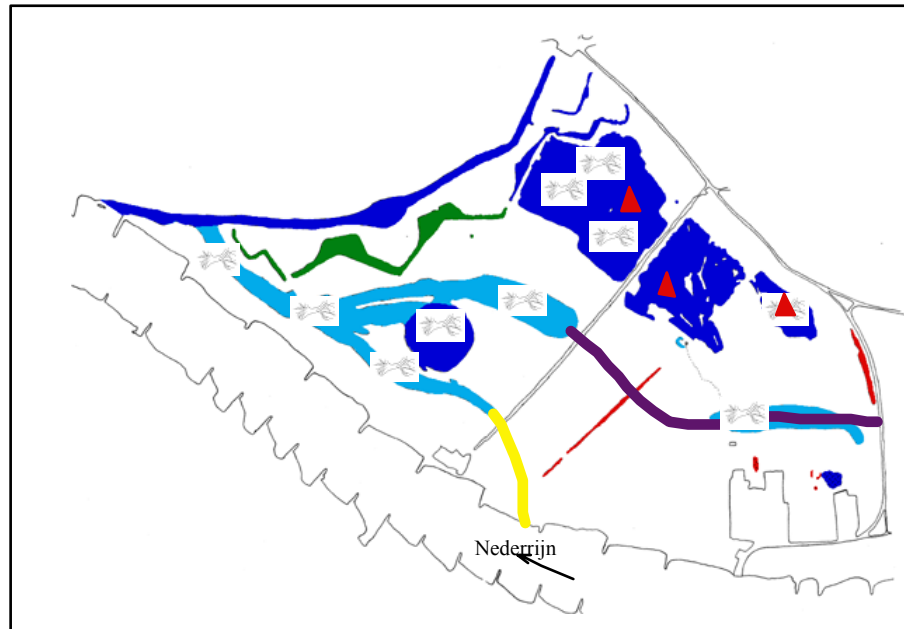


Ecologische ontwikkelingen in de wateren van Blauwe Kamer 1989 - 1995
Doorzicht afgenomen en inzicht toegenomen



Alexander Klink, Johan Mulder, Michiel Wilhelm en Michel Jansen



Hydrobiologisch Adviesburo Klink bv Wageningen
Rapporten en Mededelingen 58 (1 november 1995)

In opdracht van Rijkswaterstaat Dir. Oost Nederland en Stichting Het Utrechts Landschap



Dankwoord

Wij zijn dank verschuldigd aan dhr. A. Klaassen voor de ontstaansgeschiedenis van een aantal wateren in de Blauwe Kamer. Drs. R. Beenen (Prov. Utrecht) en Drs. J. Cuppen (LUW) stelden macrofaunamonsters ter beschikking uit de periode 1989 - 1993. Ir. D. Prins voorzag ons van vegetatiegegevens uit de jaren 80. Dhr. A. bij de Vaate (RIZA) voorzag een eerdere versie van commentaar.



Inhoudsopgave

Samenvatting	6
1. Onderzoeksopzet en -uitvoering	8
2. De Blauwe Kamer. Historische ontwikkeling	9
2.1. Waterpeil in de Blauwe Kamer 1901 - 1989	11
2.2. Herinrichtingsplannen ten behoeve van natuurontwikkeling	12
2.3. Uitgevoerde inrichtingswerkzaamheden	12
2.4. Inundatiefrekventie van de Blauwe Kamer voor en na de inrichtingswerkzaamheden	14
2.5. Verloop van een inundatie in de Blauw Kamer en Plasserwaard	14
3. De Rijn	16
3.1. Stuwprogramma op de Nederrijn	16
3.2. Waterkwaliteit van de Rijn	17
3.3. De Rijn: Afvoer en zwevende stof	19
4. Veranderingen in de Blauwe Kamer 1989 - 1995	21
4.1. Fysisch-chemische veranderingen	21
4.2. Chemische veranderingen: een overzicht	24
4.3. Veranderingen in de watervegetatie	26
4.4. Veranderingen in de watervegetatie: een overzicht	31
5. Macrofauna in de Blauwe Kamer	32
5.1. Bemonsterde lokaties in de periode 1989 - 1995 en methode van bemonstering	32
5.2. Veranderingen in de macrofauna	33
5.2.1. Af- en toename in afzonderlijke soorten in de verschillende onderzochte wateren	33
5.2.2. Veranderende biotopen	45
5.2.3. Relatie van de macrofauna met het doorzicht	49
5.2.4. Relatie van de macrofauna met opslibbing	51
6. Overzicht van de waargenomen veranderingen in fysisch-chemische gegevens, vegetatie en macrofauna in de afzonderlijke wateren van de Blauwe Kamer	55
7. Typering van de wateren in het rivierengebied	59
7.1. Ingrepen in het riviersysteem	59
7.2. Beschrijving van natuurlijke watertypen in het riviersysteem in vergelijking met de huidige situatie	61
7.3. Positie van de wateren in de Blauwe Kamer in een natuurlijker riviersysteem	69
8. Toekomstperspectieven voor de wateren in de Blauwe Kamer	70
8.1. Uitwerking van het vergroten van doorzicht en structuurdiversiteit	71
8.2. Uitwerking van de verandering van de sturende processen	73
8.3. Voorstel voor een beperkte tweede herinrichting	74
9. Literatuur	76



