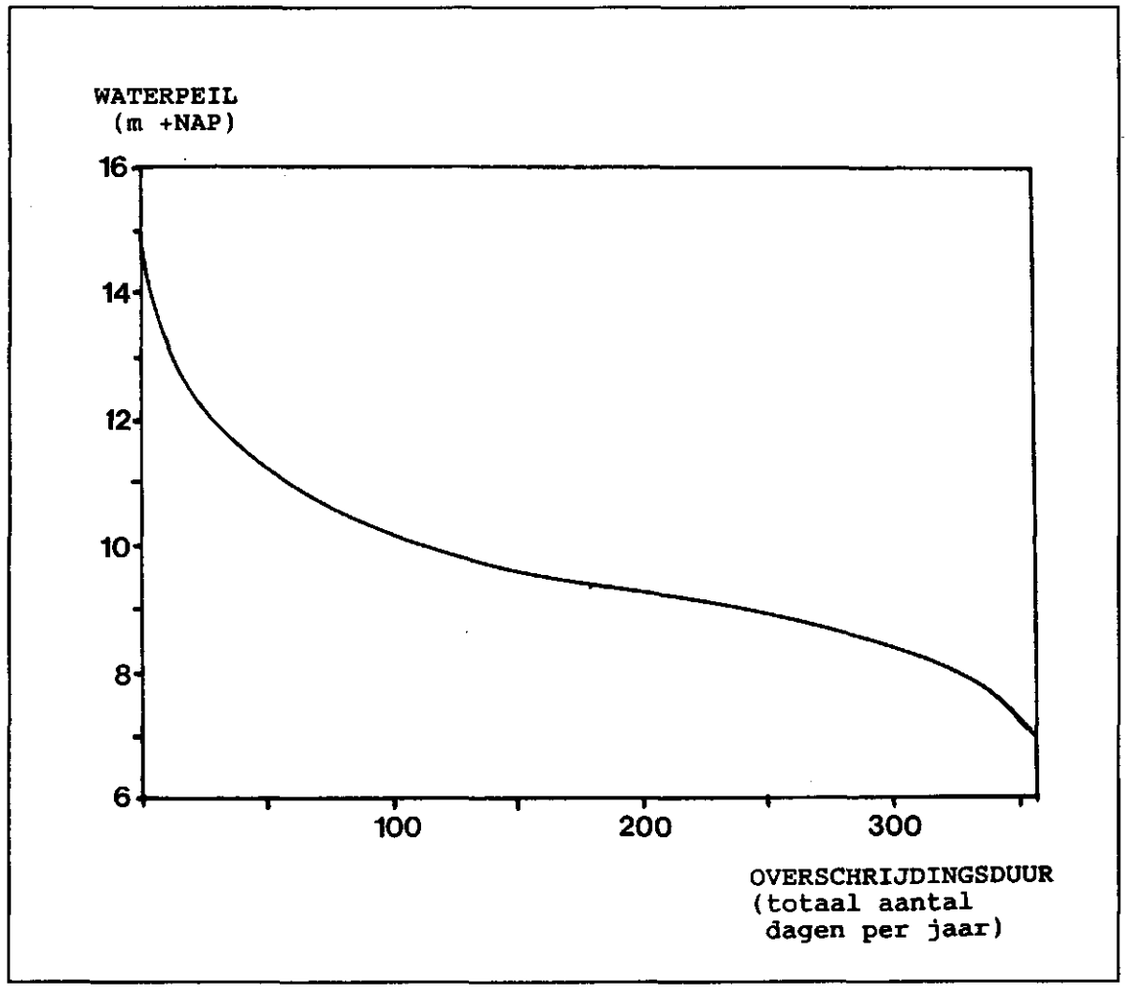
oeverwal is minder onderhevig aan morfo- en hydrodynamiek dan de rivieroever. In de uiterwaardkom is de morfodynamiek relatief gering, maar de hydrodynamiek kan sterk verschillen, afhankelijk van de mate waarin de uiterwaardkom in verbinding staat met de rivier.
De uiterwaardkom omvat het deel van de uiterwaard achter de oeverwal en hierin eventueel aanwezige oude rivierlopen. Uiterwaardkommen die via een oude strang in open verbinding staan met de rivier worden frequent overstroomd met rivier. Uiterwaardkommen gelegen achter een gesloten oeverwal of zomerkade worden minder frequent overstroomd, afhankelijk van de hoogte van deze drempels.
In uiterwaardkommen achter een gesloten oeverwal of kade zijn de hydrologische omstandigheden dus anders dan in de niet van de rivier geïsoleerde uiterwaardkommen. Dit geldt alleen voor delen van de uiterwaard die beneden de drempelhoogte van de zomerkade of oeverwal liggen. Bij de aanwezigheid van een hoge drempel zal de lage uiterwaardkom minder onderhevig zijn aan schommelingen in de waterstand, omdat de veranderingen in het rivierpeil tot middelhoge waters slechts in beperkte mate gevolgd (*figuur 4.3*). In hoeverre een afname van de overstromingsfrequentie gepaard gaat met een afname in de overstromingsduur is afhankelijk van de mate waarin het zogenaamde komeffect optreedt. Dit treedt op bij een daling van het rivierpeil na een hoogwater waarbij het overstromingswater in de uiterwaardkom door de aanwezige drempel geïsoleerd raakt van de rivier. In de afvoerloze uiterwaardkommen treden dan alleen waterverliezen op door verdamping en wegzijging. De wegzijging in de uiterwaardkommen is in het algemeen gering vanwege de aanwezigheid van kleilagen. Hierdoor kunnen de lage delen in de uiterwaardkom na een hoogwater langdurig geïnundeerd blijven. Dit betekent dat ondanks een geringe overstromingsfrequentie de overstromingsduur in de uiterwaardkom groot kan zijn. Dit kan tot gevolg hebben, dat een bepaald vegetatietype op een rivieroever of in een uiterwaardkom die in open verbinding staat met de rivier op een andere hoogte kan voorkomen dan in een uiterwaardkom met een hoge drempel. Door Van de Steeg e.a. (1989) is het optreden van een verschuiving van bepaalde vegetatiegrenzen naar hoger gelegen terreinen waargenomen als gevolg van het komeffect. Door Van de Steeg e.a. (1989) is ook waargenomen, dat in uiterwaarden gelegen achter een hoge kade en waar de waterstanden na een hoogwater kunnen worden gereguleerd via een sluis, de glanshaver- en kamgrasvegetaties op een lager niveau kunnen voorkomen dan in onbekade of laag bekade uiterwaarden als gevolg van een verminderde overstromingsfrequentie en -duur.
De invloed van de zomerkade op de vegetatiegrenzen is ook door Leemans (1985) onderzocht. De verschillen in de grenzen van binnenkaads en buitenkaads gelegen vegetatietypen worden totaal gezien minimaal geacht, echter lokaal kunnen verschillen optreden, zoals door Van de Steeg e.a. (1989) zijn waargenomen.



Figuur 4.3. Het verloop van het waterpeil van de Waal en van een onbekade en bekade oude rivierloop in de Millingerwaard in 1986. De drempelhoogte van de zomerkade is 12,6 m +NAP. De sterke daling van het waterpeil binnen de kade begin juni is het gevolg van het openen van de sluis (naar Van de Steeg, 1989)

In dit hoofdstuk worden de grenzen van de vegetatiezones in het rivierengebied gerelateerd aan de overschrijdingsduur van waterstanden door de rivier, dat wil zeggen aan het totaal aantal dagen per jaar dat de rivier een bepaalde waterstand overschrijdt. De overstromingsduur is het totaal aantal dagen per jaar dat een bepaald deel van de uiterwaard is overstroomd met rivierwater. Voor de vegetaties op de rivieroever en het aangrenzende deel van de oeverwal en voor

de uiterwaardkommen met een open verbinding naar de rivier via oude strangen komt de overschrijdingsduur van de waterstanden door de rivier overeen met de overstromingsduur. Ook voor delen van de uiterwaard die hoger liggen dan de drempelhoogte van de zomerkade of oeverwal komt de overschrijdingsduur overeen met de overstromingsduur (*figuur 4.4*). Voor uiterwaardkommen gelegen achter een gesloten oeverwal of kade kan de overstromingsduur niet worden afgeleid uit de relatie tussen overschrijdingsduur van rivierstanden en de hoogteligging in de uiterwaardkom. Deze relatie kan in die situaties van plaats tot plaats sterk verschillen. Dit hangt ondermeer af van het komeffect, maar ook van het waterbeheer in de bekade uiterwaard. Daarom is de hoogteligging van vegetatiegrenzen gerelateerd aan de overschrijdingsduur van de waterstand van de rivier.



Figuur 4.4. De gemiddelde overschrijdingsduur van de waterstanden door de rivier nabij de Millingerwaard.

4.2.1 Vegetaties op de rivieroever

Wilgenbossen en -struwelen
In het rivierengebied ontstaat op de rivieroever door erosie- en sedimentatieprocessen steeds weer een nieuw, vegetatievrij substraat. Dit vormt een ideaal milieu voor de kieming en vestiging van wilgen en populieren. Schietwilgen vormen op onbeweide, lage rivieroevers aaneengesloten wilgenbossen. Op hogere delen van de rivieroever komen bossen met zwarte populier tot ontwikkeling. Op plaatsen waar de schietwilgen zich in onvoldoende mate hebben gevestigd, kunnen amandelwilg en katwilg de overhand hebben en natuurlijke wilgenstruwelen vormen.
Op vegetatieloze, vochtige bodems kan op de rivieroever een massale kieming van zaden van populieren en wilgen plaatsvinden. Door de korte levensduur van de zaden van populieren en wilgen vindt kieming en vestiging alleen plaats indien tijdens de periode van zaadverspreiding de abiotische milieucondities op de bodems optimaal zijn. Kieming en/of vestiging vindt niet plaats op lokaties waar de bodem is uitgedroogd of zal uitdrogen en op lokaties waar de bodem pas laat in het groeiseizoen droog valt. Jonge wilgen en populieren kunnen door langdurige overstroming ten onder gaan, echter de oudere planten zijn bestand tegen langdurige overstroming.
De wilgenbossen en -struwelen komen dus op lage rivieroevers voor, die langdurig kunnen worden overstroomd door rivierwater. De ondergrens van de wilgenbossen en -struwelen betreft een hoogte die gemiddeld 135 - 150 dagen in het jaar door de rivier wordt overschreden en de bovengrens gemiddeld ongeveer 50 dagen per jaar.

De bossen met zwarte populier ontwikkelen zich op hogere delen van de rivieroever en worden daardoor minder overstroomd dan wilgenbossen en wilgenstruwelen. De ooibossen met zwarte populier worden vermoedelijk op de rivieroever vooral aangetroffen op een hoogte die gemiddeld 20 - 50 dagen per jaar door de rivier wordt overschreden. In Nederland zijn natuurlijke, volledige ontwikkelde ooibossen met zwarte populieren verdwenen.

Op rivieroevers waar erosie en sedimentatie elkaar afwisselen ontstaan steeds opnieuw omstandigheden voor ontwikkeling van wilgenbossen, wilgenstruwelen en bossen met zwarte populier. Op rivieroevers waar de sedimentatie overheerst, kunnen op den duur hardhoutooibossen tot ontwikkeling komen.

Rietgrasvegetaties
Op rivieroevers waar wilgenbossen of -struwelen ontbreken als gevolg van beweiding of vanwege ongunstige abiotische omstandigheden voor kieming en vestiging van wilgen kan een rietgrasvegetatie tot ontwikkeling komen. De bovengrens van

Langs de Bovenrijn in Duitsland (Oberrhein) waar regelmatig zomerhoogwaters optreden, worden hardhoutooibossen aangetroffen op lokaties die tot 90 dagen per jaar kunnen overstromen met rivierwater (Dister en Drescher, 1987). Hügin (1985) geeft aan dat essen-iepenbossen tot 50 dagen overstroming in het groeiseizoen kunnen verdragen, verdeeld over meerdere overstromingen van maximaal 15 dagen. Door Gerken (1988) wordt aangegeven dat de ondergrens van het echte hardhoutooibos langs de Bovenrijn in Duitsland ligt bij een overstromingsduur van gemiddeld 30 dagen per jaar. Door De Graaf e.a. (1990) is aan de hand van een vergelijking tussen de graslandzonering in het gebied van de Boven-Waal en in het gebied van de Duitse Boven-Rijn de vermoedelijke ondergrens van het hardhoutooibos in Nederland bepaald. Dit is mogelijk omdat er een zekere relatie bestaat tussen de grasland- en boszonering en tussen graslandzonering in het Duitse Rijngebied en in het Nederlandse Rijngebied. Ondanks de verschillen in het rivierregime liggen de vegetatiegrenzen op vrijwel gelijke afstand van elkaar. Op basis hiervan wordt door De Graaf e.a. (1990) aangegeven dat de ondergrens van het echte hardhoutooibos bij de Pannerdense Kop gezocht zal moeten worden op een hoogte van ongeveer 12.25 m +NAP en de ondergrens van het vochtige hardhoutooibos op ongeveer 11,50 m +NAP. Dit komt overeen met een hoogte die door de rivier gemiddeld ongeveer 20 dagen per jaar respectievelijk 40 dagen per jaar wordt overschreden.

Meidoornstruwelen
Eénstijlige meidoorn en sleedoorn kunnen open tot gesloten natuurlijke struwelen vormen op hoge delen in het rivierengebied. De relatief natte struwelen hebben een soortenarme ondergroei van ruigtekruiden, terwijl de droge struwelen op zandige bodems soortenrijk zijn aan kruiden en sluierplanten. De éénstijlige meidoorn en sleedoorn zijn ook aanwezig in de ondergroei van het hardhoutooibos.
In het Nederlandse rivierengebied zijn de meidoornstruwelen vooral in de vorm van aangeplante hagen aanwezig.
De struweelsoorten kunnen zich in een open kruidenvegetatie vestigen. Bij een lage begrazingsdruk groeien ze uit tot struiken en vervolgens kunnen deze struiken aaneengroeien tot struwelen. In de beschutting van deze doornstruwelen kunnen zich bomen vestigen. Bij voldoende dichtheid kan een bos worden gevormd.
De ondergrens van de meidoornstruwelen in het rivierengebied komt overeen met de hoogte die door de rivier gemiddeld ongeveer 40 - 50 dagen per jaar wordt overschreden.

Warkruidruigten
Op open plaatsen in bossen op de hoge delen van de rivieroever en op het aangrenzende deel van de oeverwal kunnen natuurlijke warkruidruigten tot ontwikkeling komen. De

ondergrens van deze vegetaties komen vermoedelijk ongeveer overeen met de hoogte die door de rivier gemiddeld ongeveer 40 - 50 dagen wordt overschreden (mededeling Van de Steeg).

Droge stroomdalgraslanden
Op de hooggelegen oeverwallen, stroomruggen, rivierduinen en dijken kunnen op de kalkrijke, zandige tot zavelige bodems soortenrijke graslandvegetaties tot ontwikkeling komen. Kenmerkend voor deze graslandvegetaties is het grote aantal soorten die in Nederland in het rivierengebied hun optimum hebben of daartoe geheel beperkt zijn.
De benedengrens van deze vegetaties ligt op een hoogte die gemiddeld minder dan 5 dagen per jaar door de rivier wordt overstroomd. Door NMF en Heidemij (1989) wordt evenwel aangegeven dat langs de Beneden - IJssel de benedengrens van de droge stroomdalgraslanden op zavelige bodems ongeveer op het niveau van gemiddeld 10 dagen inundatie per jaar ligt. Door Jongman en Leemans (1982) en Sykora en Liebrand (1987) zijn de droge stroomdalvegetaties op de hoge delen van de uiterwaard aangetroffen waarbij de benedengrens overeen komt met het niveau dat gemiddeld slechts een gering aantal dagen per jaar wordt overstroomd.

Glanshavergraslanden
Op hoge oeverwallen en dijktaluds kan een soortenrijke gemeenschap zich ontwikkelen met soorten als Frans raaigras, goudhaver en groot streepzaad. Op zavelige bodems is deze graslandvegetatie soortenrijk. Op kleiige bodems ontbreken verschillende karakteristieke soorten van glanshaver-graslanden.
De huidige ondergrens van de glanshavergraslanden komt overeen met de hoogte die door de rivier gemiddeld ongeveer 20 dagen per jaar wordt overschreden.
Het extreme zomerhoogwater van 1983 heeft de ondergrens van deze vegetatie mogelijk beïnvloed. De ondergrens van de zone van de glanshavergraslanden was in 1983 waarschijnlijk lager (De Graaf e.a., 1990). Een rekolonisatie van de karakteristieke soorten van de glanshavergraslanden wordt belemmerd door een weelderige groei van ruw beemdgras.
De huidige ondergrens van de glanshavergraslanden komt overeen met de hoogte waarbij de overstromingsduur in het groeiseizoen van 1983 ongeveer 8 dagen bedroeg (De Graaf e.a., 1990).

Kweekgraslanden
Op sterk overzande lage en middelhoge oeverwallen langs de rivier kunnen bij een extensief agrarisch gebruik soortenarme kweekgraslanden tot ontwikkeling komen. De kweekgraslanden worden regelmatig overspoeld, maar bij laag rivierpeil droogt de zandige bodem snel uit. De benedengrens van de kweekgraslanden ligt waarschijnlijk op een hoogte die

door de rivier gemiddeld 75 dagen per jaar wordt overschreden.

Kamgras- en beemdgrasweiden
Op intensief beweide en bemeste oeverwallen komen de soortenarme kamgrasweiden voor. Bij een zeer intensief agrarisch gebruik ontwikkelen zich de zeer soortenarme beemdgrasweiden.
De intensief gebruikte graslanden worden weinig overstroomd. De benedengrens van de kamgrasweiden komt ongeveer overeen met de hoogte die door de rivier gemiddeld minder dan 20 dagen per jaar wordt overschreden.

Pioniervegetaties
Op sterk overzande jonge oeverwallen kunnen pioniervegetaties tot ontwikkeling komen. Het gaat hierbij om soortenarme vegetaties. Op basis van soortensamenstelling kunnen verschillende vegetatietypen worden onderscheiden, zoals vegetatietypen met smal vlieszaad, oeverstekelnoot of zwarte mosterd en reukloze kamille. In het Nederlandse Rijnsysteem worden deze vegetaties aangetroffen in de uiterwaarden van Boven-Rijn, Boven-Waal en Midden-Waal. De bovengrens van deze pioniervegetaties ligt waarschijnlijk ongeveer op een hoogte die door de rivier gemiddeld ongeveer 40-50 dagen jaar wordt overschreden en de benedengrens 80-100 dagen per jaar.

4.2.3 Vegetaties in de uiterwaardkom

Graslandvegetaties

Graslanden met grote vossestaart
In hoge zavelige tot kleiige uiterwaardkommen en op het aangrenzende deel van oeverwal ontwikkelt zich bij een hooilandbeheer een graslandvegetatie waarin grote vossestaart domineert. Op de hogere uiterwaarddelen zijn soorten van de glanshavergraslanden in de vegetaties met grote vossestaart aanwezig en op de lage uiterwaarddelen soorten van graslanden met geknikte vossestaart. De bovengrens van graslandvegetaties met grote vossestaart komt overeen met een hoogte die door de rivier gemiddeld 20 dagen per jaar wordt overschreden en de ondergrens gemiddeld 50 dagen per jaar.

Kweekgraslanden
In de uiterwaardkommen wijkt de samenstelling van de kweekgraslanden enigszins af met die van de zandige oeverwallen. Het zijn intensief gebruikte graslanden die gedomineerd worden door kweek, waarin verder soorten kunnen voorkomen als ruw beemdgras, fioringras en kruipende

boterbloem. Op de zandige oeverwallen zijn soorten als vijfvingerkruid, Engelse alant en blauwe kweek in de kweekgraslanden aanwezig. De benedengrens van kweekgraslanden in de uiterwaardkommen ligt waarschijnlijk op een hoogte die door de rivier gemiddeld 50 dagen per jaar worden overschreden.

Graslanden met geknikte vossestaart
Dit is het meest laaggelegen grasland in het rivierengebied. Deze graslandvegetatie is soortenarm en wordt gekenmerkt door geknikte vossestaart en fioringras. De vegetatie is het meest typisch ontwikkeld in lage kom situaties met stagnerend water. De bovengrens van deze vegetatie komt overeen met een hoogte die door de rivier gemiddeld ongeveer 50 dagen per jaar wordt overschreden en de ondergrens 100 dagen per jaar.

Ruigten

Brandnetelruigten
In uiterwaardkommen en de aangrenzende zavelige oeverwal komen vegetaties voor die gedomineerd worden door grote brandnetel. Deze vegetaties ontstaan na het staken of sterk extensiveren van het agrarische gebruik van graslanden. De brandnetelruigte heeft evenals de dauwbraamruigte een groot hydrologisch bereik, echter de ondergrens van de brandnetelruigte ligt hoger dan die van de dauwbraamruigte. De ondergrens van de brandnetelruigte ligt op een hoogte die gemiddeld ongeveer 75 - 80 dagen per jaar door de rivier wordt overschreden.
In de hogere delen van de uiterwaard moet de brandnetelruigte worden gezien als een anthropogene vervangingsgemeenschap van het hardhoutooibos en in de lagere, vochtiger delen van het rietmoeras.

Poelruitvegetaties
Op de oevers van vooral doorbraakkolken komen in de bekade uiterwaarden natte ruigtevegetaties tot ontwikkeling met poelruit en moeraskruiskruid. De poelruitruigtes worden vooral aangetroffen in uiterwaarden die laag frequent worden overstroomd. De bovengrens van de poelruitvegetaties ligt waarschijnlijk op een hoogte die door het rivierwater gemiddeld 75-100 dagen per jaar wordt overschreden en de benedengrens op gemiddeld 130-150 dagen per jaar.

Moerasvegetaties

Rietvegetaties
In onbeweide uiterwaardkommen kunnen uitgestrekte rietmoerassen tot ontwikkeling komen. De bovengrens van het rietmoeras wordt bepaald door de benedengrens van het laaggelegen hardhoutooibos: een hoogte die door de rivier gemiddeld ongeveer 40 - 50 dagen per jaar wordt overschreden. Het rietmoeras neemt in de uiterwaardkommen de plaats in van het zachthoutooibos. De gesloten vegetatie in de uiterwaardkommen is ongeschikt voor de kieming van zachthoutooibossoorten. Wilgenbossen en -struwelen komen in de uiterwaardkommen alleen voor op de oevers van strangen die (min of meer) in open verbinding staan met de rivier en in kleiputten.

Vegetaties met kleine lisdodde
De wateren in de bekade uiterwaardkom kunnen worden omgrensd door een oevervegetatie met riet, kleine lisdodde, grote lisdodde en/of mattenbies. Van de waterzijde naar de landzijde kan achtereenvolgens een zone met mattenbies, kleine lisdodde en riet voorkomen. Op plaatsen met grote schommelingen in de waterstand ontbreekt kleine lisdodde en komt de zone met mattenbies hoger op de oever voor. De bovengrens van vegetaties met kleine lisdodde liggen op een hoogte die door de rivier met meer dan 130-150 dagen per jaar wordt overschreden.
Vegetaties met kleine lisdodde komen vooral tot ontwikkeling in uiterwaardkommen die gemiddeld minder dan 20 dagen per jaar in direct contact staan met de rivier (Janse, 1986; Van den Brink, 1990).

Rietgrasvegetaties
In de lage uiterwaardkommen kunnen bij afwezigheid van beweiding of bij een extensieve beweiding rietgrasvegetaties tot ontwikkeling komen. In tegenstelling tot riet kan rietgras zich bij een extensieve beweiding handhaven. De rietgrasvegetaties zijn soortenarm. Het optimum van rietgrasvegetaties betreft uiterwaardkommen die regelmatig worden overstroomd door rivierwater. Dit zijn dus de uiterwaarden die via een strang in open verbinding staan met de rivier en de onbekade uiterwaarden. De zonering van de rietgrasvegetaties in de uiterwaardkommen heeft een bovengrens dat overeen komt met de hoogte die door de rivier gemiddeld 40-50 dagen per jaar wordt overschreden en een benedengrens van gemiddeld 120-130 dagen per jaar.
Rietgras wordt op de oevers van wateren aangetroffen die meer dan 20 dagen per jaar in direct contact staan met de rivier (Van den Brink, 1990).

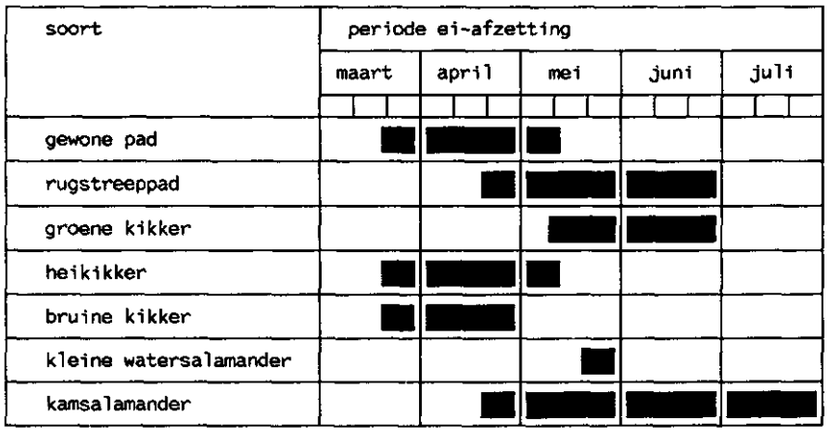
Liesgrasvegetaties
In bekade en beweide uiterwaardkommen worden op de oevers van de daarin aanwezige wateren soortenarme liesgrasvegetaties aangetroffen. Deze liesgrasvegetaties vervangen op die plaatsen de rietvegetaties. In onbekade en beweide uiterwaardkommen ontbreken liesgrasvegetaties en wordt de plaats ingenomen door vegetaties met rietgras en scherpe zegge. In de bekade uiterwaarden vormt scherpe zegge aan de bovenzijde van de liesgraszone een smalle gesloten zone en onderlangs de liesgraszone kunnen zich nog slechts enkele pollen van scherpe zegge handhaven (Van de Steeg, 1990). De bovengrens van de liesgrasvegetaties ligt op het niveau dat door het rivierwater gemiddeld 100 dagen per jaar wordt overschreden en de benedengrens op ongeveer 150 dagen per jaar.
Door Janse (1986) wordt aangegeven dat liesgrasvegetaties vooral tot ontwikkeling kunnen komen op de oevers van wateren die gemiddeld minder dan 40 dagen per jaar in direct contact staan met de rivier.

Kalmoesvegetaties
Grote oppervlakten met kalmoesvegetaties komen in het rivierengebied voor in ondiepe delen van wateren in uiterwaardkommen met een relatief hoge drempel. Smalle lintvegetaties komen voor langs oude rivierlopen met een sterk aflopend onderwatertalud. Kalmoes is een overstromingstolerante moerasplant, maar de voorkeur voor weinig overstroomde en doorstroomde wateren berust op de gevoeligheid voor erosie en het wegspoelen (Van de Steeg, 1990). Door Janse (1986) wordt aangegeven dat kalmoesvegetaties in de uiterwaard vooral tot ontwikkeling kunnen komen in wateren die gemiddeld minder dan 40 dagen per jaar in direct contact staan met de rivier.

Vegetaties met gele waterkers
Pioniervegetaties met gele waterkers komen voor op droogvallende vegetatieloze oevers van oude rivierlopen die in open verbinding staan met de rivier. De gele waterkers kiemt op de kale, droogvallende bodem. De plant komt pas in het volgend groeiseizoen tot bloei en sterft dan veelal af. De bovengrens van de vegetaties met gele waterkers komt overeen met een hoogte die door de rivier gemiddeld meer dan 125 dagen per jaar wordt overschreden.

Naaldwaterbiesvegetaties
In bekade uiterwaarden komt op de oever van in de zomermaanden droogvallende wateren een vegetatie tot ontwikkeling die wordt gedomineerd door naaldwaterbies. Vegetaties met naaldwaterbies komen optimaal voor in recent gegraven kleiputten (Jongman en Leemans, 1982; Van de Steeg, 1990).

Incidentele waarnemingen wijzen op uitstel van de paartijd van de rugstreeppad zowel bij hoge waterstanden en inundaties van de uiterwaarden als onder extreem droge omstandigheden (Creveld, 1972). Dergelijke aanpassingen verminderen de kans dat een populatie lokaal uitsterft als gevolg van sterk wisselende en onverwachte omstandigheden. Ook van andere amfibiesoorten is de periode waarin ei-afzetting kan plaatsvinden verdeeld over enkele weken in het voorjaar. Het tijdstip van de ei-afzetting is afhankelijk van allerlei factoren, zoals de temperatuur. De perioden waarin de eieren worden afgezet verschilt per soort (*figuur 4.5*).
Het is niet bekend of adulte amfibieën bij inundaties in het voortplantingsseizoen zich van buitendijkse gebieden naar binnendijkse gebieden verplaatsen.



Figuur 4.5. De perioden waarin de eieren worden afgezet door enkele soorten amfibieën. Naar gegevens van Van de Bund (1964) en Van de Hoef en Wolf (1977).

Welke veranderingen zullen optreden in het voorkomen en de verspreiding van amfibieën als gevolg van vergroting van de dynamiek van de rivier in de uiterwaarden?
Voor de voortplanting, eiafzetting en de ontwikkeling van eieren en larven zijn alle soorten zonder uitzondering gebonden aan stagnante wateren.
Met betrekking tot de keuze van het type water en het type vegetatie bestaan duidelijke verschillen tussen de soorten. Kleine watersalamander, kamsalamander, groene kikker en heikikker vertonen een voorkeur voor poelen, sloten en verlande strangen met een goed gestructureerde water-vegetatie. Brede, diepe strangen en andere wateren die regelmatig onder invloed van de rivier staan, zijn bij deze soorten minder in trek. Vermoedelijk speelt daarbij de predatiedruk van vissen ook een rol. Slechts de gewone pad zal zich in dit type water met succes kunnen voortplanten. Deze soort, die geen duidelijke voorkeur heeft voor een

bepaald vegetatietype, kiest ook de oeverzone van dieper water als voortplantingsplaats (Frigge, 1981).
De bruine kikker plant zich vooral voort in de ondiepere wateren. De geïsoleerde plassen in de uiterwaardkom die ontstaan na een voorjaarshoogwater vormen voor deze soort een geschikt voortplantingsbiotoop. De rugstreeppad, die als een pioniersoort wordt beschouwd, heeft in het voortplantingsseizoen ook tichelgaten en zandige uiterwaardplassen als biotoop.
Voor welke voortplantingsplaatsen de knoflookpad een voorkeur heeft, is vanwege het geringe aantal waarnemingen in de uiterwaarden moeilijk aan te duiden.
Gezien de voorkeur van de kamsalamander, kleine watersalamander, groene kikker en heikikker voor ondiepe wateren met een weelderige watervegetatie zullen deze soorten in de uiterwaarden vooral worden aangetroffen in wateren die minder dan 20 - 40 dagen per jaar in direct contact staan met de rivier.

4.3.2 Reptielen

In de nabijheid van de stuwwallen kunnen ringslangen in de uiterwaarden worden aangetroffen. Het voorkomen van de ringslang is gerelateerd aan het aanbod van prooidieren: amfibieën. Ringslangen jagen zowel op het land als in water, ze zijn dan ook uitstekende zwemmers die lang onder water kunnen blijven.

4.3.3 Avifauna

Voor de beschrijving van de relatie tussen rivierdynamiek en de broedvogelbevolking in de uiterwaarden worden de karakteristieke broedvogels ingedeeld in een aantal soortgroepen. De soortgroepen zijn van elkaar onderscheiden op basis van broedbiotoop/nestlokatie en/of foerageergebied/voedselkeuze. Vanwege de soortspecifieke nestplaatskeuze van vogelsoorten, die in belangrijke mate wordt bepaald door de vegetatiestructuur, is het op deze wijze mogelijk de invloeden van de rivierdynamiek op de vegetatietypen te relateren aan het voorkomen van vogelsoorten.

Groep: aalscholver
Kenmerkende soorten van deze groep zijn aalscholver, kwak, blauwe reiger, visarend en zwarte wouw. Het zijn alle broedvogels van goed ontwikkelde ooibossen die vis als stapelvoedsel hebben. De nesten van kwak, blauwe reiger en aalscholver worden veelal hoog in de bomen van de oudere wilgenbossen gebouwd. In het algemeen zijn de nesten van deze vogels hierdoor weinig kwetsbaar voor voorjaars- en zomerhoogwaters. Kwakken en blauwe reigers foerageren op de oevers van kleiputten en oude strangen, in sloten en in

ondiepe geïsoleerde plassen die ontstaan zijn na een hoogwater. Gedurende zomerhoogwaters zijn deze soorten veelal aangewezen op de voedselbeschikbaarheid in de binnendijkse gebieden. Zowel de kwak als de blauwe reiger kunnen in de wijde omtrek van hun broedplaats foerageren. In oudere wilgenvloedbossen in de Hengforderwaarden en in de Duursche Waarden langs de IJssel hebben zich op meerdere plaatsen kolonies aalscholvers en blauwe reigers gevestigd, die in omvang toenemen (Gerritsen e.a., 1987; Den Held en Overkamp, 1990). Ook in de Lobberdense Waard in de Gelderse Poort heeft zich een kleine aalscholverkolonie gevestigd (Helmer e.a., 1990), alsmede langs de Waal bij Haaften (Boudewijn e.a., 1989). Bij een verdere ontwikkeling van de zachthoutooibossen in het Nederlandse rivierengebied zijn broedgevallen van visarend en zwarte wouw, die zijn broedgebied in noordwestelijke richting uitbreidt (Cramp en Simmons, 1980), niet uit te sluiten (Duel e.a., 1988; Goutbeek, 1989; Helmer e.a., 1990). De aalscholver en visarend zijn voor hun voedsel gebonden aan visrijk open water.

Groep: bruine kiekendief

Hiertoe behoren vogels die in moerassen broeden, met name in moerassen met overjarig riet. Kenmerkende soorten zijn ondermeer bruine kiekendief, roerdomp, purperreiger, woudaapje, rietzanger, snor, grote karekiet, kleine karekiet, baardmannetje, waterral, grauwe gans en rietgors. Deze groep van vogels zijn kwetsbaar voor hoogwaters tijdens het broedseizoen: nesten en eieren kunnen wegspoelen, nestjongen kunnen verdrinken etc. De op de grond broedende soorten zijn het meest kwetsbaar, zoals de reigersoorten. Het optimale habitat van het zeldzame woudaapje wordt vooral in moerasgebieden aangetroffen, waar de overgang van riet met wilgen naar open water veelvuldig aanwezig is. Het betreft meestal oude rivierstrangen en tichelgatcomplexen, nu en dan wielen (Van den Bergh e.a., 1979). Het betrekkelijk zeldzame voorkomen van deze soort in een ogenschijnlijk gunstig habitat als het Oude Rijnstrangengebied bij Zevenaar wordt volgens Van den Bergh e.a. (1979) veroorzaakt door grote wisselingen in de waterstand. Een verklaring voor dit verschijnsel wordt gezocht in het feit dat het woudaapje een vast nest maakt in moerasvegetatie, waardoor bij sterk stijgende waterstanden in het broedseizoen het broedsel verloren gaat. De roerdomp, die in het betreffende gebied wel talrijk is, maakt een drijvend nest (Bauer en Glutz, 1966). Of het broedsel van de roerdomp daardoor minder kwetsbaar is voor zomerhoogwaters is niet bekend.
De vestiging van de purperreiger in het Zwarte Meer in de vijftiger jaren wordt naast een toename van de verlanding als gevolg van de verzoeting van het water mede toegeschreven aan de vermindering van hoge waterstanden na de afsluiting van de Zuiderzee, waardoor de levenskansen

voor grondbroeders in moerassen groter werden (Gerritsen en Lok, 1986).

Groep: grutto
Tot deze groep behoren vogelsoorten die in natte en vochtige graslanden broeden, zoals grutto, kwartelkoning, gele kwikstaart, kemphaan, watersnip, tureluur, zomertaling, slobeend, graspieper. Voorjaarsinundaties kunnen gunstige broedomstandigheden in de hand werken. Van grutto, zomertaling en kwartelkoning is bekend, dat deze soorten na hoge rivierstanden in het voorjaar hoge dichtheden in drassige hooilanden kunnen bereiken (Van den Bergh e.a., 1979). Weidevogels kunnen zowel in bekade uiterwaarden als in onbekade uiterwaarden in hoge dichtheden voorkomen. De nesten van weidevogels in onbekade uiterwaarden zijn meer kwetsbaar voor zomerhoogwaters dan in bekade uiterwaarden. Door zomerhoogwaters zullen legsels verloren gaan en nestjongen verdrinken. De kwetsbaarheid is afhankelijk van de tijdstip waarop de zomerhoogwaters optreden in relatie tot de broedperiode. Zo broedt de kwartelkoning pas in juni. Hoogwaters in het vroege voorjaar hebben dus een positieve invloed op de broedomstandigheden van de weidevogels en hoogwaters in de zomermaanden kunnen het broedsucces van de weidevogels sterk reduceren.

Groep: blauwborst
Deze groep bestaat uit vogelsoorten die in wilgenbossen en -struwelen broeden, zoals blauwborst, buidelmees, sprinkhaanrietzanger, bosrietzanger, kwak, staartmees, nachtegaal, spotvogel, tuinfluiter, fitis.
Voor soorten die de nesten op de grond of laag boven de grond bouwen (zoals blauwborst en bosrietzanger) zijn de wilgenbossen op de rivieroever een minder geschikte broedplaats. Van deze soorten zijn de nesten het meest kwetsbaar voor hoogwaters.

Groep: visdief
Tot deze groep behoren broedvogels van rivierstranden, zoals visdief, kleine plevier, bontbekplevier, kluut en oeverloper. Het broedbiotoop van deze vogelsoorten die hun nesten bij voorkeur op zandige oevers of in pionier-vegetaties situeren, heeft in het rivierengebied een tijdelijk karakter. Hiervan zijn momenteel strandplevier en oeverloper zeldzame broedvogels in het rivierengebied.
Door een vergroting van de dynamiek in de uiterwaarden kan het aanbod en de oppervlakte geschikt broedhabitat voor deze soorten toenemen. Inherent aan deze dynamiek zijn de onvoorspelbaarheid van de broedlokaties en sterke jaarlijkse aantalsfluctuaties. Een van de voorwaarden voor het succesvol broeden van bovengenoemde soorten is een geringe toegankelijkheid (weinig betreding) van de broedterreinen.

Voor visdief en kokmeeuw vormen geïnundeerde uiterwaarden tijdelijk geschikte broedplaatsen.

Groep: bosuil
Tot deze groep behoren bosbewoners die in boomholten broeden, zoals bosuil, grote bonte specht, kleine bonte specht, boomkruiper, boomklever, holenduif, bonte vliegenvanger, gekraagde roodstaart, glanskop en brilduiker. In het rivierengebied zullen deze soorten vooral in hardhoutooibossen voorkomen. De nestlokaties en voedselbeschikbaarheid van soorten uit deze groep is in het algemeen weinig kwetsbaar voor zomerhoogwaters.
Langs de IJssel zijn ook de eerste broedgevallen van brilduikers bekend (SOVON, 1987; Den Held en Overkamp, 1990). Door het ouder worden van de wilgenvloedbossen in de uiterwaarden ontstaat in toenemende mate een geschikt broedbiotoop voor deze eendesoort, die in holle bomen broedt in de nabijheid van meren en rivieren (Cramp en Simmons, 1977).

Groep: buizerd
Deze groep bestaat uit buizerd, sperwer, havik, ransuil, zwarte kraai, boomvalk, zwarte ooievaar, schreeuwarend en zeearend. In het rivierengebied zijn de hardhoutooibossen het broedbiotoop van deze vogelsoorten. De zwarte ooievaar, schreeuwarend en zeearend kenmerkende soorten van ooibossen, die momenteel in het Nederlandse rivier-ecosysteem ontbreken. De nestlokaties van soorten uit deze groep zijn niet kwetsbaar voor zomerhoogwaters. In perioden van hoogwater kan de buitendijkse voedselbeschikbaarheid voor deze soorten echter verminderen. Onder die omstandigheden zijn ze dan geheel aangewezen op de voedselbeschikbaarheid in binnendijkse gebieden.

Groep: porseleinhoen
Kenmerkende soorten van deze groep zijn porseleinhoen, klein waterhoen, kleinst waterhoen, waterral, waterhoen, wintertaling, kuifeend en tafeleend. Het zijn vogelsoorten die in oevervegetatie of in ondergelopen graslanden broeden. Door het optreden van hoogwaters in het voorjaar kunnen ralachtigen zoals waterral en porseleinhoen in het rivierengebied opvallend talrijk voorkomen. In hooilanden, die ten gevolge van hoge rivierstanden in mei en juni gedeeltelijk onder water staan, treedt de porseleinhoen soms explosief op, zoals na de zomerhoogwater van 1983 (Van den Bergh e.a., 1979; SOVON, 1987).

Groep: steenuil
Tot deze groep behoren ondermeer steenuil, torenvalk, grasmus, ekster, koekoek, braamsluiper, kneu en geelgors. In

het rivierengebied broeden deze vogelsoorten in meidoornstruwelen en -hagen en houtwallen en kleine boomgroepen. De broedplaatsen liggen vooral in de hogere delen van de uiterwaard in (kleinschalige) agrarische cultuurlandschappen. Ze zijn hierdoor relatief weinig kwetsbaar voor hoogwaters.

Groep: kwartel
Kenmerkende soorten van deze groep zijn kwartel, patrijs, gele kwikstaart, veldleeuwerik, grauwe gors en paapje. Ze broeden vooral in hooilanden op de hogere delen van de uiterwaard. Ze zijn daardoor minder kwetsbaar voor hoogwaters dan soorten uit de groep grutto die vooral in de lager gelegen graslanden broeden.

Groep: fuut
De groep bestaat uit fuut, dodaars en zwarte stern. Ze broeden langs de oevers of op de watervegetatie (zwarte stern). Bij wisselende waterstanden in de broedtijd kunnen er voor de fuut en dodaars die de nesten in de oever-vegetatie bouwen, problemen ontstaan (Van den Bergh e.a., 1979; Gerritsen en Lok, 1986). Hoge rivierstanden kunnen voor de zeldzame en bedreigde zwarte stern het wegspoelen van de nesten tot gevolg hebben (Van den Bergh e.a., 1979). De zwarte stern broedt zowel binnen- als buitendijks in kolken, kleigaten en verlande rivierlopen vaak op krabbescheer (Gerritsen en Lok, 1986), maar ook op drijvende planteresten zoals wortelstokken van gele plomp. Krabbescheervegetaties komen vooral tot ontwikkeling in wateren die zelden in direct contact staan met de rivier (<< 20 dagen per jaar). Vegetaties met gele plomp komen vooral tot ontwikkeling in wateren die minder dan 20-40 dagen in direct contact staan met de rivier. Door verhoging van de rivierdynamiek zullen de krabbescheervegetaties en vegetaties met gele plomp verdwijnen, waardoor er geen broedgelegennheid meer zal zijn voor de zwarte stern.

4.3.4 Zoogdieren

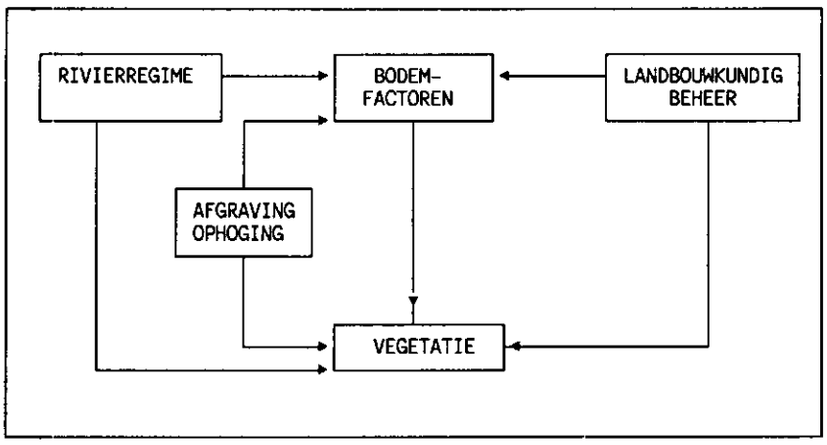
Onderzoek naar het voorkomen van zoogdieren in uiterwaarden in relatie tot periodieke overstromingen is niet bekend. Gerritsen e.a. (1987) suggereren dat de uiterwaarden door de regelmatige overstromingen een extreem milieu vormen, waarin met name de kleine zoogdieren de ondergelopen delen opnieuw moeten koloniseren. Alleen op de hoogste delen zoals de dijken en rivierduinen kan zich een permanente populatie handhaven. Hoe snel een mogelijke herkolonisatie door diverse soorten geschiedt, in welke volgorde de diverse deelbiotopen worden bezet en of de frequentie van de overstromingen van invloed is op de populatiegrootte, zijn in dit verband belangrijke onderzoeksvragen.

Bij overstromingen zijn de minder mobiele soorten en de slechte zwemmers kwetsbaar voor verdrinking. Verhoging van de dynamiek in de uiterwaarden zal vooral bij zomer-inundaties betekenen dat de lagere gelegen delen minder geschikt worden als leefgebied voor kleine zoogdieren. Door de grotere mobiliteit en een goed zwemvermogen kunnen met name kleine marterachtigen de verliezen als gevolg van zomerhoogwaters beperken. Na inundaties zijn deze soorten in staat de droogvallende uiterwaarden weer snel te bevolken.

5
Een methode voor voorspelling van de veranderingen in de vegetatie

5.1. INLEIDING

Voor het verkrijgen van inzicht in de ecologische veranderingen die kunnen optreden in de uiterwaarden als gevolg van beheers- en inrichtingsmaatregelen is een eenvoudige methode ontwikkeld om deze veranderingen te voorspellen.
Deze methode is ontleend aan een simulatietechniek die gebruik maakt van matrixmodellen. Een dergelijke methode is ondermeer gebruikt bij het voorspellen van de effecten van bepaalde beheersmaatregelen op de vegetaties in de Biesbosch (Saris en Gordijn, 1985). Ook bij de in dit rapport gepresenteerde methode staat de voorspelling van de veranderingen in de vegetatie centraal. Immers de veranderingen in het abiotisch milieu (bodem, grondwaterstand, overstromingsduur e.d.) en in het terreinbeheer komen tot uitdrukking in de vegetatie (*figuur 5.1*). De veranderingen in de fauna kunnen worden gerelateerd aan de veranderingen in de vegetatie, omdat het voorkomen van dieren voor een belangrijk deel samenhangt met de aanwezigheid van een bepaald vegetatietype of combinaties van vegetatietypen. De vegetatie bepaalt bovendien de ruimtelijke structuur in de uiterwaarden en hiermee ook de betekenis voor diersoorten als ecologische infrastructuur (Jongman en Leemans, 1982).
De factoren die van invloed zijn op de ontwikkeling van een vegetatietype worden standplaatsfactoren genoemd.



Figuur 5.1. Eenvoudig schema van factoren die van invloed zijn op de vegetatie in de uiterwaarden.

Veranderingen in de waarde van de standplaatsfactoren kunnen leiden tot veranderingen in de soortensamenstelling van de vegetatie. Het model voorspelt dus de veranderingen in de vegetatie als gevolg van veranderingen in de waarden van de standplaatsfactoren die optreden als gevolg van bepaalde inrichting- en beheersmaatregelen. In deze studie gaat het hierbij in de eerste plaats om de veranderingen in de overstromingsduur en -frequentie als gevolg van maatregelen die betrekking hebben het vergroten van de rivierdynamiek in de uiterwaard en veranderingen in de hoogteligging. Ook de veranderingen in de vegetatie als gevolg van maatregelen die betrekking hebben op het vegetatiebeheer worden in deze studie in beschouwing genomen.
De kwaliteit van het rivierwater kan eveneens van invloed zijn op de ontwikkeling van vegetaties in de uiterwaarden. Voor de watervegetaties in het rivierengebied is dit onderzocht door Maenen (1989). Over de invloed van de kwaliteit van het rivierwater op de terrestrische vegetaties in de uiterwaarden is weinig bekend. De invloed van de waterkwaliteit op de vegetatie is in het kader van dit project niet onderzocht en daardoor ook niet in het voorspellingsmodel opgenomen.

In dit hoofdstuk wordt eerst de structuur van het matrixmodel in het kort beschreven. Vervolgens worden de in het voorspellingsmodel opgenomen vegetatietypen met de daarbij behorende standplaatsfactoren beschreven. Een uitwerking het voorspellingsmodel sluit dit hoofdstuk af.