Figuur 1.	Blauwe Kamer, uitgevoerde inrichtingswerkzaamheden en de wateren met de naam zoals die in dit rapport wordt gebruikt.....	13
Figuur 2.	Instroom en inundatie in de Blauwe Kamer en Plasserwaard in 1995.....	15
Figuur 3.	Stuwbeheer op de Nederrijn (bron Rijkswaterstaat).....	16
Figuur 4.	Verandering in de waterkwaliteit van de Rijn getoetst aan de Algemene MilieuKwaliteit (AMK 2000) 18	
Figuur 5.	Zwevende stofgehalte in het Rijnwater gedurende de afvoergolf van december 1993 (uit Middelkoop en Asselman, 1994)	19
Figuur 6.	Veranderingen in het jaargemiddelde (+ standaardafwijking) van geselecteerde parameters in de Ijsbaanplas over de periode 1989 - 1995	21
Figuur 7.	Veranderingen in het jaargemiddelde (+ standaardafwijking) van geselecteerde parameters in de Eendepas over de periode 1989 - 1995.....	21
Figuur 8.	Veranderingen in het jaargemiddelde (+ standaardafwijking) van geselecteerde parameters in de Zandput over de periode 1989 - 1995.....	22
Figuur 9.	Veranderingen in het jaargemiddelde (+ standaardafwijking) van geselecteerde parameters in de Griendweidestrang over de periode 1989 - 1995.....	22
Figuur 10.	Veranderingen in het jaargemiddelde (+ standaardafwijking) van geselecteerde parameters in de kleiput in de Plasserwaard over de periode 1989 - 1995	23
Figuur 11.	Veranderingen in het jaargemiddelde (+ standaardafwijking) van geselecteerde parameters in het wiel in de Plasserwaard over de periode 1989 - 1995	23
Figuur 12.	Veranderingen in het jaargemiddelde (+ standaardafwijking) van geselecteerde parameters in de Nederrijn over de periode 1989 - 1995.....	24
Figuur 13.	Relatie tussen doorzicht en chlorofyl-a gehalte (uitgedrukt in R) gedurende de perioden 1989-1991, 1989-1995 en 1993-1995	25
Figuur 14.	Lokaties waar macrofauna-monsters zijn genomen.....	32
Figuur 15.	Veranderende biotopen 1	45
Figuur 16.	Veranderende biotopen 2	47
Figuur 17.	Verandering in het procentuele aandeel van de zichtjagers in de afzonderlijke wateren	49
Figuur 18.	Verdeling van bodembewonende ongewervelden naar bodemvoorkeur 1	52
Figuur 19.	Verdeling van bodembewonende ongewervelden naar bodemvoorkeur 2	53
Figuur 20.	Verdeling van bodembewonende ongewervelden naar bodemvoorkeur 3	54
Figuur 21.	Voorbeeld van meer natuurlijke watertypen in het Rhône-systeem 30 km bovenstrooms van Lyon (naar Rostan et al., 1987).....	61
Figuur 22.	Overzicht van wateren in het rivierengebied en de relatie die ze onderhouden met de rivier	67
Figuur 23.	Overzicht van wateren in de Blauwe Kamer en de relatie die ze onderhouden met de rivier	69
Figuur 24.	Relatie tussen zwevende stofgehalte en doorzicht in de grote wateren van de Blauwe Kamer en Plasserwaard, in vergelijking met de Ijsbaanplas vóór en na de herinrichting.....	71
Figuur 25.	Voorstel voor een beperkte tweede herinrichting van de Blauwe Kamer.....	75



Kaart 1.	Blauwe Kamer 1881 (rivierkaart eerste herziening).....	9
Kaart 2.	Blauwe Kamer 1918 (rivierkaart tweede herziening).....	10
Kaart 3.	Blauwe Kamer 1959 (rivierkaart uitgifte 1961).....	11
Tabel 1.	Verandering van de inundatiefrekwentie als gevolg van de inrichtingsmaatregelen.....	14
Tabel 2.	Overzicht van de chemische veranderingen over de periode 1989 - 1995 per onderzocht water.....	24
Tabel 3.	Verandering van de macrofauna in de IJsbaanplas.....	33
Tabel 4.	Veranderingen van de macrofauna in de Eendepas.....	35
Tabel 5.	Veranderingen van de macrofauna in de Driehoekspas.....	36
Tabel 6.	Verandering van de macrofauna in de 9-Morgenstrang.....	37
Tabel 7.	Verandering van de macrofauna in de Griendweidestrang.....	39
Tabel 8.	Veranderingen van de macrofauna in het westelijke deel van de Fortgracht.....	41
Tabel 9.	Verandering van de macrofauna in de Poel Vogelhut.....	42
Tabel 10.	Verandering van de macrofauna in de Poel Steilwand.....	43
Tabel 11.	Verandering van de macrofauna in de Poel Steenfabriek.....	44
Bijlage 1.	Overzicht van de monsterpunten ten behoeve van het macrofauna-onderzoek	
Bijlage 2.	Lijst van aangetroffen soorten macrofauna 1989 - 1995	
Bijlage 3.	Veranderingen in de waterplanten 1992 - 1995	



Samenvatting

Nadat de Blauwe Kamer reeds een lange historie van kleiwinning en hercultivering achter de rug heeft, wordt de uiterwaard in 1991 - 1992 heringericht ten behoeve van natuurontwikkeling. Het plan Ooievaar heeft hiervoor de bouwstenen aangedragen. Uitgangspunten voor de herinrichting zijn:

- Vergroten van de rivierdynamiek
- Jaarrondbegrazing met half wilde runderen en paarden
- Verlagen van delen van het maaiveld om compensatie te creëren voor de verhoging van de stroomweerstand bij het ontstaan van ooibos

De maatregelen hebben voor de overstromingsfrequentie tot gevolg dat de Blauwe Kamer vaker en langduriger door de Nederrijn wordt geïnundeerd. Dit in combinatie met de tophogwaters van kerst 1993 en februari 1995 maken dat de periode 1993 - 1995 zich vooral hierin wezenlijk onderscheidt van de periode voor de herinrichting.

Bij de herinrichting zijn er twee strangen gegraven, de 9-Morgenstrang en Griendweidestrang. Het westelijke gedeelte van de Fortgracht is uitgebaggerd. De 9-Morgenstrang staat eenzijdig in open verbinding met de rivier. De overige wateren zijn in meer of mindere mate geïsoleerd van de rivier. Deze wateren hebben na de opleveringsfase gemeen dat het water helder is en er een uitbundige ondergedoken vegetatie aanwezig is. Daarnaast worden er enige bijzondere macrofauna-soorten aangetroffen. In de erop volgende jaren vertroebelt het water, verdwijnt de watervegetatie en eveneens de bijzondere macrofauna-soorten.

Het doorzicht in de bestaande kleiputten neemt eveneens af in de periode 1993 - 1995 in vergelijking met 1989 - 1991. Dit komt in de kleiputten eveneens tot uitdrukking in een verandering van de macrofauna-gemeenschap, waaruit de soorten verdwijnen die op zicht jagen. In de nieuw gegraven strangen neemt als gevolg van kolonisatie de soortenrijkdom nog sterk toe tot en met 1995.

Van de Griendweidestrang wordt verwacht dat ook deze binnen afzienbare tijd verder zal opslibben en gelijkenis zal vertonen met de vertroebelde kleiputten. De 9-Morgenstrang die in open verbinding staat met de Nederrijn, begint in 1995 een macrofauna-gemeenschap te herbergen die gelijkenis vertoont met beschutte oevers in het benedenrivierengebied.

Van de onderzochte poelen zijn er twee waar de aanvankelijk uitbundige onderwatervegetatie sterk achteruitgaat. De derde poel (bij de Vogelhut) verandert eveneens van aanzicht doordat de uitbundige kranswervevegetatie van 1992 plaats maakt voor smalle waterpest en een oprukkende oevervegetatie. De poelen die niet hoogwatervrij zijn, zullen verlanden als gevolg van opslibbind, danwel als gevolg van de ophoping van het in de poelen gegenereerde plantaardige materiaal.

De ontwikkeling van de wateren in de Blauwe Kamer laat zich in het kort omschrijven als een doodlopend proces van opslibbing, de 9-Morgenstrang uitgezonderd. Vergelijking van de macrofauna-gemeenschappen van enige honderden wateren in de Nederlandse uiterwaarden met die uit meer natuurlijke referentierivieren leert dat de Nederlandse wateren over het algemeen een zeer eenzijdige levensgemeenschap herbergen. Een van de oorzaken hiervoor is het opslibbingsproces. De wateren uit de referentierivieren zijn nog grotendeels onderhevig aan natuurlijke rivierdynamische processen, waarbij de



seizoensgebonden afvoergolven deze wateren schoonspoelen en daarmee de levensvoorwaarden scheppen voor karakteristiek rivierbegeleidende macrofauna-gemeenschappen.

De gesignaleerde veranderingen in de wateren van de Blauwe Kamer vragen om een bescheiden vervolg van de herinrichtingsmaatregelen. Voor alle grote wateren wordt voorgesteld de biotoopdiversiteit te vergroten door klinkhout aan te brengen in de orde van één grote boom/ha. Daarnaast worden de kleiputten geënt met driehoeksmosselen, die het water mogelijk weer zo helder maken dat ondergedoken waterplanten in deze plassen weer een kans krijgen. Het opslibingsproces wordt hiermee niet verhinderd, het fijne slib dat nu bezinkt zal echter ten dele vervangen worden door de zwaardere uitwerpselen van de driehoeksmosselen, die tevens een uitstekende voedingsbron vormen voor de bodemfauna.

Verder wordt voorgesteld om de 9-Morgenstrang ook bovenstrooms aan te takken, waardoor een groot gedeelte van het jaar een stromende nevengeul door het gebied loopt. De Griendweidestrang zal een hoogwatergeul worden die aansluit op de geplande hoogwatergeul in de Plasserwaard. Hiermee zal het eenzijdige opslibingsproces plaatsmaken voor levende processen, waarbij de interactie tussen rivier en uiterwaard in grote mate overeen zal komen met de processen zoals ze zich nog in meer natuurlijke rivieren laten bestuderen.



1. Onderzoeksopzet en -uitvoering

In de Blauwe Kamer is in 1991 - 1992 een aantal herinrichtingsmaatregelen uitgevoerd ten behoeve van natuurontwikkeling. Het doel van dit onderzoek, uitgevoerd in opdracht van Rijkswaterstaat Directie Oost-Nederland en Stichting het Utrechts Landschap, is het vaststellen van mogelijke effecten van herinrichting op het leven onder water. Hiertoe is eerder hydrobiologisch onderzoek, uitgevoerd door de provincie Utrecht (1989 en 1992) en studenten van de LUW, vakgroep aquatische ecologie (Leendertse, 1993; Wilhelm, 1993; Hovens, 1994) over de periode 1992 - 1993 voortgezet in 1994 en 1995. Daarnaast is voor een meer algemeen inzicht in de interactie tussen rivierdynamiek en het leven onder water een aantal "uitzonderlijke" wateren onderzocht. Deze wateren worden gekenmerkt door een zeer geringe omvang (vaak slechts enige m²), een uitzonderlijke korte tijd van watervoerendheid (efemeer karakter) en een duidelijke relatie met inundatieprocessen zoals die zich hebben voorgedaan in januari 1993, kerstmis 1993 en februari 1995. Hierbij behoorden de afvoeren van kerst 1993 en februari 1995 tot de hoogste van deze eeuw. Deze hydrobiologische informatie, afgeleid uit de macrofauna-samenstelling is verwerkt tot een aantal karakteristieken, waarvan het verloop gedurende de onderzoeksperiode te volgen is (monitoring). Het onderzoek aan de "uitzonderlijke" wateren dient een algemener doel om meer inzicht te krijgen in de macrofauna in kleine wateren in de winter (typologie) en hun reactie op inundatie (fenologie, rekolonisatie).