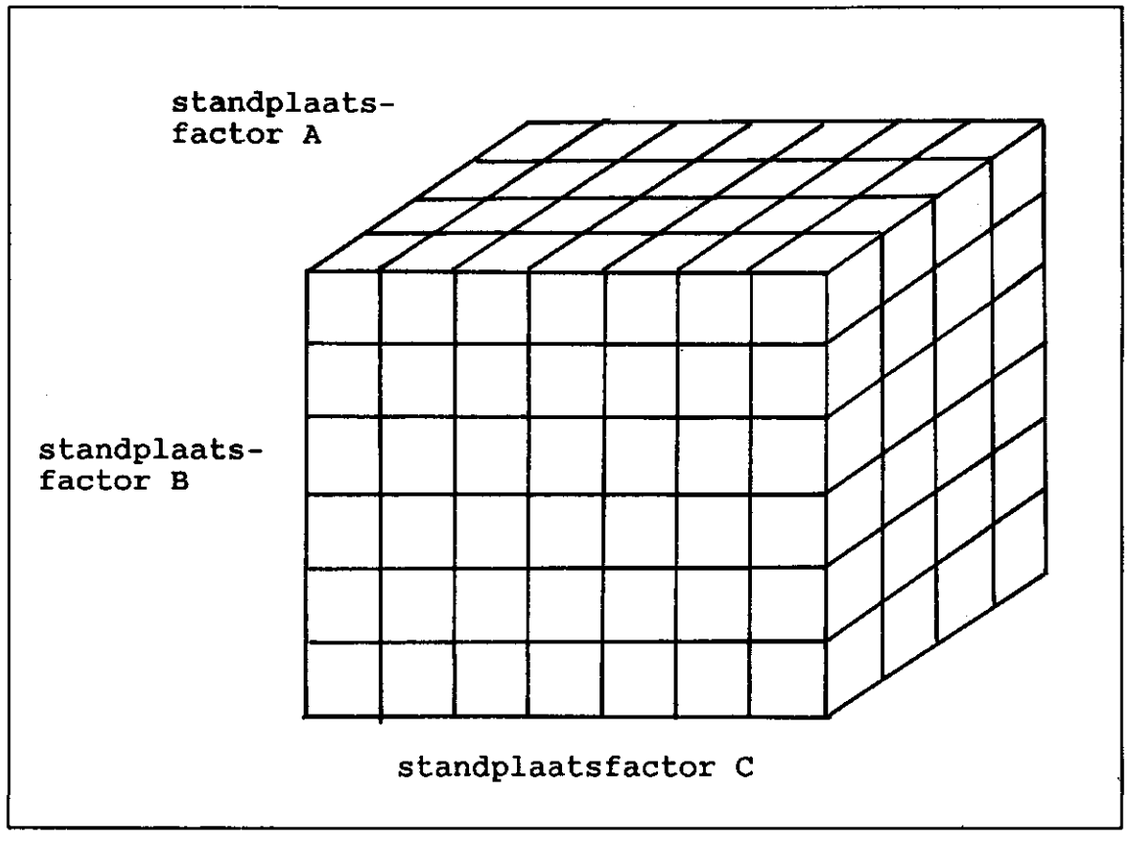
5.2. HET MATRIXMODEL

5.2.1. De structuur van het model

De voorspelling van de vegetatie-ontwikkeling als gevolg van bepaalde inrichtings- of beheersmaatregelen geschiedt aan de hand van een methode die gebruik maakt van de matrix-simmulatietechniek. Daartoe zijn standplaatsfactoren ingedeeld in een aantal klassen. De standplaatsfactoren worden gecombineerd tot een matrix waarin iedere standplaatsfactor een dimensie-as vormt en iedere klasse-combinatie een matrix-eenheid (zie *figuur 5.2*). Bij iedere matrix-eenheid behoort één vegetatie-eenheid. De matrix-eenheden behorende bij een bepaalde vegetatie-eenheid kunnen worden beschouwd als een beschrijving van het standplaats-type van de desbetreffende vegetatie-eenheid.

De factor tijd is een belangrijke variabele in de voorspelling van de effecten van bepaalde maatregelen op de vegetatie. De ontwikkeling van de ene vegetatietype naar de andere geschiedt niet van de ene op de andere dag. Dit is weer van veel factoren afhankelijk. Over de ontwikkelingstijden van vegetatietypen in het rivierengebied zijn weinig onderzoeksgegevens bekend. Daarom is de factor tijd niet in

het voorspellingsmodel opgenomen. Het gepresenteerde matrixmodel geeft dus een voorspelling van de potentiële vegetatie die (na verloop van tijd) tot ontwikkeling komt als gevolg van inrichtings- of beheersmaatregelen.



Figuur 5.2. Een schema van een willekeurig driedimensionaal matrixmodel

5.2.2. De inhoud van het model

Het doel van het matrixmodel is het voorspellen van de effecten op de vegetatie van de volgende maatregelen:
a) het vergroten van de rivierdynamiek in de uiterwaarden door het verlagen, slechten of verplaatsen van zomerkaden;
b) extensiveren of staken van landbouwkundig beheer
c) verhogen (natuurbouw) of verlagen (compensatie hydraulische weerstand) van delen van de uiterwaard.

De vegetatiezonering in de uiterwaarden wordt voor een belangrijk deel bepaald door het rivierregime (zie ook hoofdstuk 4). De invloed van het rivierregime op de vegetatie kan zowel direct zijn als via de beïnvloeding van bodemfactoren verlopen. Het rivierregime is door

sedimentatie en erosie van invloed op de bodemsamenstelling en de bodemhoogte van de uiterwaard. De frequentie, duur en tijdstip van overspoeling door rivierwater is afhankelijk van de hoogteligging en de mate waarin delen van de uiterwaarden min of meer zijn geïsoleerd van de rivier door natuurlijke oeverwallen of door kaden. De invloed van het rivierpeil op de vegetatie via het grondwater is afhankelijk van de hoogteligging, de doorlatendheid van de ondergrond en de afstand tot de rivier.
Ook het landbouwkundig beheer is van invloed op het voorkomen van vegetatietypen in de uiterwaard.

Voor het voorspellen van de veranderingen in de vegetatie door inrichtings- en beheersmaatregelen zijn gegevens nodig over factoren die van invloed zijn op het voorkomen van vegetatietypen en door één of meerdere bovengenoemde maatregelen worden beïnvloed.

De standplaatsfactoren kunnen worden onderscheiden gemaakt in operationele factoren en conditionerende factoren. Operationele factoren zijn factoren die direct inwerken op de fysiologische processen van de plant. Conditionerende factoren zijn factoren die indirect op de plant inwerken doordat deze factoren condities scheppen voor één of meerdere operationele factoren. Voorbeelden van operationele factoren zijn de zuurstofvoorziening en de nutriëntenbeschikbaarheid in de wortelzone van de bodem. De inundatieduur die de zuurstofvoorziening en de nutriëntenbeschikbaarheid beïnvloedt, is een conditionerende factor.

Vanwege het dynamische karakter van de milieu-omstandigheden in het rivierengebied en hierdoor ook de voortdurende veranderingen in de waarden van de operationele factoren is gekozen voor conditionerende factoren. Hierbij is tevens rekening gehouden met de beschikbaarheid van de informatie: er zijn relatief veel correlatieve gegevens beschikbaar over het voorkomen van vegetatietypen en conditionerende factoren.

In het voorspellingsmodel zijn de volgende relaties met vegetatietypen opgenomen:
a) geomorfologie: clustering van tal van bodemfactoren zoals bodemsamenstelling, hoogteligging, grondwaterhuishouding, nutriëntenbeschikbaarheid etc.
b) substraat: grondwaterhuishouding, nutriëntenbeschikbaarheid
c) hoogteligging: overstromingsduur, -frequentie
d) isolatie t.o.v. de rivier: overstromingsduur, -frequentie
e) vegetatiebeheer: begrazingsdruk, maaibeheer, bemestingsintensiteit.

5.2.3 De input en output van het model

Voor een voorspelling van de veranderingen in de vegetatie als gevolg van bepaalde inrichtings- en beheersmaatregelen zijn van de desbetreffende lokatie gegevens nodig over de geomorfologie, het substraat, de hoogteligging, de mate van isolatie en vegetatiebeheer. Ook gegevens van de huidige vegetatie zijn nodig om te kunnen zien welke veranderingen in de vegetatie optreden. Ook gegevens over de invloed van inrichtings- en/of beheersmaatregelen op de conditionerende factoren zijn van belang.
Voor het voorspellen van de veranderingen in de vegetatie in een uiterwaard zijn van de conditionerende factoren en van de huidige vegetatie overzichtelijke, gebiedsdekkende basisgegevens nodig. Een handig hulpmiddel voor het opslaan van gebiedsdekkende gegevens is een geografisch informatiesysteem (GIS). Een dergelijk systeem zal dan moeten worden gekoppeld aan het voorspellingsmodel. De input van het voorspellingsmodel is dan afkomstig van het GIS en de uitkomst van het model kan vervolgens weer in het GIS worden opgeslagen.

Van een groot aantal uiterwaarden zijn gedetailleerde vegetatiegegevens aanwezig. Deze gegevens zijn veelal ingetekend op basiskaarten met een schaal van 1:5000 om ook het complexe patroon van vegetatietypen als gevolg van sterke afwisseling in reliëf, bodemtypen en overstromingsduur overzichtelijk op kaart te verkrijgen (zie Jongman en Leemans, 1982). Door vereenvoudigingen in de typologie van vegetaties worden veelal de belangrijkste vegetatietypen op kaarten met een schaal van 1:10.000 of 1:25.000 weergegeven. De hoogten in de uiterwaarden ten opzichte van NAP zijn op rivierkaarten van de Meetkundige Dienst van Rijkswaterstaat gedetailleerd weergegeven (schaal 1:5000). De hoogten zijn afgerond naar eenheden van 5 cm. In het WAQUA-model (zie hoofdstuk 6) zijn de bodemhoogten opgeslagen in rastercellen van 50 x 50 m.
Voor de geomorfologie van de uiterwaarden is een kaart met een schaal van 1:25.000 beschikbaar (De Soet, 1976). Door Stiboka zijn de bodemgegevens gekarteerd op een schaal van 1:50.000.

De modelberekeningen hebben betrekking op een gebied van een bepaalde grootte. Gezien de kaartschaal van gebiedsdekkende gegevens heeft de toepassing van het model betrekking op gebiedseenheden van 50 x 50 m (de matrix-eenheid). De presentatie van de resultaten van het model kan geschieden aan de hand van kaartbeelden op schaal van 1:5000 tot 1:25.000.

5.3. VEGETATIETYPEN IN RELATIE TOT MILIEU- EN BEHEERSKENMERKEN.

5.3.1 Overzicht van vegetatietypen

Een groot aantal vegetatietypen kan worden onderscheiden. In hoofdstuk 2 zijn verschillende vegetatietypen beschreven die behoren tot het gehanteerde referentiebeeld van het Rijnsysteem. In hoofdstuk 3 zijn in het kort de vegetatietypen beschreven die momenteel in het rivierengebied worden aangetroffen. De relatie tussen deze vegetatietypen en rivierdynamiek is uitvoerig beschreven in hoofdstuk 4.
Van de in de vorige hoofdstukken in beschouwing genomen vegetatietypen worden in deze paragraaf de relaties met de onderscheiden milieu- en beheerskenmerken beschreven.
Om praktische redenen is bij de indeling van vegetatietypen zoveel mogelijk aansluiting gezocht bij reeds gehanteerde indelingen van vegetatietypen in het rivierengebied (Jongman en Leemans, 1982; Janse, 1986; Gerritsen e.a., 1987; Van de Steeg, 1990). Een beschrijving van de vegetatietypen is opgenomen in BIJLAGE 1.
Kleinschalige vegetatietypen en vegetatietypen die in zeer speciale milieus voorkomen zijn niet in de beschrijving opgenomen. In een matrix-eenheid wordt slechts één vegetatietype opgenomen, namelijk degene die in de matrix-eenheid het grootste ruimtebeslag heeft. Kleinschalige vegetatietypen vallen hierdoor vrijwel altijd uit de boot. Vegetatietypen van specifieke milieus zijn niet in beschouwing genomen om het voorspellingsmodel vooralsnog zo eenvoudig mogelijk te houden.

Ooibossen
(Bh) essen-iepenbossen: hardhoutooibossen opgebouwd uit vooral gladde iep, es en zomereik.
(Bp) bossen met zwarte populieren.
(Bw) wilgenbossen, zachthoutooibossen waarvan de boomlaag vrijwel uitsluitend uit schietwilg bestaat.

Struwelen
(Sw) wilgenstruwelen, die worden gekenmerkt door amandelwilg en katwilg.
(Sm) meidoornstruwelen, die worden gekenmerkt door eenstijlige meidoorn en sleedoorn.

Ruigten
(Rw) warkruidruigten, natuurlijke sluiergemeenschappen met groot warkruid, grote brandnetel en haagwinde.
(Rd) dauwbraamruigten, door dauwbraam gedomineerde ruigten.
(Rb) brandnetelruigten, door grote brandnetel gedomineerde ruigten.
(Rp) poelruitruigten, moerasruigten die gekenmerkt worden door poelruit, moeraskruiskruid, gewone wederik en in

de uiterwaarden van de benedenrivieren ook door moeras-spirea en grote valeriaan.

Graslanden
De beweidings- en bemestingsdruk en standplaatsfactoren zoals vocht- en kalkgehalte van de bodem en de frequentie en duur van overstroming in het groeiseizoen hebben een grote invloed op de floristische samenstelling van de graslanden. Er is op grond van de floristische samenstelling een onderscheid gemaakt in:

(Gd) droge stroomdalgraslanden: soortenrijke graslanden op hoog gelegen kalkrijk zandig substraat. Karakteristiek zijn ondermeer sikkelklaver, zachte haver en veldsalie.
(Gg) glanshavergraslanden: soortenrijke hooilanden van kalkhoudende en vochtige bodems. Kenmerkende soorten zijn ondermeer Frans raaigras, goudhaver en groot streepzaad.
(Gv) graslanden met grote vossestaart: door grote vossestaart gedomineerde hooilanden.
(Gk) kweekgraslanden: door kweek gedomineerde graslanden.
(Gc) kamgrasweiden: intensief agrarisch gebruikte graslandvegetaties met ondermeer kamgras, veldgerst en veldzuring.
(Gb) beemdgrasweiden: soortenarme zeer intensief beweide en bemeste graslanden; door ruw beemdgras gedomineerde graslanden.
(Gn) graslanden met geknikte vossestaart: laaggelegen graslanden die worden gedomineerd door geknikte vossestaart, fioringras en kruipende boterbloem.

Moerasvegetaties
Door de voedselrijke condities en onbeperkte vochtvoorziening zullen de moerasvegetaties op veel plaatsen gedomineerd worden door één soort en wel die soort die de meeste concurrentiekracht bezit onder de ter plaatse overheersende omstandigheden. Door de abiotische milieucondities van plaats tot plaats sterk kunnen verschillen, kunnen in het rivierengebied een groot aantal soortenarme moerasvegetatietypen worden onderscheiden. Zo ontstaat in bekade uiterwaarden door verschillen in concurrentiekracht voor de waterhuishouding een zonering van moerasvegetaties op oevers van oude rivierlopen met riet op de hoogste delen, kleine lisdodde op een lager niveau en mattenbies op de laagste delen.
Vooralsnog is de indeling van de moerasvegetaties beperkt tot onderstaande typen.

(Mr) rietmoerassen: moerasvegetaties langs oevers en in uiterwaardkommen die worden gedomineerd door riet.
(Mt) vegetaties met kleine lisdodde: oevervegetaties met kleine lisdodde en mattenbies.
(Mp) rietgrasvegetaties: moerasvegetaties gedomineerd door rietgras; optimaal in onbekade uiterwaarden.

(Mc) vegetaties met scherpe zegge: vegetaties op rivieroevers en langs wateren in onbekade uiterwaarden die gedomineerd worden door scherpe zegge.
(Mg) liesgrasvegetaties: door liesgras gedomineerde vegetaties; optimaal in bekade uiterwaarden.
(Mw) vegetaties met gele waterkers: vegetaties van droogvallende oevers die worden gekarakteriseerd door gele waterkers en watertorkruid.
(Mk) kalmoesvegetaties: door kalmoes gedomineerde vegetaties in ondiep water van sterk geïsoleerde oude rivierlopen.
(Mn) naaldwaterbiesvegetaties: door naaldwaterbies gedomineerde vegetatie op drooggevallen slik- en kleioevers.

Pioniervegetaties
Onder deze groep zijn vegetaties gerekend die bestaan uit kort levende pioniersoorten. Deze vegetaties worden vooral aangetroffen op droogvallende rivieroevers, maar ook op oevers van zandwinputten en oude rivierlopen die in open verbinding staan met de rivier.
Op basis van dominatie van één of twee soorten kan een groot aantal pioniervegetaties worden onderscheiden (zie Van de Steeg, 1990).

(Pg) ganzevoetvegetatie: door rode en zeegroene ganzevoet gedomineerde vegetaties op zandig substraat.
(Ps) slijkgroenvegetaties: door slijkgroen gedomineerde vegetaties op slikkig substraat.
(Pt) tandzaadvegetaties: pioniervegetaties gekenmerkt door soorten als waterpeper, zwart tandzaad en driedelig tandzaad op stenig substraat.
(Pz) vegetaties met zwarte mosterd: pioniervegetaties met ondermeer zwarte mosterd en reukloze kamille op zandig substraat.

Watervegetaties
(Ww) watergentiaanvegetaties: door watergentiaan gedomineerde vegetaties.
(Wp) vegetaties met gele plomp: watervegetaties gekenmerkt door gele plomp, waterlelie en fonteinkruiden.
(Wf) vegetaties met glanzig fonteinkruid: watervegetaties gedomineerd door grote fonteinkruiden als glanzig fonteinkruid en doorgroeid fonteinkruid.
(Wk) kikkerbeetvegetaties: vegetaties met kikkerbeet, gedoornd hoornblad en gewoon sterrekroos.
(Wz) zannichelliavegetaties: watervegetaties van zannichellia en schedefonteinkruid.
(Wr) rivierfonteinkruidvegetaties: watervegetaties met rivierfonteinkruid.
(Ws) schedefonteinkruidvegetaties: watervegetaties gedomineerd door schedefonteinkruid.

5.3.2 De geomorfologie

Er bestaat een correlatie tussen de geomorfologie (terreintypen) en het voorkomen van vegetatietypen, omdat in de geomorfologie tal van standplaatsfaktoren zijn ondergebracht: zoals reliëf, bodemsamenstelling, hoogteligging, grondwaterhuishouding, overstromingsduur en -frequentie en dergelijke. Zo kan het voorkomen dat bepaalde vegetatietypen geheel of voor een belangrijk deel beperkt zijn tot één of twee geomorfologische elementen in de uiterwaard.
In het voorspellingsmodel is een volgende indeling van geomorfologische elementen gemaakt:

(1) rivier (RIV)
(2) rivieroever (OEV)
(3) oeverwal (WAL)
(4) rivierduin (DUN)
(5) uiterwaardkom (KOM), inclusief richels en geulen
(6) oude rivierloop en oever (STR)
(7) wielen, kolken en oever (KOL)
(8) kleiputten en oever (PUT)
(9) zandwinplassen en oever (ZPL)
(10) zomerkaden en bandijken (KAD)

Tabel 5.1 geeft een overzicht van het voorkomen van vegetatietypen in relatie tot geomorofologische elementen.

5.3.3. Het substraat

Kenmerken van het substraat zijn voor veel planten van groot belang, met name het vochtgehalte, zuurstofgehalte en nutriëntenbeschikbaarheid. Het vochtgehalte wordt bepaald door de overstromingsduur, grondwaterstand en vochtvasthoudend vermogen van het substraat. Aanvoer van nutriënten vindt plaats door overspoeling met eutroof rivierwater en door bemesting. Op hoge zandige plaatsen kan in perioden waarin geen hoogwater optreedt, nutriëntengebrek optreden.
Zandige bodems ontwateren sneller na inundatie en warmen sneller op door een geringer vochtvasthoudend vermogen. Lage zandige bodems zijn gevoelig voor erosie en vormen daardoor een instabieler milieu dan lage kleibodems. Kleibodems houden het water beter vast door hun hoge lutumgehalte en fijnere korrelsamenstelling. Daarnaast zijn kleibodems mineraalrijker en dus ook kalkrijker dan zandbodems. Droogteminnende stroomdalvegetaties worden daarom aangetroffen op dijken en hoge zandige delen van de uiterwaard en veel minder op de kleigronden in de uiterwaardkom. Lage zandige oevers dragen vaak pioniervegetaties die zich na overstroming (al dan niet gepaard met erosie of zanddepositie) snel opnieuw kunnen vestigen of zich kunnen handhaven bij extreme uitdroging van de bodem.

Tabel 5.1. Een overzicht van het voorkomen van vegetatietypen in het rivierengebied in relatie tot geomorfologische elementen: x = optimaal, (x) = niet optimaal of onduidelijk, b = optimaal in benedenloop.

vegetatietype	geomorfologisch element									
	RIV	OEV	WAL	DUN	KOM	STR	KOL	PUT	ZPL	KAD
essen-iepenbossen (Bh)			x	x	x					
bossen met zwarte populier (Bp)		x	x							
wilgenbossen (Bw)		x				(x)		(x)		
wilgenstruwelen (Sw)		(x)				x		x		
meidoornstruwelen (Sm)			x	x	x					
warkruidruigten (Rw)			x							(x)
dauwbraamruigten (Rd)		x								x
brandnetelruigten (Rb)			x	x	x					x
poelruitruigten (Rp)						x	x	x		
droge stroomdalgraslanden (Gd)			x	x	(x)					x
glanshavergraslanden (Gg)			x	(x)	x					x
graslanden met grote vossestaart (Gv)			(x)		x					x
kweekgraslanden (Gk)		x	x	x	x					
kamgrasweiden (Gc)			x		x					x
beemdgrasweiden (Gb)			x		x					x
graslanden met gekn. vossestaart (Gn)		(x)			x					x
rietvegetaties (Mr)		b			x	x	x	x	x	
vegetaties met kleine lisdodde (Mt)						x		x		
rietgrasvegetaties (Mp)		x			x	x	x	x	x	x
vegetaties met scherpe zegge (Mc)		x				x		x		x
liesgrasvegetaties (Mg)					(x)	x	x	x		
vegetaties met gele waterkers (Mw)					(x)	x		x		
kalmoesvegetaties (Mk)						x	x	x		
naaldwaterbiesvegetaties (Mn)								x	x	
ganzevoetvegetaties (Pg)		x							x	
slijkgroenvegetaties (Ps)		x				x				
tandzaadvegetaties (Pt)		x								x
vegetaties met zwarte mosterd (Pz)			x						x	
watergentiaanvegetaties (Ww)						x		x		
vegetaties met gele plomp (Wp)						x	x	x		
vegetaties met gl. fonteinkruid (Wf)						x		x		
kikkerbeetvegetaties (Wk)						x		x		
zannichelliavegetaties (Wz)									x	
rivierfonteinkruidvegetaties (Wr)	b					x				
schedefonteinkruidvegetaties (Ws)	b					x				

Lage kleigronden vormen meer stabiele, permanent vochtige milieus die worden gevormd onder rustige omstandigheden. Hier worden vooral moerasvegetaties aangetroffen.
Voor het voorspellingsmodel is het substraat ingedeeld in de volgende klassen:
(A) zand
(B) zavel
(C) klei
(D) slik
(E) steen

Tabel 5.2 geeft een overzicht van het voorkomen van vegetatietypen in relatie tot het substraat.

Tabel 5.2. Een overzicht van het voorkomen van vegetatietypen in het rivierengebied in relatie het substraat: x = optimaal, (x) = niet optimaal, onduidelijk

vegetatietype	substraat				
	ZAND	ZAVEL	KLEI	SLIK	STEEN
essen-iepenbossen (Bh)	x	x	x		
bossen met zwarte populier (Bp)	x				
wilgenbossen (Bw)	x		x		
wilgenstruwelen (Sw)	x		x	x	
meidoornstruwelen (Sm)	x	x	x		
warkruidruigten (Rw)	x				x
dauwbraamruigten (Rd)	(x)				x
brandnetelruigten (Rb)	x	x	x		
poelruitruigten (Rp)			x		
droge stroomdalgraslanden (Gd)	x	x			
glanshavergraslanden (Gg)		x	x		
graslanden met grote vossestaart (Gv)		(x)	x		
kweekgraslanden (Gk)	x	x	x		
kamgrasweiden (Gc)		x	x		
beemdgrasweiden (Gb)		x	x		
graslanden met geknikte vossestaart (Gn)	(x)		x		
rietvegetaties (Mr)			x	x	
vegetaties met kleine lisdodde (Mt)			x	x	
rietgrasvegetaties (Mp)	x		x		x
vegetaties met scherpe zegge (Mc)			x	x	x
liesgrasvegetaties (Mg)			x		
vegetaties met gele waterkers (Mw)			x	x	
kalmoesvegetaties (Mk)				x	
naaldwaterbiesvegetaties (Mn)	x		x		
ganzevoetvegetaties (Pg)	x		(x)		
slijkgroenvegetaties (Ps)			x	x	
tandzaadvegetaties (Pt)	(x)				x
vegetaties met zwarte mosterd (Pz)	x				
watergentiaanvegetaties (Ww)			x		
vegetaties met gele plomp (Wp)				x	
vegetaties met glanzig fonteinkruid (Wf)					
kikkerbeetvegetaties (Wk)					
zannichelliavegetaties (Wz)	x				
rivierfonteinkruidvegetaties (Wr)			x		x
schedefonteinkruidvegetaties (Ws)			x		x

5.3.4 De hoogteligging

In de vorming van vegetatiezonering in uiterwaarden is de hydrologie in belangrijke mate bepalend, met name de hoogwaters in het groeiseizoen. In verschillende studies is een duidelijke correlatie gevonden tussen de vegetatiezonering en de overstromingsduur. Door De Graaf e.a. (1990) is de zonering in het Nederlandse rivierengebied nader gekwantificeerd.
De overstromingsfrequentie en -duur van een lokatie is gerelateerd aan de hoogteligging ten opzichte van NAP. Langs het riviertraject zal door het verval een verschuiving

optreden in de relatie overstromingsduur en hoogteligging. Met behulp van zogenaamde betrekkingslijnen kan deze verschuiving worden bepaald. Betrekkingslijnen geven de relatie weer tussen de waterstanden op diverse punten langs de rivier. Als referentiepunt voor de Boven-Rijn geldt de peilschaal van Lobith voor de Waal de Pannerdense Kop en voor de IJssel en de Neder-Rijn de IJsselkop. Van deze meetpunten is de overschrijdingsduur van de afvoer bekend alsmede de relatie tussen de afvoer en waterstanden. Hierdoor kan voor referentiepunten de overschrijdingsduur van waterstanden worden berekend. Via de betrekkingslijnen kan dit ook worden berekend voor de andere punten langs de rivier (zie BIJLAGE 2).
Een complicerende factor voor een analyse van de relatie tussen vegetatiezonering en overstromingsduur is de aanwezigheid van zomerkaden en natuurlijke drempels. In uiterwaarddelen gelegen achter een hoge drempel is de frequentie van overstroming minder dan in de niet geïsoleerde delen van de uiterwaard. In welke mate de overstromingsduur is veranderd, is afhankelijk van het komeffect (zie hoofdstuk 4).
Als maat voor de hoogteligging van vegetatiegrenzen ten opzichte van het rivierpeil is de overschrijdingsduur van de waterstanden van de rivier gehanteerd. De eventuele effecten van zomerkaden op de overstromingsduur en -frequentie zijn opgenomen in de factor isolatie (zie 5.3.5).
Aan de hand van de vegetatiezonering zijn de volgende klassegrenzen in de overschrijdingsduur van rivierpeilen onderscheiden:

klasse	gemiddelde overschrijdingsduur (dagen per jaar)	overschrijdingsduur mei-oktober 1983 (dagen)
a	< 5	< 5
b	5 - 20	5 - 12
c	20 - 50	12 - 45
d	50 - 75	45 - 50
e	75 - 100	50 - 60
f	100 - 150	60 - 80
g	150 - 250	80 - 135
h	> 250	> 135

In *tabel 5.3.* zijn voor de verschillende vegetatietypen de klasse(n) van overschrijdingsduur van rivierpeilen weergegeven.
In het gebied van de bovenrivieren bedraagt het hoogteverschil van de grenzen meer dan 50 cm, terwijl in het gebied van de benedenrivier is meer dan 20 cm is (zie BIJLAGE 2).
Langs de gestuwde Neder-Rijn bedraagt het hoogteverschil van de grenzen alleen van de klassen met een korte overschrijdingduur meer dan 20 cm. Door het stuwpeil vertonen grenzen

van de klassen met lange overschrijdingduur geen of slechts kleine verschillen in hoogteligging.
De invloed van langdurig stagnant rivierpeil op de vegetatie in de uiterwaard is niet in het voorspellingsmodel opgenomen.

5.3.5 Isolatie ten opzichte van de rivier

De mate van isolatie ten opzichte van de rivier is van invloed op de vegetatie-ontwikkeling. Zo is de ontwikkeling van water- en oevervegetaties in oude rivierlopen die in open verbinding staan met de rivier anders dan in oude rivierlopen die alleen bij extreme hoogwaters in direct contact staan met de rivier. De mate van isolatie wordt bepaald door de drempelhoogte van oeverwallen en of kaden.

De volgende isolatieklassen zijn onderscheiden:
- I: Geen isolatie: direct grenzend aan de rivier: rivieroever en aangrenzend deel van de oeverwal.
- II: Isolatie via lage drempel: uiterwaardkom staat meer dan 50 dagen per jaar in direct contact met de rivier; uiterwaardkom is gelegen achter lage oeverwal en/of zomerkade of staat via oude rivierloop in contact met de rivier.
- III: Isolatie via middelhoge drempel: uiterwaardkom staat gemiddeld 20-50 dagen per jaar in direct contact met de rivier; uiterwaardkom is gelegen achter middelhoge oeverwal en/of kade.
- IV: Isolatie via hoge drempel: uiterwaardkom staat minder dan 20 dagen per jaar in direct contact met de rivier; uiterwaardkom is gelegen achter hoge oeverwal en/of kade.

De hooggelegen (weinig overstroomde) vegetatietypen en overstromingstolerante vegetatietypen worden in meerdere isolatieklassen aangetroffen.
In *tabel 5.4* is het voorkomen van vegetatietypen in de uiterwaard is relatie tot de onderscheiden isolatieklassen weergegeven.

5.3.6. Het vegetatiebeheer

De ontwikkeling van de vegetatie in de uiterwaarden wordt naast overstroming ook in belangrijke mate bepaald door het gevoerde vegetatiebeheer. Momenteel beslaan graslanden een groot deel aan de totale oppervlakte in het rivierengebied. De vraag is nu: kunnen hardhoutooibossen ontstaan uit graslanden via aanpassing van het beheer?
Bij het staken van beweiding zullen graslanden verruigen. De ontstane ruigtevegetaties kunnen zich jarenlang handhaven voordat ooibossen tot ontwikkeling kunnen komen.

Tabel 5.3. Een overzicht van de relatie vegetatiezonering en hoogteligging in het rivierengebied. De hoogteligging is gerelateerd aan de overschrijdingsduur van waterstanden van de rivier. Klasse h omvat de watervegetaties. Deze zijn niet in de tabel opgenomen.

VEGETATIETYPE	OVERSCHRIJDINGSDUURKLASSE						
	a	b	c	d	e	f	g
essen-iepenbossen (Bh)	■	■	■				
bossen met zwarte populier (Bp)			■				
wilgenbossen (Bw)				■	■	■	
wilgenstruwelen (Sw)				■	■	■	
meidoornstruwelen (Sm)	■	■	■				
warkruidruigten (Rw)	■	■	■				
dauwbraamruigten (Rd)	■	■	■	■	■		
brandnetelruigten (Rb)	■	■	■	■			
poelruitruigten (Rp)					■	■	
droge stroomdalgraslanden (Gd)	■						
glanshavergraslanden (Gg)	■	■					
graslanden met grote vossestaart (Gv)			■				
kweekgraslanden (Gk)	■	■	■	■			
kamgrasweiden (Gc)	■	■					
beemdgrasweiden (Gb)	■	■	■				
grasl. met geknikte vossestaart (Gn)				■	■		
rietmoerassen (Mr)				■	■	■	■
vegetaties met kleine lisdodde (Mt)							■
rietgrasvegetaties (Mp)				■	■	■	
vegetaties met scherpe zegge (Mc)					■	■	
liesgrasvegetaties (Mg)						■	
vegetaties met gele waterkers (Mw)							■
kalmoesvegetaties (Mk)							■
naaldwaterbiesvegetaties (Mn)							■
ganzevoetvegetaties (Pg)						■	■
slijkgroenvegetaties (Ps)							■
tandzaadvegetaties (Pt)						■	■
vegetaties met zwarte mosterd (Pz)				■	■		

Tabel 5.4 Het voorkomen van vegetatietypen in de uiterwaard in relatie tot onderscheiden isolatieklassen: x = optimaal, (x) niet optimaal, onduidelijk, k = alleen optimaal in kleiputten, b = alleen optimaal in benedenloop

vegetatietype	isolatieklasse I	II	III	IV
essen-iepenbos (Bh)	x	x	x	x
bossen met zwarte populier (Bp)	x			
wilgenbossen (Bw)	x	(x)	k	k
wilgenstruwelen (Sw)	(x)	x	k	k
meidoornstruwelen (Sm)	x	x	x	x
warkruidruigten (Rw)	x			
dauwbraamruigten (Rd)	x	x	x	x
brandnetelruigten (Rb)		x	x	x
poelruitruigten (Rp)			x	x
droge stroomdalgraslanden (Gd)	x	x	x	x
glanshavergraslanden (Gg)	x	x	x	x
graslanden met grote vossestaart (Gv)		x	x	x
kweekgraslanden (Gk)	x	x	x	x
kamgrasweide (Gc)	x	x	x	x
beemdgrasweiden (Gb)	x	x	x	x
graslanden met gekn. vossestaart (Gn)	(x)	x	x	x
rietvegetaties (Mr)	b	x	x	x
vegetaties met kleine lisdodde (Mt)				x
rietgrasvegetaties (Mp)	x	x	(x)	(x)
vegetaties met scherpe zegge (Mc)	x	x		
liesgrasvegetaties (Mg)			x	x
vegetaties met gele waterkers (Mw)		x	(x)	(x)
kalmoesvegetaties (Mk)			x	x
naaldwaterbiesvegetaties (Mn)			x	x
ganzevoetvegetaties (Pg)	x	x		
slijkgroenvetetaties (Ps)	x	x		
tandzaadvegetaties (Pt)	x			
vegetaties met zwarte mosterd (Pz)	x	(x)		
vegetaties met gl. fonteinkruid (Wf)		x	x	x
watergentiaanvegetaties (Ww)		x	x	k
vegetaties met gele plomp (Wp)			x	x
kikkerbeetvegetaties (Wk)				x
zannichelliavegetaties (Wz)		b	x	x
schedefonteinkruidvegetaties (Ws)	b	x		
rivierfonteinkruidvegetaties (Wr)	b	x		

Verschillende onderzoekers stellen echter dat hardhout-ooibossen tot ontwikkeling kunnen worden gebracht via een extensief, periodiek onderbroken begrazingsbeheer, zogenaamde gestuurde extensieve begrazing (Vera, 1987; Knaapen en Rademakers, 1990; Helmer e.a., 1990). Hierdoor ontstaat lokaal een open grasmat waarin doornstruwelen kunnen kiemen en zich vestigen. Bij voldoende dichtheid groeien de struiken aaneen tot struwelen. In de beschutting van deze struwelen kunnen bomen zich vestigen en op den duur een bos vormen. Als voorbeeld van een dergelijke bosontwikkeling wordt het Borkener Paradies aan de Ems

genoemd. In hoeverre in een ontwikkeld hardhoutooibos actief beheer nodig of wenselijk is, is een onderwerp die volop in discussie is. Door Helmer e.a. (1990) wordt aangegeven dat ooibosontwikkeling via een periodiek extensief begrazingsbeheer alleen bij een lage bezetting aan grote grazers kan plaatsvinden: minder dan 1 volwassen grote grazer per 3-5 ha.
De hooggelegen delen van de uiterwaard worden het minst overstroomd en zijn daarom het meest geschikt voor landbouwkundig gebruik. Afhankelijk van het landbouwkundig gebruik ontwikkelen zich hooilanden of weilanden.
De lage delen van de uiterwaard zijn relatief nat en daardoor minder geschikt voor intensief landbouwkundig gebruik. Voor zover de bodem dit toelaat kan het laaggelegen terrein licht worden beweid.
Door ondermeer Sykora en Liebrand (1987) en Van Dijk (1990) is de invloed van vele beheersvormen op de ontwikkeling van graslandvegetaties onderzocht. Voor extensieve beweiding kan in veel gevallen worden volstaan met 3 droogstaande koeien per ha of 4-5 pinken per ha, maar op zandige uiterwaardpercelen ongeveer 2 koeien per ha gedurende een half jaar. Bij onbemeste hooiweiden op klei of zavel kan extensieve nabeweiding met 4-6 pinken per ha gedurende 6 weken plaats vinden (Van Dijk, 1990).

Tabel 5.5 geeft een overzicht van de invloed van terreinbeheer op de vegetatie in de uiterwaard. Onderscheiden zijn de volgende vormen van vegetatiebeheer:
a. passief beheer (niets doen) of gestuurde extensieve begrazing;
b. extensief landbouwkundig beheer: hooilandbeheer, hooilandbeheer met nabeweiding of extensieve beweiding gedurende het gehele groeiseizoen;
c. intensief landbouwkundig beheer: intensieve beweiding en bemesting

De relatie tussen watervegetaties en vegetatiebeheer is niet in de tabel opgenomen. De invloed van bemesting op watervegetaties is niet in het voorspellingsmodel opgenomen. Ook de invloed van de kwaliteit van het rivierwater op de watervegetaties is niet in het voorspellingsmodel opgenomen.

5.4. EEN VOORSPELLING VAN DE VERANDERINGEN IN DE VEGETATIE

Het matrixmodel geeft een voorspelling van de verandering in de vegetatie die als gevolg van inrichtings- en beheersmaatregelen kunnen optreden. Deze maatregelen hebben vooral betrekking om de mogelijkheden voor natuurontwikkeling behorende bij een rivierdynamisch milieu te vergroten.

Tabel 5.5. Het voorkomen van vegetatietypen in het rivierengebied in relatie tot het gevoerde vegetatiebeheer.

vegetatietype	vegetatiebeheer		
	NIETS DOEN, EXTENSIEVE BEGRAZING	EXTENSIEF LANDBOUWKUNDIG BEHEER	INTENSIEF LANDBOUWKUNDIG BEHEER
essen-iepenbossen (Bh)	x	(x)	
bossen met zwarte populieren (Bp)	x		
wilgenbossen (Bw)	x		
wilgenstruwelen (Sw)	x		
meidoornstruwelen (Sm)	x	(x)	
warkruidruigten (Rw)	x		
dauwbraamruigten (Rd)	x	(x)	
brandnetelruigten (Rb)	x	x	
poelruitruigten (Rp)	x	x	
droge stroomdalgraslanden (Gd)		x	
glanshavergraslanden (Gg)		x	
graslanden met gr. vossestaart (Gv)		x	(x)
kweekgraslanden (Gk)		x	x
kamgrasweiden (Gc)			x
beemdgrasweiden (Gb)			x
grasl. met gekn. vossestaart (Gn)		x	x
rietmoerassen (Mr)	x		
vegetaties met kl. lisdodde (Mt)	x		
rietgrasvegetaties (Mp)	x	x	
vegetaties met scherpe zegge (Mc)	x		
liesgrasvegetaties (Mg)	x	x	x
kalmoesvegetaties (Mk)	x	x	
naaldwaterbiesvegetaties (Mn)	x		
ganzevoetvegetaties (Pg)	x	(x)	
slijkgroenvegetaties (Ps)	x	x	x
tandzaadvegetaties (Pt)	x		
vegetaties met zwarte mosterd (Pz)	x		

Het model voorspelt de veranderingen in de vegetatie als gevolg van:

a) het vergroten van de rivierdynamiek in de uiterwaardkom door het verwijderen, verlagen of verplaatsen van kaden
b) extensivering of stopzetten van landbouwkundig gebruik
c) het verhogen van delen van uiterwaard als maatregel in het kader van natuurbouw
d) het verlagen van delen van uiterwaard als compensatie voor de toegenomen hydraulische weerstand door ontwikkeling van ooibossen en terreinophogingen.

Het matrixmodel bestaat uit de dimensies geomorfologie, substraat, hoogteligging (overschrijdingsduur), isolatie t.o.v. rivier en vegetatiebeheer.
Door inrichtings- en beheersmaatregelen zal een verschuiving in de klassen optreden waarop de maatregelen betrekking hebben. Zo zal door het opheffen of verlagen van de zomerkade een verandering optreden in de mate van isolatie t.o.v. de rivier: dit betekent een verschuiving op de

5.5. ENKELE KANTTEKENINGEN

Over de invulling van het matrixmodel kunnen nog de volgende kanttekeningen worden gemaakt:

1. Kennis over de relatie tussen vegetatiezonering in de uiterwaarden en abiotische milieufactoren is de laatste jaren toegenomen, echter veel relaties zijn onvoldoende kwantitatief bekend. Een aantal voor het rivierengebied karakteristieke vegetatietypen is in Nederland zeldzaam (zoals essen-iepenbos) of afwezig (ooibossen met zwarte populier) waardoor de relaties tussen bv. overstromingsduur en vegetatiezonering moeilijk in beeld kunnen worden gebracht.
   Het matrixmodel geeft evenwel een indicatie welke veranderingen in de vegetatie kunnen optreden als gevolg van bepaalde beheersmaatregelen.

2. Bij ieder hokje in de matrixstructuur is slechts 1 vegetatietype opgenomen om een overzichtelijk beeld te verkrijgen van de veranderingen in de vegetatie. Dit wil evenwel niet zeggen dat andere vegetatietypen niet tot ontwikkeling kunnen komen in de desbetreffende eindsituatie. Dit kan worden geïllustreerd met voorbeelden. Indien op een bepaalde lokatie het essen-iepenbos de potentiële vegetatietype is, kunnen daarnaast ook andere vegetatietypen voorkomen. In de eerste plaats kunnen meidoornstruwelen voorkomen als zoomvegetatie van het essen-iepenbos. Soorten van dit struweeltype komen ook voor in de ondergroei van het essen-iepenbos. Op de open plekken in het essen-iepenbos kunnen op de rivieroever warkruidruigten tot ontwikkeling komen.
   In uiterwaardlaagten die via een strang in open verbinding staan met rivier kunnen op onbeweide oevers wilgen-struwelen of moerasvegetaties tot ontwikkeling komen, afhankelijk van de milieu-omstandigheden ten tijde van de kieming- en vestigingsperiode van de wilgen en moerasplanten.

3. Onvoldoende kennis en inzicht is momenteel aanwezig om de tijdspanne aan te geven waarin de veranderingen in de vegetatie kunnen optreden. Ook bestaat er bij de verschillende experts een verschil in inzicht onder welke condities veranderingen in de vegetatie optreden (kan ontwikkeling van hardhoutooibos optreden bij extensief begrazingsbeheer)

4. De voorspelling van de veranderingen in de vegetatie wordt bovendien bemoeilijkt doordat er verschillen optreden tussen de "bovenrivier" en de "benedenrivier". Rietland is op de oever van de bovenrivier zeldzaam, maar begeleid de benedenrivier. Ook andere moerasvegetaties die in de uiterwaarden van de bovenrivier optimaal in omkade uiter-

waarden voorkomen, komen langs de benedenrivier op minder geïsoleerde lokaties voor.

5. Ruigte- en struweelvegetaties vormen een tussenstadium van de ontwikkeling van graslandvegetaties naar bosvegetaties na het staken van beweiding. Als potentiële vegetatie zijn ze weinig vertegenwoordigd.

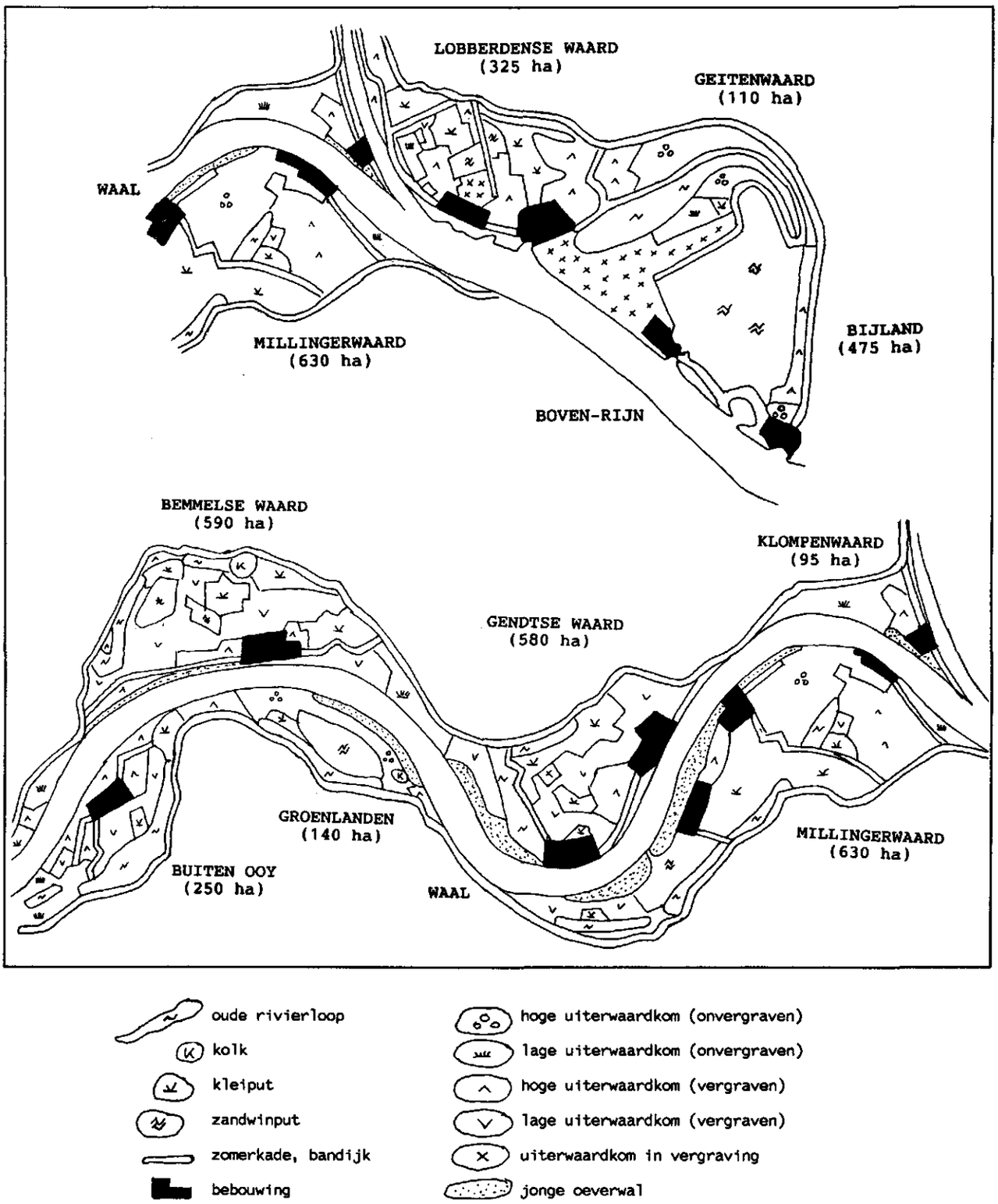
6
Studiegebied Gelderse Poort: analyse van een aantal inrichtingsscenario's

6.1. INLEIDING

Voor het verkrijgen van inzicht in de mogelijkheden voor de ontwikkeling van ooibossen in uiterwaarden worden in een studiegebied met behulp van modellen de ecologische en hydrologische veranderingen beschreven die het gevolg zijn van verschillende *fictieve* inrichtings- en beheers-maatregelen. De kennis die hierbij wordt opgedaan, wordt ingebracht in een beoordelingsprocedure met betrekking tot de selectie maatregelen voor wijziging van de hydrologische omstandigheden ten behoeve van natuurontwikkeling in het algemeen en ontwikkeling van ooibossen in het bijzonder.
Als studiegebied is voor de Gelderse Poort gekozen (*figuur 6.1*). Argumenten voor de keuze zijn:
a) de aanwezigheid van grote omkade uiterwaarden;
b) de beschikbaarheid van gegevens over de aanwezige vegetatie, fauna en geomorfologie;
c) de aanwezigheid van een bestaand recent model voor het uitvoeren van hydraulische berekeningen in dit gebied;
d) de generatorfunctie van dit gebied voor natuurontwikkeling in het Nederlandse rivierengebied (kerngebied van waaruit verdere ontwikkeling kan plaats vinden);
e) het verkrijgen van inzicht in de invloed van ooibossen op de afvoerverdeling bij de Pannerdense Kop.