Daarnaast is, minder uitputtend, de ontwikkeling van de water- en oevervegetatie gevolgd. Beide bronnen van informatie zijn aangevuld met de fysisch-chemische gegevens die zijn verzameld gedurende het monitoringsprogramma Blauwe Kamer 1989 - 1995, uitgevoerd door Rijkswaterstaat Dir. Oost-Nederland.

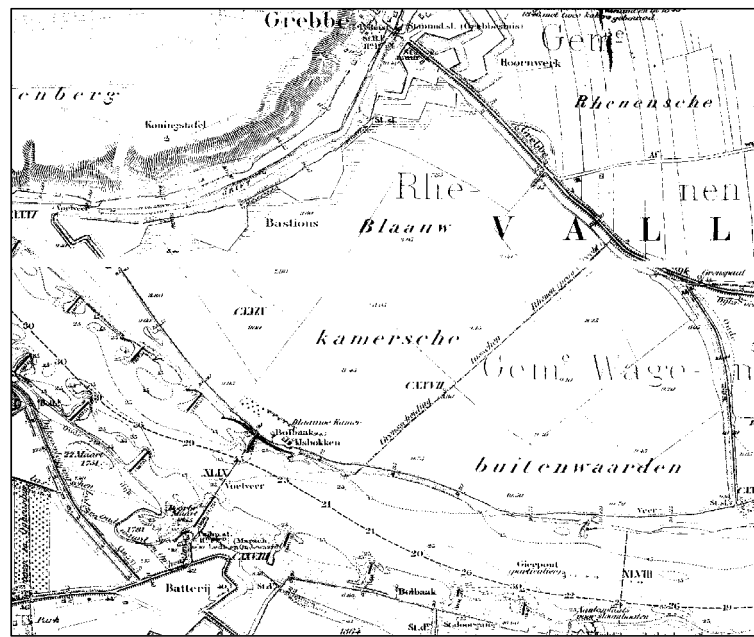
Met de integratie van deze gegevens is per onderzocht water een overzicht gegeven van de belangrijkste veranderingen, die hebben plaatsgevonden sedert de herinrichting van de Blauwe Kamer.



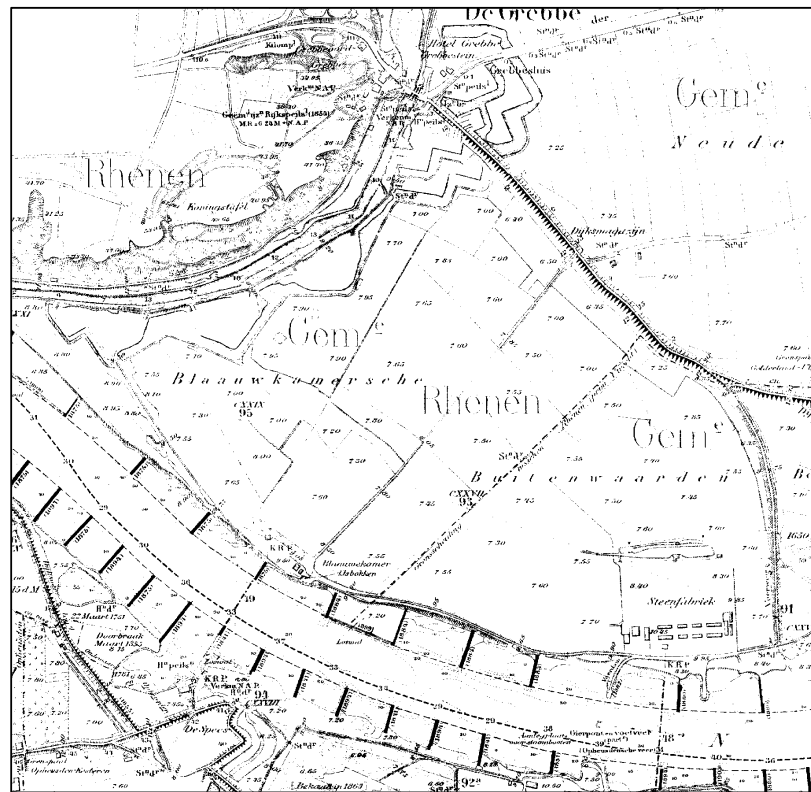
2. De Blauwe Kamer. Historische ontwikkeling

(Referentie: Rivierkaarten uitgaven 1838, 1880, 1918, 1959, 1982 en mededelingen A. Klaassen).

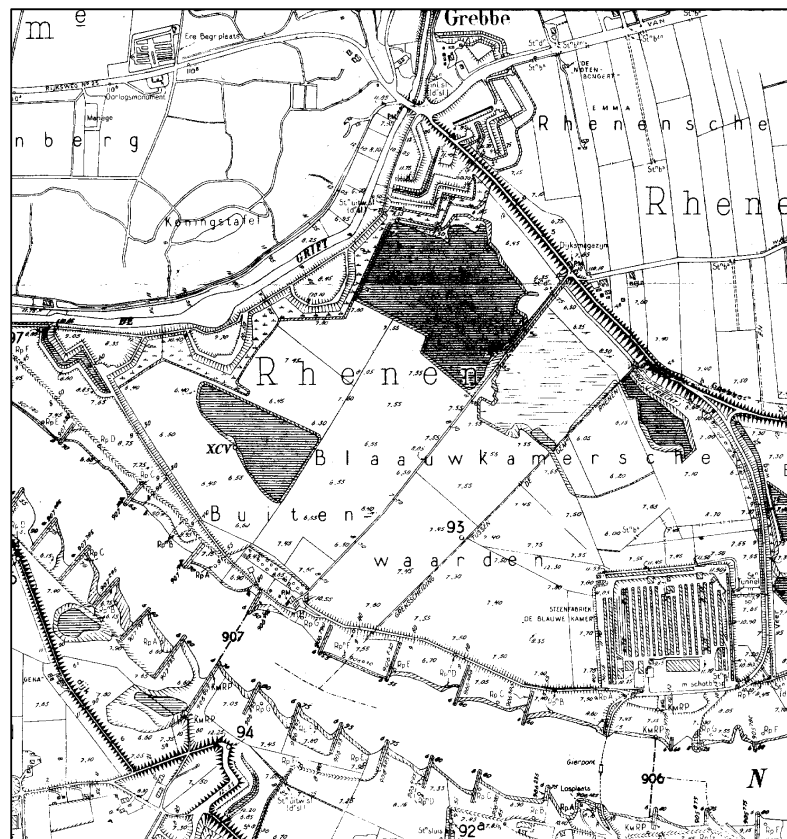
De Blauwe Kamer heeft haar naam te danken aan de hofstede "de Blauwe Camer" uit de 17e eeuw. Tussen 1838 en 1879 is een huis genaamd de "Blauwe Kamer" verdwenen van het nog te bouwen fabrieksterrein en wordt deze naam vermeld bij het waardmansion. Voor de bastions lag een breed open water. Tussen 1880 en 1918 wordt de steenfabriek gesticht en in deze periode daalt het maaiveld met grofweg 2 m en verdwijnt het reliëf uit de uiterwaard, dat voorheen afliep van zuid naar noord (van oeverwal naar kom). Het gebied heeft dan nog een volledig landbouwkundige bestemming. In de periode 1918 - 1959 breidt de steenfabriek zich sterk uit. In de crisistijd van de jaren 30 wordt de Griendweide afgeticheld en het noordelijke deel ervan, links van de Eendepas wordt gehercultiveerd. De Driehoeksplas wordt ook rond die tijd uitgegraven. De Eendepas dateert van eind jaren 30 en de IJsbaanplas is tijdens de tweede Wereldoorlog uitgegraven. In de 50-er jaren is er ter hoogte van de huidige Zandput een groot tichelgat aanwezig. In 1956 is de Zandput gezogen voor zandwinning om het westelijke deel van de Blauwe Kamer te hercultiveren. Op het steenfabrieksterrein wordt in de periode eind jaren 60 - begin jaren 70 nog enige klei gewonnen, waardoor kleine, zomers droogvallende poeltjes zijn ontstaan. Tenslotte is in de eerste helft van de 80-er jaren de Poel op het steenfabrieksterrein uitgezogen.



Kaart 1. Blauwe Kamer 1881 (rivierkaart eerste herziening)



Kaart 2. Blauwe Kamer 1918 (rivierkaart tweede herziening)



Kaart 3. Blauwe Kamer 1959 (rivierkaart uitgifte 1961)



2.1. Waterpeil in de Blauwe Kamer 1901 - 1989

De waterstanden in de Blauwe Kamer zijn in het verleden onderhevig geweest aan grote veranderingen. Door normalisatie van de Nederrijn is de rivier smaller geworden en heeft zich in haar bed ingesneden. Over de periode 1901 - 1950 is de gemiddelde waterstand (peilschaal Grebbe) gezakt van 6.32 naar 4.94 m + NAP. De laagst gemeten waterstand is gemeten in 1947 (2.97 m. Rivierkaart 1950). Gedurende de eerste helft van deze eeuw is het maaiveld van de Blauwe Kamer door afticheling ca. 2 m gedaald, wat betekent dat het maaiveld in deze periode ruim een halve meter meer gedaald is dan het rivierpeil. In de periode 1961 - 1971 zijn er drie stuwen in de Rijn geplaatst. Hierbij is in stroomopwaartse richting gewerkt. In 1961 is de stuw van Hagestein opgeleverd. In 1966 was de stuw bij Amerongen gereed en toen in 1971 de stuw van Driel voltooid werd is de Rijnkanalisatie in werking gesteld (van Til, 1979). Hierdoor wordt ter hoogte van de Blauwe Kamer een stuwpeil gehandhaafd van 6 m + NAP. Over de periode 1980 - 1989 was het gemiddelde rivierpeil 6.36 m + NAP. Ten opzichte van de periode 1940 - 1950 betekent dit een stijging van 4.94 m naar 6.36 m + NAP ofwel bijna 1.5 m. Als gevolg hiervan zijn ook de waterstanden in de kleiputten gestegen. Op de rivierkaart uit 1959 is de Eendeplas aanvankelijk als moeras weergegeven. Op de kaart in 1982 is de Eendeplas inmiddels een open water. De dode wilgen in deze plas getuigen nog van de periode dat de Nederrijn gekanaliseerd werd.