Binnen de Gelderse Poort zijn voor twee uiterwaarden verschillende inrichtingsscenario's opgesteld om de ecologische en hydrologische veranderingen te analyseren. Het gaat hierbij om de Millingerwaard en de Bemmelse Waard (*figuur 6.1*). Beide uiterwaarden maken deel uit van het herinrichtingsgebied Ooijpolder. De Bemmelse Waard is gezien de recente beleidsontwikkelingen ten aanzien van natuur-ontwikkeling in het rivierengebied (Vierde Nota over de Ruimtelijke Ordening, Natuurbeleidsplan, Derde Nota Waterhuishouding, provinciaal beleidsplan uiterwaarden) aan het herinrichtingsblok toegevoegd, evenals de Gendtse Waard en de Klompenwaard. Momenteel vindt voor de uiterwaarden in het kader van de herinrichting een uitwerking van het inrichtingsconcept plaats ten behoeve van het schetsontwerp.

De in dit hoofdstuk beschreven inrichtingsmaatregelen voor natuurontwikkeling in de Millingerwaard en in de Bemmelse Waard hebben uitsluitend tot doel inzicht te verkrijgen in de ecologische veranderingen en in de effecten van de ontwikkeling van ooibossen op de hydrologie van de rivier.



Figuur 6.1. Milieutypen in de uiterwaarden langs de Boven-Rijn (boven) en Boven-Waal (onder). Naar gegevens van Drok (1988).

De resultaten van deze studie kunnen sturend zijn voor de ontwikkeling van plannen voor het vergroten van de rivierdynamiek in de uiterwaarden en de ontwikkeling van ooibossen alsmede bijdragen aan de onderbouwing en uitwerking van deze plannen.

Inrichtingsmaatregelen
Veranderingen in de hydrologische omstandigheden in de uiterwaard kunnen op verschillende wijze worden gerealiseerd, waarbij de zomerkaden een belangrijke rol spelen:
a. aanleggen van zomerkaden in onbekade uiterwaarden
b. verhogen van bestaande zomerkaden
c. verleggen van bestaande zomerkaden
d. verlagen van bestaande zomerkaden
e. (lokaal) verwijderen van bestaande zomerkaden.

In deze studie blijft het aanleggen van kaden in onbekade uiterwaarden buiten beschouwing, omdat daardoor de dynamiek in de uiterwaarden wordt verlaagd. Dit is immers in tegenstelling met het doel van deze studie, namelijk het aangeven van de mogelijkheden voor natuurontwikkeling in uiterwaarden waarbij meer ruimte wordt geboden aan door de rivier gestuurde processen (het vergroten van de rivierdynamiek in de uiterwaarden). Dit kan in bekade uiterwaarden worden bereikt door het verlagen, verleggen of (lokaal) verwijderen van de zomerkaden.
Het verhogen of verplaatsen van bestaande zomerkaden vindt in deze studie alleen plaats om laaggelegen terreinen met bijzondere ecologische waarden die zich hebben kunnen ontwikkelen vanwege relatief laag-rivierdynamische omstandigheden, te beschermen tegen een hoge frequentie van overstromingen, indien elders in de uiterwaard de zomerkaden worden verwijderd of verlaagd.
In de uiterwaarden kunnen ook ophogingen plaatsvinden voor de ontwikkeling van ooibossen en hoogwatervluchtplaatsen voor dieren. Een dergelijke inrichtingsmaatregel kan worden getroffen indien in de huidige situatie in de uiterwaard geen of slechts een gering oppervlakte aan hooggelegen terreinen aanwezig is.
Maatregelen die kunnen worden genomen om de verhogingen van de waterstand als gevolg van de ontwikkeling van ooibossen en terreinophogingen te compenseren zijn ondermeer het weghalen van kaden, verdiepen van kleiputten en het afgraven van reeds ten behoeve van kleiwinning vergraven terreinen.
Voor de Millingerwaard zijn vier inrichtingsscenario's opgesteld en voor de Bemmelse Waard één.

Veranderingen in flora en fauna
De veranderingen in de vegetatie worden met behulp van het matrix-model (zie hoofdstuk 5) aangegeven. Hiertoe zijn de uiterwaarden ingedeeld in gebiedseenheden van 50 x 50 meter,

conform het rasterpatroon op de rivierkaarten van de Meetkundige Dienst van Rijkswaterstaat. Op deze kaarten staan de bodemhoogten in m NAP weergegeven. Van iedere gebiedseenheid zijn de gegevens ten aanzien van relatieve hoogteligging, geomorfologie, substraat, isolatie ten opzichte de rivier, vegetatie-beheer en vegetatietype geïnventariseerd. Via het aanbrengen van de veranderingen in de waarden van de standplaatsfactoren kan met matrixmodel worden voorspeld welke veranderingen in de vegetatie optreden als gevolg van de inrichtingsmaatregelen. De veranderingen in de klasse-aanduiding van de standplaatsfactoren als gevolg van inrichtingsmaatregelen worden aangebracht. Een soortgelijke exercitie vindt plaats naar aanleiding van vegetatie-beheersmaatregelen.

De veranderingen die in de fauna kunnen optreden worden gerelateerd aan de veranderingen in de vegetatie en de hydrologie. Met het matrixmodel kunnen de veranderingen in de fauna niet worden voorspeld. De veranderingen in de fauna kunnen daardoor alleen in hoofdlijnen worden beschreven. De beschrijving van deze veranderingen richt zich op de avifauna. Voor een beschrijving van de samenstelling van de in dit hoofdstuk genoemde soortgroepen wordt verwezen naar hoofdstuk 4.

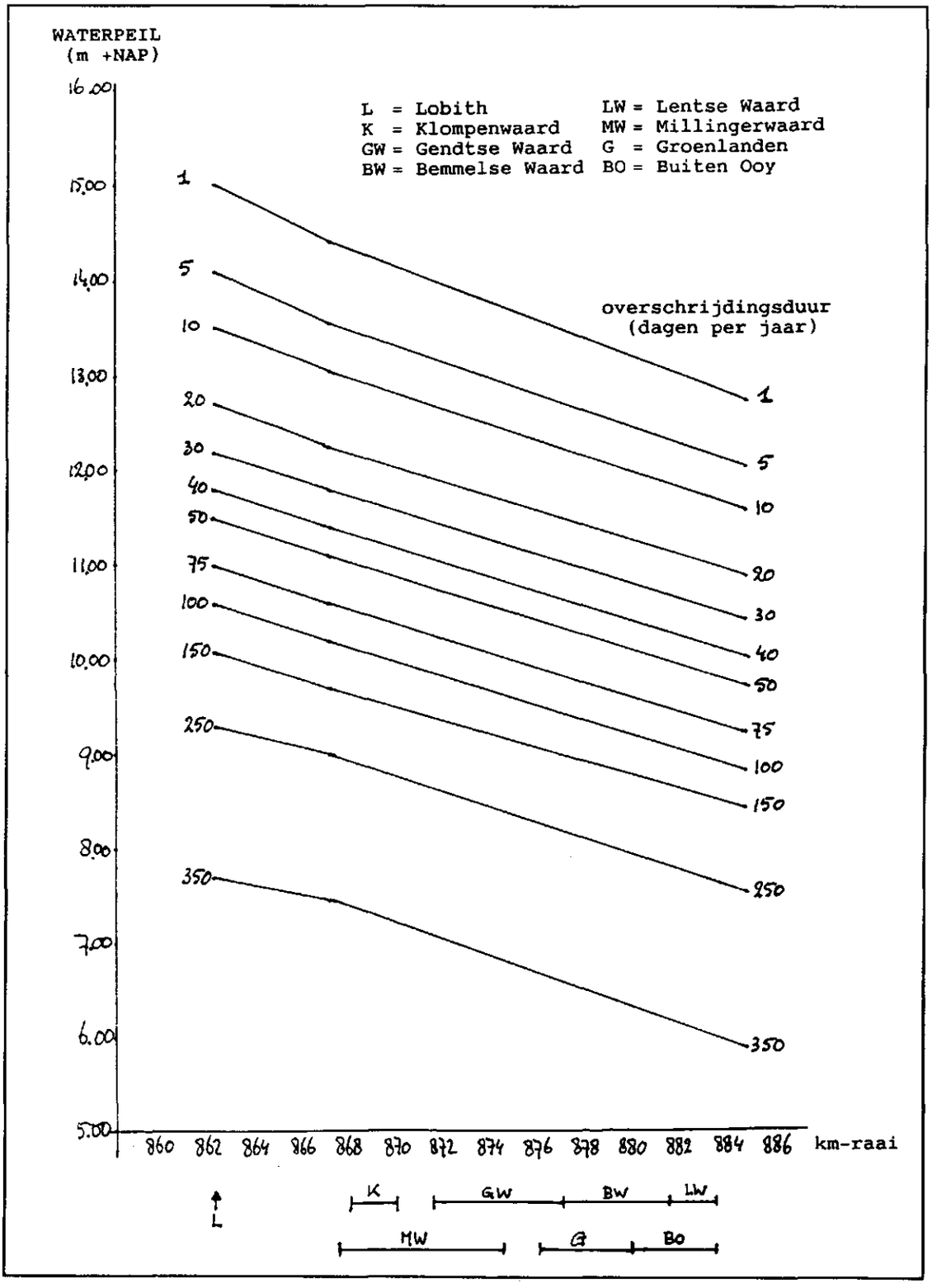
Veranderingen in de hydrologie van de rivier
De veranderingen in de hydrologie zijn door de Dienst Binnenwateren met behulp van het model WAQUA-rivieren berekend (Timmer en Cirkel, 1990). Hiermee zijn de veranderingen in de waterstanden, watersnelheden en de afvoerverdeling onder MHW-omstandigheden berekend die het gevolg zijn de inrichtingsmaatregelen en de ontwikkeling van ooibossen. De bij deze situatie behorende waterstanden hebben een geschatte overschrijdingskans van 1/1250 per jaar.

6.2. DE GELDERSE POORT

6.2.1 Algemene beschrijving van de huidige situatie

Via de Gelderse Poort stroomt de Rijn Nederland binnen. In Nederland is de rivierdynamiek van de Rijn het grootst langs de Boven-Rijn en Boven-Waal. In het gebied van de Gelderse Poort is de jaarlijkse amplitude van de waterstand van de Boven-Rijn en Waal gemiddeld meer dan 7 meter. In (*figuur 6.2*) zijn de verschillende gemiddelde overschrijdingsduurlijnen van waterstanden van de Boven-Rijn en Waal in het gebied van de Gelderse Poort weergegeven. De uiterwaarden langs de Boven-Rijn en Waal zijn in het gebied van de Gelderse Poort zeer breed. Een groot deel van het totale uiterwaardgebied in de Gelderse Poort is vergraven (*figuur 6.1*). Door de kleiwinning zijn grote

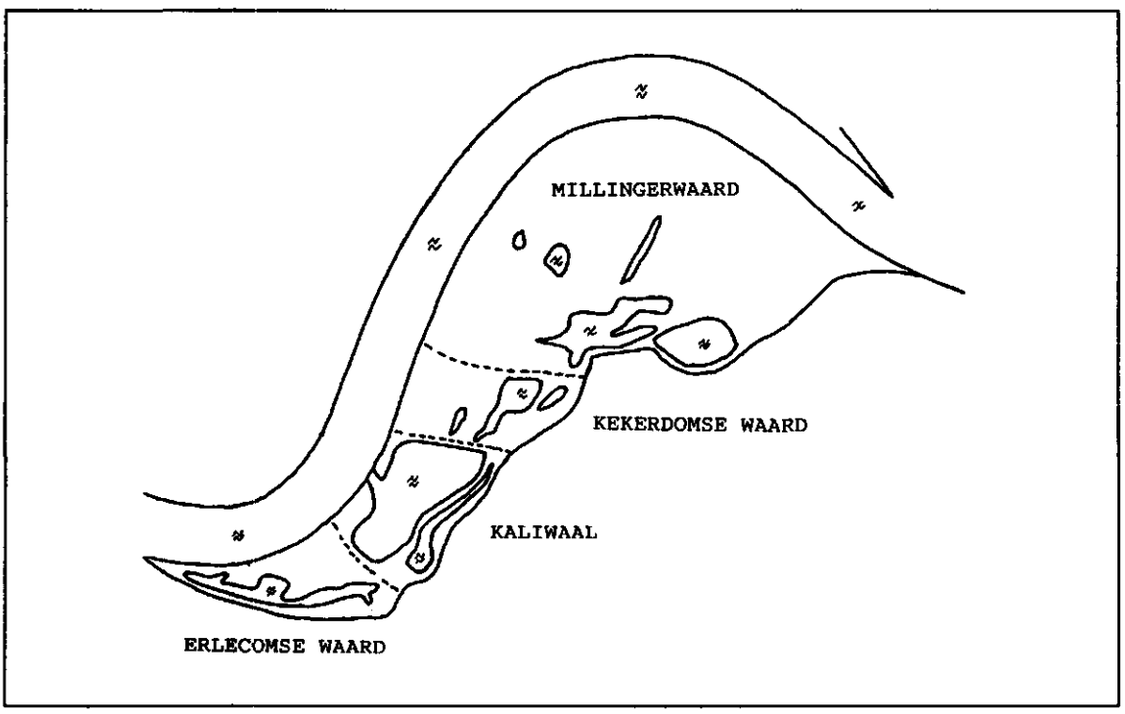
oppervlakten laaggelegen grasland en vele kleiputten ontstaan. Het grote aantal steenfabrieken in de uiterwaarden van de Gelderse Poort is illustratief voor de grootschalige kleiwinning in dit gebied. Ook zijn verschillende grote zandwinplassen in de Gelderse Poort aanwezig, zoals de Bijland, de Kaliwaal en de Bisonbaai. In de uiterwaarden van de Gelderse Poort zijn op een aantal lokaties waardevolle geomorfologische elementen aanwezig, zoals geulen- en richelstelsels en jonge oeverwallen (Koch en Van Marrewijk, 1987; Drok, 1988; Helmer, 1990). De jonge oeverwallen in de Millingerwaard en de Gendtse Waard behoren tot de best ontwikkelde en de grootste van het gehele rivierengebied. In de uiterwaarden zijn ook veel fragmenten van oude rivierlopen aanwezig. De omkade rivierlopen zijn voor een belangrijk deel verland en herbergen goed ontwikkelde water- en moerasvegetaties. In deze moerasgebieden zijn veel soorten water- en moerasvogels aanwezig. Ook zijn deze moerasgebieden van grote betekenis voor amfibieën.
In de binnendijkse gebieden grenzend aan de zuidelijke Waal-uiterwaarden vindt lokaal kwel van schoon grondwater plaats, afkomstig van de aangrenzende stuwwal. In een aantal uiterwaarden worden ook plantesoorten aangetroffen die regelmatig voorkomen in kwelmilieus (Heidemij, 1987). Mogelijk vindt ook in deze uiterwaarden kwel van grondwater plaats.
De uiterwaardgronden zijn voor een groot deel in agrarisch gebruik. Veelal zijn de gronden als grasland in gebruik, echter op verschillende lokaties betreft het akkerbouw.
De laaggelegen open graslandgebieden hebben een zeer goede weidevogelstand en in de wintermaanden kunnen grote aantallen ganzen en zwanen aanwezig zijn (van den Bergh e.a., 1979; Drok, 1988). De Bijland is een belangrijke rustplaats voor ganzen, duikeenden en meeuwen. De droge stroomdalflora is in de Gelderse Poort vooral aanwezig op de hoge kaden en dijken (Drok, 1988; Van de Steeg, 1988). Slikkige oevers van oude rivierstrangen en droogvallende graslanden zijn van belang als foerageergebied voor doortrekkende steltlopers en overwinterende weidevogels.
De stuwwal van Nijmegen vormt het woongebied van verschillende soorten vleermuizen. Hiervan leggen de dwergvleermuis, watervleermuis, rosse vleermuis en de laatvlieger afstanden van meer dan 10 km af om tot in de uiterwaarden Buiten Ooy en Millingerwaard te foerageren. Voor deze soorten zijn waterrijke gebieden belangrijke foerageerplaatsen.
Koch en Van Marrewijk (1987) hebben een overzicht gegeven van de huidige ecologische waarden in het in het herinrichtings-gebied Ooypolder, uitgezonderd de uiterwaarden ten noorden van de Waal.



Figuur 6.2. Het verloop van de overschrijdingsduurlijnen (dgn/j) van waterpeilen van de Boven-Rijn en Waal binnen het riviertraject Lobith-Nijmegen.

6.2.2 De Millingerwaard.

Studiegebied Millingerwaard betreft een grote uiterwaard direct gelegen na het splitsingspunt Waal - Pannerdens Kanaal. Verschillende deelgebieden kunnen worden onderscheiden (*figuur 6.3*): Erlecomse Waard, Kaliwaal, Kekerdomse Waard en de Millingerwaard.
De deelgebieden Kekerdomse Waard en Millingerwaard hebben een hooggelegen oever (jonge oeverwal) of een hoge kade (Millingerdam). Grote delen van de Kekerdomse Waard zijn vanwege kleiwinning vergraven. Kleiputten nemen hierdoor in deze waard een groot oppervlakte in. Aan de voet van de bandijk ligt nog een restant van de rivierstrang Oude Waal. In deelgebied Millingerwaard heeft in het zuidelijk deel kleiwinning plaatsgevonden. Het niet vergraven deel van het deelgebied is voor een groot deel in landbouwkundig gebruik. Ook zijn in Millingerwaard fragmenten van de oude rivierstrang aanwezig.
De deelgebieden Erlecomse Waard en de Kaliwaal zijn niet geheel door een hoge drempel van de rivier gescheiden en staan dus min of meer in open verbinding met de rivier. In deelgebied Kaliwaal neemt de zandwinplas een groot deel van de totale oppervlakte in.



Figuur 6.3 Studiegebied Millingerwaard.

De mogelijkheden voor natuurontwikkeling door het vergroten van de invloed van de rivier in de uiterwaard zijn voor de deelgebieden Kekerdomse Waard en Millingerwaard nader bekeken.

De uiterwaardkom wordt van de rivier gescheiden door hoge kaden of jonge oeverwallen. De drempelhoogte is 14,0 m +NAP, een hoogte die gemiddeld enkele dagen per jaar door de rivier wordt overschreden (zie *figuur 6.2)*. Het gebied wordt doorsneden door een aantal kaden. De kade die de Kekerdomse Waard scheidt van de Kaliwaal heeft een drempelhoogte van 12,7 m +NAP. Daar de Kaliwaal (min of meer) in open verbinding staat met de Waal, staat de Kekerdomse Waard gemiddeld ongeveer 10 dagen per jaar in direct contact met de rivier. De landbouwgronden in de Millingerwaard liggen voor een groot deel boven de 11,0 m +NAP en de terreinen met steenfabrieken en boerderijen op minimaal 15,0 m +NAP. De hoogte van het Kraaijenbos of Colenbrandersbos is ongeveer 14,3 m +NAP.
De bodemhoogte van de rivierstrang Oude waal bedraagt ongeveer 8,5 m +NAP. De bodemhoogte rondom de kleiputten varieert van ongeveer 9,6 m +NAP tot 10,7 m +NAP.
De hoogte van de bandijk bedraagt ongeveer 16,0 m +NAP.

KAART 1 geeft een overzicht van de bodemhoogten in studiegebied Millingerwaard (BIJLAGE 3).

Vegetatie

In het kader van de herinrichting Ooypolder is door de Heidemij (1987) een vegetatiekartering uitgevoerd. De vegetatiekartering van deelgebied Millingerwaard is vastgelegd op vegetatiekaarten met schaal 1 : 5000 en van deelgebied Kekerdomse Waard schaal 1 : 2500. **KAART 2** is een sterk vereenvoudigde weergave van deze vegetatiekaarten (BIJLAGE 3). Het noordelijk deel van de Millingerwaard wordt gekenmerkt door akkers en zeer intensief gebruikte graslanden. Lokaal zijn soortenrijke graslandvegetaties aanwezig. In dit deel van de waard is ook een fragment hardhoutooibos aanwezig, het Kraaijenbos. Langs de oever van de Waal zijn pionier- en ruigtevegetaties aanwezig. De Kekerdomse Waard en het zuidelijk deel van deelgebied Millingerwaard bestaan door kleiafgravingen en de aanwezigheid van een oude strang uit een complex van open water, watervegetaties, moerasvegetaties en wilgenstruwelen.

Fauna

Over het voorkomen van amfibieën in de uiterwaard is weinig bekend. Waargenomen in of in de onmiddellijke nabijheid van de uiterwaard zijn bruine kikkers, groene kikkers, gewone padden en rugstreeppadden. De kleiputcomplexen en oude

strangen zijn de meest belangrijke voortplantingsbiotopen van de amfibieën in de uiterwaard.
In de zeventiger jaren zijn door Van den Bergh e.a., (1979) in de uiterwaard meer dan 80 soorten broedvogels aangetroffen (zie BIJLAGE 4). De broedvogelbevolking bestaat voornamelijk uit soorten die broeden in natte graslanden, moerassen en wilgenstruwelen en -bossen. Het laaggelegen (onbekade) deel van de Erlecomse Waard is een kerngebied voor weidevogels in het rivierengebied (Helmer, 1990). Op de rivierduin is een grote meeuwen- en sternenkolonie aanwezig. De ooiboscomplexen in de uiterwaard vormen een van de grootste binnenlandse slaapplaatsen van de aalscholver (Helmer, 1990).
In de uiterwaard komen tal van kleine zoogdieren voor, voornamelijk in de hooggelegen delen. Deze soorten komen langs het gehele rivierengebied algemeen in de uiterwaarden voor, zoals bosmuis, veldmuis, bosspitsmuis, rosse woelmuis, haas, konijn, mol, egel, bruine rat, de muskusrat en woelrat. Daarnaast komen roofdieren als hermelijn, vos, wezel en bunzing regelmatig in de Millingerwaard voor.
In het begin van de tachtiger jaren zijn ook sporen van de otter in de Millingerwaard gesignaleerd (gegevens BIC). De otter wordt in Nederland sinds vorig jaar als uitgestorven beschouwd.
In de Millingerwaard foerageren dwergvleermuizen langs bosranden en in de omgeving van struwelen en kleine wateren.

6.2.3 De Bemmelse Waard.

Een groot deel van de Bemmelse Waard is omkaad. De waard is voor een groot deel vergraven. De landschappelijke structuur wordt gekenmerkt door zandwinplassen, kleiputten met open water, moerassen en wilgenbossen, intensief gebruikte graslanden op vergraven laaggelegen gronden, restanten van de oude rivierloop langs de bandijk met water- en moerasvegetaties en de aanwezigheid van een grote kolk.

Het laagste punt van de zomerkade ligt op 12,4 m +NAP. Het rivierpeil is gemiddeld ongeveer 5 dagen per jaar hoger dan het laagste punt van de zomerkade. Met uitzondering van de steenfabriek liggen de overige terreinen in de waard, lager dan de zomerkade (meer dan 2 meter).
Buitenkaads is nog een evenwijdig met de rivier lopende middelhoge drempel (jonge oeverwal) aanwezig van ongeveer 11,5 m +NAP. Het rivierpeil is gemiddeld minder dan 20 dagen per jaar hoger dan deze drempel. Bij afwezigheid van kaden staan grote delen van de uiterwaard gemiddeld meer dan 50 dagen per jaar in direct contact met de rivier (**KAART** 3, BIJLAGE 3).

Vegetatie

Door Jongman en Leemans (1982) is de vegetatie in de Bemmelse Waard in 1981 gekarteerd. De resultaten zijn vastgelegd op vegetatiekaarten van 1 : 5000 en 1 : 10.000. Een vereenvoudigde weergave van deze vegetatie-kaarten vormt **KAART 4** (BIJLAGE 3). Er kunnen verschillende vegetatiezones worden onderscheiden. Het buitenkaads deel wordt gekenmerkt door laaggelegen graslanden, kweekgraslanden op de jonge oeverwal en pioniervegetaties en ruigtevegetaties op zandige oevers. Binnenkaads kunnen worden onderscheiden wordt een groot deel van de totale oppervlakte ingenomen door de kweekgraslanden en andere intensief agrarische gebruikte graslanden. De zandwinplassen hebben alleen pionier-vegetaties op de oever. De oude strang, kolk en kleiputten vormen een complex van open water, watervegetaties, moerasvegetaties, wilgenstruwelen en natte graslanden.
De bandijk herbergt soortenrijke graslandvegetaties met stroomdalsoorten. In de uiterwaard ontbreken deze vegetaties vrijwel geheel.

Fauna

In de Bemmelse Waard zijn door Frigge (1981) verschillende soorten amfibieën waargenomen: groene kikkers, bruine kikkers, kleine watersalamanders en rugstreeppadden. Ook zijn waarnemingen bekend van gewone padden. Ze worden in het voorjaar vooral aangetroffen in kleiputten en oude strangen. Uit de vogelinventarisatie van het rivierengebied in de zeventiger jaren zijn in de Bemmelse Waard meer dan 60 soorten broedvogels waargenomen (Van den Bergh e.a., 1979). Langs de oude rivierloop en in de kleiputten broeden moeras- en watervogels, weidevogels en broedvogels van wilgenstruwelen.
Evenals in de Millingerwaard komen in de Bemmelse Waard tal van kleine zoogdieren voor die in het rivierengebied algemeen zijn. Van de vleermuizen zijn de dwergvleermuizen, grootoorvleermuizen en de laatvlieger in en in de directe nabijheid van de Bemmelse Waard gesignaleerd. Van de roofdieren zijn de vos, wezel en bunzing regelmatig in de Bemmelse Waard aanwezig.

6.3. UITWERKING MILLINGERWAARD

6.3.1 De inrichtingsscenario's.

Verschillende maatregelen zijn denkbaar om in de Millingerwaard en/of Kekerdomse Waard de invloed van de rivier in de laaggelegen delen van de uiterwaard te vergroten ten behoeve van natuurontwikkeling. Daarnaast kunnen aanvullende maatregelen worden getroffen ten behoeve van natuurontwikkeling, zoals beheersmaatregelen ten behoeve van vegetatie-ontwikkeling, creëren van hoogwatervlucht-plaatsen e.d.
In dit hoofdstuk is van vier inrichtingsscenario's geïnventariseerd wat de ecologische en hydrologische gevolgen zijn:
a. bovenstroomse inlaat
b. benedenstroomse inlaat
c. grote doorstroom
d. kleine doorstroom.
In veel plannen waarin men de invloed van de rivier in de uiterwaard wil vergroten is gekozen voor een benedenstroomse inlaat. Welke verschillen bestaan er in de ecologische en hydrologische veranderingen tussen bovenstroomse- en benedenstroomse inlaat?
Inrichtingsscenario grote doorstroom heeft betrekking op het creëren van een "nevengeul" door de Millingerwaard en Kekerdomse Waard. Een aanzet voor dergelijk inrichtingsplan voor natuur-ontwikkeling in de Millingerwaard is gemaakt door Van de Tempel (1988) in het kader van de herinrichting van de Ooypolder.
Inrichtingsscenario kleine doorstroom verschilt van het vorige scenario door een kleinere "nevengeul" die beperkt blijft tot deelgebied Milingerwaard. Hierdoor blijft de verlande oude strang in de Kekerdomse Waard buiten de invloedsfeer van verhoogde rivierdynamiek.
In *tabel 6.2* zijn de verlagingen van de drempelhoogte van de verschillende scenario's weergegeven.

SCENARIO BOVENSTROOMSE INLAAT

Het vergroten van de invloed van de rivier blijft beperkt tot het deelgebied Millingerwaard. Het instroompunt is gelokaliseerd bij de Millingerdam (*figuur 6.4*). De hoogte van de drempel wordt verlaagd tot 11,0 m +NAP, een hoogte die gemiddeld ongeveer 50 dagen per jaar door de rivier wordt overschreden. In de waard vinden nabij het instroompunt ontgrondingen plaats tot 9,0 m +NAP en nabij de restanten van de oude rivierloop tot 7,5 m +NAP. Hierdoor ontstaat een bij laag water droogvallend slikkig gebied en een gebied met permanent water. De ontgrondingen dienen als compensatie voor de ophogingen en ontwikkeling van ooibossen, die de hydraulische weerstand verhogen.

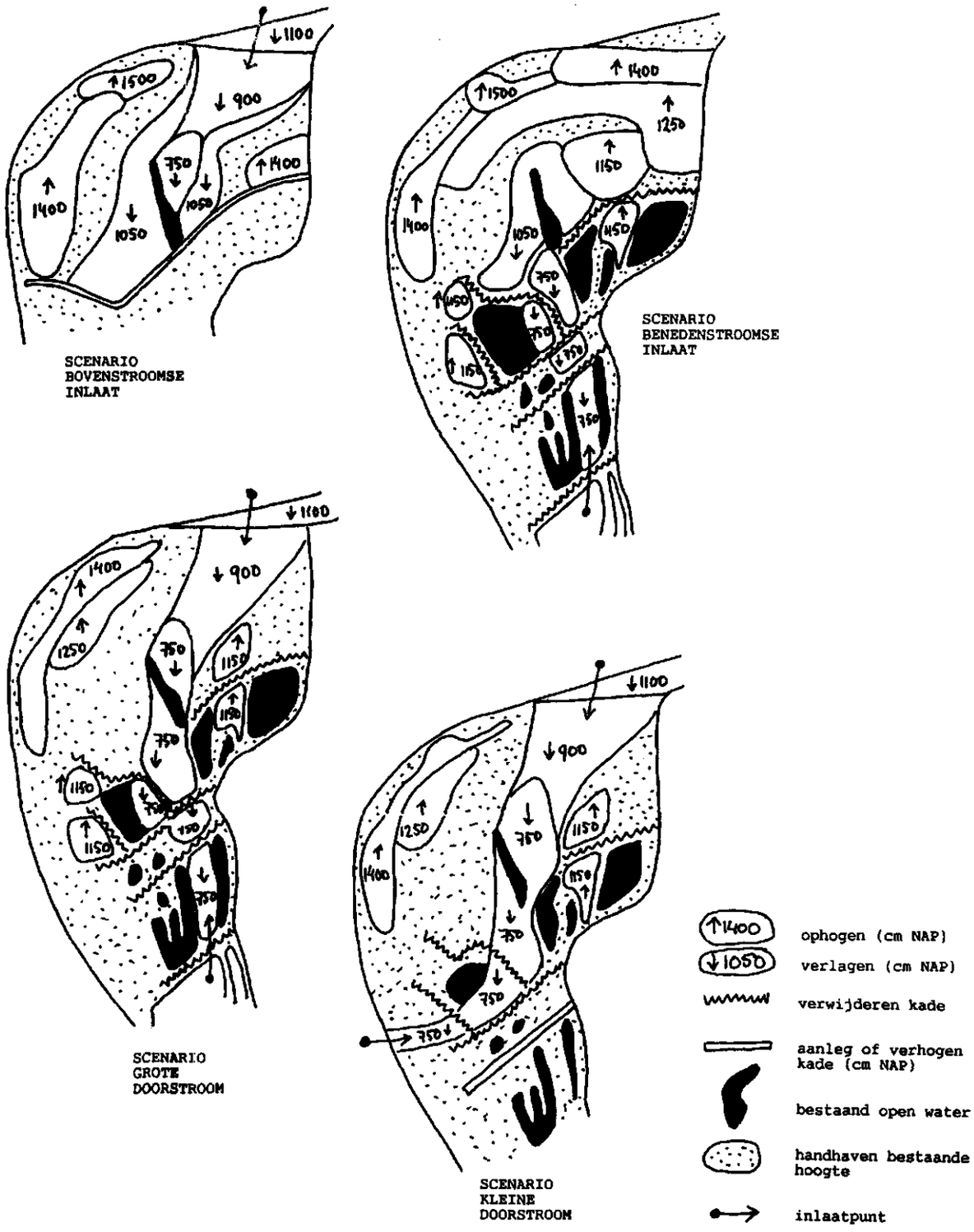
Tabel 6.2. Veranderingen in de drempelhoogte van de verschillende inrichtingsscenario's van de Millingerwaard en de Bemmelse Waard.

scenario	drempelhoogte voor ingreep	drempelhoogte na ingreep	overschrijdingsduur drempelhoogte voor ingreep	overschrijdingsduur drempelhoogte na ingreep
bovenstroomse inlaat	12,7 m +NAP	11,0 m +NAP	9 dagen per jaar	50 dagen per jaar
benedenstroomse inlaat	12,7 m +NAP	9,5 m +NAP	9 dagen per jaar	135 dagen per jaar
grote doorstroom	12,7 m +NAP	9,5 m +NAP	9 dagen per jaar	135 dagen per jaar
kleine doorstroom	12,7 m +NAP	7,5 m + NAP	9 dagen per jaar	360 dagen per jaar
isolatie strang Bemmelse Waard	12,4 m +NAP	8,5 m + NAP	5 dagen per jaar	>150 dagen per jaar

Langs de jonge oeverwal vindt in de waard ophoging van het terrein plaats tot ongeveer 14,0 m +NAP. Dit gebied wordt gemiddeld minder dan 5 dagen per jaar overstroomd met rivierwater. Door kaden en terreinophogingen worden de kleiputten en de oude rivierstrang in de Kekerdomse Waard gevrijwaard van een toename van de rivierdynamiek. Alleen bij zeer hoogwater wordt de Kekerdomse Waard overstroomd met rivierwater.
Na een hoogwater treedt het komeffect op, dat wil zeggen het overstromingswater in de uiterwaard stagneert. Waterverliezen treden alleen op door verdamping en wegzijging.
KAART 5 geeft een overzicht van de bodemhoogten in de Millingerwaard na de inrichtingsmaatregelen (BIJLAGE 3).

SCENARIO BENEDENSTROOMSE INSTROOM

De zuidkade van de Kekerdomse Waard wordt verwijderd (*figuur 6.4*). Hierdoor wordt de drempelhoogte verlaagd tot ongeveer 9.5 m +NAP. Deze hoogte wordt door de rivier jaarlijks gemiddeld 135 dagen overschreden. Aan de rivierzijde vinden in de Kekerdomse Waard en Millingerwaard ophogingen plaats. Compenserende maatregelen ten aanzien van de hydraulische weerstand zijn het verwijderen van verschillende kaden en dammen in de Kekerdomse Waard en de Millingerwaard, ontgrondingen nabij de restanten van de oude rivierloop tot 7,5 m +NAP (permanent water) en het verdiepen van een aantal kleiputten.
KAART 6 geeft een overzicht van de bodemhoogten in de Millingerwaard na de inrichtingsmaatregelen (BIJLAGE 3).



Figuur 6.4 Verschillende inrichtingsscenario's voor de Millingerwaard.

SCENARIO GROTE DOORSTROOM

Instroompunten zijn gelokaliseerd bij de Millingerdam en de zuidkade van de Kekerdomse Waard (*figuur 6.4*). De drempelhoogte van de instroomlokatie Millingerdam bedraagt 11,0 m +NAP (zie scenario bovenstroomse inlaat). Benedenstrooms in de Kekerdomse Waard bedraagt de drempelhoogte ongeveer 9,5 m +NAP. Dit betekent dat alleen bij rivierstanden hoger dan 11,0 m +NAP doorstroming van rivierwater plaatsvindt. Ophogingen vinden in het noordelijk deel van de waard plaats. Verschillende kaden en dammen worden verwijderd. Door een deel van de Millingerwaard af te graven tot 7,5 m +NAP en het verdiepen van enkele kleiputten ontstaat een "nevengeul" in de nabijheid van de restanten van de oude rivierloop. De afgravingen zijn tevens een maatregel om de verhoging van de hydraulische weerstand door de ontwikkeling van ooibos en terreinophogingen te compenseren.
KAART 7 geeft een overzicht van de bodemhoogten in de Millingerwaard na de inrichtingsmaatregelen (BIJLAGE 3).

SCENARIO KLEINE DOORSTROOM

In deelgebied Millingerwaard zijn twee instroompunten gelokaliseerd (*figuur 6.4*). Een van instroompunten is gelegen bij de Millingerdam met een drempelhoogte van 11,0 m +NAP. Een tweede instroompunt is gelokaliseerd in het zuidelijk deel van het deelgebied Millingerwaard. Bij dit inlaatpunt en het aangrenzende deel van de waard vinden ontgrondingen plaats tot 7,5 m +NAP. Aan de oost- en westzijde van het deelgebied vinden terreinophogingen plaats. De kade aan de noordzijde van de Kekerdomse waard wordt verhoogd tot 13,0 m +NAP (gemiddeld minder dan 5 dagen per jaar overstroomd). Hierdoor blijft een vergroting van de rivierdynamiek beperkt tot deelgebied Millingerwaard.
KAART 8 geeft een overzicht van de bodemhoogten in de Millingerwaard na de inrichtingsmaatregelen (BIJLAGE 3).

6.3.2. Ecologische veranderingen

De potentiële ontwikkelingen ten aanzien van vegetatie en avifauna van de inrichtingsscenario's worden in het kort besproken. De ontwikkelingen die optreden bij afwezigheid van hooiland- en weidebeheer wordt de potentieel natuurlijke vegetatie van het scenario genoemd. De beschrijvingen van de ecologische veranderingen hebben daarop betrekking.

SCENARIO BOVENSTROOMSE INLAAT

De veranderingen in de vegetatie treden voornamelijk op in het landbouwgebied in het noordelijk deel van de

Millingerwaard. Op de hoogste delen van de uiterwaard is de potentiële vegetatie een hardhoutooibos (**KAART 9**, BIJLAGE 3). De hardhoutooibossen met een soortenrijke ondergroei van struiken en kruiden komen op de uiterwaarddelen voor die minder dan 20 dagen per jaar worden overstroomd. In dit scenario kan het areaal echt hardhoutooibos in de Millingerwaard sterk toenemen in vergelijking met de huidige situatie. In totaal kan ongeveer 75 ha echt hardhoutooibos en ongeveer 40 ha laaggelegen hardhoutooibos in het noordelijk deel van de Millingerwaard tot ontwikkeling komen.
In de laaggelegen hardhoutooibossen bestaat de ondergroei uit ruigtesoorten (20-50 dagen per jaar overstroomd). Langs de geul komen moerasvegetaties en wilgenbossen en -struwelen tot ontwikkeling. Op de bij laagwater droogvallende delen van de geul kunnen in de zomer pioniervegetaties tot ontwikkeling komen. In het deel met permanent water komen watervegetaties tot ontwikkeling van weinig tot matig van de rivier geïsoleerde wateren: zoals watergentiaanvegetaties.

Door een grote toename van het areaal ooibos zal de betekenis van dit gebied voor bosvogels (groepen **bosuil** en **buizerd**, zie hoofdstuk 4) sterk toenemen. Het gaat hierbij om soorten als: bosuil, grote bonte specht, boomkruiper, bonte vliegenvanger, buizerd, sperwer en havik.
Zwarte ooievaar, schreeuwarend, visarend of zeearend zijn broedvogels van grootschalige hardhoutooibossen (> 250 ha). Het areaal hardhoutooibos is in dit scenario te klein om van grote betekenis als broedbiotoop te zijn voor deze soorten. In de wilgenbossen komen ten dele dezelfde vogelsoorten tot broeden als in de essen-iepenbossen. Kenmerkende soorten voor wilgenbossen en -struwelen zijn aalscholver, kwak en blauwe reiger (groep **aalscholver**). Uitbreiding is van het areaal wilgenbos is echter gering. In de reeds aanwezige wilgenbossen en -struwelen in de kleiputten zijn er goede mogelijkheden voor een broedkolonie van bovengenoemde soorten. Daarnaast kunnen ook vogelsoorten uit de groep **blauwborst** in de wilgenbossen en -struwelen tot broeden komen.
Het areaal moeras zal in de waard toenemen, waardoor de mogelijkheden voor moerasvogels worden vergroot. Een beperkende factor voor de populatie-ontwikkeling van de moerasvogels is het fluctuerend waterpeil. In de moerasgebieden in de Kekerdomse Waard is het waterpeil minder aan fluctuaties onderhevig.

Bij een extensief graslandbeheer worden de bos- en moerasvegetaties vervangen door:
a) droge stroomdalgraslanden
b) glanshavergraslanden
c) graslanden met grote vossestaart
d) graslanden met geknikte vossestaart
e) liesgrasvegetaties.

De soortenrijke graslandvegetaties met veel stroomdalsoorten komen tot ontwikkeling op lokaties die weinig worden overstroomd (minder dan 5 dagen per jaar) en wel op bodems van kleiarm zand tot en met matige lichte zavel (Sykora en Liebrand, 1987). Op lokaties met een grotere overstromingsduur (5-20 dagen per jaar) kunnen soortenrijke glanshavergraslanden tot ontwikkeling komen. Beide typen graslandvegetaties vervangen bij extensief graslandbeheer de echte hardhoutooibossen. De graslanden met grote vossestaart vervangen bij hooilandbeheer de laaggelegen hardhoutooibossen. De wilgenbossen en -struwelen en de rietmoerassen worden bij begrazing vervangen door vegetaties met geknikte vossestaart en liesgrasvegetaties.
Bij ontwikkeling van vochtige en natte graslanden zal de betekenis van dit gebied voor weidevogels (groep **grutto**) toenemen. De fluctuaties in de waterstand vormen evenwel een knelpunt voor het broedsucces van deze vogels. De in de zomermaanden droogvallende geul vormt een belangrijk foerageergebied steltlopers (ten dele weidevogels). De droge en vochtige graslanden zijn van betekenis voor vogelsoorten uit groep **kwartel**, zoals grauwe gors, paapje en kwartel.

SCENARIO BENEDENSTROOMSE INLAAT

In vergelijking met scenario bovenstroomse inlaat wordt in dit scenario over een groter gebied de rivierdynamiek vergroot, zowel de Millingerwaard als de Kekerdomse Waard. De uiterwaard staat gemiddeld 150 dagen per jaar in direct contact met de rivier. De potentiële natuurlijke vegetatie van dit scenario weergegeven op **KAART 10**.
De zonering van het hardhoutooibos is overeenkomstig met het vorige scenario. Op de hoogste delen van de waard ontwikkelt zich het echt hardhoutooibos en op de lagere delen het laaggelegen hardhoutooibos. Beneden het niveau van de essenieepenbossen komen wilgenstruwelen of moerasvegetaties tot ontwikkeling.
In de huidige situatie is slechts een klein areaal hardhoutooibos aanwezig. Dit scenario bevat mogelijkheden voor een aanzienlijke uitbreiding van het areaal hardhoutooibos. De uitbreiding zal voornamelijk plaatsvinden aan de rivierzijde van de Millingerwaard. Het potentiële areaal voor het echt hardhoutooibos zal ongeveer 125-130 ha bedragen en voor het laaggelegen hardhoutooibos ongeveer 55 ha.
Wilgenbossen- en struwelen zijn momenteel aanwezig in de kleiputten. Verdere uitbreiding van wilgenvegetaties behoort tot de mogelijkheden. Een deel van het huidig areaal gaat verloren door het creëren van open water. Het potentieel areaal voor wilgenbossen en -struwelen en moerassen bedraagt ongeveer 60 ha.
In de kleiputten en de oude rivierloop treden veranderingen in de water- en moerasvegetatie op. De verlandingsvegetaties zullen als gevolg van de toegenomen rivierdynamiek

verdwijnen en plaats maken voor water- en moerasvegetaties van meer dynamische milieus. Dit zal vooral plaatsvinden nabij het instroompunt. Vanaf het instroompunt naar het noordelijk deel van de waard zal een gradiënt optreden in de samenstelling van de watervegetaties.

De betekenis van de uitbreiding van ooibossen voor avifauna is in grote lijnen overeenkomstig scenario bovenstroomse inlaat. Door het grotere areaal hardhoutooibos zal het aantal broedvogels uit groepen **bosuil** en **buizerd** (zie hoofdstuk 4) in dit scenario groter zijn. Dit scenario vormt mogelijk een potentieel broedbiotoop voor de zwarte ooievaar, schreeuwarend en visarend.
De wilgenbossen en -struwelen in en rondom de kleiput-complexen vormen broedbiotoop voor de aalscholver, kwak, blauwe reiger en mogelijk ook de zwarte wouw. Ook voor soorten uit de groep **blauwborst** zijn de wilgenvegetaties een potentieel broedbiotoop, echter de fluctuaties in de waterstand vormen voor een aantal soorten een beperkende factor (zie hoofdstuk 4).

Door het verdwijnen van de verlandingsmoerassen zal de betekenis van dit gebied voor een soorten uit groep **bruine kiekendief** (sterk) afnemen. Op plaatsen waar moerassen van meer rivierdynamische omstandigheden tot ontwikkeling komen, kunnen broedvogels uit de groep **porseleinhoen** worden verwacht. De populatie van deze moerasvogels is als gevolg van de sterk wisselende omstandigheden aan schommelingen onderhevig.

Bij een extensief landbouwkundig gebruik van het noordelijk deel van de Millingerwaard ontstaan mogelijkheden voor een groot areaal soortenrijke graslanden. Deze vegetaties vormen een ideaal biotoop voor ondermeer kwartel, paapje, kwartelkoning en grauwe gors (groep **kwartel**).
Op laaggelegen delen ontstaan bij extensief landbouwkundig beheer natte graslanden, die in potentie een broedbiotoop vormen voor weidevogels (groep **grutto**). De grote fluctuaties in de waterstand vormen een beperkende factor voor het broedsucces van deze soorten.

SCENARIO GROTE DOORSTROOM

Dit scenario is een combinatie van de scenario's bovenstroomse en benedenstroomse inlaat. In het gebied treedt regelmatig overstroming op via de benedenstroomse inlaat (drempelhoogte ongeveer 9,5 m +NAP). Alleen bij hoogwater (>11,0 m +NAP) treedt een doorstroom op via de bovenstroomse inlaat. De drempelhoogte van de bovenstroomse inlaat wordt gemiddeld 50 dagen per jaar overschreden. Door de drempels is alleen bij hoogwater sprake van een nevengeul waardoor het rivierwater stroomt.

De potentieel natuurlijke vegetatie in de Millinger- en Kekerdomse waard is weergegeven op **KAART** 11 (BIJLAGE 3). De vegetatie-ontwikkeling komt in grote lijnen overeen met scenario benedenstroomse inlaat. Aan de rivierzijde kan ongeveer 100 ha echt hardhoutooibos tot ontwikkeling komen. Aan weerszijde van de nevengeul kan ongeveer 95 ha laaggelegen hardhoutooibos en 55 ha wilgenbos en -struweel. Evenals in scenario benedenstroomse inlaat zullen de huidige verlandingsmoerassen in de kleiputten en oude rivierloop verdwijnen.
Ook de ontwikkelingen in de avifauna zullen vergelijkbaar zijn met inrichtingsscenario benedenstroomse inlaat.

Bij extensief agrarisch beheer komen de ontwikkelingen in de vegetatie en avifauna in grote lijnen met scenario benedenstroomse inlaat.

SCENARIO KLEINE DOORSTROOM

De inrichtingsmaatregelen van dit scenario zijn beperkt tot deelgebied Millingerwaard, alwaar een "nevengeul" wordt gecreëerd. In dit gebied zal de waterstand sterk fluctueren, overeenkomstig met de rivier. Er treedt na hoogwater geen stagnatie van het overstromingswater op, omdat een vrije afwatering mogelijk is.
De potentieel natuurlijke vegetatie van dit scenario is weergegeven op **KAART** 12 (BIJLAGE 3). In de Millingerwaard ontstaat de mogelijkheid voor de ontwikkeling van ongeveer 90 ha echt en 80 ha laaggelegen hardhoutooibos. Verder behoort de ontwikkeling van ongeveer 80 ha wilgenbos en -struweel tot de mogelijkheden. In de Kekerdomse Waard is de ontwikkeling van hardhoutooibos beperkt tot enkele ha. Het areaal aan wilgenbos- en -struweel en verlandingsmoerassen bedraagt ongeveer 25 ha. Verder is in de Kekerdomse Waard ongeveer 10 ha open water aanwezig in de vorm van kleiputten en oude rivierstrang. In deze wateren kan door de relatief geringe rivierdynamiek een weelderige watervegetatie tot ontwikkeling komen.
In de Millingerwaard zullen watervegetaties slechts sporadisch aanwezig zijn, vanwege de regelmatig optredende doorstroom in de nevengeul.

De toename van vogelsoorten uit de groepen **aalscholver, bosuil** en **buizerd** (zie hoofdstuk 4) zal in grote lijnen overeenkomen met scenario benedenstroomse inlaat en grote doorstroom. Een belangrijk verschil met deze scenario's is dat in dit scenario het broedbiotoop voor soorten uit de groep **bruine kiekendief** behouden blijft.