2.2. Herinrichtingsplannen ten behoeve van natuurontwikkeling

Het inrichtingsplan van de Blauwe Kamer is gebaseerd op de inzichten geformuleerd in "Plan Ooievaar" (de Bruin et al., 1986). In dit plan wordt bepleit om de rivier meer ruimte te geven in de uiterwaard. De landbouwgronden uit productie te nemen en een extensieve jaarrondbegrazing toe te passen met halfwilde runderen en paarden. Met deze maatregelen wordt spontane opslag van ooibos mogelijk. Aangezien bos een verhoging van de stroomweerstand bij hoge afvoeren veroorzaakt, dienen hiervoor compenserende maatregelen te worden getroffen in de vorm van maaiveldverlaging. In het plan Ooievaar wordt nog geen aandacht besteed aan het ecologisch functioneren van het zomerbed zelf of de wateren in de uiterwaarden. Deze lacune is opgevuld in het plan "Levende Rivieren" (WNF, 1992), waarbij onder andere stromende nevengeulen en reliëfvolgende kleiwinning worden bepleit in de uiterwaarden. Aangezien het plan voor de Blauwe Kamer is gemaakt vóór het plan "Levende Rivieren", zijn de daarin gepresenteerde nieuwe inzichten niet toegepast in de Blauwe Kamer. Als gevolg hiervan is bij de herinrichting van de Blauwe Kamer geen specifieke aandacht geschonken aan het leven onder water.

2.3. Uitgevoerde inrichtingswerkzaamheden

(zie figuur 1)

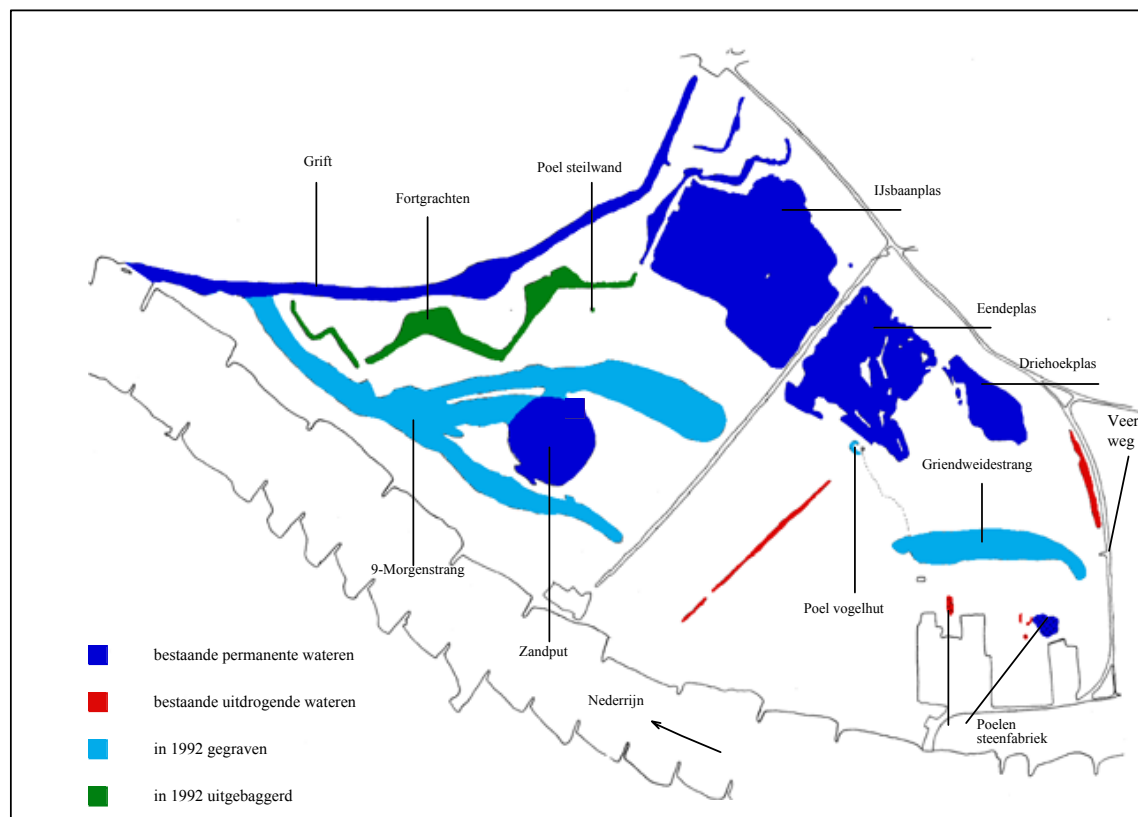
In 1991 - 1992 zijn de volgende maatregelen uitgevoerd om spontane natuurontwikkeling te bevorderen:



- Doorgraven van de zomerkade bij de Grift (9.00 m + NAP) en aanleg van de 9-Morgenstrang, waardoor de bestaande zandput en de 9-Morgenstrang in open verbinding staan met de Grift (en Nederrijn).
- Afgraven van de zomerdijk ten oosten van het Waardmanshuis van 9.00 naar 7.00 m + NAP.
- Aanleg van de Griendweidestrang
- Het westelijke gedeelte van de Fortgracht is uitgebaggerd en er is een dam in aangelegd bij de zuidwestpunt van de IJsaanplas.
- Bij de Eendepas is een poel gegraven (poel Vogelhut) en een drooggevallen poel nabij de dam over de Fortgracht is uitgebaggerd (poel Steilwand). Nabij deze poel bevindt zich een aangelegde steilwand voor oeverzwaluwen. Nabij de noord-oosthoek van de IJsaanplas is een (naamloze) poel aangelegd ten behoeve van amfibieën. In het noordwesten van de IJsaanplas is een verbinding met de Fortgracht gedempt.

Naast deze ontgravingen zijn er ook terreingedeelten opgehoogd:

- Het terrein ten westen van de steenfabriek is opgehoogd tot 10.05 m + NAP met materiaal dat vrij is gekomen bij de aanleg van de Griendweidestrang.
- Het materiaal dat vrijgekomen is bij het graven van de 9-Morgenstrang is gebruikt om terreindelen op te hogen nabij de westelijke zomerdijk en de zuidoever van de IJsaanplas.



Figuur 1. Blauwe Kamer, uitgevoerde inrichtingswerkzaamheden en de wateren met de naam zoals die in dit rapport wordt gebruikt





2.4. Inundatiefrekwentie van de Blauwe Kamer voor en na de inrichtingswerkzaamheden

Voor de ingreep werd de Blauwe Kamer omringd door een zomerkade met een minimale hoogteligging van ca. 9.00 m + NAP. Gerekend over de periode 1980 - 1989 is de Blauwe Kamer gemiddeld 3.4 dagen/jaar volledig geïnundeerd. Over de periode 1993-1995 zou dit in de oude situatie 7.5 dagen/jaar zijn geweest. Met de waterstanden over de periode 1980 -1989 zou de heringerichte Blauwe Kamer gemiddeld 8.5 dagen/jaar zijn geïnundeerd. Hierbij steken nog slechts de bastions boven water. Gerekend over de periode 1993 - 1995 is de gehele uiterwaard 11.3 dagen/jaar geïnundeerd.

Tabel 1. Verandering van de inundatiefrekwentie als gevolg van de inrichtingsmaatregelen (de periode 1993 - 1995 heeft betrekking op 1-1-1993/31-8-1995).

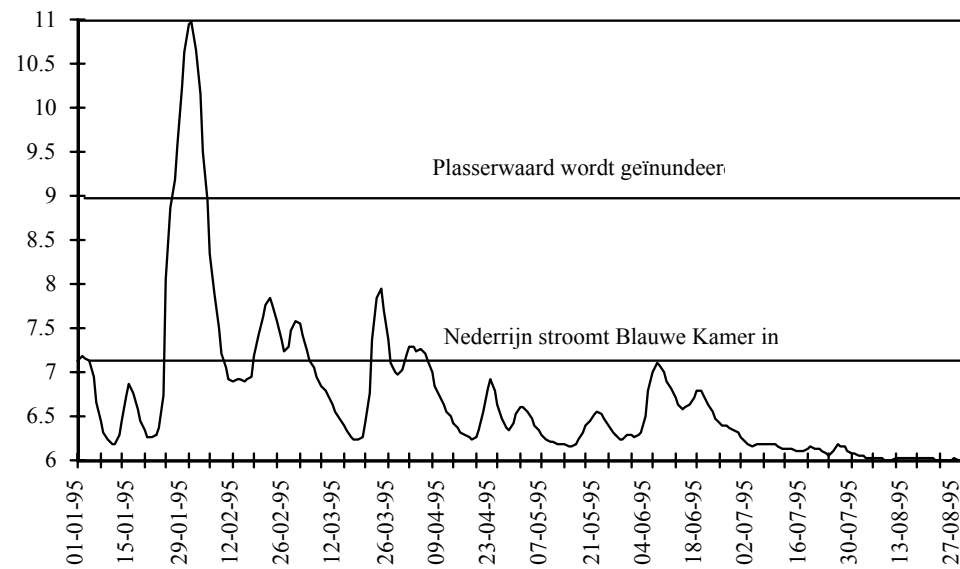
Periode waterstand	1980-1989		Periode waterstand	1980-1989		1993-1995	
	voor ingreep	na ingreep		voor ingreep	voor ingreep	na ingreep	na ingreep
Hoogte bij instroming	m + NAP	m + NAP	Inundatie frekw.	dagen/jaar	dagen/jaar	dagen/jaar	dagen/jaar
Uiterwaard	9.00	8.25	Uiterwaard	3.4	7.5	8.5	11.3
IJsbaan	9.00	7.75	IJsbaan	3.4	7.5	14.4	18.8
Eendeplas	9.00	7.50	Eendeplas	3.4	7.5	19.2	21.8
Zandput	9.00	6.00	Zandput	3.4	7.5	365	365
Driehoeksplas	9.00	7.50	Driehoeksplas	3.4	7.5	19.2	21.8
Fortgracht west	9.00	6.30	Fortgracht west	3.4	7.5	123.4	122.3
Fortgracht oost	9.00	7.75	Fortgracht oost	3.4	7.5	14.4	18.8
Griendweidestrang		7.50	Griendweidestrang			19.2	21.8
9 - Morgenstrang		6.00	9 - Morgenstrang			365	365
poel Vogelhut		7.20	poel Vogelhut			25.8	32.3
poel Steilwand	9.00	8.25	poel Steilwand	3.4	7.5	8.5	11.3
poelen Fabrieksterrein	11.00	11.00	poelen Fabrieksterrein	0	0	0	0
Verlaagde zomerdijk	9.00	7.10	Verlaagde zomerdijk	3.4	7.5	29.7	39.0

De grootste verandering in inundatiefrekwentie is opgetreden in de Zandput, die voorheen 3.4 dagen/jaar werd geïnundeerd en thans in open verbinding staat met de rivier. Het westelijke deel van de Fortgracht is in 1993 - 1995 momenteel ruim 122 dagen geïnundeerd tegen 3.4 dagen voor de herinrichting. De overige vóór 1992 bestaande wateren zijn in de nieuwe situatie 18.8 - 21.8 dagen/jaar geïnundeerd. De poel bij de Vogelhut heeft in 1993 - 1995 ruim 32 dagen/jaar in contact gestaan met rivierwater. De poel Steilwand ligt op één van de hoogste delen van de uiterwaard en is in 1993 - 1995 slechts 11.3 dagen/jaar geïnundeerd geweest.