6.3.3. Veranderingen in de hydrologie van de rivier

Bij de berekeningen van veranderingen in de waterstand, afvoerverdeling en stroomsnelheid is uitgegaan van de ontwikkeling van ooibossen, zoals weergegeven op de kaarten 9 - 12, met uitzondering van scenario bovenstroomse inlaat. Hierbij is in het noordelijk deel van de Millingerwaard uitgegaan van ontwikkeling van wilgenbossen en -struwelen in plaats van rietmoerassen.

Veranderingen in de waterstand

Maatregelen die leiden tot een verhoging van de MHW-waterstand moeten worden gecompenseerd, teneinde de veiligheid van binnendijkse gebieden niet in gevaar te brengen. Dit betekent dat indien de ontwikkeling van ooibossen en ook de eventuele terreinophogingen leiden tot een verhoging van de stromingsweerstand en daardoor opstuwing van het rivierwater veroorzaken elders moeten worden gecompenseerd via profielverruimingen.

Voor alle scenario's hebben de voorgestelde inrichtingsmaatregelen (lokaal verwijderen of ophogen van kaden, terreinophogingen en - afgravingen) tot een verlaging van de waterstand onder MHW-omstandigheden (*tabel 6.2.*).
Voor alle scenario's geeft de ontwikkeling van 250-300 ha ooibos in de Millingerwaard en Kekerdomse Waard bovenstroom van het gebied een meer of minder grote verhoging van de waterstand onder MHW-omstandigheden en benedenstrooms een verlaging.
De verhoging van de stromingsweerstand als gevolg van de ontwikkeling van ooibos zijn bij alle scenario's in onvoldoende mate gecompenseerd. Bij de Pannerdense Kop zijn de verhogingen van de waterstand maximaal. De ontwikkeling van ooibossen geeft een verhoging van de waterstand met 8 - 16 cm.

Tabel 6.2. De veranderingen in de waterstand bij de Pannerdense Kop onder MHW-omstandigheden als gevolg van inrichtingsmaatregelen en ontwikkeling van ooibos berekend met WAQUA-model (naar gegevens van Timmer en Cirkel, 1990).

scenario	verandering waterstand Pannerdense Kop		
	zonder ooibos	met ooibos	effect ooibos
Millingerwaard			
bovenstroomse inlaat	- 3 cm	+ 5 cm	+ 8 cm
benedenstroomse inlaat	- 1 cm	+ 15 cm	+ 16 cm
grote doorstroom	- 7 cm	+ 3 cm	+ 10 cm
kleine doorstroom	- 5 cm	+ 4 cm	+ 9 cm
Bemmelse Waard			
isolatie strang	< 1 cm	+ 3 cm	+ 3 cm

Het WAQUA-model berekent de veranderingen in de waterstand zonder de veranderingen in de afvoerverdeling mee te nemen. De gepresenteerde gegevens in *tabel 6.2* zijn daarvoor gecorrigeerd volgens de berekeningen van Timmer en Cirkel (1990).

De grootste opstuwing levert de uitvoering van het scenario benedenstroomse inlaat op. Na correctie van de WAQUA-berekeningen bedraagt de maximale opstuwing ongeveer 15 cm. De opstuwing van rivierwater door het ooibos is voor dit scenario opvallend groter dan voor de andere scenario's. Waarschijnlijk is de ontwikkeling van ooibos nabij de Millingerdam hiervan de oorzaak.
Een verhoging van de waterstand met 15 cm is bij het huidige beleid van handhaven van de MHW-standen te groot om dit scenario als realistisch te beschouwen.

Scenario grote doorstroom Millingerwaard geeft de kleinste opstuwing. Bij de Pannerdense Kop zal deze onder MHW-omstandigheden ongeveer 3 cm bedragen. Bij de andere scenario's is dit enkel cm hoger. Deze scenario's bieden op basis van de relatief geringe veranderingen in de waterstand goede perspectieven voor een grootschalige ontwikkeling van ooibos. Bijstelling van het inrichtingsscenario's is echter dan wel noodzakelijk om de verhoging van de stromingsweerstand voldoende te compenseren. Dit kan ondermeer worden bereikt door in de uiterwaard minder of geen terreinophogingen te laten plaatsvinden, over een groter gebied terrein af te graven, bestaande afgravingen te verdiepen of in de overliggende uiterwaard compensatiemaatregelen te treffen. Ook kan compensatie worden bereikt door het areaal ooibos te verminderen.

Veranderingen in de afvoerverdeling

De opstuwing van de waterstanden in de Waal als gevolg van de inrichtingsmaatregelen en de ontwikkeling van 250-300 ha ooibos, zijn maximaal bij de Pannerdense Kop. Als gevolg van de opstuwing van het rivierwater bij het splitsingspunt treedt een verandering op in de afvoerverdeling Waal en Pannerdensch Kanaal (*tabel 6.4*).

Tabel 6.4. De veranderingen in de afvoer naar de Waal (m^3/s) voor de verschillende scenario's onder MHW-omstandigheden ten opzichte van basissituatie (10388 m^3/s). MW = Millingerwaard; BW = Bemmelse Waard (Naar gegevens van Timmer en Cirkel, 1990).

SCENARIO	VERANDERING AFVOER WAAL
MW: bovenstroomse inlaat	- 82 m^3/s
MW: benedenstroomse inlaat	- 227 m^3/s
MW: grote doorstroom	- 41 m^3/s
MW: kleine doorstroom	- 65 m^3/s
BW: isolatie strang	- 51 m^3/s

In vergelijking met de huidige situatie zijn de veranderingen in de afvoer naar de Waal onder MHW-omstandigheden door de verschillende scenario's gering (vermindering met ½-2%). Grote gevolgen voor de riviertakken als geheel zijn hierdoor niet te verwachten.

Bij een aantal scenario's treedt een grote verandering op in de afvoerverdeling over zomerbed en winterbed onder MHW-omstandigheden (*tabel 6.5*). In de huidige situatie wordt bij Millingerwaard bij een MHW 52% via het zomerbed en 48% via de uiterwaarden afgevoerd. Bij scenario benedenstroomse inlaat neemt de afvoer via het zomerbed met 30% toe. Bij de andere scenario's voor de Millingerwaard neemt de afvoer via het zomerbed met 10-20% toe, met name in de doorstroom-scenario's is de verandering in de afvoerverdeling over het zomer- en winterbed gering.

Tabel 6.5. De veranderingen in de afvoerverdeling over zomer- en winterbed voor de verschillende scenario's onder MHW-omstandigheden (naar gegevens van Timmer en Cirkel, 1990).

situatie	zomerbed m^3/s	winterbed m^3/s
basissituatie	5490	4900
scenario bovenstroomse inlaat	6545	3800
scenario benedenstroomse inlaat	7270	3000
scenario grote doorstroom	6170	4200
scenario kleine doorstroom	5955	4400
scenario isolatie strang	7090	3275

Veranderingen in stroomsnelheid

In de huidige situatie zal de stroomsnelheid in het zomerbed onder MHW-omstandigheden variëren van ongeveer 2 m/s bij het splitsingspunt Pannerdense Kop tot 1,5 m/s benedenstrooms.

In de Millingerwaard varieert de snelheid onder MHW-omstandigheden van 0,5-0,8 m/s. Het scenario benedenstroomse inlaat geeft de grootste verandering in stroomsnelheden in zomerbed en uiterwaard. In het zomerbed gaan de stroomsnelheden met meer dan 0,6 m/s omhoog en in de uiterwaard lopen de veranderingen in stroomsnelheden uiteen van -0,9 m/s tot +0,8 m/s (Timmer en Cirkel, 1990).
In de gegraven geulen bij de scenario's kleine en grote doorstroom komt de stroomsnelheid bij MHW ruim boven de 1,25 m/s en soms tot 1,6 m/s (Timmer en Cirkel, 1990).

Erosie en aanzandingen in het zomerbed.

De lokale wijzigingen in de afvoerverdeling over het zomerbed en de uiterwaard bij de Millingerwaard zijn bij MHW zodanig dat ook bij lagere afvoeren effecten van erosie en aanzanding in het zomerbed moeten worden verwacht (Timmer en Cirkel, 1990). Uitschuring van het zomerbed zal vooral ter hoogte van de Millingerwaard optreden en benedenstrooms daarvan zal aanzanding optreden. In welke mate erosie en aanzanding in het zomerbed zal optreden is niet bekend.
De aanzanding wordt op de lange termijn echter weer afgevoerd, maar kan in de tussentijd een belemmering voor de scheepvaart vormen (Timmer en Cirkel, 1990).

Bij de scenario's kleine en grote doorstroom zal de mate waarin erosie en aanzanding in het zomerbed optreden het geringst zijn vanwege de relatief geringe toename van de afvoer in het zomerbed (toename maximaal 450-500 m^3/s resp. 650-700 m^3/s). De grootste veranderingen zullen optreden bij het scenario benedenstroomse inlaat als gevolg van de relatief grote toename van de afvoer via het zomerbed (toename maximaal ongeveer 1800 m^3/s).

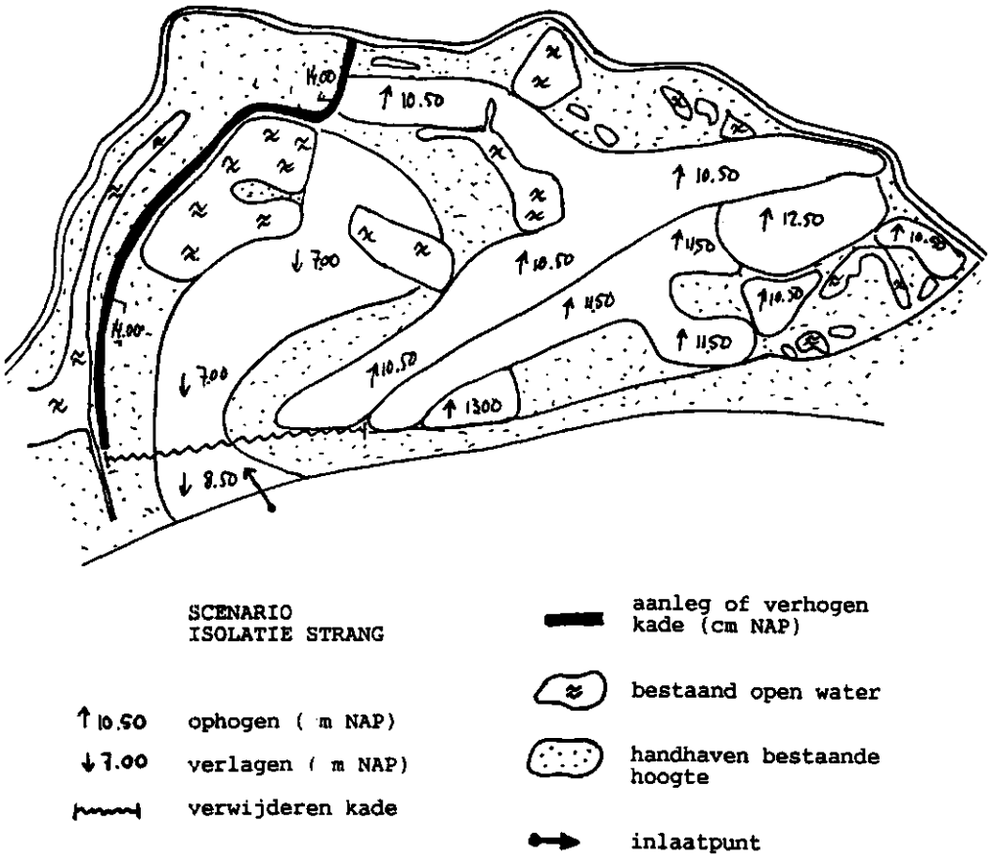
6.4. UITWERKING BEMMELSE WAARD

Voor de Bemmelse Waard is slechts één scenario in beschouwing genomen: scenario isolatie strang. Het betreft een inrichtingsscenario waarbij de invloed van de rivier voor gehele uiterwaard wordt vergroot met uitzondering van de oude rivierloop in het westelijk deel van de waard.

6.4.1. Inrichtingsscenario isolatie strang

In het westelijk deel wordt de zomerkade voor een deel verwijderd. De aanwezige buitenkaadse drempel van 11,5 m wordt verlaagd tot 8,5 m +NAP (*figuur 6.5*). Deze hoogte wordt door de rivier gemiddeld meer dan 150 dagen per jaar overschreden. In de waard vinden nabij het inlaatpunt ontgrondingen plaats tot 7,0 m +NAP. In het oostelijk en noordelijk deel van de waard vinden ophogingen van het

terrein plaats tot een hoogte van 11,3 m +NAP. De verschillende kaden in de waard worden verwijderd.
De in de waard aanwezige oude rivierloop wordt gevrijwaard van meer dynamische omstandigheden. Hiervoor wordt een kade aangelegd met een drempelhoogte van 13,0 m +NAP. Dit komt overeen met de huidige drempelhoogte van de zomerkade.
KAART 13 geeft een overzicht van de bodemhoogten in de uiterwaard na de inrichtingsmaatregelen (BIJLAGE 13).



Figuur 6.5. Een inrichtingsscenario voor de Bemmelse Waard: isolatie strang

6.4.2. De ecologische veranderingen

De potentieel natuurlijke vegetatie van dit scenario weergegeven op **KAART 14**. Door de ophogingen in de uiterwaard ontstaan er mogelijkheden voor ontwikkeling van ongeveer 100 ha hardhoutooibos. De kleiputten in het zuidoostelijk deel van de waard blijven door de ophogingen gevrijwaard van een toename van de rivierdynamiek. Dit gebied komen water-, moeras- en wilgenvegetaties tot ontwikkeling. Een soortgelijk complex van watervegetaties, moerassen en wilgenstruwelen is ook in het noordelijk deel van de waard aanwezig. Dit deel wordt door de ophogingen in beperkte mate afgeschermd door het hoogwater. De drempelhoogte wordt door de rivier gemiddeld ongeveer 40 dagen per jaar overschreden. Beneden de zone van de hardhoutooibossen ontwikkelen zich moerasvegetaties en/of wilgenstruwelen. De gegraven geul en de zandwinplassen hebben permanent water. Op de in de zomermaanden droogvallende oevers van de geul kunnen pioniervegetaties tot ontwikkeling komen. Ook op de oevers van de zandwinplassen komen pioniervegetaties tot ontwikkeling.
De oude rivierloop met water- en moerasvegetaties in het westelijk deel van de waard blijft buiten de invloedsfeer van de verhoogde dynamiek in de uiterwaarden.

Door uitbreiding van de ooibossen neemt de betekenis van dit gebied voor vogelsoorten uit groepen **buizerd, bosuil** en **aalscholver** (zie hoofdstuk 4). Voor soorten als zwarte ooievaar, visarend, en schreeuwarend is het hardhoutooibosgebied in de Bemmelse Waard te klein als potentieel broedgebied. Indien in omliggende uiterwaarden ook een sterke uitbreiding van het areaal hardhoutooibos plaatsvindt, neemt de betekenis van de Gelderse Poort als broedbiotoop voor deze vogels toe.

Momenteel komen de water-, moeras- en weidevogels voornamelijk voor in delen van de Bemmelse Waard die gevrijwaard blijven van een verhoogde invloed van de rivier: de oude strang en de kleiputcomplexen in het westelijk deel van de uiterwaard.

6.4.3. Veranderingen in de hydrologie van de rivier

Veranderingen in de waterstand
Zonder de ontwikkeling van ooibossen zal onder MHW-omstandigheden de waterstanden enkele cm lager zijn. Bij de Pannerdense Kop bedraagt deze verlaging nog slechts enkele mm. Bij de ontwikkeling van ooibossen zal dit scenario leiden tot een verhoging van de waterstand van 8 cm direct bovenstrooms van de waard en van 4 cm aan de Pannerdense Kop (*tabel 6.4*). Het scenario voor de Bemmelse Waard geeft een

maximale opstuwing die ongeveer vergelijkbaar is met het scenario kleine doorstroom voor de Millingerwaard.

Veranderingen in de afvoerverdeling
De opstuwing van de waterstanden in de Waal zijn nog merkbaar bij de Pannerdense Kop. Als gevolg hiervan treedt bij het splitsingspunt een verandering op in de afvoerverdeling Waal en Pannerdensch Kanaal (*tabel 6.4*). De veranderingen in de afvoer over de riviertakken zijn echter gering.
Daarentegen treden wel grote veranderingen in de afvoerverdeling over het zomerbed en de Bemmelse Waard onder MHW-omstandigheden. Bij de Bemmelse Waard zal dan in de huidige situatie 65% via het zomerbed en 35% via het winterbed afgevoerd. Scenario isolatie strang zal leiden tot een vermindering van de afvoer via het winterbed met 45% (*tabel 6.5*).

Veranderingen in de stroomsnelheid
In de huidige situatie zal de stroomsnelheid onder MHW-omstandigheden in het zomerbed variëren van 1,2-1,6 m/s. In de uiterwaard zal de stroomsnelheid ongeveer 0,6-0,7 m/s bedragen. Bij scenario isolatie strang neemt de stroomsnelheid in zomerbed onder MHW-omstandigheden met 0,4 m/s toe en in de uiterwaard ongeveer met 0,5 m/s af. Alleen ter plaatse van de bestaande ontzanding en achter het fabrieksterrein neemt de stroomsnelheid met 0,1-0,2 m/s toe.

Erosie en aanzandingen in het zomerbed.
Evenals bij de scenario's voor de Millingerwaard zal scenario isolatie strang als gevolg van de lokale wijzigingen in de afvoerverdeling over het zomerbed en de uiterwaard erosie en aanzanding in het zomerbed optreden, die niet alleen onder MHW-omstandigheden zullen optreden (Timmer en Cirkel, 1990). Uitschuring van het zomerbed zal vooral ter hoogte van de Bemmelse Waard optreden en benedenstrooms daarvan zal aanzanding optreden.
De aanzanding wordt op de lange termijn echter weer afgevoerd, maar kan in de tussentijd een belemmering voor de scheepvaart vormen (Timmer en Cirkel, 1990).

7
Aanzet tot een afwegingsprocedure

7.1. INLEIDING

In dit hoofdstuk staan een aantal beslispunten centraal die betrekking hebben op het vaststellen van een op natuurontwikkeling gerichte inrichtingsschets van een uiterwaard of een groep van uiterwaarden waarin ooibosontwikkeling en/of het vergroten van de rivierdynamiek in de uiterwaard een uitgangspunt is. Voor een systematische afweging van de perspectieven van een inrichtingsschets wordt een aanzet van een afwegingsprocedure beschreven.

Selectie van uiterwaarden

In de in dit hoofdstuk beschreven afwegingsprocedure zijn afwegingen met betrekking tot de selectie van uiterwaarden voor ooibosontwikkeling en/of het vergroten van de rivierdynamiek om praktische redenen niet opgenomen.
In de praktijk kan de selectie van uiterwaarden plaatsvinden op basis van een groot aantal uitgangspunten en criteria.
In de eerste plaats kan aansluiting worden gezocht met bestaande nota's van de rijksoverheid en provincies. In verschillende beleidsnota's zijn kerngebieden voor natuurontwikkeling in de uiterwaarden aangewezen.
Voorbeelden van kerngebieden zijn de Gelderse Poort, St. Andries en de Blauwe Kamer.
In de tweede plaats kunnen de eigendomsverhoudingen een rol spelen bij de selectie van uiterwaarden.
Ook kunnen uiterwaarden worden geselecteerd met het oog op versterking van bestaande natuurwaarden. Uiterwaarden die op basis van gehanteerde natuurwaarderingscriteria weinig natuurwaarden bezitten, maar waarin door inrichtings- en beheersmaatregelen natuurwaarden tot ontwikkeling kunnen komen, komen dan in aanmerking. In BIJLAGE 5 wordt een overzicht gegeven van door verschillende onderzoekers gehanteerde criteria voor beoordeling van de ecologische waarden in het rivierengebied.

Maatschappelijke randvoorwaarden

Door de gebruiker van de afwegingsprocedure worden de afwegingscriteria vooraf ingevuld aan de hand van maatschappelijke randvoorwaarden en ecologische doelstellingen. De belangrijkste maatschappelijke randvoorwaarde voor natuurontwikkeling in het rivierengebied zijn:

(a) de ontwikkeling niet mag leiden tot een verhoging van de waterstand onder omstandigheden van maatgevend hoogwater;

(b) de ontwikkeling mag niet leiden tot (grote) belemmeringen van de vrije afvoer van water, ijs en sediment;
(c) de ontwikkeling mag niet leiden tot een belemmering voor de scheepvaart.

Ecologische doelstellingen

De ecologische doelstellingen van de natuurontwikkelingsprojecten kunnen sterk verschillen. In dit onderzoek staat het meer ruimte bieden in de uiterwaard aan door de rivier gestuurde processen en de daarbij tot ontwikkeling komende levensgemeenschappen centraal. Door erosie en sedimentatieprocessen ontstaat een grote variatie in bodemomstandigheden en hoogteligging, waardoor tal van voor het rivierengebied kenmerkende levensgemeenschappen tot ontwikkeling kunnen komen. Zo kunnen op rivieroevers en oeverwallen ooibossen tot ontwikkeling komen, moerassen in uiterwaard-kommen en pioniervegetaties op lage rivieroevers. In het natuurbeleid voor het rivierengebied vormt het meer ruimte bieden aan abiotische en biotische processen in de uiterwaard een belangrijk beleidsvoornemen.
Daarnaast is in het natuurbeleid het behoud van zeer waardevolle geomorfologische elementen en bedreigde en/of zeldzame soorten en levensgemeenschappen een belangrijke doelstelling. In het rivierengebied worden aan geomorfologische elementen als rivierduinen en kronkelwaardruggen een grote ecologische waarde toegekend. Door het huidig waterhuishoudkundig beheer bestaan er voor deze geomorfologische elementen weinig mogelijkheden voor ontwikkeling. Bovendien worden deze elementen door vergravingen in de uiterwaarden steeds zeldzamer.
In het natuurbeleid wordt voor het rivierengebied behalve aan de ontwikkeling van ooibossen ook een grote waarde toegekend aan (a) soortenrijke stroomdalgraslanden met veel zeldzame plantensoorten en rijke insectenfauna, (b) de verlandingsvegetaties in oude rivierlopen en ondiepe kleiputten die een belangrijk biotoop vormen voor ondermeer water- en moerasvogels, amfibieën en de otter en (c) de natte graslanden die een belangrijk biotoop vormen voor ondermeer weidevogels, ganzen, zwanen en de das.

De stroomdalflora behoort tot de sterkst bedreigde groepen van wilde flora in Nederland (Drok, 1988; Weeda, 1988). In de uiterwaarden zijn de onvergraven hooggelegen delen, bandijken en hoge zomerkaden geschikte milieus voor stroomdalflora. Vanwege de gevoeligheid van veel stroomdalsoorten voor overstromingen in het groeiseizoen zijn ze beperkt tot de hoge delen van de uiterwaard. Juist door de relatief hoge ligging van droge stroomdalgraslanden in de uiterwaarden zal het vergroten van de rivierdynamiek in de uiterwaarden nauwelijks een negatieve invloed hebben op het voorkomen van deze vegetaties. Integendeel, door

geomorfologische processen vrij spel te geven kunnen op oevers waar de sedimentatie sterker is dan de erosie oeverwallen en rivierduinen ontstaan waarop de stroomdal-flora zich kan vestigen.
Aan oude rivierlopen die nog in open verbinding staan met de rivier wordt een grote ecologische waarde toegekend (Schroevers, 1989). Deze waarde hangt samen met het dynamisch karakter. In omkade oude rivierlopen treedt door de lage overstromingsdynamiek verlanding op. Aan verlandingsvegetaties wordt in het algemeen eveneens een hoge natuurwaarde toegekend. Deze vegetaties zijn kenmerkend voor ondiepe stagnante watersystemen in binnendijkse gebieden. In het rivierengebied komen verlandingsmoerassen (periodiek) alleen voor op lokaties waar de rivierdynamiek van nature of door inrichtingsmaatregelen (zomerkaden) gering is.
De waardering van de huidige ecologische situatie en potenties wordt sterk bepaald door de functionele aspecten die men wil benadrukken. Ook de ruimtelijke schaal en de tijdschaal waarop de beschouwing betrekking heeft, zal de waardering sterk beïnvloeden.

Doelstellingen voor natuurontwikkelingsprojecten kunnen ondermeer zijn:
a. behoud en ontwikkeling van geomorfologische elementen die het resultaat zijn van door de rivier gestuurde processen;
b. behoud en ontwikkeling van levensgemeenschappen die kenmerkend zijn voor rivierdynamische milieus;
c. behoud en ontwikkeling van levensgemeenschappen met zeldzame en bedreigde soorten (beschouwd op nationaal niveau alsook op internationaal niveau);
d. behoud en ontwikkeling van een hoge diversiteit aan levensgemeenschappen in een uiterwaard.

7.2. BESLISPUNTEN IN DE AFWEGINGSPROCEDURE

In het rivierengebied bestaan grote verschillen in de mate waarin uiterwaarden geschikt zullen zijn voor de ontwikkeling van ooibossen al dan niet in combinatie met het vergroten van de invloed van de rivier in de uiterwaard. Dit hangt voor een belangrijk deel samen met de mate waarin een verhoging van MHW-waterstanden kan optreden en de mate waarin deze effecten kunnen worden gecompenseerd (zie ook hoofdstuk 6). Bovendien kunnen ook in ecologisch opzicht bezwaren ontstaan als gevolg van verlies van natuurwaarden die men in het rivierengebied wil behouden of versterken.
In deze paragraaf wordt een aanzet gegeven voor een procedure voor het beoordelen van de perspectieven van uiterwaarden voor de ontwikkeling van ooibossen en het vergroten van de rivierdynamiek. Aangegeven wordt welke beslispunten in de procedure kunnen worden opgenomen en welke criteria kunnen worden gehanteerd met betrekking tot de afweging.

De afwegingscriteria worden afgeleid van de doelstellingen en uitgangspunten van het natuurontwikkelingsproject.
Aan de hand van een ontwikkelingsvisie kan een scenario voor inrichting en beheer worden opgesteld. De afwegingsprocedure is een toetsingskader van de hydrologische en ecologische veranderingen van het scenario aan de (ecologische) doelstellingen en randvoorwaarden.
Het in dit hoofdstuk gepresenteerde afwegingskader heeft betrekking op

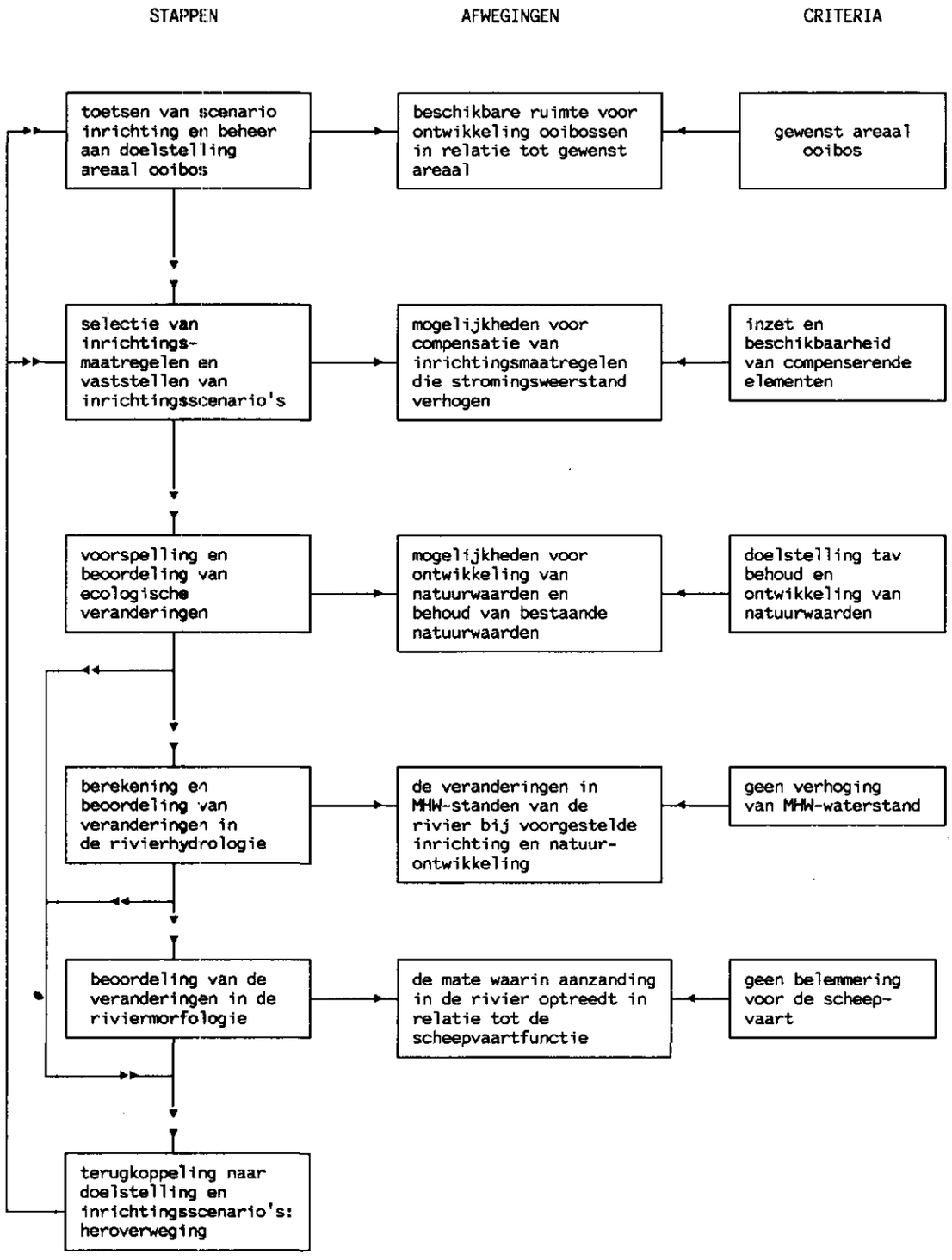
(a) het vergroten van de rivierdynamiek in de uiterwaarden en daarbij behorende natuurontwikkeling, inclusief ooibosontwikkeling;
(b) ooibosontwikkeling zonder de invloed van rivier in de uiterwaard te vergroten.

In het eerste geval wordt meer ruimte aan de rivier in de uiterwaard geboden door het plaatselijk of geheel verlagen of slechten van de zomerkade. Ooibosontwikkeling is alleen mogelijk indien het vegetatiebeheer daarop is afgestemd.
In het laatste geval blijft de bestaande isolatie van gebieden ten opzichte van de rivier gehandhaafd, dat wil zeggen dat geen veranderingen in de bekading worden aangebracht. In de praktijk kan het voorkomen dat binnen een uiterwaard ontwikkeling van ooibossen zal moeten plaatsvinden in een deel van de uiterwaard waar de invloed van de rivier is vergroot en in een deel waar de bestaande isolatie ten opzichte van de rivier blijft gehandhaafd.
In *figuur 7.1* is een voorbeeld gegeven van de stappen waaruit een afwegingsprocedure kan bestaan en welke criteria met betrekking tot de afweging kunnen worden gehanteerd.

STAP 1: beoordeling van uiterwaarden op basis van potentieel areaal voor ontwikkeling van ooibossen
Afweging: beschikbaarheid ruimte voor ooibosontwikkeling.

In principe kan voor elke uiterwaard worden overwogen ooibosontwikkeling te laten plaatsvinden eventueel in combinatie met het vergroten van de invloed van de rivier in de uiterwaard. De beschikbare ruimte voor ooibosontwikkeling in de geselecteerde uiterwaarden kan worden getoetst aan de doelstelling ten aanzien van ooibos-ontwikkeling: gewenst areaal ooibos. Deze doelstelling fungeert dan als selectiecriterium en is dan in oppervlakte-termen beschreven:
(a) aantal ha ooibos of
(b) % van totale oppervlakte van de uiterwaard.

De doelstelling kan worden gedifferentieerd naar zachthoutooibos (wilgen- en populierenbossen) en hardhoutooibos (essen-iepenbossen).



Figuur 7.1. Een schematische voorstelling van de opbouw van een afwegingsprocedure met betrekking tot de mogelijkheden voor ooibosontwikkeling en herstel van rivierdynamiek in een of meer uiterwaarden.

STAP 2: beoordeling van scenario t.a.v. voorgestelde inrichtingsmaatregelen
Afweging: compensatiemogelijkheden voor inrichtings- en beheersmaatregelen die hydraulische weerstand verhogen.

Voor uiterwaarden die in aanmerking komen voor de ontwikkeling van ooibossen zal een inrichtingsschets moeten worden opgesteld. De inrichtingsschets kan betrekking hebben op slechts één uiterwaard, maar ook op twee tegenover elkaarliggende uiterwaarden of een groep van uiterwaarden. De inrichtingsschets moet aan een aantal hydrologische criteria voldoen.
Op een inrichtingsschets staan weergegeven:
* lokaties waar de zomerkaden worden geslecht of verlaagd en de delen van de uiterwaard waar de invloed van de rivier wordt vergroot;
* lokaties waarop de ontwikkeling van hardhout- en zachthoutooibossen zal plaatsvinden;
* lokaties waarop aanpassingen van de terreinhoogten plaatsvinden ten behoeve van natuurbouw;
* lokaties waarop afgravingen kunnen plaatsvinden ten behoeve van compensatie.

De afvoerverwerkende capaciteit van de rivier wordt bepaald door de topografie van de uiterwaard en de aanwezige vegetaties. Door ontwikkeling van ooibossen eventueel gecombineerd met terreinophogingen (voor ontwikkeling van hooggelegen ooibossen en creëren van hoogwatervlucht-plaatsen) wordt de afvoerverwerkende capaciteit van de rivier verminderd, waardoor bovenstrooms van de inrichtings-maatregelen opstuwing van rivierwater kan optreden met als gevolg veranderingen in de waterstand, stroomsnelheid en afvoerverdeling.
Op plaatsen waar ooibosontwikkeling en andere inrichtings-maatregelen zullen leiden tot een verhoging van de MHW-waterstand zal compensatie via profielverruimingen moeten plaatsvinden. Dergelijke ingrepen zullen zeer veel effect resulteren op de afvoerverwerkende capaciteit van de rivier, indien deze plaats vinden nabij de hoogwaterstroomdraad (*figuur 7.2.*). Compensatie kan plaatsvinden in de uiterwaard waarin de ooibosontwikkeling zal plaats vinden of in de overliggende uiterwaard.

De mogelijkheden voor ooibosontwikkeling in de uiterwaard eventueel gecombineerd met terreinophogingen zijn afhankelijk van de mate waarin hydrologische veranderingen zullen optreden en de mate waarin deze veranderingen kunnen worden gecompenseerd.

Compensatie kan op verschillende manieren plaats vinden:
a) slechten van zomerkaden
b) slechten van andere kaden in de uiterwaard

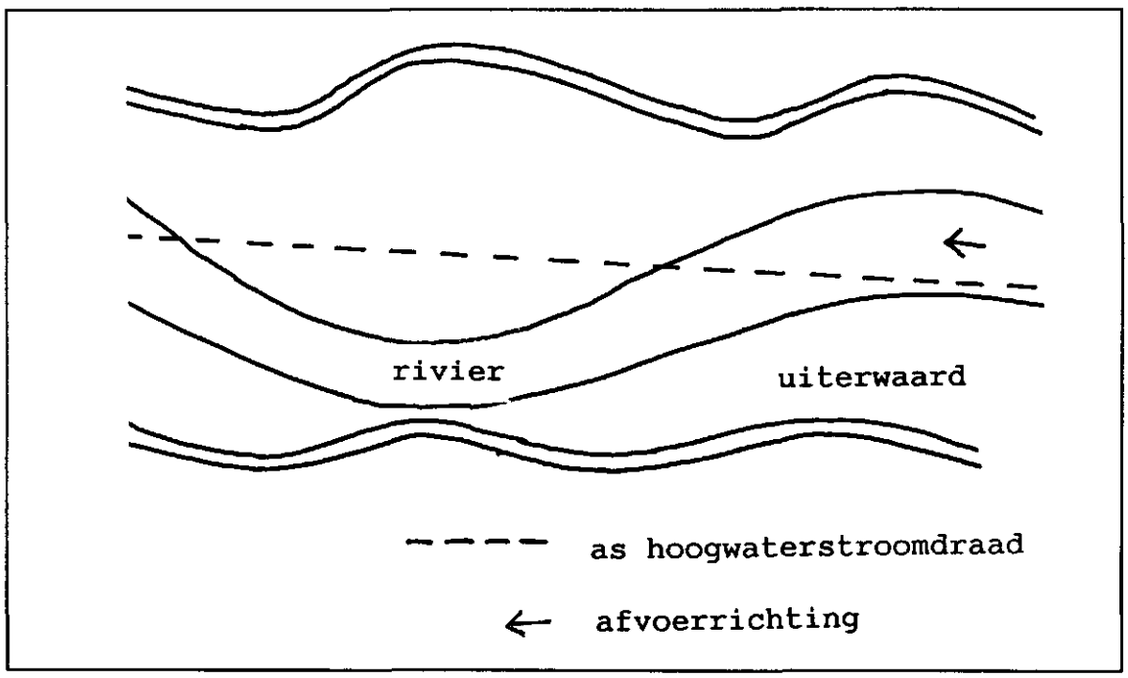
c) afgraving van kunstmatig opgehoogde terreinen
d) afgraving van voormalige kleiwinningsgronden of andere vergraven terreinen
e) afgraving van weinig waardevolle geomorfologische elementen in onvergraven delen van de uiterwaard (eventueel te combineren met kleiwinning)
f) afgraving van waardevolle geomorfologische elementen in de uiterwaard.

De gebruiker van de procedure zal moeten bepalen van welke compensatie-mogelijkheden gebruik zal worden gemaakt. Het slechten van zomerkaden heeft tot gevolg dat de invloed van de rivier in de uiterwaard zal worden vergroot. Indien ontwikkeling van ooibos zal moeten plaatsvinden bij handhaving van de bestaande isolatie ten opzichte van de rivier kan van deze maatregel geen gebruik worden gemaakt. Afgraving van onvergraven delen van de uiterwaard kan bezwaren opleveren, omdat men de gaafheid van de uiterwaard niet wil aantasten of waardevolle geomorfologische elementen wil behouden.
De inzet van compenserende maatregelen is afhankelijk van de plaats en de mate waarin ooibosontwikkeling (eventueel in combinatie met terreinophogingen) in de uiterwaard zal plaatsvinden.

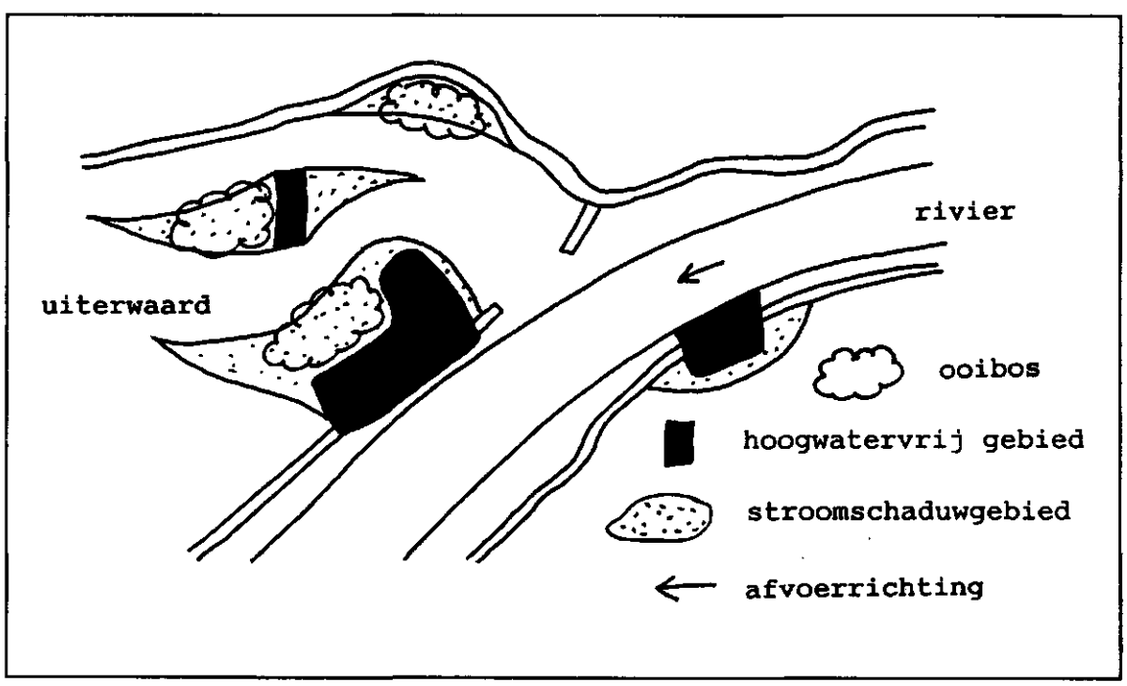
In deze stap van de afwegingsprocedure wordt beoordeeld inhoeverre in het inrichtingsschets rekening is gehouden met compensatie voor de ontwikkeling van ooibos en natuurbouwmaatregelen. In hoeverre de ontwikkeling van ooibos en terreinophogingen een verhoging van de MHW-stand tot gevolg zullen hebben is afhankelijk van de omvang en van de plaats in de uiterwaard.

Ontwikkeling van ooibos kan plaatsvinden op:
(a) zeer hooggelegen delen van uiterwaard die alleen bij extreem hoog water worden overstroomd (< 1 dag/jaar inundatie)
(b) hooggelegen delen van de uiterwaard die regelmatig door (winter)hoogwaters wordt overstroomd (<5 dagen/jaar inundatie)
(c) lagere delen van de uiterwaard in stroomschaduwgebieden (*figuur 7.3*)
(d) lagere delen van de uiterwaard in belangrijke stroomvoerende delen van de uiterwaard

Ophogingen van terreinen kan plaatsvinden op:
(e) hooggelegen delen van de uiterwaard voor het creëren van overstromingsvrije gebieden
(f) de lagere delen van de uiterwaard liggend in de stroomschaduwgebieden van de rivier
(g) de lagere delen van de uiterwaard liggend in de hoogwaterstroomvoerende delen van de rivier.



Figuur 7.2. Een schematische voorstelling van de hoogwaterstroomdraad in een rivierengebied (naar De Bruin e.a., 1987).



Figuur 7.3. Een schematische voorstelling van ooibosontwikkeling in stroomschaduwlokaties (naar De Bruin e .a., 1987).

In geval (a) zal de ontwikkeling van ooibossen weinig bijdragen aan een verhoging van de hydraulische weerstand, waardoor verhoging van de MHW-waterstanden niet zullen optreden of zeer gering zullen zijn. Hierdoor zullen geen of weinig compensatie-maatregelen moeten worden getroffen. Compensatie kan plaats vinden door slechten van kaden of door kleinschalige (ondiepe) afgravingen.
In geval (b) en (c) zal ontwikkeling van ooibossen leiden tot grotere verhoging van de hydraulische weerstand dan in geval (a), waardoor meer compensatie nodig zal zijn. Ooibosontwikkeling is alleen mogelijk indien in voldoende mate kan worden gecompenseerd in de uiterwaard waarin de ooibosontwikkeling zal plaatsvinden of in de uiterwaard aan de overzijde van de rivier. Compensatie kan plaatsvinden door afgravingen van weinig geomorfologisch waardevolle delen van de uiterwaard of door het verdiepen van bestaande kleiputten. De afgravingen kunnen eventueel worden gecombineerd met het slechten van kaden.
In geval (d) zal ooibosontwikkeling leiden tot (zeer) grote verhoging van de hydraulische weerstand en hierdoor ook tot sterke verhoging van de MHW-waterstanden. Voldoende compensatie kan alleen worden bereikt door diepe en/of grootschalige afgravingen.
In geval (e) en (f) zullen terreinophogingen leiden tot verhoging van de hydraulische weerstand die alleen kunnen worden gecompenseerd door afgravingen elders in de uiterwaard of in de uiterwaard aan de overzijde van de rivier.
Terreinophogingen in de tijdens hoogwater afvoerverwerkende delen van de rivier zullen leiden tot zeer grote veranderingen in de hydraulische weerstand en dienen beter achterwege te blijven.

De inrichtingsschets wordt getoetst op de toepasbaarheid van compenserende maatregelen voor die situaties waarin de voorgestelde inrichtings- en beheersmaatregelen zullen leiden tot verhoging van de stromingsweerstand. De afweging is gebaseerd op een inschatting van de effecten van compenserende maatregelen op de stromingsweerstand. Vuistregels kunnen hierbij een belangrijk hulpmiddel zijn. Het verdient aanbeveling hiernaar een onderzoek te starten. Hydrologische modelberekeningen vinden plaats in stap 4. Dit betreft dan inrichtingsscenario's die op basis van hydrologische vuistregels en ecologische criteria zijn geselecteerd.

STAP 3: beoordeling van ecologische veranderingen
Afweging: doelstelling ten aanzien van behoud en ontwikkeling van natuurwaarden

Met behulp van het voorspellingsmodel kunnen de veranderingen in de vegetatie in beeld worden gebracht.

Vervolgens kunnen de potentiële natuurwaarden worden afgewogen tegen de huidige natuurwaarden. Deze afweging heeft betrekking op de botanische en de faunistische waarden in de uiterwaard waarin ooibosontwikkeling plaatsvindt en compensatiemaatregelen worden genomen.
Afweging met betrekking tot afgraving van bestaande geomorfologische waarden is reeds opgenomen in stap 2.

Voor waardering van bestaande en potentiële natuurwaarden kunnen verschillende criteria worden gehanteerd, afhankelijk van de gekozen ecologische doelstellingen.

De huidige situatie ten aanzien van natuurwaarden in het gebied kan zijn:
(a) op basis van de gehanteerde natuurwaarderingscriteria zijn geen specifieke natuurwaarden aanwezig
(b) bestaande natuurwaarden zijn gerelateerd aan reeds aanwezige ooibossen
(c) botanische of faunistische waarden zijn gebonden aan milieus die sterk geïsoleerd zijn van de rivier
(d) botanische of faunistische waarden zijn kenmerkend voor rivierdynamische milieus
(e) botanische en faunistische waarden zijn gebonden aan hooggelegen terreinen in de uiterwaard (< 20 dagen per jaar inundatie)
(f) botanische en faunistische waarden zijn gebonden aan laaggelegen terreinen in de uiterwaard.

De inrichtings- en beheersmaatregelen kunnen gericht zijn op:
(a) ontwikkeling van natuurwaarden die gerelateerd zijn aan ooibossen
(b) ontwikkeling van natuurwaarden die kenmerkend zijn voor rivierdynamische milieus
(c) combinatie van (a) en (b)

De ontwikkeling van ooibossen kan leiden tot het verdwijnen van bestaande natuurwaarden die gebonden zijn aan graslandvegetaties. In geval van ontwikkeling van natuurwaarden onder rivierdynamische omstandigheden zullen natuurwaarden die kenmerkend zijn voor van de rivier geïsoleerde milieus verdwijnen.
De afweging van de ecologisch veranderingen heeft betrekking op de aanwezige natuurwaarden die kunnen verdwijnen en natuurwaarden die tot ontwikkeling kunnen komen.

STAP 4: hydrologische modelberekeningen
Randvoorwaarde: geen verhoging van MHW-waterstand

Met behulp van het rekenmodel WAQUA-rivieren kunnen de hydraulische veranderingen van de inrichtings- en beheersmaatregelen in beeld gebracht worden. De resultaten van deze berekeningen worden getoetst aan de hydraulische

randvoorwaarden die gesteld zijn aan ooibosontwikkeling en het vergroten van rivierdynamiek in de uiterwaarden.
Het toetsingscriterium is een maatschappelijke randvoorwaarde: geen verhoging van de MHW-waterstand in verband met de kans op overstroming van binnendijkse gebieden. Indien dit wel het geval is, zal de inrichtingsschets moeten worden aangepast.

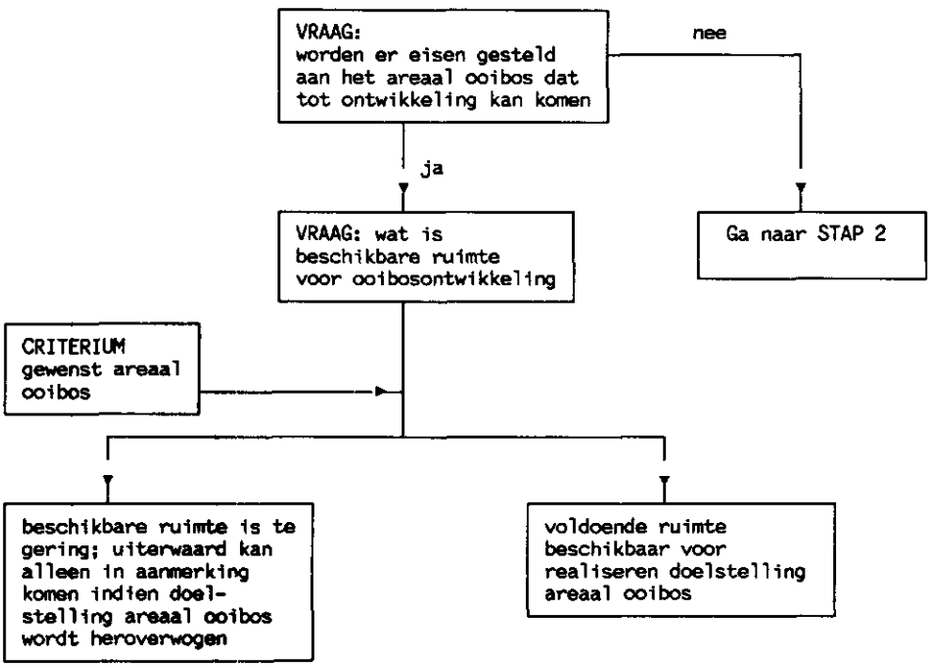
STAP 5: veranderingen in de riviermorfologie
Randvoorwaarde: geen belemmering voor de scheepvaart

Als gevolg van ontwikkeling van ooibos en natuurbouwmaatregelen kan een verandering optreden in de afvoerverdeling over zomer- en winterbed. Dit kan leiden tot een zodanige aanzanding in het zomerbed benedenstrooms van de uiterwaard waarin de ingrepen plaatsvinden, dat de scheepvaart erdoor wordt gehinderd. Hoewel aanzanding op den duur weer kunnen verdwijnen, is als uitgangspunt gehanteerd dat de ontwikkeling van ooibos en natuurbouwmaatregelen de scheepvaart niet mogen belemmeren. Indien dit wel het geval is, zal de inrichtingsschets moeten worden aangepast.

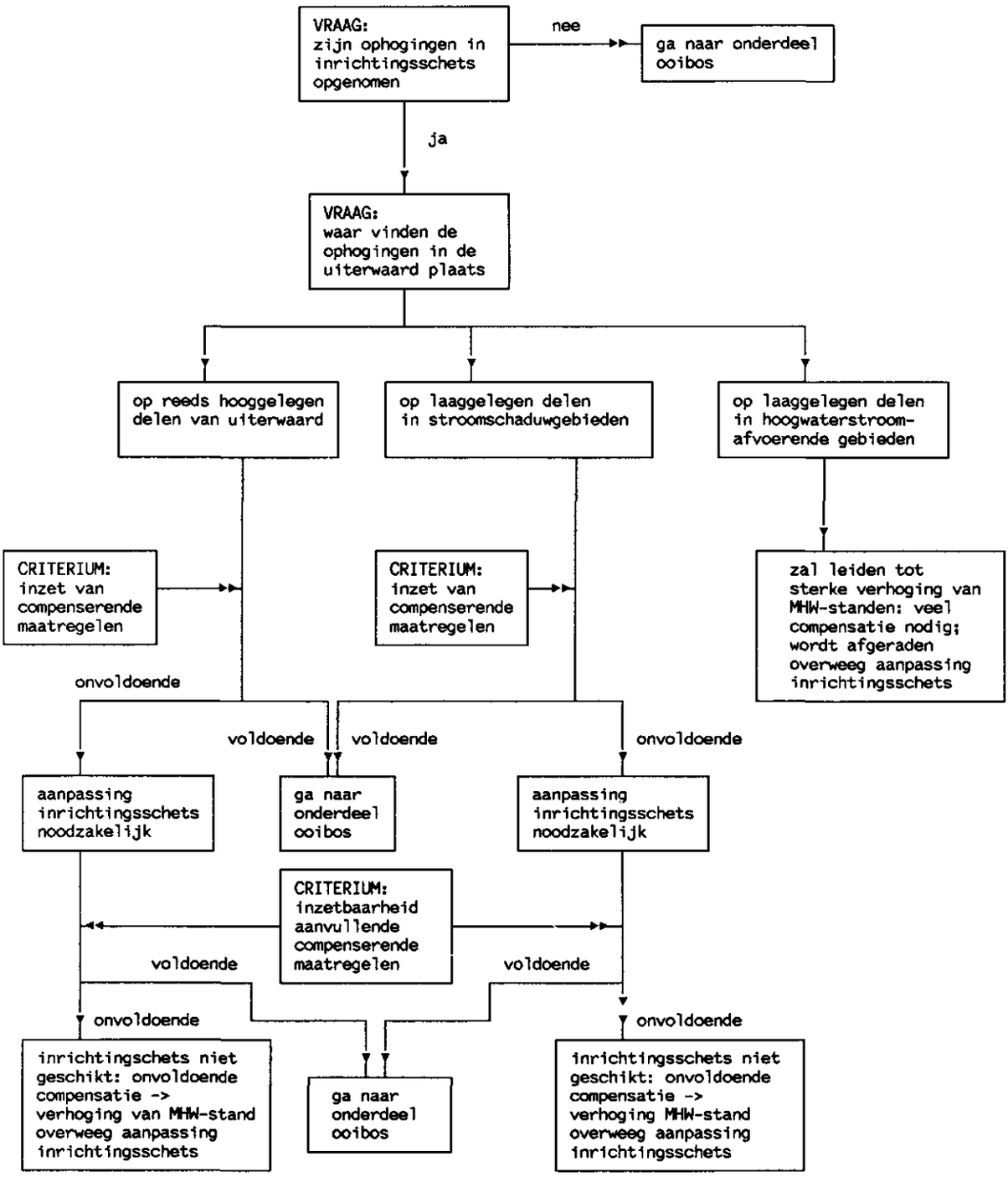
7.3. AANZET VOOR DE STRUCTUUR VAN DE AFWEGINGSPROCEDURE

De reeds beschreven stappen in het afwegingsproces kunnen in een schema worden gezet. In deze paragraaf wordt daartoe een aanzet gegeven. Het schema wordt stapsgewijs gepresenteerd.

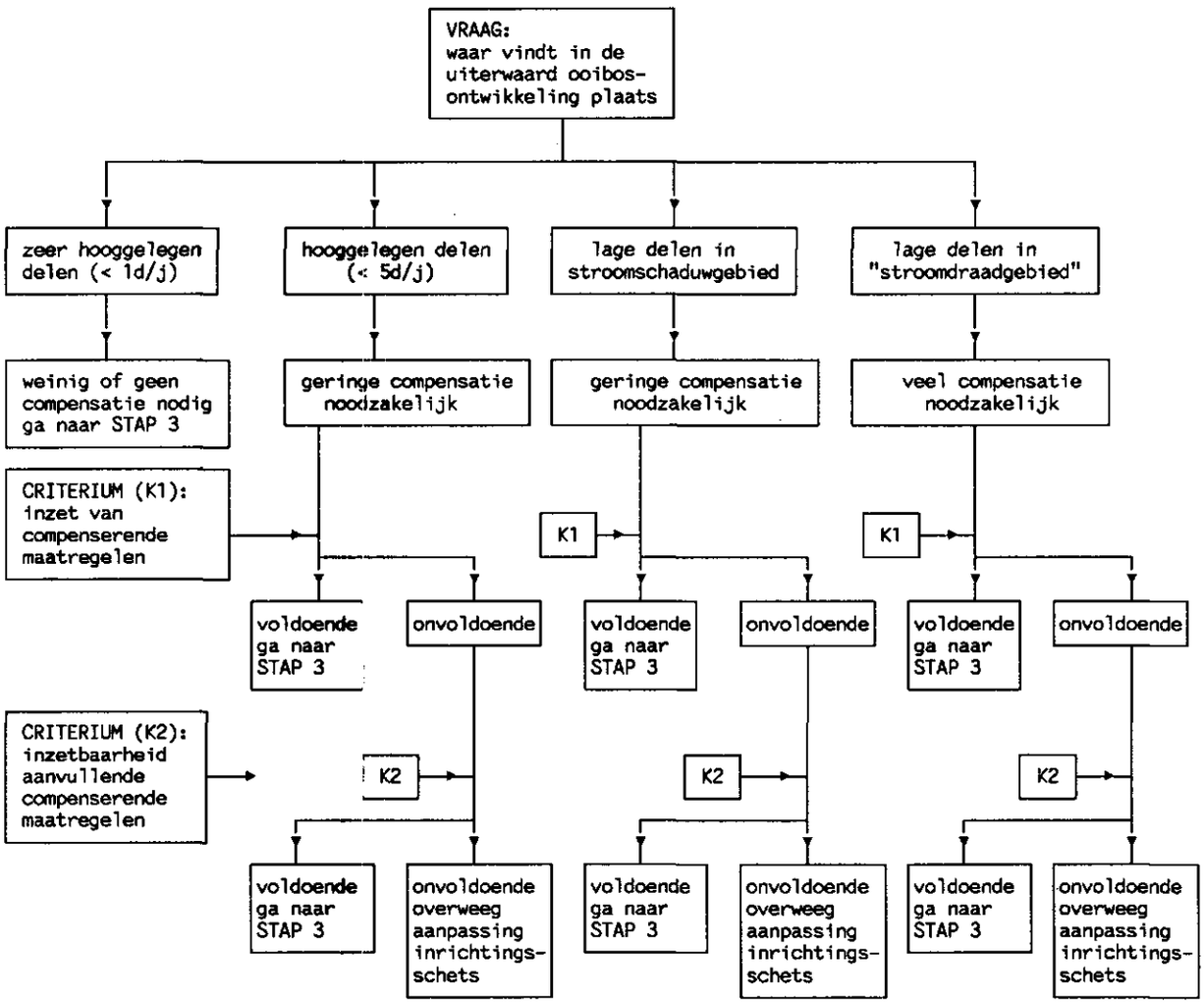
STAP 1: toetsing van de mogelijkheden voor ooibosontwikkeling aan doelstelling areaal ooibos



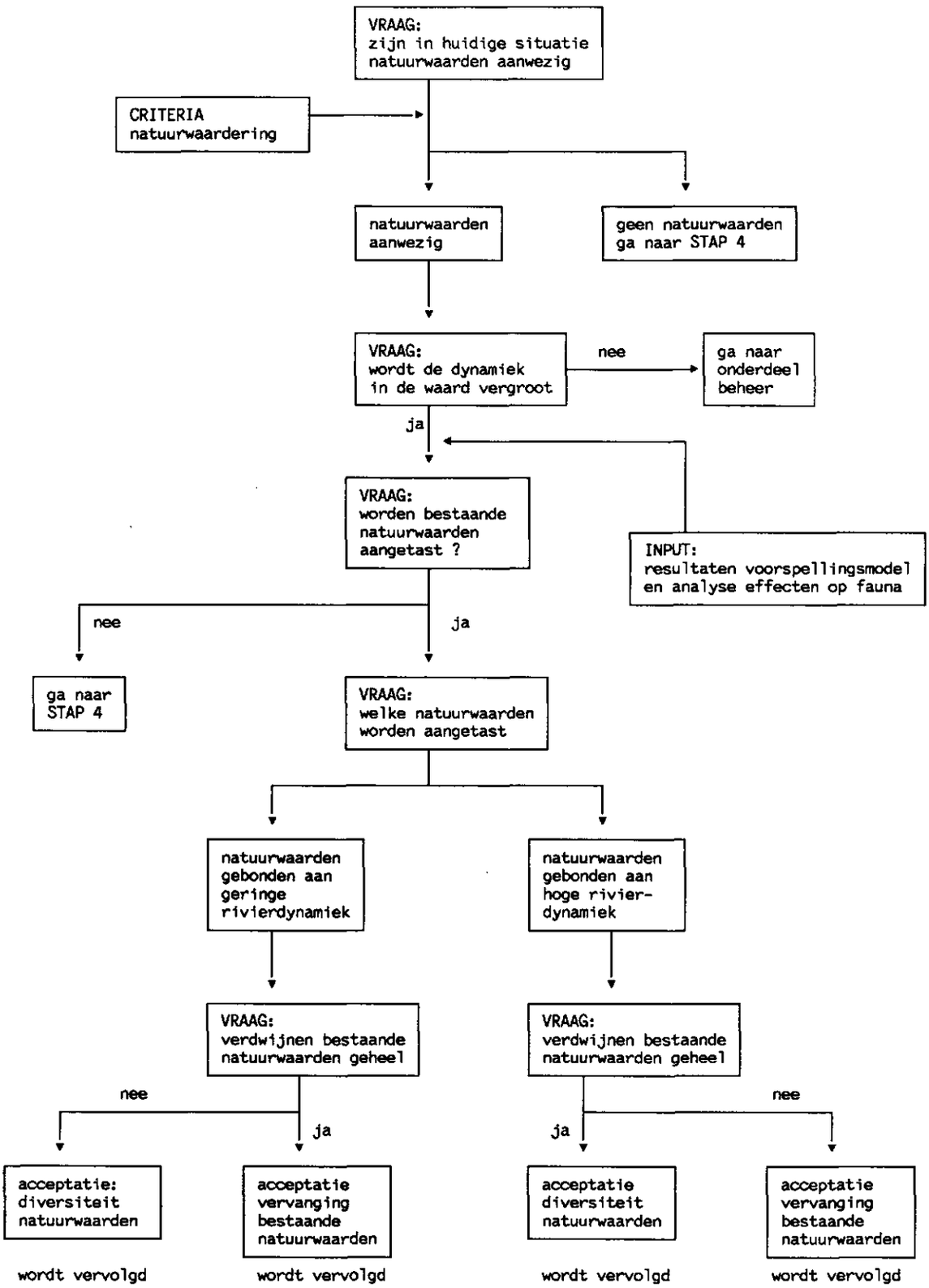
STAP 2: eerste toetsing van inrichtingsmaatregelen
Onderdeel ophogingen

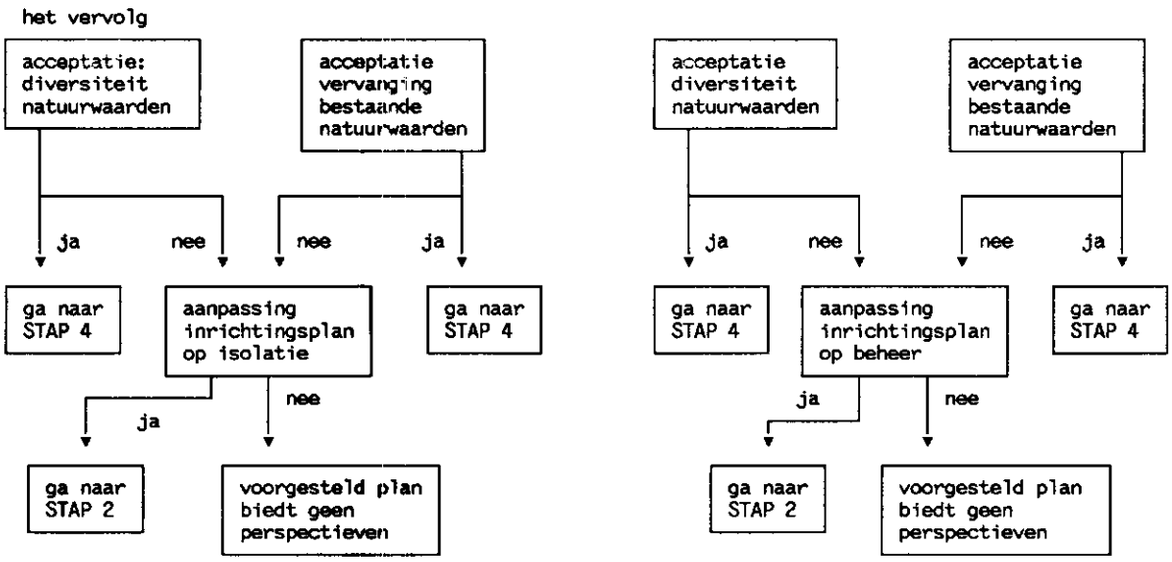


Onderdeel ooibos

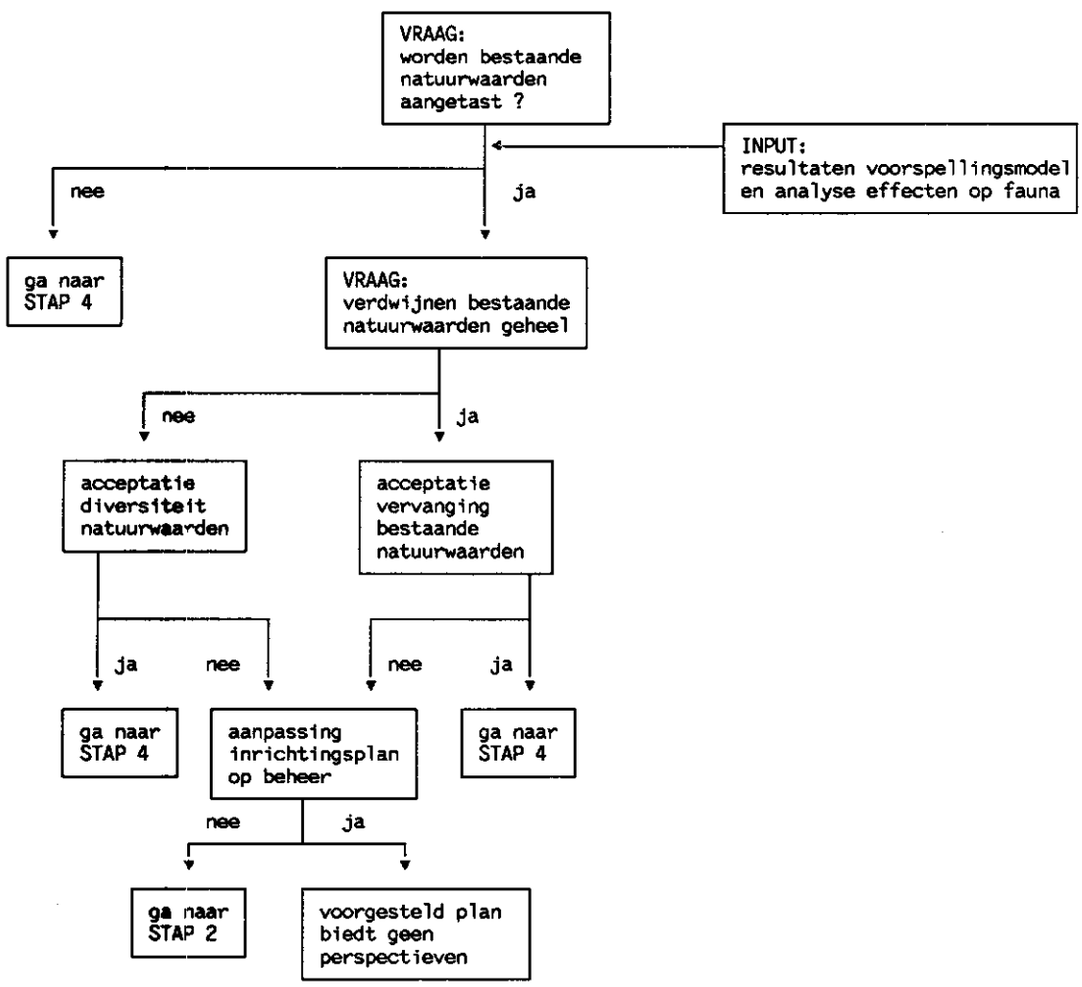


STAP 3: beoordeling verandering in natuurwaarden
Onderdeel dynamiek

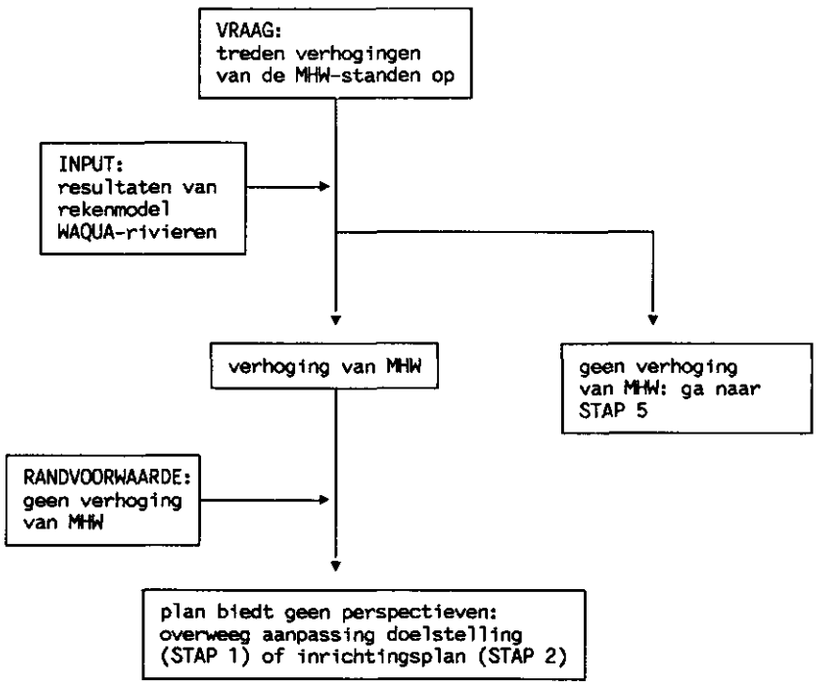




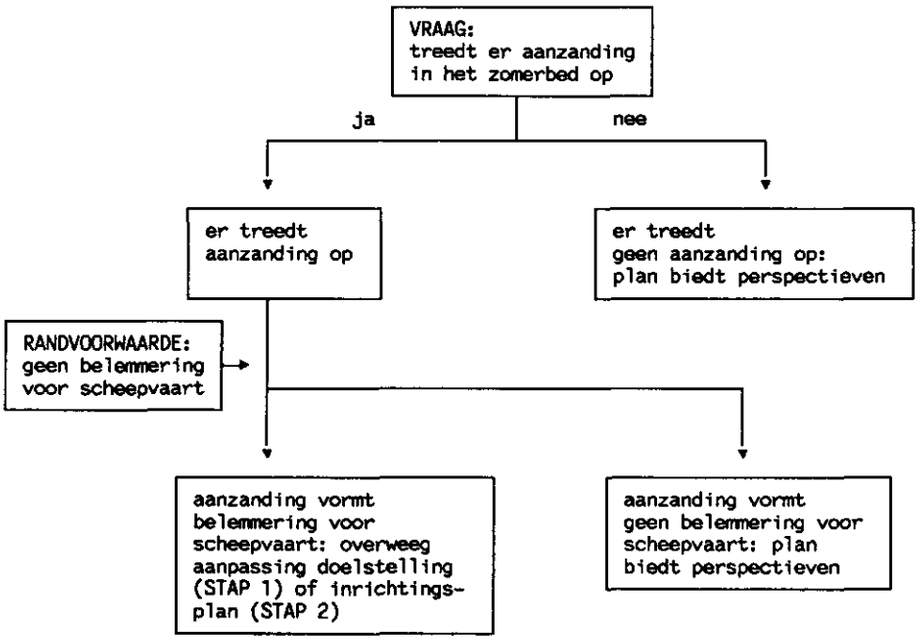
Onderdeel beheer



STAP 4: beoordeling veranderingen in de MHW-waterstand



STAP 5: beoordeling veranderingen in de riviermorfologie



8
Nabeschouwing

8.1. Natuurontwikkeling in de uiterwaarden

In deze studie is onderzocht welke ecologische veranderingen kunnen optreden in de uiterwaarden van het Rijnsysteem door het vergroten van de rivierdynamiek en welke mogelijkheden voor de ontwikkeling van ooibossen aanwezig zijn.

Het vergroten van de rivierdynamiek in de uiterwaarden houdt in dat meer ruimte wordt geboden aan door de rivier gestuurde abiotische processen. Niet alleen treden frequenter overstromingen in de uiterwaard op, maar ook wordt meer vrijheid gegeven aan erosie- en sedimentatie-processen, rivierduinvorming, steilrandvorming etc. Hierdoor ontstaan er mogelijkheden voor flora en fauna die kenmerkend zijn voor deze rivierdynamische milieus.
Op plaatsen waar dit mogelijk is kunnen maatregelen worden getroffen als het slechten van zomerkaden, het verwijderen van stortsteen op de oevers en het stopzetten van egaliserende werkzaamheden.

Op de rivieroever en op de oevers van oude rivierlopen ontstaan door de rivierdynamische omstandigheden regelmatig groeiplaatsen voor de ontwikkeling van pioniervegetaties. De ontwikkelingsmogelijkheden voor deze pioniervegetaties liggen vooral langs de Boven-Rijn en langs de bovenloop van Waal en IJssel. Maatregelen die de isolatie van oude rivierlopen opheffen zullen een positieve invloed hebben op de ontwikkeling van pioniervegetaties op deze oevers. De verwijdering van stortsteen op de rivieroevers zal leiden tot de ontwikkeling van pioniervegetaties op natuurlijk substraat.
Voor watervegetaties kan het toelaten van hoogwaters in de uiterwaard tot gevolg hebben dat in perioden van zomerhoogwater de watervegetaties worden weggespoeld. Dit kan als een natuurlijk proces in rivierdynamische systemen worden gezien. De verlanding van wateren in de uiterwaard wordt door de rivier via een hoogwater na verloop van tijd weer teruggezet, waarna een hernieuwde ontwikkeling van watervegetaties kan plaatsvinden.
Ook verlandingsmoerassen, die onder laag rivierdynamische omstandigheden tot ontwikkeling komen, zullen bij maatregelen die de rivierdynamiek in de uiterwaard vergroten in perioden van zomerhoogwater in de successiereeks worden teruggezet. In de daarop volgende jaren kan de verlanding weer opnieuw in gang worden gezet, totdat de verlandings-vegetatie opnieuw door de rivier wordt teruggezet.
Op de rivieroevers en op de oevers van oude strangen die in open verbinding staan met de rivier kunnen moerasvegetaties van rivierdynamische milieus tot ontwikkeling komen.

Rietland is de potentieel natuurlijke vegetatie van lage delen van de (onbeweide) uiterwaard. In de benedenloop komen rietvegetaties ook op de rivieroever tot ontwikkeling.

Het toelaten van meer rivierdynamiek in de uiterwaarden zal in veel situaties weinig effecten hebben op de droge stroomdalgraslanden en glanshavergraslanden. De benedengrens van deze graslandvegetaties is veelal hoger dan de drempelhoogte van de huidige zomerkaden. Het slechten van de zomerkade zal dan niet leiden tot een langere overstromingsduur.
Op lokaties langs de Boven-Rijn en in de bovenloop van Waal en IJssel waar de natuurlijke morfodynamiek wordt toegelaten kunnen rivierduintjes worden gevormd, alwaar soorten van droge stroomdalgraslanden zich kunnen vestigen.
Vooral langs de Boven-Rijn en in de bovenloop van de Waal en IJssel zullen op de onbeweide rivieroevers door de voortdurend wisseling in milieu-omstandigheden regelmatig goede omstandigheden (droogvallend onbegroeid substraat) voor kieming en vestiging van schietwilgen en zwarte populieren ontstaan. Wilgenbossen en -struwelen kunnen ook tot ontwikkeling komen op de onbeweide oevers van niet geïsoleerde strangen en in kleiputten. Ondiepe afgravingen kunnen de mogelijkheden voor wilgenbossen sterk doen toenemen. Wilgenbossen waarin een snelle ophoging van de bodem optreedt als gevolg van sedimentatieprocessen kunnen geleidelijk overgaan in hardhoutooibossen. Op lokaties geen snelle bodemophoging optreedt gaan de wilgenbossen op den duur over in moerasruigten.
Hardhoutooibossen, die in de Nederlandse riviersystemen vrijwel geheel ontbreken, zijn kenmerkend voor hoge delen van het rivierengebied, die jaarlijks gemiddeld minder dan 50 dagen worden geïnundeerd door rivierwater. Het vergroten van de rivierdynamiek in de uiterwaarden zal weinig directe effecten hebben op de ontwikkeling van hardhoutooibossen. De zomerhoogwaters zullen wel van invloed zijn op de ontwikkeling van de kruidlaag. De meest soortenrijke ondergroei komt voor in de hardhoutooibossen op de meest hooggelegen delen van de uiterwaard. De benedengrens van dit hardhoutooibostype ligt evenwel op een hoogte die veelal hoger is dan de drempelhoogte van de zomerkade. Dit betekent dat het slechten van de zomerkaden geen groot knelpunt vormt voor de ontwikkeling van hardhoutooibossen met een soortenrijke ondergroei.

Onder welke omstandigheden vanuit graslanden hardhout-ooibossen tot ontwikkeling kunnen worden gebracht is volop in discussie. Diverse onderzoekers stellen dat door gestuurde extensieve begrazing omstandigheden ontstaan voor de ontwikkeling van hardhoutooibossen (Vera, 1987; Helmer e.a., 1990). Deze ontwikkeling zal waarschijnlijk onder gunstige omstandigheden nog vele tientallen jaren in beslag nemen.

In hoeverre in het Nederlandse Rijnsysteem hardhoutooibossen kunnen ontstaan uit zachthoutooibossen is onbekend. Dit zal afhankelijk zijn van de mate waarin bodemophoging in de wilgen- en populierenbossen zullen optreden.
Een andere mogelijkheid voor de ontwikkeling van hardhoutooibos is aanplant.

Het vergroten van de rivierdynamiek in de uiterwaarden is ook van invloed op het voorkomen van de fauna. De veranderingen in de fauna worden veroorzaakt door de veranderingen in de vegetatie en in de milieu-omstandigheden die als gevolg van vergroten van de rivierdynamiek optreden. Over de invloed van fluctuaties in de milieu-omstandigheden op het voorkomen van diersoorten in het rivierengebied is weinig bekend. Door de voortdurende wisselende omstandigheden zullen vooral diersoorten profiteren die aan deze omstandigheden zijn aangepast. In jaren met gunstige omstandigheden kunnen deze diersoorten explosief voorkomen, terwijl in jaren met ongunstige omstandigheden deze soorten marginaal aanwezig zijn. Dit is ondermeer bekend van de porseleinhoen en enkele weidevogels. Deze soorten kunnen na het optreden van een hoogwater in het voorjaar in grote aantallen tot broeden komen. De populatie-aanwas van deze soorten in het rivierengebied is sterk afhankelijk van het optreden van hoogwaters in relatie tot het broedseizoen. Dit betekent dat voor deze soorten de populatiegrootte in het rivierengebied sterk aan fluctuaties onderhevig is. Het optreden van hoogwaters in het broedseizoen kan immers het broedsucces sterk verminderen, doordat legsels wegspoelen of nestjongen verdrinken.
In de meest rivierdynamische uiterwaarden komen op de schaars begroeide rivieroevers plevieren, sterns en kokmeeuwen tot broeden. Ook de broedpopulatie van deze soorten in het rivierengebied is aan fluctuaties onderhevig. Op plaatsen waar steilranden ontstaan kunnen ijsvogels en oeverzwaluwen tot broeden komen. Droogvallende slikoevers worden druk bezocht door naar bodemdieren zoekende steltlopers.
Broedkolonies van reigers en aalscholvers kunnen worden aangetroffen in goed ontwikkelde wilgenbossen van minimaal 10-20 ha groot. Ook de zwarte wouw broedt in wilgenbossen. De minimale omvang van de wilgenbossen voor de vestiging van zwarte wouw is ongeveer 50 ha. Grootschalige hardhoutooibos-complexen (300-1000 ha) vormen het broedbiotoop van de zwarte ooievaar en grote roofvogels als de schreeuwarend en de visarend. Dit betekent dat het broedbiotoop van deze soorten meerdere aaneengesloten uiterwaarden zal omvatten, alsook binnendijkse gebieden.

Voor verschillende vogels zal het vergroten van de rivierdynamiek in de uiterwaarden tot gevolg hebben dat broedbiotopen zullen verdwijnen of dat het broedsucces van deze vogels periodiek zeer gering zal zijn als gevolg van ongunstige milieu-omstandigheden. In hoeverre zomerhoog-

waters nadelige gevolgen heeft voor de populatie-ontwikkeling van deze broedvogels is afhankelijk van de aanwas in aangrenzende gebieden.
Het vergroten van de rivierdynamiek in de uiterwaarden betekent voor amfibieën, dat enerzijds door hoogwaters in het voorjaar voortplantingsbiotopen in de vorm van ondiepe uiterwaardplassen ontstaan en anderzijds door hoogwaters in de zomer de populatie-aanwas verloren kan gaan.
Over effecten van het vergroten van de rivierdynamiek in de uiterwaarden op de populatie-ontwikkeling zoogdieren is weinig informatie voorhanden. Voor verschillende zoogdieren zijn de uiterwaarden van grote betekenis. Voor de otter zijn de uiterwaarden een potentieel leefgebied en een migratieroute tussen verschillende (binnendijkse) potentiële leefgebieden. Wilgenbosrijke uiterwaarden met oude rivierlopen vormen het leefgebied van de bever. Voor de das zijn de graslanden in de uiterwaarden grenzend aan de hogere zandgronden een belangrijk voedselgebied. De uiterwaarden vormen tevens een belangrijk voedselgebied voor verschillende soorten kleine marterachtigen, vleermuizen en grote grazers. In perioden met hoogwater zijn deze soorten aangewezen op overstromingsvrije voedselgebieden in de uiterwaard of in binnendijkse gebieden.

Bij natuurontwikkelingsprojecten waarin de vestiging en handhaving van bepaalde diersoorten een uitgangspunt is, zal rekening gehouden moeten worden met eisen die een soort stelt aan de ruimtelijke patronen (structuur) in het leefgebied en de grootte van het gebied. Ook de relaties met omliggende gebieden kunnen een rol spelen. Voor verschillende diersoorten zijn deelbiotopen gelegen aan het riviersysteem grenzende gebieden, zoals hogere zandgronden, het veenweide- en rivierkleigebied, de bovenloop van het Rijnsysteem, het Benedenrivierengebied etc.

Bijzonder aandachtspunt vormen de kwelmilieus in de uiterwaarden grenzend aan de hogere zandgronden. Het verdient de aanbeveling de invloed van het vergroten van de rivierdynamiek in de uiterwaarden op ecosysteemontwikkeling in kwelgebieden nader te onderzoeken.

Behalve de aanwezigheid van geschikte biotopen is een goede kwaliteit van water en bodem van groot belang voor de ontwikkeling van dierpopulaties.

8.2. Het voorspellingsmodel

De beschreven methode voor het voorspellen van de veranderingen in de vegetatie in de uiterwaarden is gebaseerd op huidige inzichten over het voorkomen van vegetatietypen in relatie tot abiotische omstandigheden en vegetatiebeheer. Veranderingen in de fauna en in de geomorfologie kunnen op basis van de huidige informatie met

onvoldoende zekerheid worden voorspeld en zijn daarom niet opgenomen in het voorspellingsmodel. Nader onderzoek is nodig naar de relatie tussen rivierdynamiek en geomorfologie enerzijds en tussen rivierdynamiek (veranderingen in de vegetatie en fluctuaties van milieu-omstandigheden) en fauna anderzijds.
Hierboven is reeds aangegeven dat verschillende relaties tussen vegetatietypen en abiotische omstandigheden nog onvoldoende bekend zijn. Op basis van huidige kennis kan met behulp van het ontwikkelde voorspellingsmodel een indicatie worden verkregen in de veranderingen in de vegetatie als gevolg van bepaalde inrichtings- en beheersmaatregelen.
De factor tijd is niet in het voorspellingsmodel opgenomen. Het model voorspelt de potentiële vegetatie die onder de heersende omstandigheden uiteindelijk tot ontwikkeling komt (het eindstadium). Momenteel is onvoldoende kennis en inzicht aanwezig om de tijdspanne aan te kunnen gegeven waarin de veranderingen in de vegetatietypen kunnen optreden.
Toepassing van het model in een aantal case-studies heeft uitgewezen dat met behulp van het model de veranderingen in de vegetatie goed kunnen worden weergegeven.
Het schaalniveau waarop de voorspellingen in deze studie betrekking hebben is 50 x 50 meter. Voor een dergelijke oppervlakte-eenheid wordt voorspeld welk vegetatietype in het eindstadium tot ontwikkeling is gekomen onder de abiotische omstandigheden en vegetatietype. Het gaat dus om één vegetatietype. Dit betekent dat vegetatietypen die een geringe oppervlakte in beslag nemen of behoren tot een smal lintvormig landschapselement niet kunnen worden voorspeld.
De basisgegevens over de standplaatsfactoren in de uiterwaard zijn in het algemeen goed vertaalbaar. Bepaalde gradiëntsituaties in standplaatsfactoren vormen bij het gekozen schaalniveau een knelpunt voor de voorspelling van de vegetatie, zoals dijkhellingen.
Van de onderscheiden vegetatietypen treden een klein aantal niet op als eindstadium. Deze vegetaties vormen een begin- of tussenstadium in de ontwikkelingsreeksen van de potentiële vegetaties in het eindstadium. Dit kan worden ondervangen door de weg aan te geven waarlangs de veranderingen in de vegetatie kunnen optreden: zo ontstaan vegetatieclusters die behoren tot een bepaalde ontwikkelingsreeks. Een voorbeeld hiervan is dan de cluster meidoornstruweel-hardhoutooibos in de ontwikkeling van graslanden naar essen-iepenbos.
Indien voldoende informatie beschikbaar is kan de factor tijd in het voorspellingsmodel worden opgenomen.

Het voorspellingsmodel geeft niet de veranderingen in de fauna en geomofologische structuur van de uiterwaard weer. Daar het voorkomen van diersoorten in belangrijke mate gebonden is aan een of meerdere vegetatietypen kan aan de hand van de veranderingen in de vegetatie een indruk worden

verkregen van de veranderingen die in de fauna kunnen optreden.

8.3. Compensatiemaatregelen

Ingrepen in de uiterwaarden die leiden tot verhoging van de MHW-waterstand moeten worden gecompenseerd, ten einde de veiligheid van binnendijkse gebieden niet in gevaar te brengen. Indien de ontwikkeling van ooibossen een verhoging van de waterstand veroorzaakt, zal compensatie via profielverruimingen zal moeten plaatsvinden. Om de stroomweerstand te verlagen moeten deze maatregelen plaatsvinden in de uiterwaard waarin de ooibosontwikkeling plaatsvindt of in de tegenoverliggende uiterwaard.
Op lokaties die slechts kort worden overstroomd door rivierwater (gemiddelde overstromingsduur < 5 dagen per jaar) en in stroomschaduwgebieden zal de ontwikkeling van ooibossen weinig bijdragen aan verhoging van de stroomweerstand. Met behulp van relatief kleinschalige afgravingen en slechten van kaden kan dan voldoende compensatie worden bereikt.
Het ontwikkelen van vuistregels om in te kunnen schatten wat de effecten van ooibosontwikkeling en compensatiemaatregelen op de MHW-waterstand zijn, verdient aanbeveling.
Uit de case-studies is gebleken dat de ontwikkeling van grootschalige (250-300 ha) ooiboscomplexen in uiterwaarden onder rivierdynamische omstandigheden tot de mogelijkheden behoort zonder de veiligheid in gevaar te brengen.
Ooibosontwikkeling nabij de hoogwaterstroomdraad van de rivier leidt tot zodanige verhoging van de stroomweerstand dat alleen voldoende compensatie worden bereikt door (grootschalige) diepe ontgrondingen. Dit was het geval bij een inrichtingsscenario voor de Millingerwaard met een benedenstroomse inlaat via de Kaliwaal en ooibosontwikkeling langs de Waalzijde van de uiterwaard.

Een tweede maatschappelijke randvoorwaarde heeft betrekking op de scheepvaart. Maatregelen die leiden tot grote belemmeringen voor de scheepvaart zijn voor Rijkswaterstaat niet acceptabel. Door inrichtingsmaatregelen en ontwikkeling van ooibos kan de afvoer via het zomerbed sterk toenemen. Hierdoor zal bij de desbetreffende uiterwaard de rivierbodem uitschuren, terwijl benedenstrooms van de uiterwaard aanzanding zal optreden. Deze aanzanding is tijdelijk van aard, maar kan voor de scheepvaart een grote belemmering vormen.

8.4. Het afwegingskader

De beoordeling van de keuze van uiterwaarden voor ooibosontwikkeling eventueel in combinatie met het opheffen van belemmeringen van door de rivier gestuurde processen

blijft in het afwegingskader buiten beschouwing. De selectie van uiterwaarden vindt vooraf plaats aan de hand van criteria die door de initiatiefnemer van het natuur-ontwikkelingsproject zijn geformuleerd. Het selecteren van uiterwaarden kan geschieden op basis van tal van uitgangspunten. In de eerste plaats kan aansluiting worden gezocht met in beleidsnota's aangewezen uiterwaarden voor natuurontwikkeling. In verschillende beleidsnota's zijn reeds kerngebieden gebieden aangewezen voor natuur-ontwikkeling in de uiterwaarden, ondermeer de Gelderse Poort, St. Andries en de Blauwe Kamer. In de tweede plaats kunnen de eigendomsverhoudingen een rol spelen bij de selectie van uiterwaarden. In de derde plaats kunnen uiterwaarden worden geselecteerd op de te verwachten winst aan natuurwaarden. Uiterwaarden die op basis van gekozen natuurwaarderingscriteria in de huidige situatie weinig natuurwaarden bezitten komen dan in aanmerking. Dit zijn dan veelal uiterwaarden met een relatief groot oppervlakte aan intensief beweide en bemeste graslanden en maisakkers.
Ook de mate waarin bestaande natuurwaarden kunnen worden versterkt kan een rol spelen in de selectie van uiterwaarden, evenals een versterking van natuurwaarden in omliggende uiterwaarden en binnendijkse gebieden.

Het afwegingskader heeft betrekking op het inschatten van de haalbaarheid van de inrichtingsscenario's voor natuurontwikkeling.
De afwegingen hebben betrekking op:
* waardering van de veranderingen die kunnen optreden in de natuurwaarden aan de hand van de resultaten van het voorspellingsmodel;
* de veranderingen die kunnen optreden in de MHW-waterstand aan de hand van hydrologische modelberekeningen.
* de mate waarin ooibosontwikkeling moet worden gecompenseerd door profielverruimende maatregelen.

B.5. Twee-sporenbeleid

Hoewel het geen onderwerp is van dit onderzoek, is in hoofdstuk 3 reeds aangegeven dat de vervuiling van water en bodem een sterk negatieve invloed heeft op het ecologisch functioneren van het riviersysteem de Rijn. De laatste 10 jaar is een geleidelijk verbetering opgetreden in de water- en slibkwaliteit, echter de huidige belasting van het Rijnsysteem met PCB's, PAK's, bestrijdingsmiddelen, chloride, nitraat en fosfaat is reden tot zorg. Het Rijnaktieplan is erop gericht de kwaliteit van het rivierwater en -slib verder te verbeteren.
Naast het nemen van maatregelen voor verbetering van de waterkwaliteit dienen nu reeds maatregelen worden genomen voor herstel van biotopen, omdat biotoopherstel veel tijd in beslag kan nemen. De vestiging en handhaving van voor het

rivier-ecosysteem karakteristieke soorten is niet mogelijk zonder dat daarvoor ook geschikte biotopen aanwezig zijn.

8.6. Aanbevelingen voor onderzoek

In het kort worden enkele aanbevelingen beschreven voor nader onderzoek.

1. Onderzoek naar referentiebeelden

Onderzoek naar het ecologisch functioneren van riviersystemen elders in Europa en van het Rijnsysteem in het verleden is van grote betekenis voor het ontwikkelen van beleidsalternatieven voor ecologisch herstel van de Rijn. Onderzoek naar andere riviersystemen geeft informatie over het ecologisch functioneren onder omstandigheden die momenteel niet in het Rijnsysteem aanwezig zijn, maar wel kunnen bereikt door het treffen van bepaalde maatregelen. Als referentie kunnen fungeren:

(a) riviersystemen waarbij in de uiterwaarden veel ruimte is voor rivierdynamiek, maar waar de ontwikkeling van ecosystemen nadelig wordt beïnvloed door de waterkwaliteit
(b) riviersystemen waarbij weinig ruimte is voor door de rivier gestuurde processen, maar waar de ontwikkeling van ecosystemen niet nadelig wordt beïnvloed door de waterkwaliteit
(c) riviersystemen waarbij in de uiterwaarden veel ruimte is voor rivierdynamiek en waar de ontwikkeling van ecosystemen niet nadelig wordt beïnvloed door de waterkwaliteit.

Voor het begin van de 19^{e} eeuw was de Rijn een riviersysteem met veel ruimte voor door de rivier gestuurde processen en de waterkwaliteit vormde geen knelpunt voor de ontwikkeling van toen aanwezige ecosystemen. Historische bronnen kunnen worden onderzocht naar informatie over de invloed van de rivier op de morfologie van de uiterwaard en over het voorkomen van levensgemeenschappen.

2. Analyse van basisgegevens van vegetatie-inventarisaties op relatie met rivierdynamiek

Het onderzoek van de Graaf e.a. (1990) heeft in belangrijke mate bijgedragen aan het vergroten van de kennis over de relatie tussen vegetatiezonering en rivierdynamiek. Desondanks bestaan er nog veel vragen over het voorkomen van bepaalde vegetatietypen in het rivierengebied in relatie tot rivierdynamiek. Een aantal karakteristieke vegetatietypen voor het rivierengebied is in Nederland zeldzaam (essen-iepenbos, warkruidruigten) of afwezig (bossen met zwarte populier) waardoor de relaties tussen de zonering van

deze vegetaties en rivierdynamiek moeilijk in beeld kunnen worden gebracht. Ook is er een aantal vegetatietypen (zoals poelruitruigten en tandzaadvegetaties) waarnaar geen gericht onderzoek naar de relaties met rivierdynamiek is verricht. Een aanvulling op de bestaande kennis over vegetatiezonering en rivierdynamiek kan mogelijk worden verkregen door basisgegevens van bestaande inventarisaties van vegetatietypen hierop nader te analyseren. Een speciaal aandachtspunt hierbij vormt de invloed van het stuwpeil op de vegetatiezonering.

3. Onderzoek naar de invloed van waterstandfluctuaties op vegetatiezonering

Uit het onderzoek van de Maenen (1989) naar het voorkomen van water- en oeverplanten in het zomerbed van de Maas, Waal, Neder-Rijn en IJssel is gebleken, dat waterstandfluctuaties van invloed zijn op het voorkomen van plantesoorten. Zo worden waterplanten als gele plomp, schedefonteinkruid en rivierfonteinkruid en oeverplanten als mattenbies en kalmoes vooral in het zomerbed aangetroffen bij geringe waterstandsfluctuaties. De resultaten van het onderzoek van Maenen (1990) zijn niet direct vertaalbaar naar vegetatietypen. Nader onderzoek hiernaar is gewenst. Een aandachtspunt hierbij is de invloed van waterstandfluctuaties in samenhang met mate van isolatie op het voorkomen van vegetatietypen.

4. Onderzoek naar de effecten van rivierdynamiek op fauna.

Over de invloed van rivierdynamiek op het voorkomen van diersoorten is weinig bekend. Onderzoek naar het voorkomen van diersoorten in uiterwaarden van riviersystemen die min of meer als referentie voor het Rijnsysteem kunnen fungeren kan deze kennis vergroten.
Het onderzoek zal zich moeten richten naar de voorspelbaarheid van fauna-ontwikkelingen als gevolg van toename van rivierdynamiek en ooibosontwikkeling. De bepalende factoren en grenswaarden van kenmerkende soorten of soortgroepen zijn een belangrijke onderzoeksvraag.

5. Onderzoek naar het ontwikkelen van vuistregels over stroomweerstanden.

Vuistregels om de effecten van ooibosontwikkeling en compensatiemaatregelen op de MHW-stand te kunnen inschatten kunnen in belangrijke mate kunnen bijdragen aan het ontwikkelen van perspectiefrijke inrichtingsschetsen.
Het verdient daarom de aanbeveling te onderzoeken in hoeverre het mogelijk is daarvoor vuistregels te ontwikkelen.

6. Onderzoek naar de betekenis van ooibosontwikkeling als oeververdediging.

In de eerste plaats kan worden onderzocht in hoeverre wilgen- en populierenbossen op de rivieroever kunnen functioneren als oeververdediging. In de tweede plaats kan worden onderzocht in hoeverre de ontwikkeling van ooibossen een dempend effect heeft op de golfaanval op de bandijk.

7. Onderzoek naar de samenhang tussen het rivier-ecosysteem en de aangrenzende ecosystemen.

Voor een groot aantal plante- en diersoorten is de landschapsecologische samenhang tussen het rivier-ecosysteem en de aangrenzende ecosystemen van grote betekenis. Voor een aantal kenmerkende soorten kan worden onderzocht in hoeverre het vergroten van de rivierdynamiek in de uiterwaard of de ontwikkeling van ooibossen deze samenhang zal beïnvloeden.

Literatuur

Amoros, C. en A.L. Roux, 1988.
Interaction between waterbodies within the floodplains of large rivers: function and developments of connectivity. In: K-F. Schreiber (ed.): Connectivity in Landscape Ecology. Münstersche Geographische Arbeiten 29: 125-130.

Arkel, H. van, 1988.
Amfibieën bij de rivierdijken van de Vijfheerenlanden. Natura 85 (4): 122-124.

Bauer, K.M. en U.N. Glutz von Blotzheim, 1966.
Handbuch der Vögel Mitteleuropas. Band 1: Gaviiformes-Phoenicopteriformes. Akademische Verlaggesellschaft, Frankfurt am Main.

Baerselman, F. en F.W.M. Vera, 1989.
Natuurontwikkeling. Een verkennende studie. Ministerie van Landbouw en Visserij. Achtergrondreeks Natuurbeleidsplan nr. 6. SDU, Den Haag.

Berendsen, H.J.A., 1983.
Het ontstaan van het rivierenlandschap. Natura 85 (4): 76-81.

Bergh, L.M.J. van den, W.G. Gerritse, W.H.A. Hekking, P.G.M.J. Keij en F. Kuyk, 1979.
Vogels van de grote rivieren. Uitgeverij Het Spectrum, Utrecht/Antwerpen.

Bergh, L.M.J. van den en A.H.P. Stumpel, 1977.
Gegevens over de verspreiding van de groene kikker in het gebied van de grote rivieren. De Levende Natuur 80: 84-91.

Bergmans, W. en A. Zuiderwijk, 1986.
Atlas van de Nederlandse amfibieën en reptielen. KNNV-uitgave nr 39, Utrecht.

Bloemendaal, F.H.J.L. en J.G.M. Roelofs, 1988.
Waterplanten en waterkwaliteit. Koninklijke Nederlandse Natuurhistorische Vereniging, Utrecht, 189 p.

Boudewijn T.J., 1987.
Rijkswateren als wetlands. Ecosysteem-analyse van de Rijkswateren als internationaal belangrijke water- en moerasgebieden. Ecoland-rapport 87-2, Utrecht, 291 p.

Boudewijn, T.J., S. Dirksen, R.G. Mes en L.K. Slager, 1989.
De aalscholver: indicatorsoort voor de kwaliteit van de Nederlandse wateren? Limosa 62 (2): 96-97.

Brink, F.W.B. van den, 1990.
Typologie en waardering van stagnante wateren langs de grote rivieren in Nederland, op grond van waterplanten, plankton en macrofauna in relatie tot fysisch-chemische parameters. Vakgroep Aquatische Oecologie en Biogelogie, Katholieke Universiteit Nijmegen.

Brink, F.W.B. van den, G. van der Velde en W.G. Cazemier, 1990.
The faunistic compostion of the freswater section of the river Rhine in the Netherlands: present state and changes since 1900. Limnologie aktuell, vol. 1: 191-216.

Brock, Th.C.M., G. van der Velde en H.M. van de Steeg, 1987.
The effects of extreme water level fluctuations on the wetland vegetation of a nymphaeid-dominated oxbow lake in the Netherlands. Arch. Hydrobiol. Beih./Ergebn. Limnol. 27: 57-73.

Broekhoven, A.L.M. van en J.A.M. Vanhemelrijk, (1989).
Aanzet tot kwantificering van ecologische doelstellingen voor de grote rivieren van Nederland. Rijkswaterstaat, Dienst Binnenwateren. Concept.

Bruin D. de, 1980.
Aspecten van rivierbeheer, "Uiterwaarden". in: Planning en beheer uiterwaarden, Landbouwuniversiteit Wageningen.

Bruin D. de, 1982.
Rivierbeheer op de Nederlandse Rijntakken. Rijkswaterstaat, Directie Bovenrivieren, Arnhem, 113 p.

Bruin D. de, 1987.
Nadere rivierkundige overwgingen. In: De Bruin e.a.: Ooievaar. De toekomst van het rivierengebied. Stichting Gelderse Milieufederatie.

Bruin, D. de, D. Hamhuis, L. van Nieuwenhuijze, W. Overmars, D. Sijmons en F. Vera, 1987.
Ooievaar. De toekomst van het rivierengebied. Stichting Gelderse Milieufederatie.

Bund, C.F. van de, 1964.
Vierde herpetogeografisch verslag. De verspreiding van de reptielen en amphibiën in Nederland. Uitgeverij N.V.H.T. "Lacerta".

Burgess, N.D. en C.E. Evans, 1989.
Management case study. The management of reedlands for birds. The Royal Society for Protection of Birds.

Carbiener, R., 1970.
Une exemple de type forestier exeptionnel pour l'Europe occidentale. Vegetatio 20 (1-4): 97-148.

Chatziphilippidis, G., 1978.
Untersuchungen über die auswirkungen einer Grundwassererhebung auf den Zuwachsverlauf und das Wurzelwerk der Bäume in einem Auenwald. Dissertation. Eidgenössischen Technischen Hochschule Zürich.

Corillion, R., 1981.
Flore et végétation de la vallée de la Loire: cours occidental: de l'Orléanais à l'estuare. Imprimerie Jouve, Paris.

Cramp, S. en K.E.L. Simmons, 1977.
Handbook of the Birds of Europe, the Middle East and North Africa; the birds of the Western Paleartic. Vol. I. Oxford University Press.

Cramp, S. en K.E.L. Simmons, 1980.
Handbook of the Birds of Europe, the Middle East and North Africa; the birds of the Western Paleartic. Vol. II. Oxford University Press.

Creveld, M.C., 1974.
Fauna van uiterwaarden. Onderzoek naar voorkomen van zoogdieren, vogels, reptielen en amfibieën in de uiterwaarden, 1971. Vakgroep Natuurbeheer van Landbouwhogeschool Wageningen.

CUWVO, 1988.
Ecologische normdoelstellingen voor Nederlandse oppervlaktewateren.

Dister, E., 1980.
Geobotanische untersuchungen in der Hessischen Rheinaue als grundlage für die Naturschutzarbeit. Dissertation. Mathematische-Naturwissenschaftlichen Fakultät der georg August Universität, Göttingen.

Dister, E. en Drescher, A., , 1987.
Zur Struktur, Dynamik und Oekologie lang überschwemmter Hartholzauenwalder an der unteren March (Niederösterreich). Verhandlungen der Geselschaft für Oekologie 15: 295-301.

Donselaar, J. van, L.G. Kop, W.A.E. van Donselaar-ten Bokkel, E.E. van der Voo en V. Westhoff, 1961.
On the ecology of plant species and plant communities in former rivier beds. Wentia 5 (1961): 1-85.

Droesen, G., 1987.
Levende ooibossen.

Drok, W.J., 1988.
Uiterwaarden: behoud waar nodig, ontwikkelen waar mogelijk. Beschrijving van ecologisache waarden, knelpunten en ontwikkelingsmogelijkheden in de Gelderse uiterwaarden: een visie vanuit natuur en landschap. Afdeling Natuur en Landschap, Dienst Landinrichting en Landbouw, Provincie Gelderland, Arnhem.

Duel, H., 1988.
Systeemanalyse van zoete rijkswateren. TNO-SCMO, Delft.

Duel H., R. During en J.B.M. Thissen, 1988.
Ecologisch profiel van enkele plante- en diersoorten van binnenwateren. TNO-SCMO, Delft.

Dijk, G. van, 1990.
Graslandbeheer in uiterwaarden. De Levende Natuur 91(1): 13-22.

Dijkzeul, A., 1982.
De waterkwaliteit van de Rijn in de periode 1970-1981. RIZA, notanr. 82-061.

Erlinge, S, 1967.
Home range of the otter Lutra lutra L. in southern Sweden. Oikos 18: 186-209.
Frigge, P.A.J., 1981.
Amfibieën in de uiterwaarden. Provincie Gelderland, dienst Landinrichting en Landbouw, Arnhem.
Fuchs, P., en J.B.M. Thissen, 1981.
Die Pestizid- und PCB-belastung bei Greifvögeln und Eulen in den Niederlanden nach den gesetzlich verordneten Eindschränkungen im Gebrauch der Chlorierten Kohlenwasserstoffpestizide. Oekologie der Vögel (3).
Gerken, B., 1988.
Auen, verborgene Lebensadern der Natur. Verlag Rombach Freiburg.
Gerritsen, G.J., T.J. de Kogel, A.J. Dijkstra en P. Bremer, 1987.
Flora en fauna van de IJsseluiterwaarden. Basisrapport milieuinventarisatie. Provinciaal Planologische Dienst van Overijssel, Zwolle.
Gerritsen, G.J. en J. Lok, 1986.
Vogels in de IJsseldelta.
Gill, C.J., 1970.
The flooding tolerance of woody species. A review. Forestry Abstracts 31: 671-688.
Gogh, W. van, 1988.
Resultaten van het kwaliteitsonderzoek in de Rijn in 1987. DBW/RIZA, Rijkswaterstaat Lelystad.
Gottschalk, M.K.E., 1975.
Storm surges and river floods in the Netherlands. Sociaal Geografische Studies, nr. 13.
Goutbeek, K., 1989.
Waardering van natuurontwikkeling in ons cultuurland. Toetsing van Plan Ooievaar op de ornithologische waarde van de Ooypolder. Rijkshogeschool IJselland, Deventer.
Graaf, M.C.C. de, H.M van de Steeg, L.A.C.J. Voesenek en C.W.P.M. Blom, 1990.
Vegetatie in de uiterwaarden: de invloed van hydrologie, beheer en substraat. Laboratorium voor Experimentele Plantenoecologie, Katholieke Universiteit Nijmegen.
Grimmett, R.F.A. en T.A. Jones, 1989.
Important bird areas in Europe. ICBP Technical Publication, Cambridge.
Groeneveld, A. en J.H. Oude Voshaar, 1984.
Vergelijkingen tussen gebieden m.b.t. organochloorverbindingen in ekster- en mereleieren. TNO Instituut voor Wiskunde, Wageningen.
Grupe M. en H. Wiechmann, 1985.
Untersuchungen zur Schwermetalbelastung von Boden und Pflanzen im Ueberflutungsbebiet von Rhein und Sieg. Mitteilungen der Deutschen Bodenkundlichen Gesellschaft 43, 1: 359-364.
Haslam, S.M., 1970.

The performance of Phragmites communis in relation to water supply. Ann. Botany 34: 867-877

Heidecke, D., 1984.
Untersuchungen zur Oekologie und Populations-entwicklung der Elbebibers, Castor fiber albicans. Teil 1. Biologische und populations-ökologische Ergebnisse. Zoologisch Jahrbuch der Systematik 111: 1-41.

Heidemij, 1987.
Vegetatiekartering Ooijpolder.

Held, J.J. den en E.T.M. Overkamp, 1990.
Natuurontwikkelingsproject "Duursche Waarden"; Biologisch onderzoek, situatie 1989. Rapport 630-04709 Heidemij Adviesbureau in opdracht van het Consulentschap Natuur-, Milieu- en Faunabeheer in Overijssel, Zwolle.

Helmer, W. 1990.
Natuurontwikkeling in de Ooyrijkse waarden. Concept-eindrapport.

Helmer, W., W. Overmars en G. Litjens, 1990.
Rivierenpark Gelderse Poort. Stroming, Laag Keppel.

Helmer, W. en P.J.A.M. Smeets, 1987.
Natuur- en landschapsontwikkeling in de Gelderse Poort. Staatsbosbeheer, afdeling Landschapsecologie en -beheer, Utrecht.

Hoef, B. van de, en J. Wolf, 1977.
Verspreidingsoecologisch onderzoek amfibieën en zoogdieren in het Beneden-Linge gebied. Rapport no. 355, Landbouw Hogeschool Wageningen, Vakgroep Natuurbeheer.

Hügin, G. 1985.
Die Auenwälder des Südlichen Oberrheintales und ihre Veränderungen durch den Rheinausbau. Colloques phytosocilogique IX, Les fôrets alluviales, Strasbourg: 677-706

Iedema, C.W. en P. Kik, 1986.
Het zoetwatermoeras de Oostvaardersplassen. Flevobericht 259. Rijksdienst voor IJsselmeerpolders.

Janse, J.H., 1986.
Ecologische waarden van de wateren in het winterbed van de grote rivieren. Rijksinstituut voor Natuurbeheer, Leersum.

Japenga, J., W.J. Wagenaar en A.J. de Groot, 1988.
Historisch overzicht van de belasting van uiterwaarden met organische micro-verontreinigingen 1958-1982. Instituut voor Bodemvruchtbaarheid en Waterloopkundig Laboratorium.

Jenner, H.J. en J.P.M. Mommen, 1985.
Driehoeksmosselen en aangroeiproblemen. H_2O 18 (1): 2-6.

Jongman, R.H.G., 1984.
Uiterwaarden: genetisch reservoir en ecologische infrastructuur. Landschap 2 (1): 109-118.

Jongman, R.H.G. en J.A.A.M. Leemans, 1982.
Vegetatie-onderzoek Gelderse uiterwaarden: een onderzoek naar de relatie tussen vegetatie, rivierregime en ontgrondingen. Provincie Gelderland.

Kalkhoven, J.T.A., 1972.
Milieu-kartering uiterwaarden. Een botanische inventarisatie en waardering van de uiterwaarden van de grote rivieren. Rijksinstituut voor Natuurbeheer, Leersum.

Kalkhoven, J.T.R., A.H.P. Stumpel en S.E. Stumpel-Rienks, 1976.
Landelijke Milieukartering. RIN-verhandeling 9. Staatsuitgeverij Den Haag.

Knaapen, J. en J. Rademakers, 1990.
Rivierdynamiek en vegetatie-ontwikkeling. Staring Centrum, Wageningen.

Koch, I. en A.A.M. van Marrewijk, 1987.
Landinrichting Ooijpolder. Advies natuur, landschap en cultuurhistorie. Natuurbeschermingsraad, Utrecht.

Kogel, T.J. de en P. Bremer, 1988.
De flora van de IJsseldijken. Natura 85 (4): 102-106.

Kozlowski, T.T., 1984.
Flooding and plant growth. Academic Press.

Lagendijk, O., 1989.
Rekreatief medegebruik in het rivierengebied. Afdeling Landschapsvorming van Rijksplanologische Dienst.

Leemans, J.A.A.M., 1985.
Onderzoek naar de relatie tussen vegetatie, ontgrondingen en rivierregime in de Gelderse uiterwaarden. Provincie Gelderland, dienst Landinrichting en Landbouw, afdeling Natuur en Landschap, Arnhem.

Leemans, J.A.A.M. en R. Reiling, 1986.
Probleemverkenning naar de landschapsecologische gevolgen van oevererosie langs de Waal. Stichting voor Toegepaste Landschapsecologie, Nijmegen.

Leeuwen, E. van en W. Bosman, 1988.
Rivierbegeleidende bossen langs de Waal: typologie, successie en dynamiek. Vakgroep Bosteelt en Bosecologie, Landbouwuniversiteit Wageningen.

Loon, M.W.P. en T. Rustema-Kooi, 1986.
Uiterwaarden nu waardevol !!....straks waardeloos ??? Veranderingen en veranderingsprocessen in natuur en landschap van de uiterwaarden in het gebied tussen Arnhem-Nijmegen-Duitse grens. Vakgroep Milieu, Natuur en Landschap. Sociale Geografie, Katholieke Universiteit Nijmegen.

Ma, W., 1983.
Regenwormen als bio-indikators van bodemverontreiniging. Serie Bodembescherming nr. 15. Staatsuitgeverij, Den Haag.

Maenen, M.M.J., 1989.
Water- en oeverplanten in het zomerbed van de Nederlandse grote rivieren in 1988. Hun voorkomen en relatie met algemene fysisch-chemische parameters. Publicaties en rapporten van het projekt 'Ecologisch Herstel Rijn', nr. 13.

Margl, H., 1973.
Pflanzengesellschaften und ihre Standartgebundene Verbreitung in teilweise abgedämmten Donauauen (Untere Lobau). Verh. d. Zool.-Bot. Gesellschaft in Wien 113: 5-51.

Mennema, J., A.J. Quene - Boterenbrood en C.L. Plate, 1980.
Atlas van de Nederlandse flora. Deel 1: Uitgestorven en zeer zeldzame planten. Kosmos, Amsterdam.

Ministerie LNV, 1990.
Natuurbeleidsplan, regeringsbeslissing. Ministerie van Landbouw, Natuurbeheer en Visserij. SDU, Den Haag.

Ministerie VROM, 1988.
Vierde Nota over de Ruimtelijke Ordening, regeringsbeslissing. Ministerie van Volkshuisvesting, Ruimtelijke Ordening en Milieubeheer. SDU, Den Haag.

Ministerie V en W, 1985.
Omgaan met water. Ministerie van Verkeer en Waterstaat. Den Haag.

Ministerie V en W, 1989.
Derde Nota Waterhuishouding. Ministerie van Verkeer en Waterstaat. SDU, Den Haag.

Mol, A.W.M., 1985.
Hydrobiologische districten in Nederland. Rijksinstituut voor Natuurbeheer, Leersum.

Moss, B., 1980.
Ecology of fresh waters. Blackwell Scientific Publications, Oxford.

Mraz, K. en A. Sika, 1965.
Böden und Vegetation der Auewaldstandorte. Feddes Repertorium. Beitrage zur Vegetationskunde. Band VII. Nr. 142: 5-64.

NMF en Heidemij, 1989.
Natuurontwikkelingsproject "Duurse Waarden". Directie Natuur-, Milieu- en Faunabeheer en Adviesbureau Heidemij.

Nolet, B. en A. Hoekstra, 1990.
Bevers in de Biesbosch: het eerste jaar na de uitzetting. Zoogdier 1 (1): 10-16.

Ouderaa, A.P.M. van der en G. Boere, 1984.
Herintroduktie van de bever in Nederlandse natuurgebieden. Argus 9 (2): 5-8.

Passarge, H., 1956.
Vegetationskundliche Untersuchungen in Wäldern und Gehölzen der Elbaue.

Pol, W. van de, 1985.
Oeverafslag langs de grote rivieren. Landschap 2 (2): 109-117.
Ponnamperuma, F.N. 1984.
Effects of flooding on soils. In: T.T. Kozlowski (ed.): Flooding and plant growth: 9-45.
Provincie Gelderland, 1989.
Beleidsplan uiterwaarden, concept-ontwerp. Arnhem.
PWU, 1988.
De Utrechtse uiterwaarden van Nederrijn en Lek. Natuur en landschap, een samenvattend rapport. Rapportnr. 78. Afdeling ecologie, Provinciale Waterstaat Utrecht (PWS-U).
Rooijakkers, J., e.a. 1990.
Nadere uitwerking rivierengebied. Themagroep Natuur.
Saris, F.J.A. en H. Gordijn, 1985.
Scenario's voor het natuurbeheer in het Nationaal Park (i.o.) De Biesbosch. TNO, Delft.
Schimmel, H.J.W., 1966.
Het staatsnatuurreservaat Kil van Hurwenen bij Zaltbommel. Natuur en Landschap 20 (3/4): 269-287.
Schroevers, P.J., 1982.
Landschapstaal. Een stelsel basisbegrippen voor de landschapsecologie. Pudoc, Wageningen.
Schroevers, P.J., 1989.
Zoete en zwak brakke wateren van het holocene gebied. In: W.J. Wolff: De internationale betekenis van de Nederlandse natuur. Een verkenning: 82-88. Achtergrondreeks Natuurbeleidsplan nr 1. SDU, Den Haag.
Slooff W., J.H. Canton en M.A. van der Gaag, 1985.
Betekenis van tien jaar ecotoxicologisch onderzoek aan Rijnwater. H20 18 (6): 119-121.
Smit H., 1985.
Het ecosysteem van de Nederlandse grote rivieren. De Levende Natuur 86 (5): 162-167.
Smit, H. en H. Coops, 1988.
Waterplanten in het Noordelijk Deltabekken. Rijkswaterstaat, DBW/RIZA. Dordrecht.
Soet, F. de, 1976.
De waarden van de uiterwaarden: een milieukartering en waardering van de uiterwaarden van IJssel, Rijn, Waal en Maas. Pudoc, Wageningen.
SOVON, 1987.
Atlas van de Nederlandse vogels. SOVON, Arnhem.
Steeg, H.M. van de, 1988.
Is er nog een toekomst voor het soortenrijke dijkhellinggrasland? Natura 85 (4): 107-111.
Steeg, H.M. van de, 1989.
Hydrologie en plantengroei van uiterwaarden. Experimentele Plantenoecologie Katholieke Universiteit Nijmegen.

Steeg, H.M. van de, 1990.
Overzicht van de belangrijkste vegetatietypen van uiterwaarden van de bovenrivier. Bijlage. In: M.C.C. de Graaf e.a. (1990): Vegetatie in de uiterwaarden: de invloed van hydrologie, beheer en substraat. Experimentele Plantenoecologie Katholieke Universiteit Nijmegen.

Steeg, H.M. van de, C.W.C.J. van de Rijt, M.J. Reijnen en C.W.P.M. Blom, 1989.
Zonering van vegetatietypen en Rumex-soorten in overstromingsgradiënten in het rivierengebied van de Rijn, Waal en IJssel. Experimentele Plantenoecologie Katholieke Universiteit van Nijmegen.

Sykora, K.V. en C. Liebrand, 1987.
Natuurtechnische en civieltechnische aspecten van rivierdijkvegetaties. Landbouwuniversiteit Wageningen.

Tempel, R. van, 1988.
Een plan voor natuurontwikkeling in de uiterwaarden langs de Waal tussen Pannerdanse Kop en Nijmegen. Consulentschap Bos- en Landschapsbouw Gelderland.

Timmer, J. en R.J. Cirkel, 1990.
Natuurontwikkeling uiterwaarden. Hydraulische berekeningen. Werkdocument. Rijkswaterstaat, dienst Binnenwateren/RIZA, Arnhem.

Toorn, J. van der, 1972
Variability of Phragmites australis in relation to the environment. Van Zee tot Land 48.

Urk, G. van en F.C.M. Kerkum, 1987.
Chironomid mortality after the Sandoz accident and the formities in Chironomus larvae due to sediment pollution in the Rhine. Aqua (1987) 4: 191-196.

Urk, G. van, F.C.M. van Kerkum en S.M. Wiersma, 1985.
Bodemfauna in verontreinigde onderwaterbodems. H_2O 18 (24): 509-513.

Vannote, R.L., G.W. Minshall, K.W. Cummins, J.R. Sedell en C.E. Cushing, 1980.
The river continuum concept. Canadian Journal Fish. Aquat. Sci. 37: 130-137.

Veen, P.H., 1988.
De flora van Nederrijn- en Lekdijken. Natura 85 (4): 95-101.

Vera, F., 1987.
Fauna in het rivierenland. In: De Bruin e.a.: Ooievaar, de toekomst van het rivierengebied: 59-80. Stichting Gelderse Milieufederatie.

Voesenek, L.A.C.J., C.W.P.M. Blom en R.H.W. Pouwels, 1988.
Root and shoot development of Rurex species under waterlogged conditions. Can. J. Bot. 67: 1865-1869.

Weeda, E.J., 1988.
Over het Fluviatiele district: enige voorlopige notities. Natura 85 (4): 82-88.

Weeda, E.J., R. Westra, Ch. Westra en T. Westra, 1985.
Nederlandse oecologische flora. Wilde planten en hun relaties 1. IVN.

Weinreich, J.A. en C.J.M. Musters, 1989.
Toestand van de natuur. Veranderingen in de Nederlandse natuur. Ministerie van Landbouw, Natuurbeheer en Visserij. SDU, Den Haag.

Wendelberger, G., 1973.
Ueberschwemmte Hartholzauen? Vegetatio 28 (5-6): 253-281.

Weyland, W.A., 1983a.
Edelhert (Cervus elaphus). In: Rijksinstituut voor Natuurbeheer: Natuurbeheer in Nederland: 276-280. Pudoc, Wageningen.

Weyland, W.A., 1983b.
Wild zwijn (Sus scrofa). In: Rijksinstituut voor Natuurbeheer: Natuurbeheer in Nederland: 268-273. Pudoc, Wageningen.

Winckel, R. van de, 1980.
Het Wyhlerewald, architectutuur en dynamiek in een wild Rijnoeverbos. Vakgroep Bosteelt, Landbouwhogeschool, Wageningen.

Wolff, W.J., 1989.
De internationale betekenis van de Nederlandse natuur. Een verkenning. Achtergrondreeks Natuurbeleidsplan nr 1. SDU, Den Haag.

Wijngaarden, A. van en J. van de Peppel, 1970.
De otter, Lutra lutra (L) in Nederland. Lutra 12 (1/2): 1-70.

Wijst, J. van der, 1989.
Slibgevaar voor Ooievaar? Een onderzoek naar de invloed van milieuverontreinigingen op de functies van uiterwaarden. Vakgroep Milieu, Natuur en Landschap van Katholieke Universiteit Nijmegen.

Zschuppe, K.H., J. Japenga en A.G. de Groot, 1988.
Metaalbelasting van sedimenten afkomstig van uiterwaarden langs de Rijn en Waal. Instituut voor Bodemvruchtbaarheid en Waterloopkundig Laboratorium.

BIJLAGE 1

Beschrijving vegetatietypen

In deze bijlage is opgenomen een beschrijving van in dit rapport onderscheiden vegetatietypen, waarvan de relatie met rivierdynamiek is beschreven (hoofdstuk 4) en die opgenomen zijn in het voorspellingsmodel (hoofdstuk 5).

Van de onderscheiden vegetatietypen worden de kenmerkende soorten aangegeven. Tevens is van de vegetatietypen in het kort aangegeven:
* de geomorfologische elementen waarop of waarin de vegetatie in het rivierengebied voorkomt
* de substraattypen
* de relatieve hoogteligging
* de mate van isolatie indien de vegetatie in de uiterwaardkom voorkomt.

Geomorfologische elementen.
De volgende geomorfologische elementen zijn onderscheiden: rivieroever, oeverwal, uiterwaardkom, oude strang, kolk, kleiput, zandwinput, kaden en dijken.

Substraattypen.
De volgende substraattypen zijn onderscheiden: zand, zavel, klei, slib en steen.

Relatieve hoogteligging.
De hoogteligging van de vegetatietypen is gerelateerd aan de overschrijdingsduur van de waterstanden van de rivier. Onder overschrijdingsduur van riverwaterstanden wordt verstaan het totaal aantal dagen dat een bepaalde hoogte dat door het rivierpeil jaarlijks wordt overschreden. De relatieve hoogteligging van een vegetatietype is uitgedrukt in het aantal dagen per jaar dat de waterstand van de rivier hoger is dan de vegetatiegrens.

Mate van isolatie.
Van de vegetatietypen die achter een oeverwal of zomerkade tot ontwikkeling (kunnen) komen is aangegeven wat de relatieve drempelhoogte is ofwel in welke mate is de uiterwaardkom geïsoleerd van de rivier.
De mate van isolatie is ingedeeld in de volgende groepen:
a. bij hoge afvoeren in direct kontakt met de rivier: relatieve drempelhoogte: < 20 dagen per jaar
b: bij middelhoge afvoeren in direct kontakt met de rivier: relatieve drempelhoogte: 20 - 40 dagen per jaar

c: frequent tot permanent in direct kontakt met de rivier:
relatieve drempelhoogte: > 40 dagen per jaar
d: indifferent voor onderscheiden isolatieklassen
Bij vegetatietypen die alleen op rivieroevers en aangrenzende deel van de oeverwal worden aangetroffen is er geen sprake van isolatie.

Om praktische redenen is bij de indeling van vegetatietypen zoveel mogelijk aansluiting gezocht bij de vegetatie-indeling volgens Van de Steeg (1990). Bij de beschrijving van de vegetatietypen zijn tevens de vergelijkbare vegetaties aangegeven volgens indeling van Jongman en Leemans (1982), Gerritsen e.a. (1985) en Janse (1985).
In de tekst fungeren de volgende afkortingen als referentiebron:
KUN = Van de Steeg (1990)
GEL = Jongman en Leemans (1982)
OV = Gerritsen e.a. (1985)
RIN = Janse (1985)

(Bh) Essen-iepenbossen

Het essen-iepenbos is een van nature algemeen voorkomend bostype in de overstromingsvlakten van laaglandrivieren. Op basis van floristische verschillen kunnen de essen-iepenbossen verder worden onderverdeeld. De floristische verschillen berusten op ondermeer verschillen in substraat, overstromingsduur en -frequentie, klimaat en anthropogene beïnvloeding.
In dit rapport zijn onderscheiden:
(a) laaggelegen ofwel nat essen-iepenbos
(b) echt ofwel typische essen-iepenbos
De boomlaag in essen-iepenbossen wordt gekenmerkt door gladde iep, gewone es en zomereik. Op zandig substraat domineert gladde iep en op kleiig substraat gewone es. Andere boomsoorten die in essen-iepenbossen kunnen voorkomen, zijn ondermeer gewone esdoorn en steeliep. Karakteristieke soorten voor de struiklaag in typische essen-iepenbossen zijn eenstijlige meidoorn, sleedoorn, rode kornoelje en kardinaalsmuts. De kruidlaag kan ondermeer bestaan uit speenkruid, slangelook, gewone vogelmelk, boskortsteel, reuzenzwenkgras, drienerfmuur, nagelkruid, knopig helmkruid, boszegge, maarts viooltje, voorjaarshelmbloem, bosviooltje en groot heksenkruid. Zeer kenmerkend soorten in de kruidlaag van de essen-iepenbosjes in het Duitse Neder-Rijngebied zijn gevlekte dovenetel, zevenblad, muskuskruid en gevlekte aronskelk. In Nederland is een dergelijke ondergroei aanwezig in het Kraaienbos in de Millingerwaard.
Kenmerkende soorten van de door steeliep gedomineerde hardhoutooibossen in het IJsselgebied zijn slangelook , moeslook, gulden boterbloem, dagkoekoeksbloem en hazelaar.

De laaggelegen essen-iepenbossen hebben een soortenarme ondergroei met eenstijlige meidoorn in de struiklaag en grote brandnetel, dauwbraam, kleefkruid, bosandoorn, smeerwortel en look-zonder-look in de kruidlaag.
De hooggelegen essen-iepenbossen vormen een overgang naar overstromingsvrije bossen.

Milieukenmerken:
* op oeverwallen, rivierduinen en hooggelegen delen van de uiterwaardkom
* op zandig tot kleiig substraat
* relatieve hoogteligging:
  < 20 dagen per jaar: typische essen-iepenbos
  20-50 dagen per jaar: laaggelegen essen-iepenbos
* isolatie: indifferent

KUN: eiken-iepenbos
GEL: iepenrijk eiken-essenbos (Bu1)
Ov: iepenrijk eiken-essenbos.

(Bp) Bossen met zwarte populier

Bossen met zwarte populier zijn zachthoutooibossen waarbij de boomlaag voornamelijk bestaat uit zwarte populier en schietwilg. Bossen met zwarte populier worden voornamelijk aangetroffen op zandige rivieroevers. De ondergroei van deze bossen bestaat uit natte ruigtesoorten: grote brandnetel, dauwbraam, smeerwortel en bitterzoet.

Milieukenmerken:
* zandige rivieroevers
* relatieve hoogteligging: 20-50 dagen per jaar
* isolatie: -

In Nederland zijn bossen met zwarte populier verdwenen.

(Bw) Wilgenbossen

Wilgenbossen zijn zachthoutooibossen waarvan de boomlaag veelal uitsluitend bestaat uit schietwilg. In het beginstadium van wilgenbos kunnen ook andere wilgensoorten voorkomen: katwilg en amandelwilg. Bij verdergaande ontwikkeling van het wilgenbos kunnen deze struweelsoorten zich alleen in de bosrand handhaven. Wilgenbossen komen in het rivierengebied voor op onbeweide rivieroevers en oevers van strangen die in open verbinding staan met de rivier en in kleiputten. Op de rivieroever ontbreekt vaak de ondergroei in het wilgenbos, in tegenstelling tot in kleiputten. Onder zeer vochtige omstandigheden bestaat de ondergroei uit moerasplanten, zoals gele lis, moeraswalstro, moerasandoorn en moerasvergeetmijnietje en onder minder natte omstandigheden domineren ruigtesoorten als grote

brandnetel, dauwbraam, smeerwortel en bitterzoet.

Milieukenmerken:
* rivieroevers, oevers van strangen die in open verbinding staan met de rivier en in kleiputten
* op zandig, maar vooral op kleiig substraat
* relatieve hoogteligging: bovengrens: 50 dagen per jaar; benedengrens: 135-150 dagen per jaar
* isolatie: > 40 dagen per jaar; in kleiputten ook < 40 dagen per jaar

KUN: schietwilgenbos
GEL: wilgenvloedstruweel (Sa)
OV: schietwilgenbos

(Sw) Wilgenstruwelen

Wilgenstruwelen worden gekenmerkt door amandelwilg en katwilg. Ze worden aangetroffen op rivieroevers, oevers van oude strangen en in kleiputten. Wilgenstruwelen komen voor op lokaties waar in een eerder stadium schietwilgen zich niet hebben kunnen vestigen. Veel wilgenstruwelen op rivieroevers en op oevers van oude rivierlopen zijn voormalige grienden.
Evenals in wilgenbossen kunnen in de ondergroei van de wilgenstruwelen onder zeer vochtige omstandigheden moerasplanten en onder minder vochtige omstandigheden ruigtesoorten aanwezig zijn. Kenmerkende soorten uit de kruidlaag zijn gele waterkers, moeraswalstro, gele lis, smeerwortel, bitterzoet en haagwinde.

Milieukenmerken:
* rivieroevers, oevers van oude rivierlopen en in kleiputten
* op zandig en kleiig substraat
* relatieve hoogteligging: 50-135 dagen per jaar
* isolatie: > 40 dagen per jaar in kleiputten ook < 40 dagen per jaar

KUN: amandelwilgenstruweel
GEL: wilgenvloedstruweel (Sa)
OV: wilgenvloedbos
RIN: wilgenvloedstruweel (IV)

(Sm) Meidoornstruwelen

Struwelen met eenstijlige meidoorn en sleedoorn zijn in het Nederlandse rivierengebied aanwezig als (aangeplante) hagen. Natuurlijke struwelen zijn veel minder algemeen in het rivierengebied aanwezig.
De soortensamenstelling en -rijkdom van meidoornstruwelen is afhankelijk van overstromingsduur en -frequentie, substraat en beweiding en bemesting.

In laaggelegen meidoornstruwelen op kleiig substraat ontbreekt sleedoorn veelal in het struweel en bestaat de ondergroei uit ruigtesoorten van goed vochthoudende milieus: o.a. dauwbraam, grote brandnetel, bitterzoet en akkerdistel. Op hooggelegen zandige gronden kan een soortenrijke meidoornstruweel tot ontwikkeling komen. De structuur van dergelijke struwelen wordt bepaald door eenstijlige meidoorn, sleedoorn, vlier en hondsroos. In het struweel zijn tevens sluierplanten aanwezig, ondermeer bosrank, hop, heggerank en besanjelier. Andere kenmerkende soorten van soortenrijke meidoornstruwelen zijn ondermeer stinkende gouwe, look-zonder-look, dolle kervel, nagelkruid, akkerkool en knolribzaad.

Milieukenmerken:
* op oeverwallen, rivierduinen en hooggelegen uiterwaardkommen
* op zandig tot kleiig substraat
* relatieve hoogteligging: < 50 dagen per jaar.
* isolatie: indifferent

KUN: sleedoornvegetatie
GEL: meidoornhaag (Dm en Du)
OV: meidoornhaag

(Rw) Warkruidruigten

Op onbeweide rivieroevers en aangrenzende deel van de oeverwallen komen op open plaatsen in bossen warkruidruigten tot ontwikkeling. Kenmerkende soorten van deze natuurlijke sluiergemeenschap zijn groot warkruid, grote brandnetel en haagwinde. Op relatief hooggelegen oeverwallen kan de soortenrijke vorm tot ontwikkeling komen, met ondermeer knolribzaad, kweekdravik, besanjelier, hop, rivierkruiskruid en dauwbraam.
Warkruidruigten zijn in het Nederlandse rivierengebied zeldzaam als gevolg van beweiding van rivieroevers en oeverwallen. In het Kraaienbos in de Millingerwaard is de soortenrijke warkruidruigte over relatief grote oppervlakten aanwezig.

Milieukenmerken:
* op rivieroevers en aangrenzende deel van de oeverwal
* vooral op zandige bodems
* relatieve hoogteligging: < 50 dagen per jaar
* isolatie: -

KUN: warkruidvegetatie
GEL: oeverplantensluier met haagwinde en dauwbraam (Mc1)

(Rd) Dauwbraamruigten

In het rivierengebied komen dauwbraamvegetaties ook buiten de ooibossen voor, en wel op kribben, strekdammen en besteende dijktaluds en oevers. Behalve door dauwbraam worden de ruigten gekenmerkt door haagwinde, grote brandnetel, veenwortel, vogelwikke en hopwarkruid.

Milieukenmerken:
* kribben, strekdammen, dijktaluds, rivieroevers
* op stenig substraat
* relatieve hoogteligging: < 100 dagen per jaar
* isolatie: indifferent

KUN: dauwbraamvegetatie
GEL: oeverplantensluier met haagwinde en dauwbraam (Mc1)

(Rb) Brandnetelruigten

De brandnetelruigte is een soortenarme vegetatie gedomineerd door grote brandnetel. De vegetatie komt vooral tot ontwikkeling na het staken of sterk extensiveren van beweiding van (intensief) bemeste graslanden in de kleiige uiterwaardkom.

Milieukenmerken
* in uiterwaardkommen en aangrenzende deel van oeverwal
* op kleiige bodems
* relatieve hoogteligging: benedengrens 75-80 dagen per jaar
* isolatie: indifferent

KUN: vegetatie met grote brandnetel
GEL: verruigd vochtig grasland (Rgr, Ggr)

(Rp) Poelruitruigten

Poelruitruigten zijn vochtige ruigtevegetaties met poelruit, gewone wederik, moeraskruiskruid, moeraswolfsmelk, moerasandoorn, moerasspirea en valeriaan. De laatste twee soorten ontbreken veelal langs de bovenrivier (Van de Steeg, 1990). Ook riet, liesgras en rietgras kunnen deel uitmaken van de vegetatie. In het mondingsgebied van de IJssel zijn in de poelruitruigten lancetbladig kruiskruid en late guldenroede aanwezig (Gerritsen e.a., 1985).

Milieukenmerken:
* op oevers van wateren in de uiterwaard, vooral van doorbraakkolken
* op allerlei bodems
* relatieve hoogteligging: bovengrens: 75-100 dagen per jaar, benedengrens: 135-150 dagen per jaar
* isolatie: < 40 dagen per jaar

KUN: poelruitvegetatie
GEL: liesgrasvegetatie met moerasandoorn (Ms1) of moeraskruiskruid (Ms2)
OV: vochtige ruigtkruidenvegetaties
RIN: moerasruigte (III-8)

(Gd) Droge stroomdalgraslanden

Droge stroomdalgraslanden zijn in het algemeen zeer soortenrijke graslandvegetaties op hooggelegen oeverwallen, rivierduinen en dijktaluds. Karakteristieke soorten zijn ondermeer sikkelklaver, zachte haver, veldsalie, kleine pimpernel, gewone kruisdistel, bevertjes, grootbloemcentaurie, geoorde zuring, kleine ruit en echt walstro. In meer open graslanden behoren ook wilde averuit, fakkelgras, grote tijm, zacht vetkruid, cypreswolfsmelk en tripmadam tot de kenmerkende soorten. Bijzondere soorten van droge stroomdalgraslanden zijn de winterannuellen vroegeling en zandhoornbloem.

Milieukenmerken:
* op oeverwallen, rivierduinen, dijktaluds
* op zandig tot zavelig substraat
* relatieve hoogteligging: < 5 dagen per jaar
* isolatie: indifferent

KUN: sikkelklavervegetatie
GEL: kalkgraslanden met vetkruid (Gk2), veldsalie (Gm1) en kattedoorn (Gm2)
OV: droge stroomdalgraslanden

(Gg) Glanshavergraslanden

Op kalk- en vochthoudende bodems kan in het rivierengebied een soortenrijke hooilandgemeenschap tot ontwikkeling komen, met soorten als Frans raaigras, goudhaver, knautia, groot streepzaad, gewoon knoopkruid, peen, echte karwei, weidekervel, pastinaak, grote bevernel, handjesgras en oosterse morgenster. Verruigde glanshavergraslanden zijn soortenarme graslandvegetaties met Frans raaigras, kweek, fluitekruid, grote brandnetel, kraailook en bereklauw.

Milieukenmerken:
* op oeverwallen, dijktaluds en hoge delen van de uiterwaardkom
* optimaal op lutumhoudende zandige en zavelige bodems
* relatieve hoogteligging: < 20 dagen per jaar
* isolatie: indifferent

KUN: glanshavervegetatie
GEL: glanshavergraslanden (Gg2 en Gg3)
OV: droge graslandvegetaties

(Gv) Graslanden met grote vossestaart

Graslanden met grote vossestaart zijn hooilandvegetaties op middelhoge delen van de uiterwaard. Grote vossestaart domineert de vegetatie. In de graslanden zijn verder aanwezig matig overstromingstolerante soorten van de vochtige graslanden aanwezig zoals scherpe boterbloem, veldzuring en pinksterbloem alsmede de overstromingsresistente soorten uit de laaggelegen uiterwaardgraslanden, zoals fioringras en kruipende boterbloem.
Kenmerkende soorten van graslandvegetatie met grote vossestaart op kleiige bodems in de benedenloop van de rivieren zijn kievitsbloem en gulden boterbloem.

Milieukenmerken:
* op middelhoge delen van de uiterwaardkom en aangrenzende deel van de oeverwallen en op dijktaluds
* op zavelige tot kleiige bodems
* relatieve hoogteligging: 20-50 dagen per jaar
* isolatie: indifferent

KUN: vegetatie met grote vossestaart
GEL: graslanden met Frans raaigras en veldzuring (Gg1)
OV: vossestaarthooilanden

(Gk) Kweekgraslanden

De graslanden gedomineerd door kweek komen optimaal voor op beweide middelhoge oeverwallen en overzande lage oeverwallen. Kenmerkende soorten van kweekgraslanden zijn kweek, zilverschoon, vijfvingerkruid, Engelse alant, Oostenrijkse waterkers en blauwe kweek. In de uiterwaardkom bestaat de kweekvegetatie vooral uit kweek, ruw beemdgras, akkerkers, krulzuring en fioringras.

Milieukenmerken:
* op oeverwallen, dijktaluds en in uiterwaardkommen
* op zandig tot kleiig bodems
* relatieve hoogteligging: < 75 dagen per jaar
* isolatie: indifferent

KUN: kweekvegetatie
GEL: kweekgrasland (Gu1) en kweekoeverwal (Gu5)
OV: kweekoeverwal

(Gc) Kamgrasweiden

Kamgrasweiden zijn beweide en bemeste graslandvegetaties, met als karakteristieke soorten kamgras, veldgerst, reukgras, veldzuring, kropaar, scherpe boterbloem en smalle weegbree.

Milieukenmerken:
* op oeverwallen, hoge delen van de uiterwaardkom en dijktaluds
* op zandige en zavelige bodems, maar ook op klei
* relatieve hoogteligging: < 20 - 30 dagen per jaar
* isolatie: indifferent

KUN: kamgrasvegetatie
GEL: veldgerstgrasland (Gg4)
OV: kamgrasweide

(Gb) Beemdgrasweiden

Beemdgrasweiden zijn zeer intensief beweide en bemeste graslanden, die worden gedomineerd door ruw beemdgras. Op relatief hooggelegen delen van de uiterwaard wordt de vegetatie ook gedomineerd door Engels raaigras. De beemdgrasweiden zijn zeer soortenarm.

Milieukenmerken:
* op oeverwallen, hoge delen van de uiterwaard en dijktaluds
* op zandige tot kleiige bodems
* relatieve hoogteligging: < 50 dagen per jaar
* isolatie: indifferent

GEL: cultuurgrasland (Gp)
OV: beemdgras-raaigrasweide

(Gn) Graslanden met geknikte vossestaart

Op de zware klei in de uiterwaardkom komt bij (intensieve) beweiding een graslandvegetatie tot ontwikkeling met geknikte vossestaart, fioringras, kruipende boterbloem, akkerkers en krulzuring.

Milieukenmerken:
* op kleiige bodems in de uiterwaardkom
* relatieve hoogteligging: 50-100 dagen per jaar
* isolatie: indifferent

KUN: vegetatie met geknikte vossestaart
GEL: akkerkersgrasland (Gu2)
OV: soortenarme natte graslandvegetaties

(Mr) Rietvegetaties

De door riet gedomineerde vegetaties worden in de bovenrivier aangetroffen in de uiterwaardkom. In de benedenrivier zijn rietvegetaties op de rivieroever aanwezig.
De rietvegetaties kunnen op grond van het voorkomen of

ontbreken van begeleidende soorten worden verdeeld in een aantal subtypen, die indicatief zijn voor de plaatselijke hydrologische omstandigheden (Van de Steeg, 1990). Op de natste plaatsen zijn geen of weinig begeleidende soorten aanwezig. Op oevers van oude rivierlopen wordt riet begeleid door gele waterkers, scherpe zegge, gewone wederik, moeraskruiskruid. Aan de waterzijde kan een rietvegetatie overgaan in een mattenbiesvegetatie of in een vegetatie met kleine lisdodde en vervolgens in een open mattenbiesvegetatie. In de uiterwaardkom maken grote brandnetel en haagwinde deel uit van de rietvegetatie.

Milieukenmerken:
* bovenrivier: uitsluitend in uiterwaardkom en op oevers van oude rivierlopen en andere wateren
  benedenrivier: ook op rivieroever
* optimaal op kleiige bodems
* relatieve hoogteligging: bovenrivier: 50-150 dagen per jaar; benedenrivier: >50 dagen per jaar
* isolatie: bovenrivier: optimaal bij < 40 dagen per jaar; benedenrivier: indifferent

KUN: rietvegetatie (en mattenbiesvegetatie)
GEL: soortenarme rietvegetatie (Mp6) en vegetatie van riet en mattenbies (Mt1)
OV: rietvegetatie
RIN: rietvegetatie (II-6c) en riet-mattenbiesvegetatie (III-6d)

(Mt) Vegetaties met kleine lisdodde

In oude rivierlopen en kleiputten kunnen vegetaties die worden gedomineerd door kleine lisdodde tot ontwikkeling komen. Langs de bovenrivier komen deze vegetaties alleen in bekade uiterwaarden tot ontwikkeling en langs in benedenrivier ook op de oevers van wateren die in direct kontakt staan met de rivier. Begeleidende soorten van deze oevervegetatie zijn waterzuring, moerasvergeetmijnietje, watermunt en grote waterweegbree.
In de richting van het open water kan de vegetatie met kleine lisdodde overgaan in een open oevervegetatie met mattenbies.

Milieukenmerken:
* op oevers van oude rivierlopen en kleiputten
* op bodems met sapropeliumlaag
* relatieve hoogteligging: >130-150 dagen per jaar
* isolatie: bovenrivier: < 20 dagen per jaar; benedenrivier: indifferent

KUN: vegetatie van kleine lisdodde en mattenbiesvegetatie
GEL: vegetatie van kleine lisdodde (Mp9)
OV: vegetatie van kleine lisdodde en mattenbies

RIN: vegetatie van kleine lisdodde (III-6b)

(Mp) Rietgrasvegetaties

Rietgrasvegetaties komen voor op rivieroevers en in lage delen van de uiterwaardkom en op de oevers van de daarin gelegen wateren. Rietgrasvegetaties worden vooral in onbekade uiterwaarden aangetroffen. Begeleidende soorten van rietgrasvegetatie zijn gele waterkers, scherpe zegge, geknikte vossestaart en fioringras. Rietgrasvegetaties kunnen zich handhaven bij extensieve beweiding, maar gaan bij intensieve beweiding over in graslandvegetatie met geknikte vossestaart (Gn). Na staken van beweiding gaat deze vegetatie weer over in rietgrasvegetaties.

Milieukenmerken:
* op rivieroevers, lage delen van uiterwaardkom en op oevers van in de uiterwaard gelegen wateren
* op klei- en zandbodems en op stortsteen
* relatieve hoogteligging: bovengrens: 40-50 dagen per jaar; benedengrens: 120-130 dagen per jaar
* isolatie: > 40 dagen per jaar

KUN: rietgrasvegetatie
GEL: rietgrasvegetatie (Mm1) en uiterwaardgrasland met rietgras (Gu3)
OV: natte graslanden met rietgras
RIN: rietgrasvegetatie (III-10)

(Mc) Vegetaties met scherpe zegge

Vegetaties met scherpe zegge komen tot ontwikkeling op rivieroevers en langs wateren in onbekade uiterwaarden. Naast scherpe zegge kunnen in de vegetatie rietgras, liesgras, gele waterkers, kleine watereppe, watermunt en veenwortel worden aangetroffen.

Milieukenmerken:
* op rivieroevers en langs wateren in de uiterwaard
* vooral op zandig en stenig substraat
* relatieve hoogteligging:bovengrens: 75-85 dagen per jaar; benedengrens: 120-135 dagen per jaar
* isolatie: > 40 dagen per jaar

KUN: vegetatie met scherpe zegge
GEL: moerasvegetatie met grote zeggen (Mm2)
OV: vegetaties met scherpe zegge
RIN: moerasvegetaties met grote zeggen (III-9)

(Mg) Liesgrasvegetaties

Vegetaties die worden gedomineerd door liesgras komen tot ontwikkeling op oevers van wateren in bekade uiterwaarden. Begeleidende soorten van liesgrasvegetaties zijn ondermeer gele lis, gele waterkers, watermunt en moerasvergeet-mijnietje.

Milieukenmerken:
* op oevers van wateren in de uiterwaard, met name van oude rivierlopen en kleiputten
* optimaal op kleiige bodems
* relatieve hoogteligging: 100-150 dagen per jaar
* isolatie: < 40 dagen per jaar

KUN: liesgrasvegetatie
GEL: liesgrasvegetatie (Mp3)
OV: liesgrasvegetatie
RIN: liesgrasvegetatie (III-3)

(Mw) Vegetaties met gele waterkers

Vegetaties met gele waterkers komen tot ontwikkeling op droogvallende onbegroeide oevers van wateren in de uiterwaard, zoals langs oude rivierlopen die in open verbinding staan met de rivier. Naast gele waterkers komen ondermeer watertorkruid, rietgras en akkerkers in de vegetatie voor.

Milieukenmerken:
* op oevers van wateren in de uiterwaard die in open verbinding staan met de rivier
* optimaal op slikkige en kleiige bodems
* relatieve hoogteligging: 125-250 dagen per jaar
* isolatie: > 40 dagen per jaar

KUN: vegetaties met gele waterkers
GEL: watertorkuidvegetatie (Mb1)
RIN: vegetaties van het watertorkruidverbond (III-5)

(Mk) Kalmoesvegetaties

Vegetaties met kalmoes komen in het rivierengebied alleen in bekade uiterwaarden tot ontwikkeling in ondiepe wateren en op oevers van wateren met vrij steil aflopend onderwater-talud. Verder kunnen ondermeer liesgras, gele lis, scherpe zegge, gele waterkers, grote watereppe en waterzuring deel uitmaken van de door kalmoes gedomineerde vegetatie.

Milieukenmerken:
* op oevers en in ondiepe delen van vooral oude rivierlopen
* op slap substraat

* relatieve hoogteligging: > 150 dagen per jaar
* isolatie: < 20 dagen per jaar

KUN: kalmoesvegetatie
GEL: vegetatie van gele lis en kalmoes (Mp7)
OV: vegetatie van kalmoes en gele lis
RIN: vegetatie van kalmoes en gele lis (III-6g)

(Mn) Naaldwaterbiesvegetaties

Vegetaties met naaldwaterbies komen in het rivierengebied op de oevers en in ondiepe delen van kleiputten tot ontwikkeling in vooral bekade uiterwaarden. De vegetatie bestaat vaak bijna uitsluitend uit naaldwaterbies. Verder kunnen rode watereprijs, smalbladige waterweegbree, greppelrus, platte rus, knolrus en gewone waterbies deel uitmaken van de vegetatie.

Milieukenmerken:
* op oevers en in ondiepe delen van kleiputten
* op zandige en kleiige bodems
* relatieve hoogteligging: > 150 dagen per jaar
* isolatie: < 40 dagen per jaar

KUN: naaldwaterbiesvegetatie
GEL: naaldwaterbiesvegetatie (Mv1)
RIN: naaldwaterbiesvegetatie (III-1)

(Pg) Ganzevoetvegetaties

Op rivierstranden en oevers van zandwinputten komen pioniervegetaties tot ontwikkeling, waarin veelal rode ganzevoet of knopig duizendknoop domineert. Daarnaast kunnen ondermeer melganzevoet, spiesmelde, reukloze kamille, zeegroene ganzevoet, stippelganzevoet, driedelig tandzaad, moeraskers, akkerkers en getand weegbree deel uitmaken van deze pioniervegetaties.

Milieukenmerken:
* op rivierstranden en oevers van zandwinplassen
* op zandige en kleiige bodems
* relatieve hoogteligging: 80-250 dagen per jaar
* isolatie: -

KUN: vegetatie van zeegroene en rode ganzevoet en vegetatie van knopig duizendknoop
GEL: open pioniervegetaties van zandstranden en -oevers (Aao en Aro)
RIN: vegetaties van het riviertandzaadverbond (III-3)

(Ps) Slijkgroenvegetaties

Slijkgroenvegetaties zijn pioniervegetaties op rivieroevers en op oevers van met de rivier in open verbinding staande oude rivierlopen. In deze vegetaties domineert veelal slijkgroen. Verder kunnen ondermeer greppelrus, rode watereereprijs, moerasdroogbloem, getand weegbree, moeraskers, gele waterkers en akkerkers deel uit maken van de vegetatie.

Milieukenmerken:
* op rivieroevers en oevers van oude rivierlopen
* op slikkig, kleiig of zandig substraat
* relatieve hoogteligging: 130-300 dagen per jaar
* isolatie: > 40 dagen per jaar

KUN: slijkgroenvegetatie en vegetatie van moerasdroogbloem en getand weegbree
GEL: vegetaties met zwart tandzaad (Mc2)
OV: slijkgroenvegetaties
RIN: vegetaties van het riviertandzaadverbond (III-3)

(Pt) Tandzaadvegetaties

Tandzaadvegetaties zijn pioniervegetaties op zandige en besteende rivieroevers met als kenmerkende soorten waterpeper, zwart en driedelig tandzaad, spiesmelde, knopig duizendknoop en rietgras.

Milieukenmerken:
* op rivieroevers
* optimaal op stenig substraat, ook op zandige bodems
* relatieve hoogteligging: > 150 dagen per jaar
* isolatie: > 40 dagen per jaar

KUN: vegetaties met waterpeper en tandzaad.
GEL: vegetaties met zwart tandzaad (Mc2)
RIN: vegetaties van het riviertandzaadverbond (III-3)

(Pz) Vegetaties met zwarte mosterd

Op overzande oeverwallen komen pioniervegetaties tot ontwikkeling met zwarte mosterd, spiesmelde, melganzevoet, reukloze kamille, akkerdistel en rietgras. Op plaatsen met sterke zandafzetting bestaat de vegetatie uit oeverstekelnoot, teer loogkruid, melganzevoet en/of smal vlieszaad.
Andere soorten die deel uit kunnen maken van deze pioniervegetaties zijn Canadese fijnstraal, sofiekruid, klein kaasjeskruid, wilde reseda, gewone teunisbloem, knikkende distel, gewone klis, grote engelwortel, bijvoet en witte honingklaver.

Milieukenmerken:
* op overzande middelhoge oeverwallen (en overzande oevers van zandwinplassen)
* op zandig substraat
* relatieve hoogteligging:bovengrens: 40-50 dagen per jaar; benedengrens: 80-100 dagen per jaar
* isolatie: - (>40 dagen per jaar)

KUN: vegetatie met zwarte mosterd, oeverstekelnootvegetatie en vegetatie met smal vlieszaad.
GEL: pioniervegetaties van kalkrijke ruderale terreinen (Ar1)

(Ww) Watergentiaanvegetaties

In oude rivierlopen en kleiputten kunnen watervegetaties gedomineerd door watergentiaan tot ontwikkeling komen. Vaak maken grote fonteinkruiden deel uit van deze watervegetaties.

Milieukenmerken:
* in oude rivierlopen en kleiputten
* op minerale bodems
* isolatie: > 20 dagen per jaar

KUN: watergentiaanvegetatie.
GEL: vegetatie van watergentiaan (Ww2)
OV: vegetatie van watergentiaan
RIN: watergentiaanvegetatie (II-9)

(Wn) Vegetaties met gele plomp

Watervegetaties in oude rivierlopen en kleiputten en in ondiepe delen van kolken in bekade uiterwaarden met als kenmerkende soorten gele plomp, witte waterlelie, gedoornd hoornblad en fonteinkruiden.

Milieukenmerken:
* in oude rivierlopen, kleiputten, kolken
* op slikkig substraat
* isolatie: < 40 dagen per jaar.

KUN: vegetatie met gele plomp.
GEL: vegetatie van gele plomp en drijvend fonteinkruid (Ww1)
OV: vegetatie van gele plomp en waterlelie
RIN: vegetatie van waterlelie, gele plomp en/of drijvend fonteinkruid (II-8)

(Wg) Vegetaties met glanzig fonteinkruid

In oude rivierlopen kunnen soortenarme watervegetaties tot ontwikkeling komen waarin glanzig fonteinkruid domineert. Andere soorten die deel uit kunnen maken van deze watervegetatie zijn veenwortel, doorgroeid fonteinkruid en schedefonteinkruid.

Milieukenmerken:
* in oude rivierlopen in open verbinding met de rivier
* isolatie: < 40 dagen per jaar

GEL: vegetaties met glanzig fonteinkruid zijn gerekend tot: vegetaties van gele plomp en drijvend fonteinkruid (Ww1)
RIN: vegetaties van grote fonteinkruiden (II-7)

(Wk) Kikkerbeetvegetaties

Kikkerbeetvegetaties zijn watervegetaties met kikkerbeet, brede en smalle waterpest, gedoornd hoornblad en gewoon sterrekroos.

Milieukenmerken:
* in kleiputten en restanten van oude rivierlopen
* isolatie: < 20 dagen per jaar

GEL: kikkerbeetvegetatie (Wh1)
RIN: kikkerbeetvegetatie (II-3)

(Wz) Zannichelliavegetaties

In ondiepe delen van zandwinputten kan een watervegetatie met zannichellia en schedefonteinkruid tot ontwikkeling komen. Langs de bovenrivier komt de watervegetatie alleen in bekade uiterwaarden en langs de benedenrivier ook in zandwinputten die in open verbinding staan met de rivier.

Milieukenmerken:
* in ondiepe delen van zandwinputten
* op zandig substraat
* isolatie: bovenrivier: 20-40 dagen per jaar
  benedenrivier: indifferent

KUN: zannichelliavegetatie.

(Wr) Rivierfonteinkruidvegetaties

In de rivier tot ontwikkeling komende vegetatie gedomineerd door rivierfonteinkruid. Schedefonteinkruid, glanzig fonteinkruid, gele plomp en pijlkruid kunnen deel uitmaken van de watervegetatie. In het Rijnsysteem is deze watervegetatie beperkt tot benedenloop van de IJssel en in het Benedenrivierengebied.

Milieukenmerken:
* in (benedenloop van) rivier en in oude rivierlopen in open verbinding met de rivier
* op kleiige en besteende waterbodems
* isolatie: > 40 dagen per jaar

KUN: rivierfonteinkruidvegetatie
OV: vegetaties van rivierfonteinkruid

(Wp) Schedefonteinkruidvegetaties

Een watervegetatie die vrijwel geheel bestaat uit schedefonteinkruid wordt vooral in de benedenloop van de rivier aangetroffen alsmede in oude rivierlopen in open verbinding met de rivier. Andere fonteinkruidsoorten die deel uit kunnen maken van de watervegetatie zijn glanzig en doorgroeid fonteinkruid.

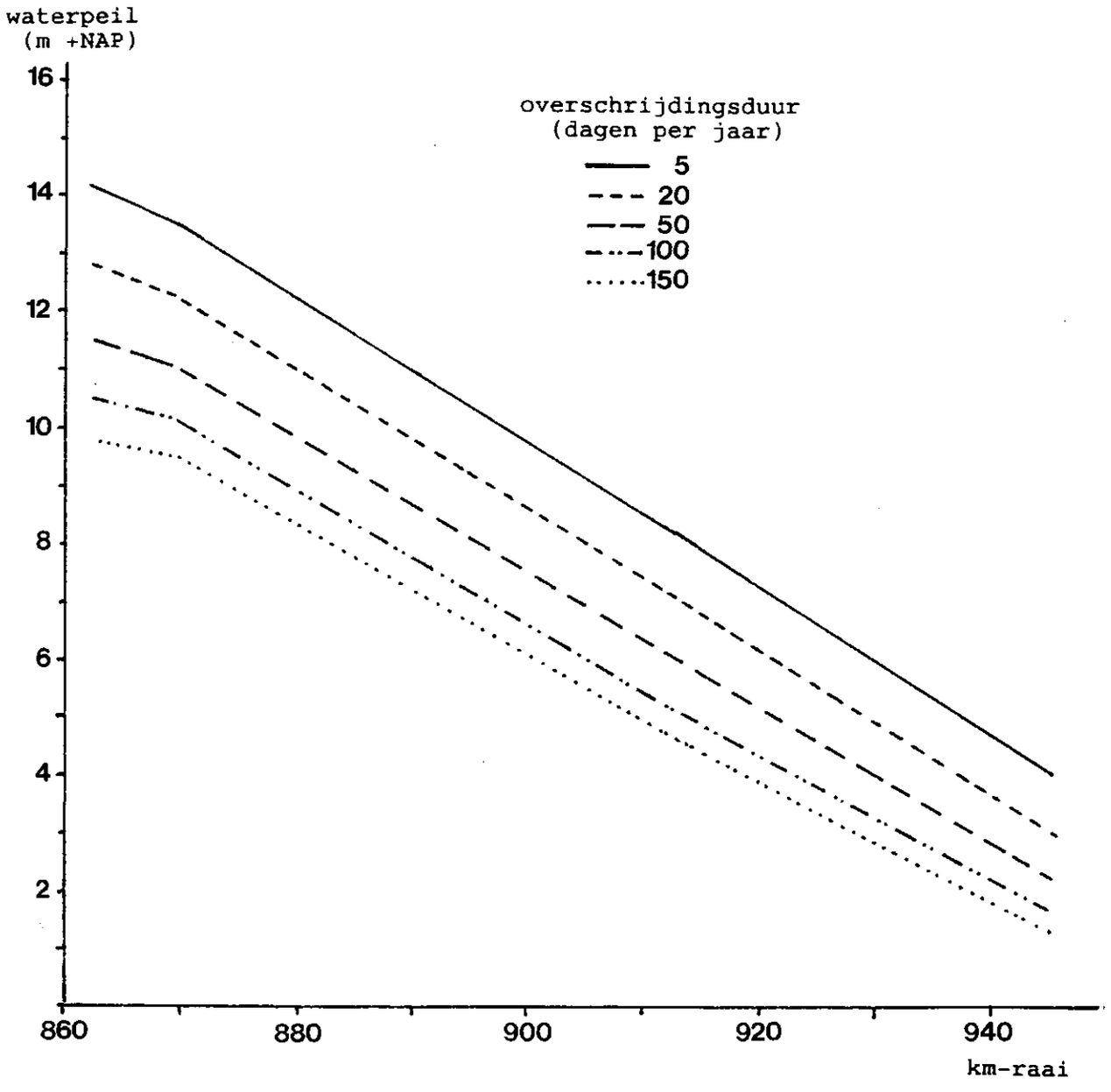
Milieukenmerken:
* in benedenloop van de rivier en in oude rivierlopen in open verbinding met de rivier
* substraat: op kleiige bodems
* isolatie: > 40 dagen per jaar

KUN: kamfonteinkruidvegetaties
OV: schedefonteinkruidvegetaties

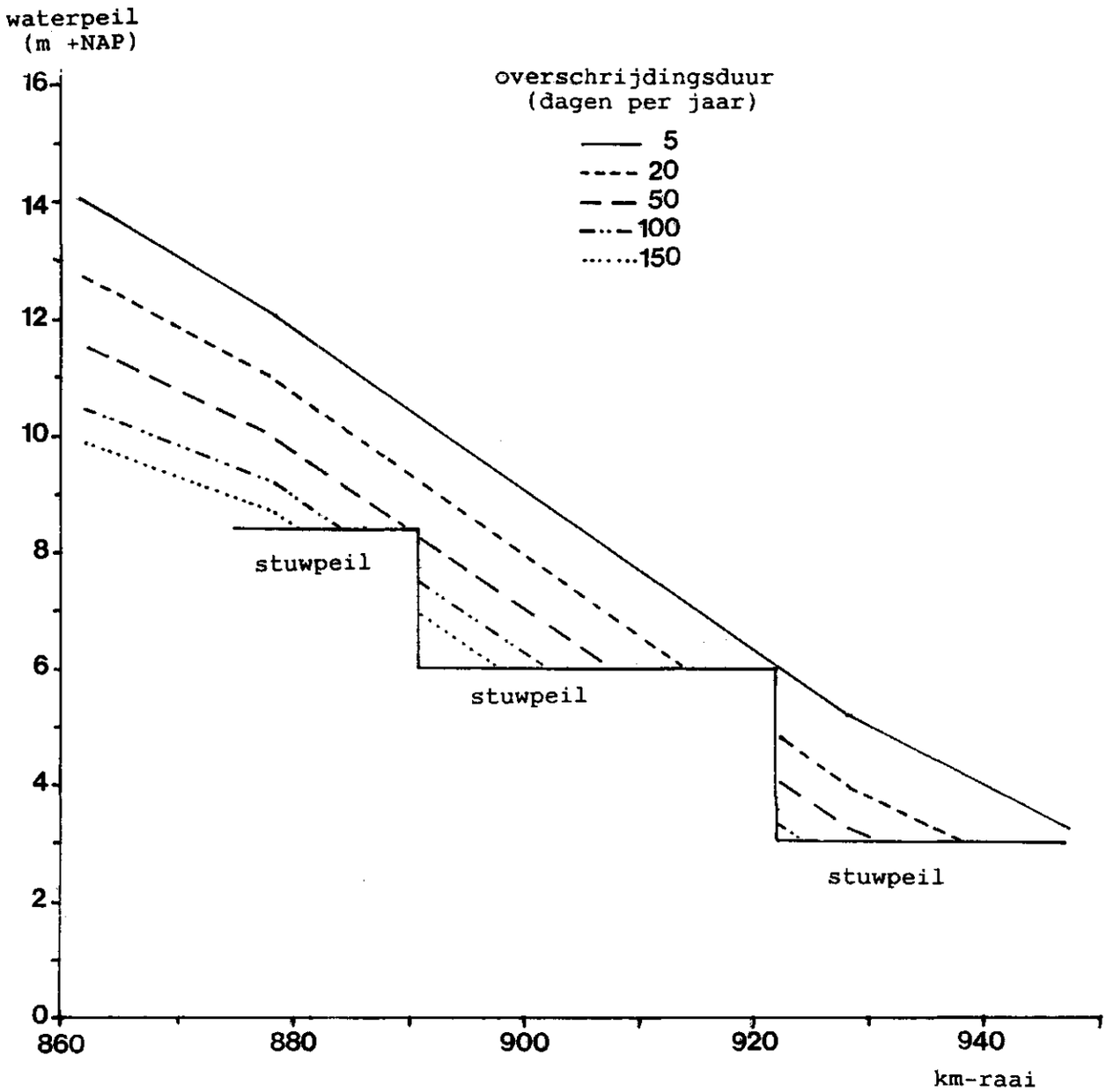
BIJLAGE 2

Overschrijdingsduurlijnen

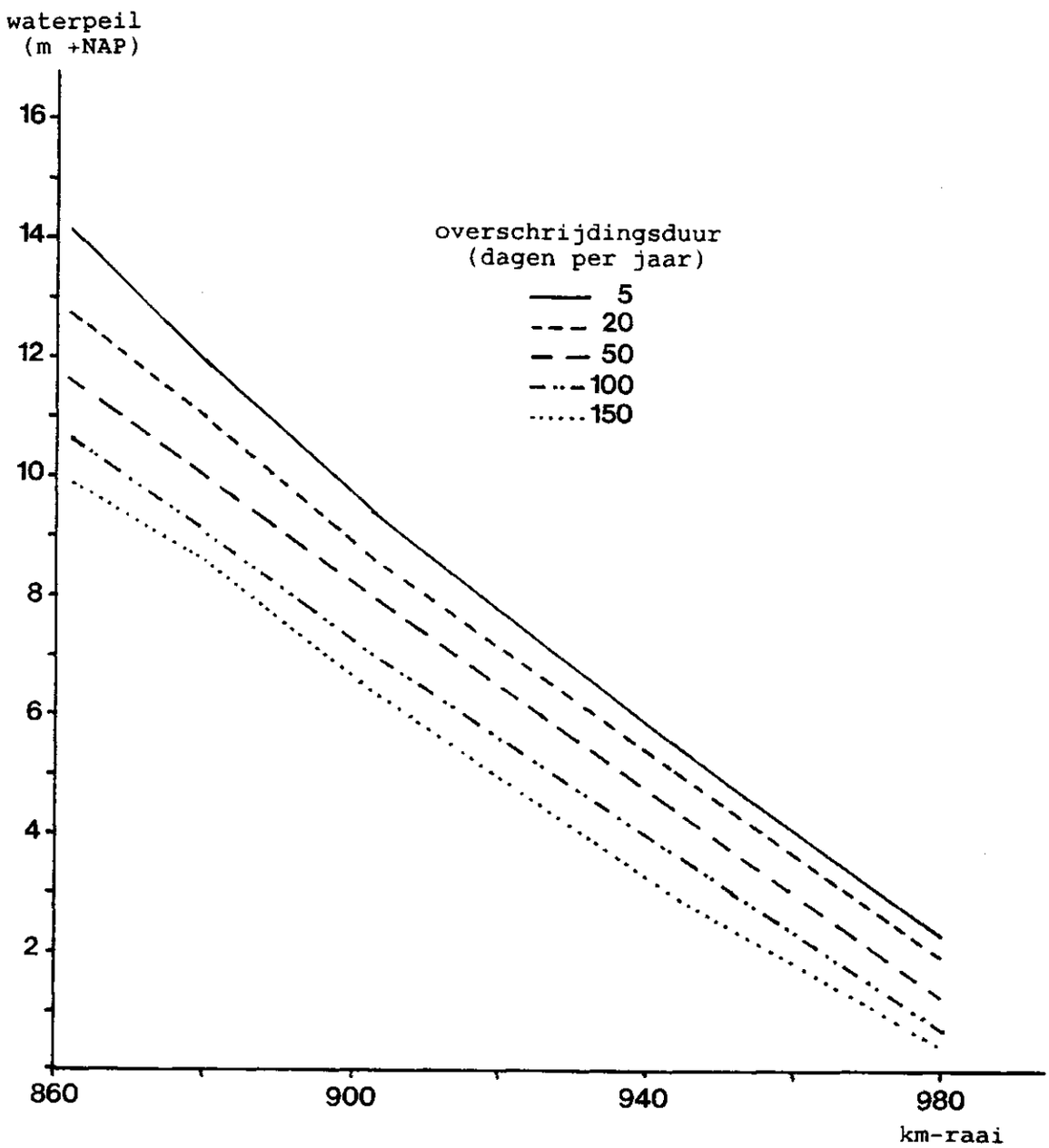
Het verloop van de overschrijdingsduurlijnen binnen het riviertraject Boven-Rijn en Waal



Het verloop van de overschrijdingsduurlijnen binnen het riviertraject Neder-Rijn en Lek



Het verloop van de overschrijdingsduurlijnen binnen het riviertraject IJssel



BIJLAGE 3
Kaarten

Lijst van kaarten:

Kaart 1: Bodemhoogten in de Millingerwaard, situatie 1980.
Kaart 2: Vegetatiekaart Millingerwaard, situatie 1985.
Kaart 3: Bodemhoogten in de Bemmelse Waard, situatie, 1980.
Kaart 4: Vegetatiekaart Bemmelse Waard, situatie 1981.
Kaart 5: Bodemhoogten in de Millingerwaard, scenario bovenstroomse inlaat.
Kaart 6: Bodemhoogten in de Millingerwaard, scenario benedenstroomse inlaat.
Kaart 7: Bodemhoogten in de Millingerwaard, scenario grote doorstroom.
Kaart 8: Bodemhoogten in de Millingerwaard, scenario kleine doorstroom.
Kaart 9: Potentieel natuurlijke vegetatie in de Millingerwaard, scenario bovenstroomse inlaat.
Kaart 10: Potentieel natuurlijke vegetatie in de Millingerwaard, scenario benedenstroomse inlaat.
Kaart 11: Potentieel natuurlijke vegetatie in de Millingerwaard, scenario grote doorstroom.
Kaart 12: Potentieel natuurlijke vegetatie in de Millingerwaard, scenario kleine doorstroom.
Kaart 13: Bodemhoogten in de Bemmelse Waard, scenario isolatie strang.
Kaart 14: Potentieel natuurlijke vegetatie in de Bemmelse Waard, scenario isolatie strang.

Kaartlegenda bodemhoogten

De bodemhoogten in de uiterwaard zijn gerelateerd aan de gemiddelde overschrijdingsduur van het rivierpeil.

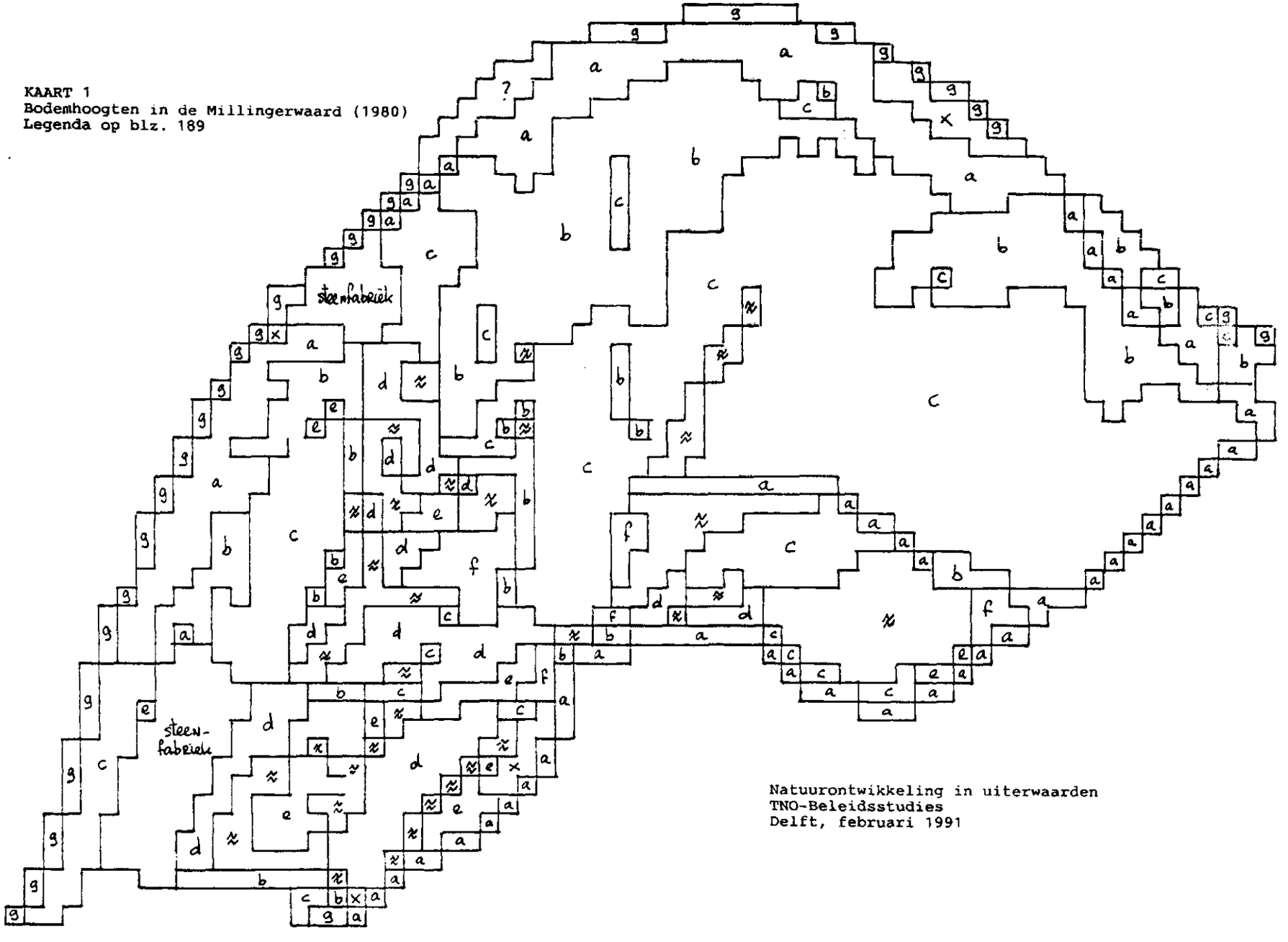
a: < 5 dagen per jaar
b: 5 - 20 dagen per jaar
c: 20 - 50 dagen per jaar
d: 50 - 75 dagen per jaar
e: 75 - 100 dagen per jaar
f: 100 - 150 dagen per jaar
g: 150 - 250 dagen per jaar
≈: > 250 dagen per jaar

x bebouwing

Kaartlegenda vegetatiekaarten

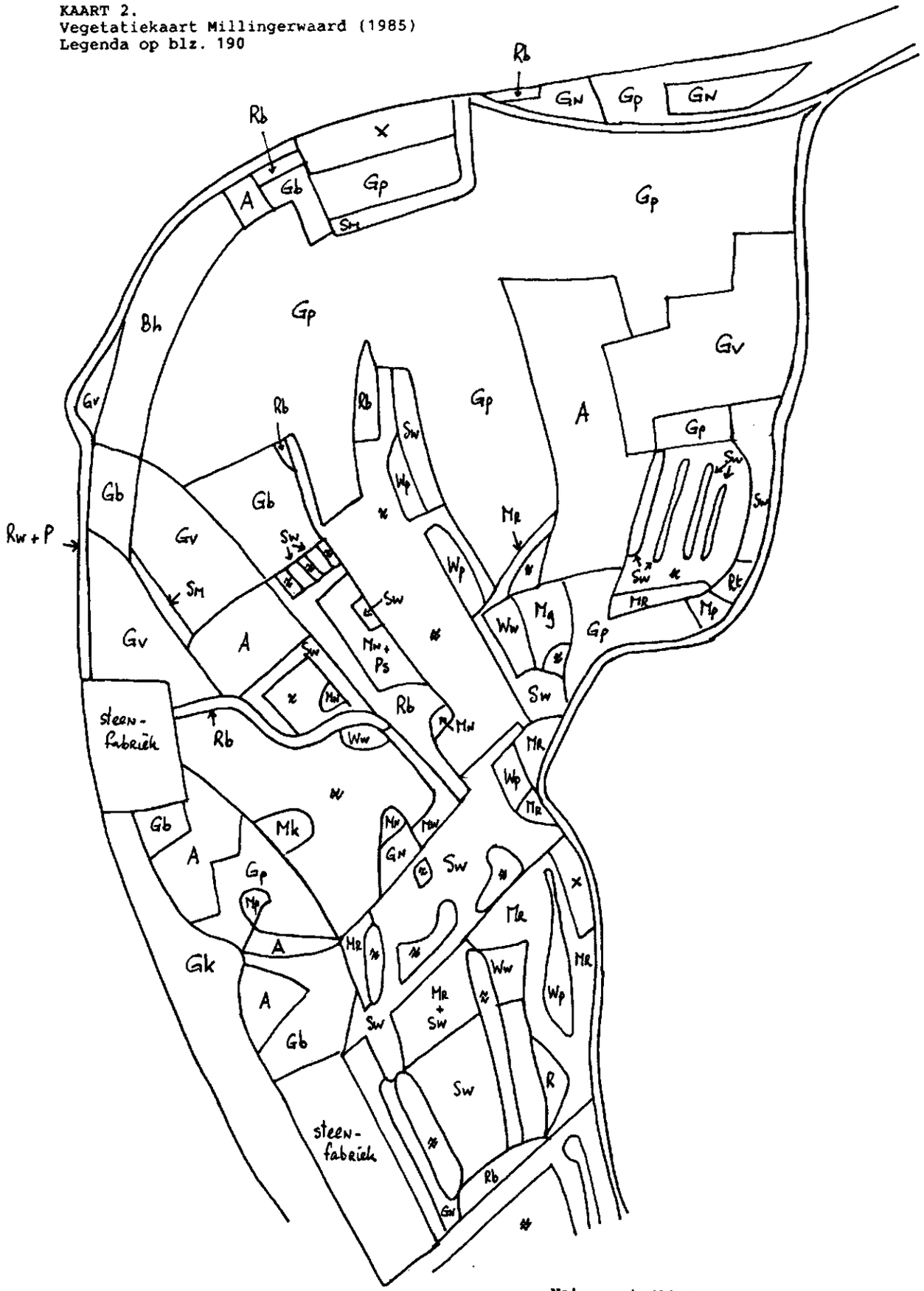
A	akkers
Be	echte of hooggelegen essen-iepenbossen
Bh	essen-iepenbossen (Be + Bn)
Bn	natte of laaggelegen essen-iepenbossen
Bp	bossen met zwarte populier
Bs	wilgenbossen en -struweel (Bw + Sw)
Bw	wilgenbossen
Gb	beemdgrasweiden
Gc	kamgrasweiden
Gd	droge stroomdalgraslanden
Gg	glanshavergraslanden
Gk	kweekgraslanden
Gn	graslanden met geknikte vossestaart
Gm	moerassige graslanden: overgang tussen Gn en M
Gv	graslanden met grote vossestaart
Mc	vegetaties met scherpe zegge
Mg	liesgrasvegetaties
Mk	kalmoesvegetaties
Mn	naaldwaterbiesvegetaties
Mp	rietgrasvegetaties
Mr	rietvegetaties
Mt	vegetaties met kleine lisdodde
Mw	vegetaties met gele waterkers
P	pioniervegetaties
Pg	ganzevoetvegetaties
Ps	slijkgroenvegetaties
Pt	tandzaadvegetaties
Pz	vegetaties met zwarte mosterd
R	ruigtevegetaties
Rb	brandnetelruigten
Rd	dauwbraamruigten
Rp	poelruitruigten
Rw	warkruidruigten
Sm	meidoornstruwelen
Sw	wilgenstruwelen
Wf	vegetaties met glanzig fonteinkruid
Wk	kikkerbeetvegetaties
Wp	vegetaties met gele plomp
Wr	rivierfonteinkruidvegetaties
Ws	schedefonteinkruidvegetaties
Ww	watergentiaanvegetaties
Wz	zannichelliavegetaties
≈	open water
x	bebouwing

KAART 1
Bodemhoogten in de Millingerwaard (1980)
Legenda op blz. 189

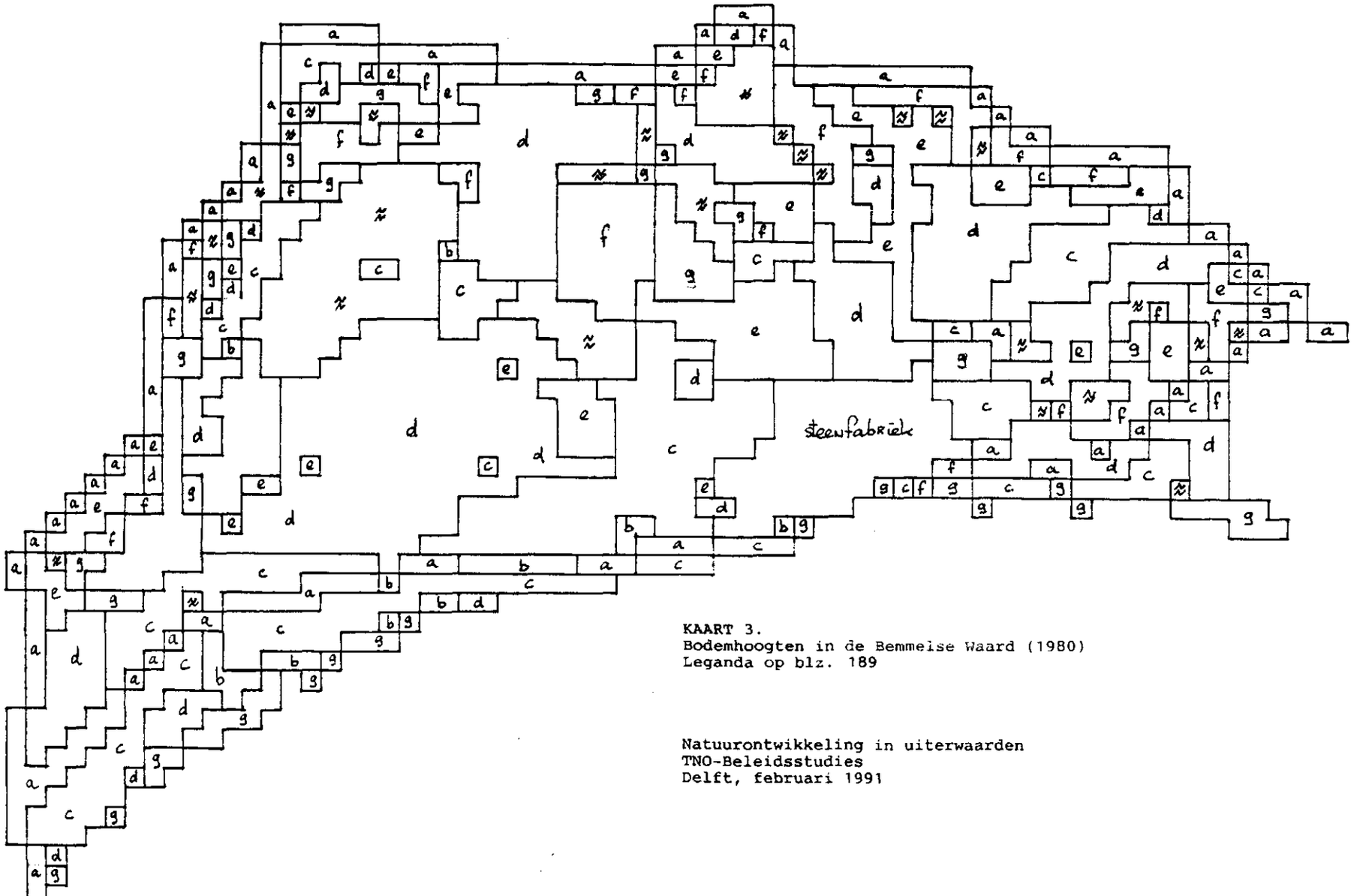


Natuurontwikkeling in uiterwaarden
TNO-Beleidsstudies
Delft, februari 1991

KAART 2.
Vegetatiekaart Millingerwaard (1985)
Legenda op blz. 190

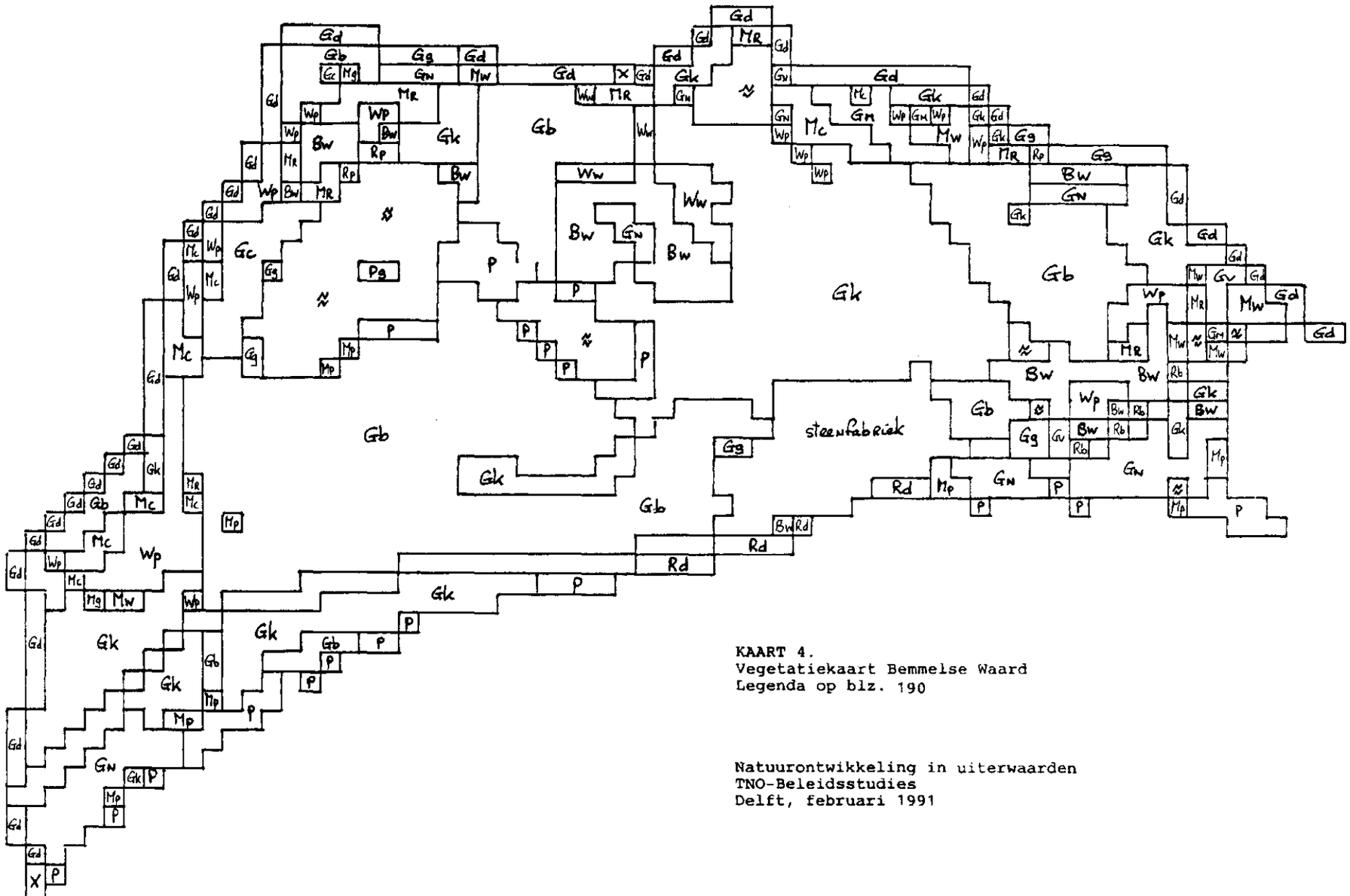


Natuurontwikkeling in uiterwaarden
TNO-Beleidsstudies
Delft, februari 1991



KAART 3.
Bodemhoogten in de Bemmelse Waard (1980)
Leganda op blz. 189

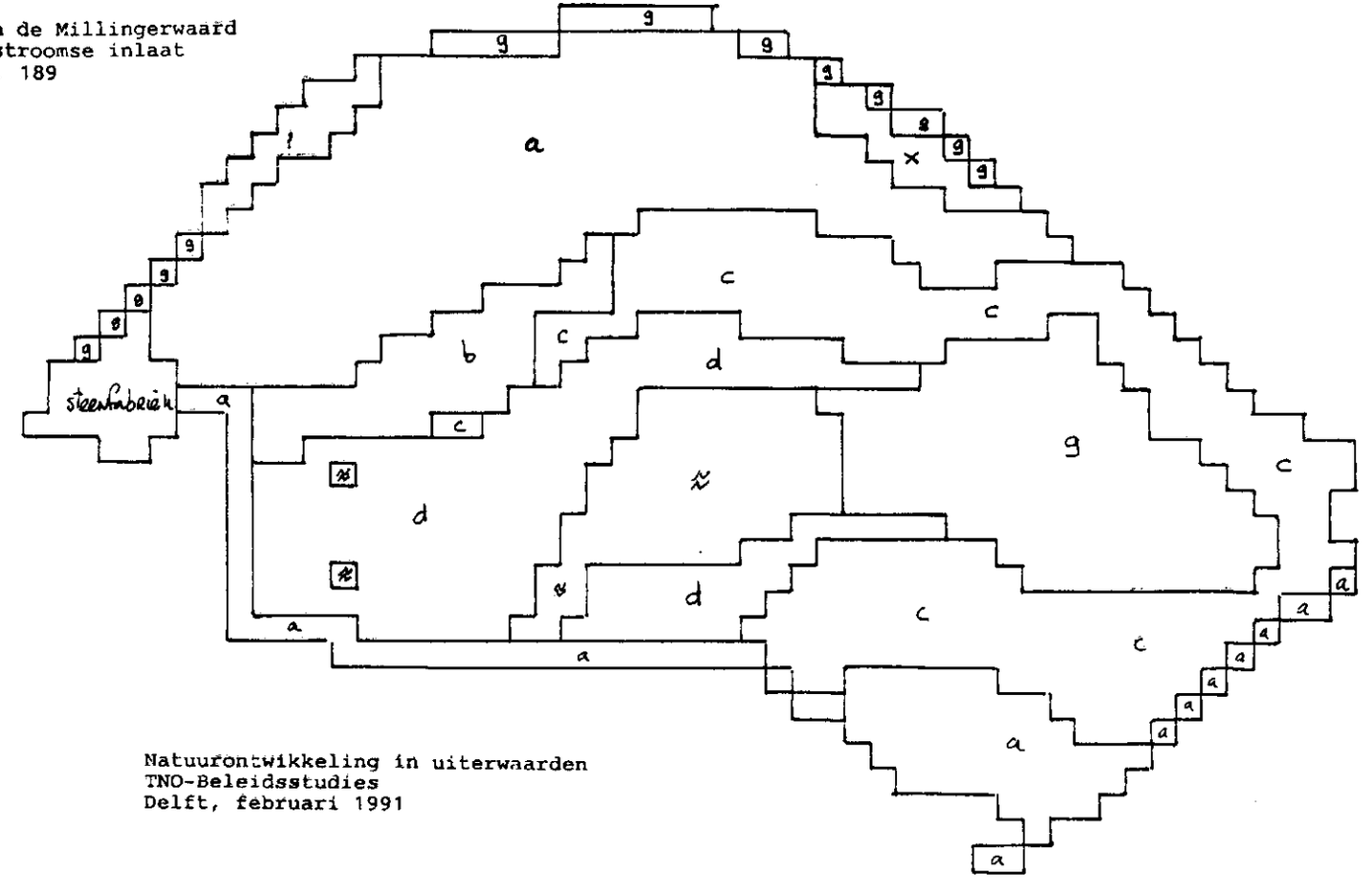
Natuurontwikkeling in uiterwaarden
TNO-Beleidsstudies
Delft, februari 1991



KAART 4.
Vegetatiekaart Bemmelse Waard
Legenda op blz. 190

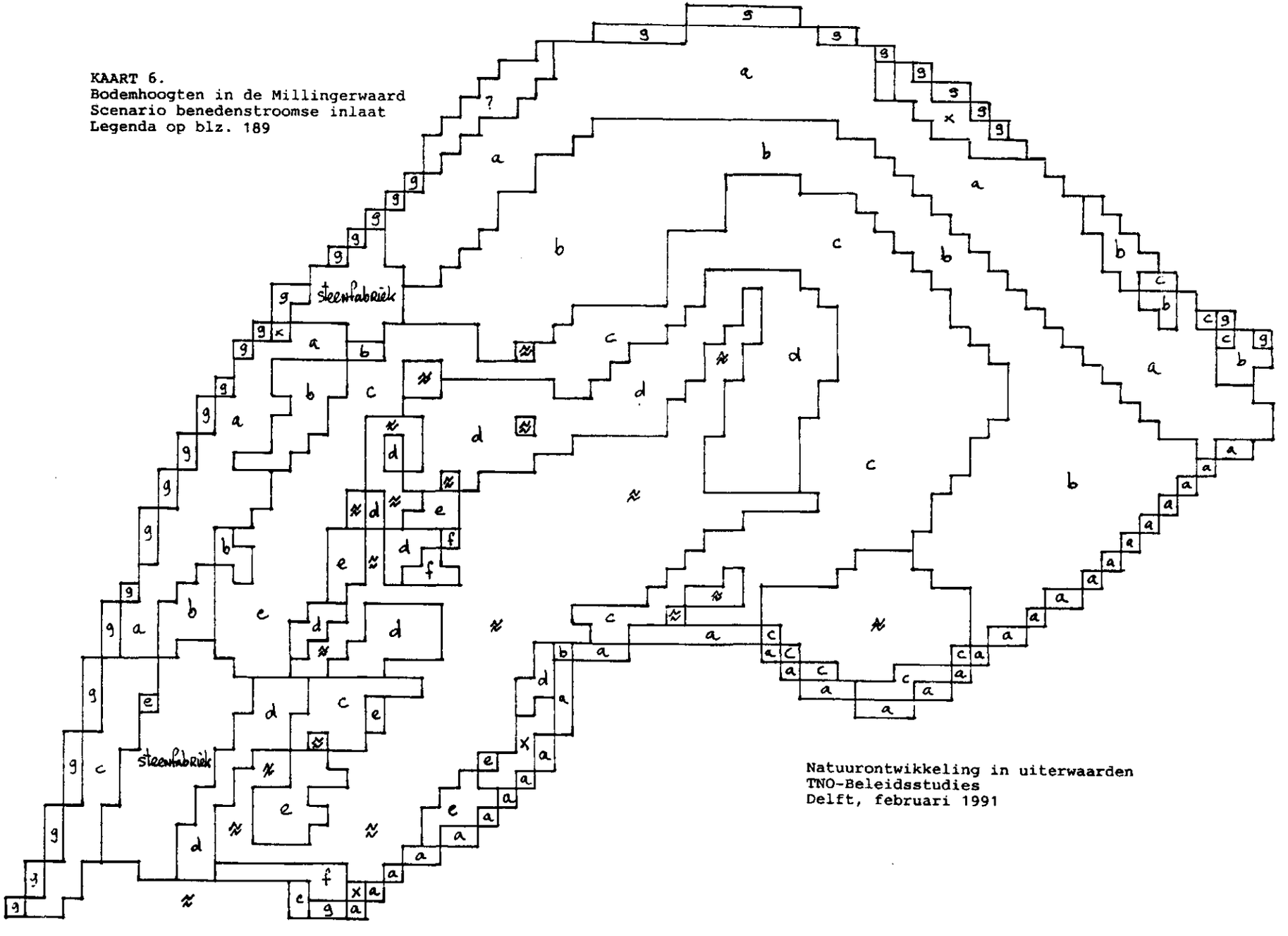
Natuurontwikkeling in uiterwaarden
TNO-Beleidsstudies
Delft, februari 1991

KAART 5.
Bodemhoogten in de Millingerwaard
Scenario bovenstroomse inlaat
Legenda op blz. 189



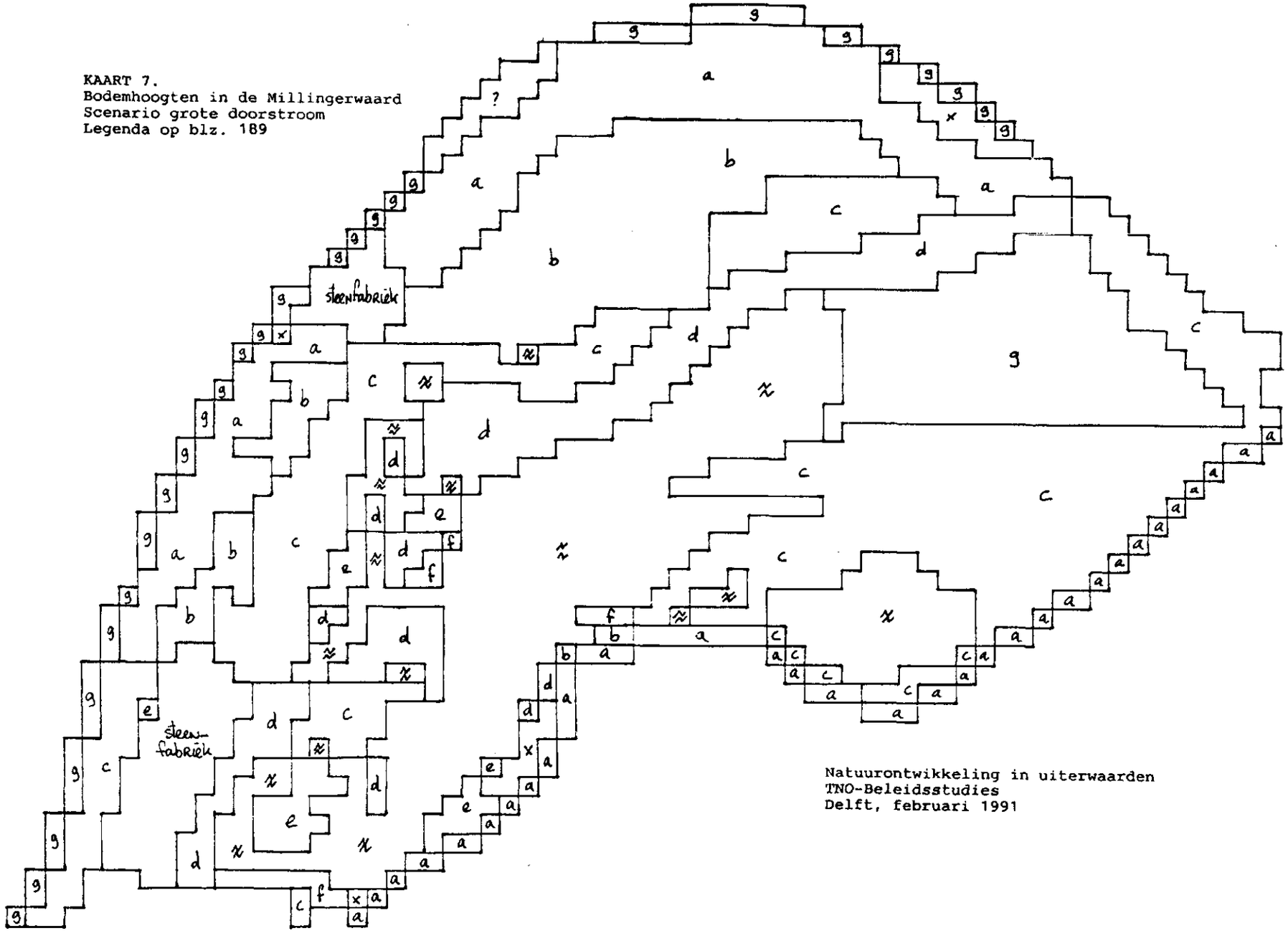
Natuurontwikkeling in uiterwaarden
TNO-Beleidsstudies
Delft, februari 1991

KAART 6.
Bodemhoogten in de Millingerwaard
Scenario benedenstroomse inlaat
Legenda op blz. 189



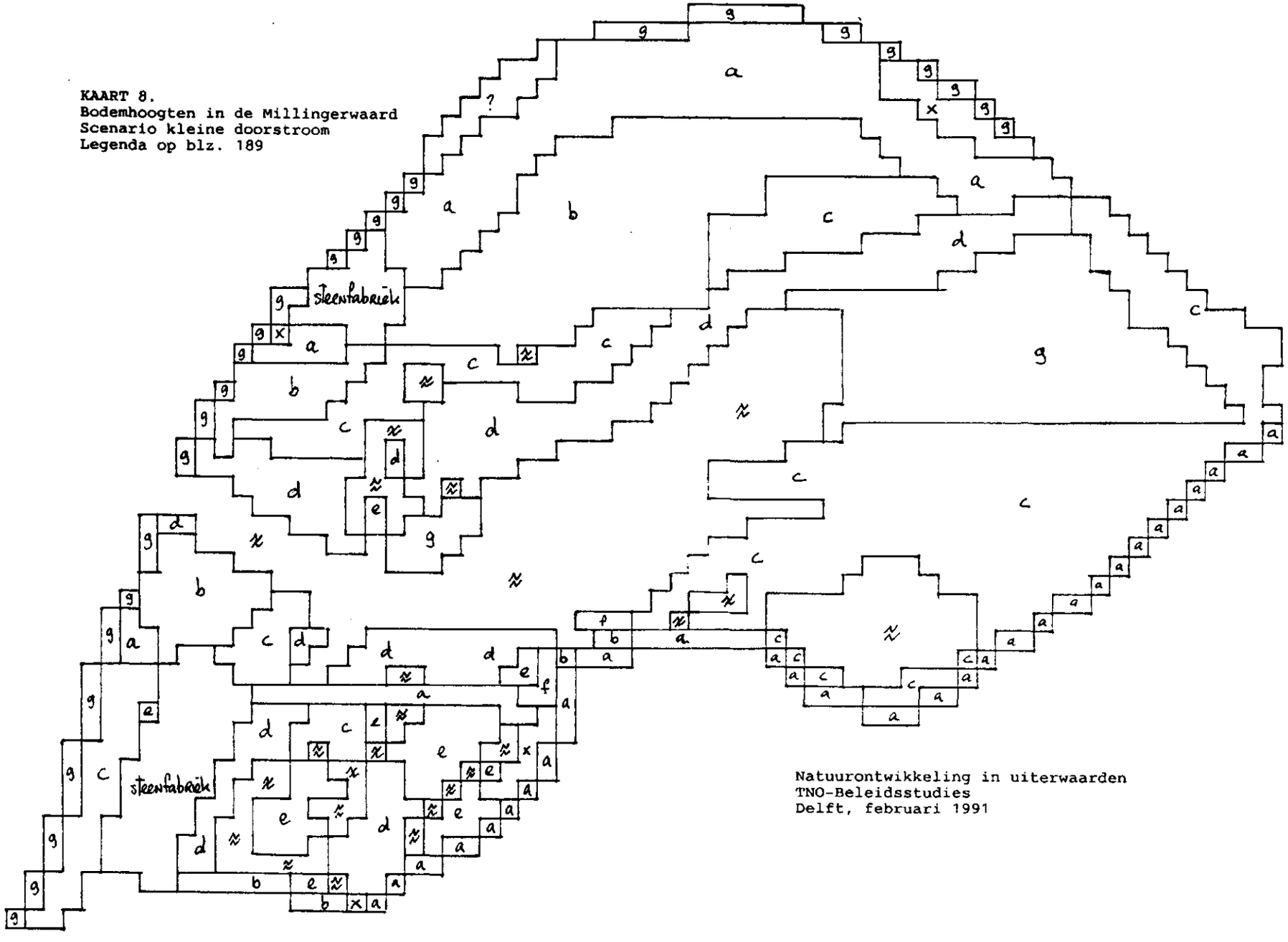
Natuurontwikkeling in uiterwaarden
TNO-Beleidsstudies
Delft, februari 1991

KAART 7.
Bodemhoogten in de Millingerwaard
Scenario grote doorstroom
Legenda op blz. 189



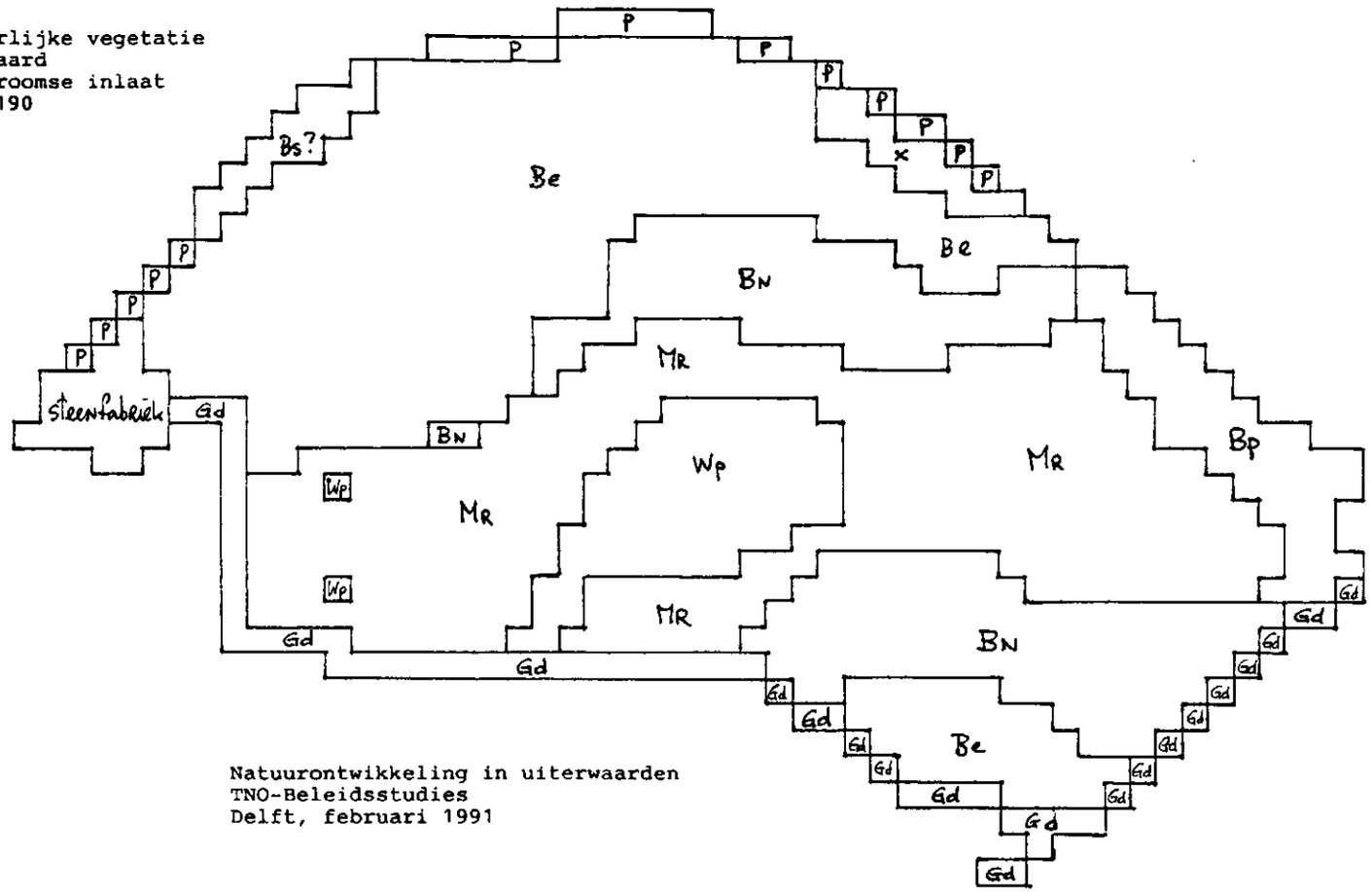
Natuurontwikkeling in uiterwaarden
TNO-Beleidsstudies
Delft, februari 1991

KAART 8.
Bodemhoogten in de Millingerwaard
Scenario kleine doorstroom
Legenda op blz. 189



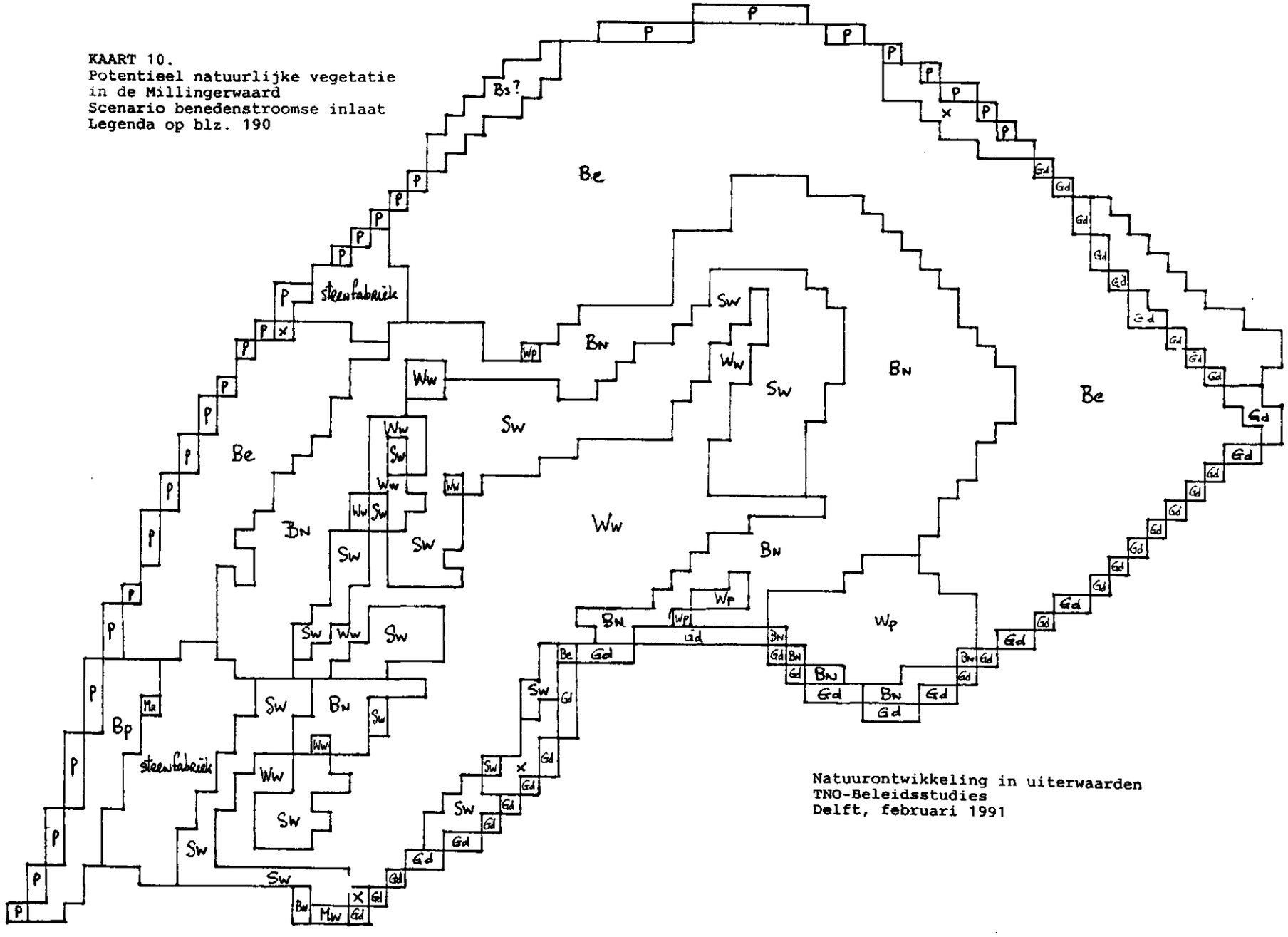
Natuurontwikkeling in uiterwaarden
TNO-Beleidsstudies
Delft, februari 1991

KAART 9.
Potentieel natuurlijke vegetatie
in de Millingerwaard
Scenario bovenstroomse inlaat
Legenda op blz. 190



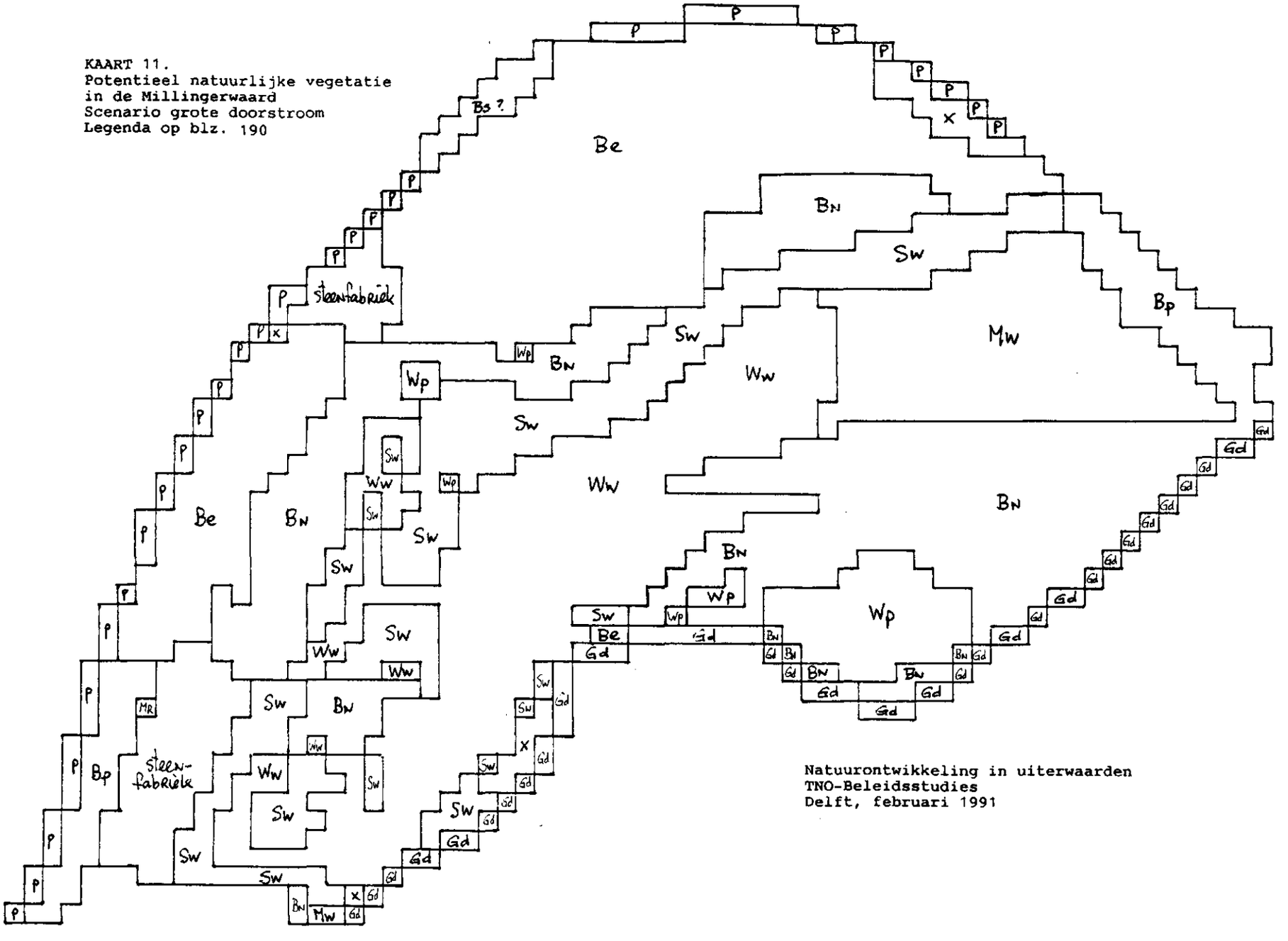
Natuurontwikkeling in uiterwaarden
TNO-Beleidsstudies
Delft, februari 1991

KAART 10.
Potentieel natuurlijke vegetatie
in de Millingerwaard
Scenario benedenstroomse inlaat
Legenda op blz. 190



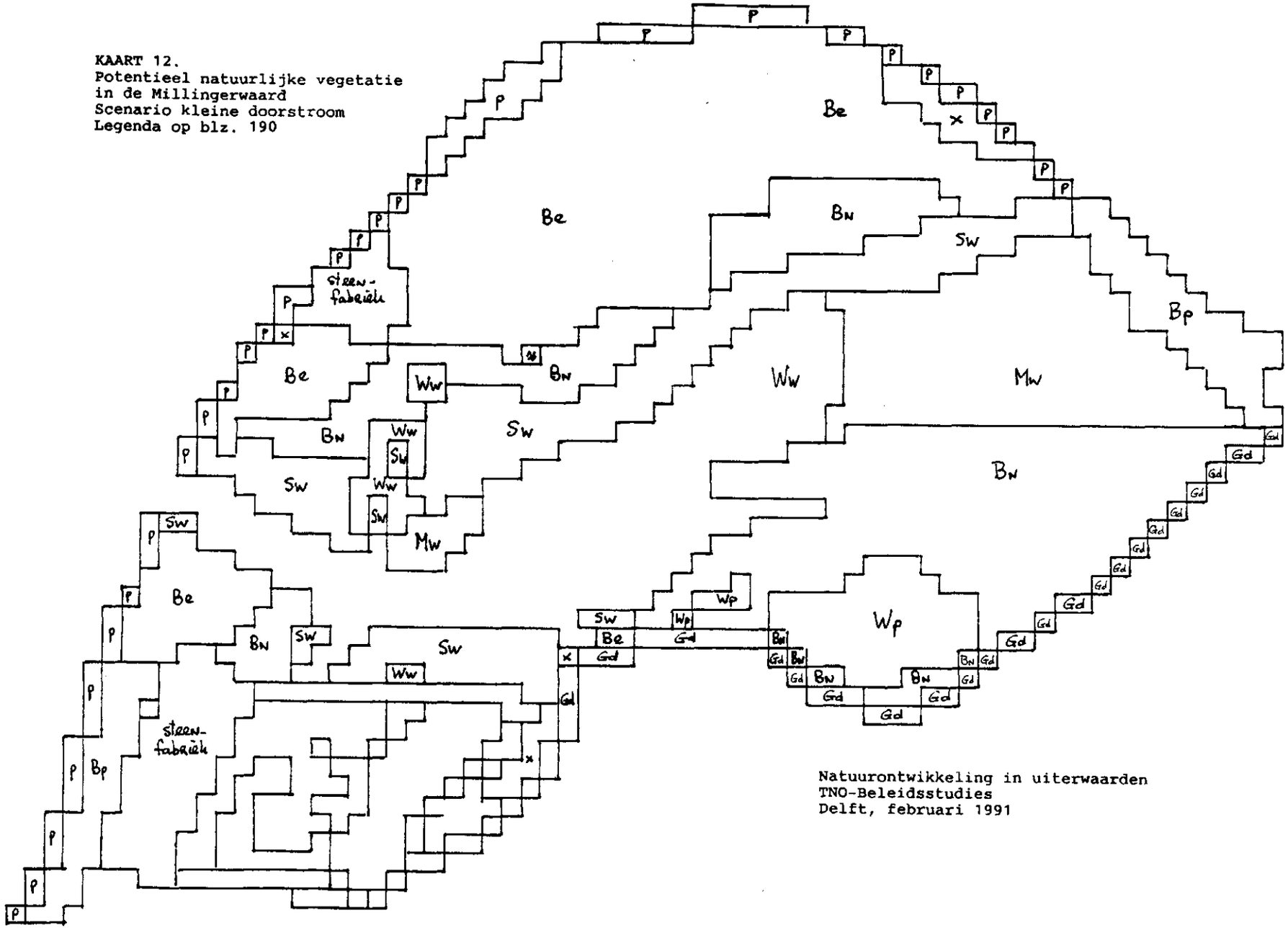
Natuurontwikkeling in uiterwaarden
TNO-Beleidsstudies
Delft, februari 1991

KAART 11.
Potentieel natuurlijke vegetatie
in de Millingerwaard
Scenario grote doorstroom
Legenda op blz. 190

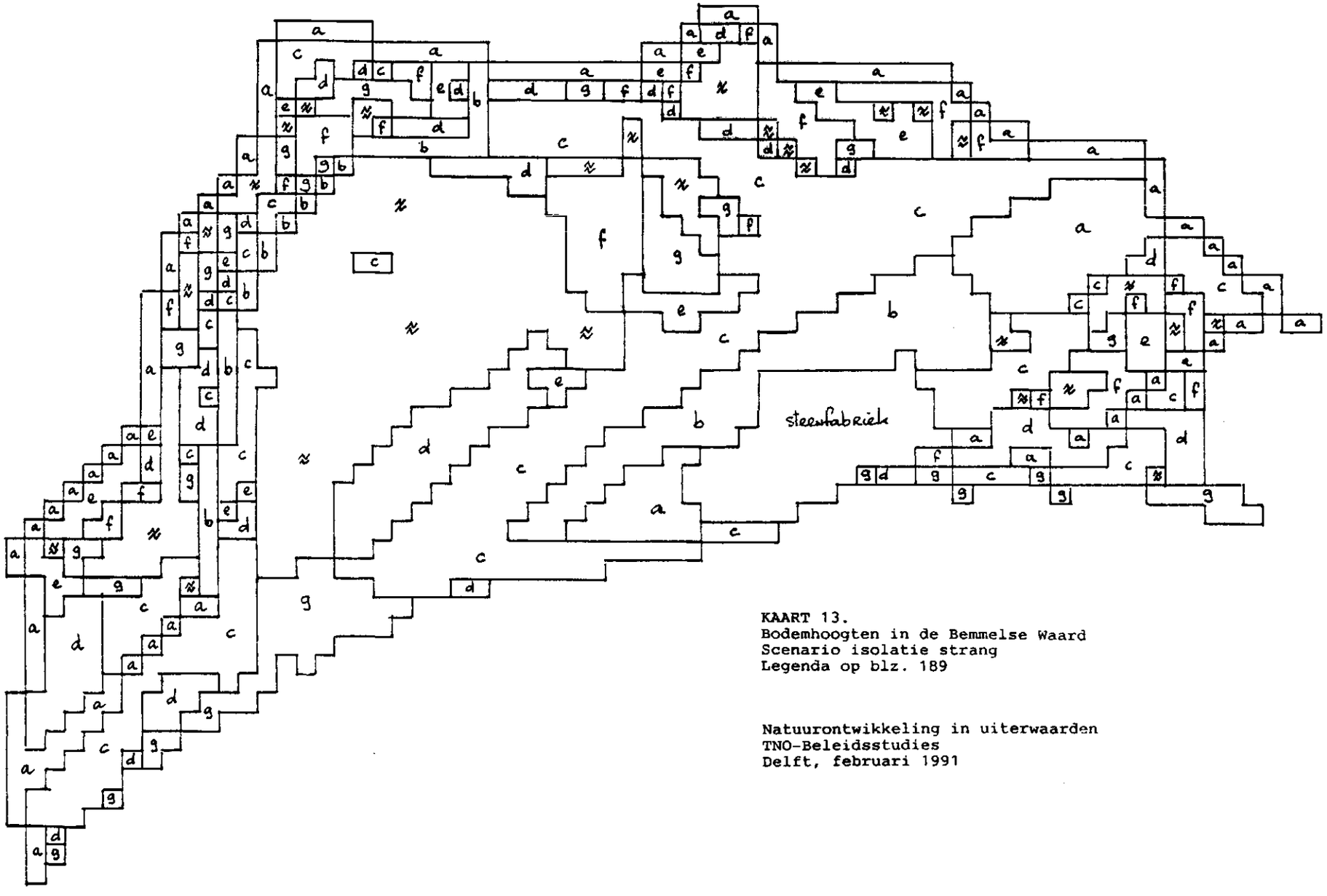


Natuurontwikkeling in uiterwaarden
TNO-Beleidsstudies
Delft, februari 1991

KAART 12.
Potentieel natuurlijke vegetatie
in de Millingerwaard
Scenario kleine doorstroom
Legenda op blz. 190

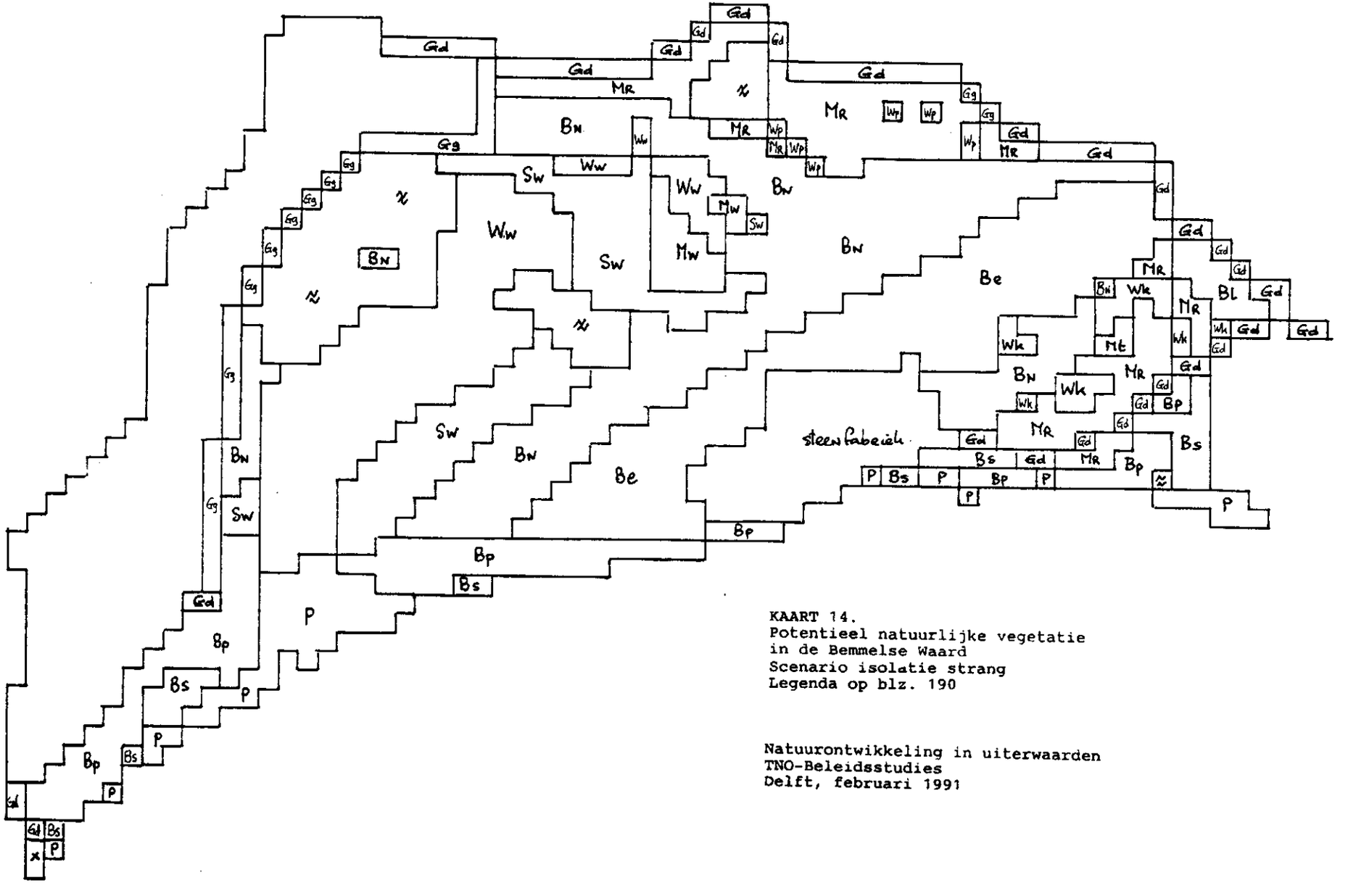


Natuurontwikkeling in uiterwaarden
TNO-Beleidsstudies
Delft, februari 1991



KAART 13.
Bodemhoogten in de Bemmelse Waard
Scenario isolatie strang
Legenda op blz. 189

Natuurontwikkeling in uiterwaarden
TNO-Beleidsstudies
Delft, februari 1991



KAART 14.
Potentieel natuurlijke vegetatie
in de Bemmelse Waard
Scenario isolatie strang
Legenda op blz. 190

Natuurontwikkeling in uiterwaarden
TNO-Beleidsstudies
Delft, februari 1991

BIJLAGE 4
Broedvogels van de Millingerwaard en de Bemmelse Waard

Het voorkomen van broedvogels in de Millingerwaard en Bemmelse Waard in de periode 1971 - 1976 naar gegevens van Van den Bergh e.a. (1979).

Soort	MW	BW	Soort	MW	BW	Soort	MW	BW
dodaars	x	x	holenduif	x	x	merel	x	x
fuut	x	x	houtduif	x	x	zanglijster	x	x
woudaapje	x	x	tortelduif	x	x	grote lijster	x	
roerdomp	x		turkse tortel	x		sprinkhaanrietzanger		x
knobbelzwaan	x	x	koekoek	x	x	grote karekiet		x
bergeend	x	x	kerkuil	x		kleine karekiet	x	x
wilde eend	x	x	steenuil	x	x	bosrietzanger	x	x
zomertaling	x	x	ransuil	x		spotvogel	x	x
wintertaling	x		grote bonte specht	x		zwartkop	x	x
slobeend	x	x	veldleeuwerik	x	x	tuinfluiter	x	x
tafeleend	x	x	boerenzwaluw	x	x	grasmus	x	x
kuifeend	x	x	huiszwaluw	x	x	braamsluiper	x	
buizerd	?		wielewaal	x		fitis	x	x
boomvalk	?		zwarte kraai	x	x	tjiftjaf	x	x
torenvalk	x	x	kauw	x	x	grauwe vliegenvanger	x	x
patrijs	x	x	ekster	x	x	heggemus	x	x
kwartel	x		vlaamse gaai	x		graspieper	x	x
fazant	x	x	koolmees	x	x	witte kwikstaart	x	x
waterral	x	x	pimpelmees	x		gele kwikstaart	x	x
kwartelkoning		x	matkop	x	x	spreeuw	x	x
waterhoen	x	x	staartmees	x		huismus	x	x
meerkoet	x	x	boomklever	x		ringmus	x	x
scholekster	x	x	boomkruiper	x		groenling	x	x
kievit	x	x	winterkoning	x	x	kneu	x	x
kleine plevier	x	x	roodborst	x		vink	x	x
grutto	x	x	nachtegaal	x		grauwe gors	x	x
tureluur	x	x	zwarte roodstaart	x	x	rietgors	x	x
watersnip	x	x	gekraagde roodstaart	x				
visdief	x		paapje	x				
zwarte stern	x	x	roodborsttapuit	x				

BIJLAGE 5

Bestaande criteria voor waardering van de ecologische situatie in uiterwaarden

Door verschillende onderzoekers zijn criteria geformuleerd voor een beoordeling van de ecologische waarden in het rivierengebied (De Soet, 1976; Janse, 1986; Leemans en Reiling, 1986; Boudewijn, 1987, Wolff, 1989). Hieronder volgt in het kort een overzicht van de door deze onderzoekers gehanteerde criteria.

Ecologische waardering volgens De Soet (1976)

Voor het beoordelen van de ecologische waarde van de uiterwaarden van de grote rivieren zijn door De Soet (1976) criteria gehanteerd voor geomorfologische, botanische en ornithologische elementen. Bij de beoordeling van de geomorfologische waarde is de gaafheid van de geomorfologische terreinen voorop gesteld, daarna de oppervlakte, de mate van zeldzaamheid, de wijze van ontwikkeling en de (gemiddelde) diversiteit.
Voor een beoordeling van de botanisch waarde van de uiterwaarden is gebruik gemaakt van 3 criteria:
* het aantal soorten die kenmerkend of zeldzaam zijn het fluviatiel district,
* het aantal plantengemeenschappen en
* de kwaliteit van de vegetatie.

Het laatste criterium heeft betrekking op de graad van ontwikkeling, de diversiteit, de mate van natuurlijkheid, onvervangbaarheid en de zeldzaamheid op landelijk niveau.
Het vaststellen van de ornithologische waarde van de uiterwaarden geschiedt aan de hand van voorkomen van broedvogels en van niet broedvogels. Voor waardering van de broedvogels zijn de volgende criteria gehanteerd:
* diversiteit broedvogels (aantal soorten),
* zeldzaamheid broedvogels,
* diversiteit weidevogels,
* diversiteit moeras- en watervogels en
* diversiteit roofvogels en uilen.

Voor waardering van de niet-broedvogels zijn de volgende criteria gehanteerd:
* diversiteit watervogels,
* diversiteit waadvogels,
* aantallen zwemeenden,
* aantallen duikeenden, ganzen, en zwanen en
* aantallen slaapplaatsen.

Ecologische waarde van de wateren in de uiterwaard door Janse (1986).

De ecologische waardering van de wateren in de uiterwaarden is door Janse gebaseerd op de volgende uitgangspunten:
* een hoge geomorfologische waarde hebben watertypen die zijn ontstaan door invloed van de rivier;
* een hoge natuurwaarde hebben watertypen met een hoge diversiteit aan (soortenrijke) levensgemeenschappen;
* een hoge natuurwaarde hebben watertypen die zeldzame of bedreigde plante- en diersoorten herbergen (zowel nationaal als internationaal gezien).

Ecologische waarde van rivieroevers door Leemans en Reiling (1986).

De onderscheiden oevermilieutypen langs de Waal zijn op basis van een aantal criteria beoordeeld op hun betekenis voor natuurontwikkeling. Deze criteria zijn:
* de zeldzaamheid van het milieutype langs de Waal,
* de vervangbaarheid van het milieutype,
* zeldzaamheid van soorten binnen een milieutype, * volledigheid van het vegetatietype en
* de betekenis van het milieutype voor de (avi)fauna.

Bij het criterium vervangbaarheid is onderscheid gemaakt naar vervangbaarheid in abiotische en biotische zin. In het eerste geval heeft de vervangbaarheid betrekking op de duur van de geomorfologische ontwikkeling als gevolg van de door de rivier gestuurde processen. In biologische zin heeft de vervangbaarheid betrekking op de ontwikkelingstijd van de vegetatie. Het criterium betekenis voor de (avi)fauna geeft aan of het desbetreffende milieutype van belang is als broed-, foerageer-, rust- en/of uitwijkgebied voor diersoorten in het algemeen en vogelsoorten in het bijzonder.

De betekenis van rijkswateren als wetlands door Boudewijn (1986).

Door Boudewijn is de betekenis van rijkswateren als wetlands geïnventariseerd. Hiertoe is gebruik gemaakt van de wetlandcriteria volgens de Wetlands-Conventie:
1. Quantitative criteria for identifying wetlands of importance to waterfowl: a wetland should be considered internationally important if it:
   (a) regularly supports either 10,000 ducks, geese and swans; or 10,000 coots; or 20,000 waders;
   or (b) regularly supports 1% of the individuals in a population of one species or subspecies of waterfowl;
   or (c) regularly supports 1% of the breeding pairs in a population of one species or subspecies of

waterfowl.

2. General criteria for identifying wetlands of importance to plants or animals: a wetland should be considered internationally important if it:
   (a) supports an appreciable number of rare, vulnerable or endangered species or subspecies of plant or animal;
   or (b) is of special value for maintaining the genetic and ecological diversity of a region because of the quality and peculiarities of its flora and fauna;
   or (c) is of special value as the habitat of plants or animals at a critical stage of their biological cycles;
   or (d) is of special value for its endemic plant or animal species or communities.

3. Criteria for assessing the value of representive or unique wetlands: a wetland should be considered internationally important if it is a particulary good example of a specific type of wetland characteristic of its region.

De internationale betekenis van de natuur in Nederland door Wolff (1989).

In het kader van het Natuurbeleidsplan (Min. Landbouw en Visserij, 1989) is door Wolff (1989) de internationale betekenis van de natuur in Nederland geïnventariseerd, waaronder het rivierengebied. De waardering is gebaseerd op:
* aanwezigheid endemische soorten (soorten die alleen in Nederland voorkomen);
* aanwezigheid van plante- en diersoorten, waarvan het zwaartepunt van het voorkomen in Nederland ligt;
* aanwezigheid type lokaliteiten;
* aanwezigheid soorten met zwaartepunt in Nederland:
* regionaal specifieke verspreiding;
* aanwezigheid van stepping stones en
* aanwezigheid van gradiënten en gradiëntgebonden soorten.

PUBLICATIES EN RAPPORTEN VAN HET PROJECT "ECOLOGISCH HERSTEL RIJN"

no. 1 - 1988 Ecological rehabilitation of the river Rhine: a proposal for a Netherlands research programme. (DBW, RIVM, RIVO).

no. 2 - 1988 Fish and their environment in large european river ecosystems; the Dutch part of the river Rhine.
W.G. Cazemier, Science de l'Eau 7, 95-114 (1988). (RIVO).

no. 3 - 1988 High rates of denitrification in a storage reservoir fed with water of the river Rhine.
W. Admiraal en J.C. van der Vlugt, Arch.Hydrobiol. 113, 593-605 (1988). (RIVM)

no. 4 - 1988 Impact of biological activity on detritus transported in the lower river Rhine: an excercise in ecosystem analysis.
W. Admiraal en B. van Zanten, Freshwater Biology 20, 215-225 (1988). (RIVM).

no. 5 - 1988 Continue signalering van toxische stoffen in het aquatische milieu met behulp van biologische bewakingssystemen - literatuurstudie.
J. Botterweg, 31 pp., Den Haag (1988). (DBW).

no. 6 - 1988 Environmental stress in five aquatic ecosystems in the floodplain of the river Rhine.
W. Admiraal, E.D. de Ruyter van Steveninck en H.A.M. de Kruijf. The Science of the Total Environment 78, 59-75 (1988). (RIVM).

no. 7 - 1989 Bioaccumulation in yellow ell (Anguilla anguilla) and perch (Perca fluviatilis) from the Dutch branches of the Rhine-mercury, organochlorine compounds and polycyclic aromatic hydrocarbons.
F. van der Valk, H. Pieters en R.C.C. Wegman. (RIVO).

no. 8 - 1989 Beoordeling en evaluatie van biologische alarmeringssystemen op het meetstation Lobith. Bio-alarm projekt fase I.
J. Botterweg. (DBW)

no. 9 - 1989 Ecologisch herstel Rijn - beleid en onderzoek.
Symposium-verslag 26 mei. E.C.L. Marteijn (red.) (DBW).

no. 10 - 1989 Summary of results and conclusions from the first phase (1988-1989) of the Netherlands research programme "Ecological Rehabilitation Rhine".
J.A.W. de Wit, W. Admiraal, C. van der Guchte and W.G. Cazemier. (DBW).

no. 11 - 1989 Literature survey into the possibility of restocking the River Rhine and its tributaries with Atlantic salmon (Salmo salar).
S.J. de Groot. (RIVO).

no. 12 - 1989 Literature survey into the possibility of restocking the River Rhine and its tributaries with sea trout (Salmo trutta trutta).
S.J. de Groot. (RIVO).

no. 13 - 1989 Water- en oeverplanten in het zomerbed van de Nederlandse grote rivieren in 1988. Hun voorkomen en relatie met algemene fysische en chemische parameters.
M.M.J. Maenen. (DBW).

no. 14 - 1989 Ecologisch herstel van de Rijnmakrofauna.
B. van Dessel. (DBW).

no. 15 - 1989 Comparison of nitrification rates in three branches of the lower river Rhine. Biogeochemistry 8, 135-151.
W. Admiraal and Y.J.H. Botermans. (RIVM).

no. 16 - 1990 Vegetatie in de uiterwaarden: de invloed van hydrologie, beheer en substraat. M.C.C. de Graaf, H.M. van de Steeg, L.A.C.J. Voesenek en C.W.P.M. Blom. (DBW).

no. 17 - 1990 Chemicals affecting the spawning migration of anadromous fish by causing avoidance responses or orientational disability, with special reference to concentrations in the River Rhine.
T.C. van Brummelen. (DBW)

no. 18 - 1990 Biomonitoring met de larven van Chironomiden en kokerjuffers.
F. Heinis en T. Krommentuijn. (DBW)

no. 19 - 1990 Changes in plankton communities in regulated reaches of the lower River Rhine.
E.D. de Ruyter van Steveninck, W. Admiraal and B. van Zanten. (RIVM)

no. 20 - 1990 Fixation of dissolved silicate and sedimentation of biogenic silicate in the lower River Rhine during diatom blooms.
W. Admiraal, P. Breugem, D.M.L.H.A. Jacobs and E.D. de Ruyter van Steveninck. (RIVM)

no. 21 - 1990 On the potential of basing an ecological typology of aquatic sediments on the nematode fauna: an example from the River Rhine.
T. Bongers and J. van de Haar. (RIVM)

no. 22 - 1990 Monitoring the toxicity of organic compounds dissolved in Rhine water.
D. de Zwart and A.J. Folkerts. (RIVM)

no. 23 - 1990 The kinetics of the degradation of chloroform and benzene in anaerobic sediment from the River Rhine.
P. van Beelen and F. van Keulen. (RIVM)

no. 24 - 1990 Phases in the development of riverine plankton: examples from the rivers Rhine and Meuse.
E.D. de Ruijter van Steveninck, B. van Zanten and W. Admiraal. (RIVM)

no. 25 - 1990 Typologie en waardering van stagnante wateren langs de grote rivieren in Nederland, op grond van waterplanten, plankton en macrofauna, in relatie tot fysisch-chemische parameters.
F.W.B. van den Brink. (DBW)

no. 26 - 1990 Ecologische ontwikkelingsrichting grote rivieren. Aanzet tot kwantitatieve uitwerking van ecologische doelstellingen voor de grote rivieren in Nederland.
J.A.M. Vanhemelrijk en A.L.M. van Broekhoven. (DBW)

no. 27 - 1991 Monitoring macroinvertebrates in the River Rhine. Results of a study made in 1988 in the Dutch part. A. bij de Vaate and M. Greijdanus-Klaas. (DBW)

no. 28 - 1991 Voedselecologie van vissen in de Nederlandse Rijntakken.
P.J.M. Bergers. (DBW)

no. 29 - 1991 Natuurontwikkeling in uiterwaarden. Perspectieven voor het vergroten van rivierdynamiek en het ontwikkelen van ooibossen in de uiterwaarden van de Rijn. H. Duel. (DBW)

no. 30 - 1991 Phytoplankton in the river Rhine, 1989. Comparison between Lobith and Maassluis. R. Bijkerk. (RIVM)

Aanvragen/requests:
(DBW): Institute for Inland Water Management and Waste Water Treatment, P.O. Box 17, 8200 AA Lelystad, The Netherlands.
(RIVM): National Institute for Public Health and Environmental Protection, P.O. Box 1, 3720 BA Bilthoven, The Netherlands.
(RIVO): Netherlands Institute for Fishery Investigations, P.O. Box 68, 1970 AB IJmuiden, The Netherlands.