2.5. Verloop van een inundatie in de Blauw Kamer en Plasserwaard

De Plasserwaard is een uiterwaard die grenst aan de stroomopwaartse zijde van de Blauwe Kamer. Enige wateren in deze uiterwaard dienen als referentie bij de fysisch-chemische monitoring Blauwe Kamer die wordt uitgevoerd door Rijkswaterstaat Dir. Oost-Nederland.

In figuur 2 is het verloop van de waterstand op de Nederrijn ter hoogte van de Plasserwaard en Blauwe Kamer weergegeven over 1995.



Figuur 2. Instroom en inundatie in de Blauwe Kamer en Plasserwaard in 1995

Bij 6.30 m + NAP stroomt het rivierwater in het westelijke deel van de Fortgracht. Stijgt het water tot 7.10 m, dan stroomt het water in bij de verlaagde zomerdijk ten oosten van het Waardmanshuis. Bij 7.20 m is de Grenssloot gevuld en loopt de poel Vogelhut vol. Bij 7.35 m stroomt het water in door de duikers onder de Veerweg. Bij 7.50 m loopt het gehele oostelijke deel onder water (Griendweidestrang, Eendepas en Driehoekspas). Bij 7.75 m + NAP loopt het westelijke gedeelte onder (IJsbaan en Fortgracht oost) vanuit de open verbinding met de Grift. Bij 7.85 m stroomt het water over de weg naar het Waardmanshuis en gaat de 9-Morgenstrang meedoen bij de hoogwaterafvoer van de rivier. De poel Steilwand loopt vol bij 8.25 m. Bij 9.00 m worden grotere delen van de zomerkaden overstroomd. Tenslotte wordt de Veerweg overstroomd bij 9.70 m. Bij deze waterstand stroomt het water door de Plasserwaard over de Veerweg door de Griendweidestrang.

De inundatie van de Plasserwaard komt overeen met de inundatie van de Blauwe Kamer voor de herinrichtingsmaatregelen. Deze waard wordt geïnundeerd bij een waterstand van 9.00 m + NAP (gemeten bij km 907).

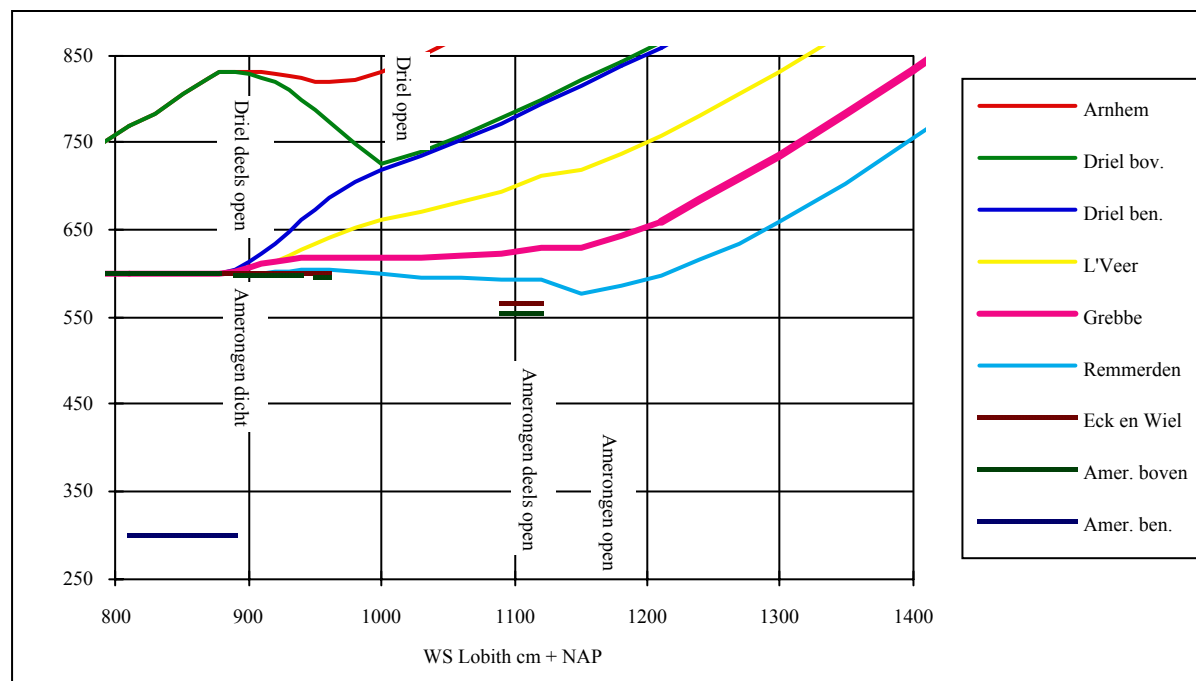


3. De Rijn

3.1. Stuwprogramma op de Nederrijn

De kanalisatie van de Nederrijn dient niet alleen de scheepvaart bij lage afvoeren, maar is ook verantwoordelijk voor de verdeling van de hoeveelheid water over de Nederrijn en de IJssel. Deze verdeling is van groot belang voor het handhaven van het peil in het IJsselmeer als belangrijke leverancier van drinkwater.

Onderstaande figuur geeft een overzicht van de waterstanden in de Nederrijn, gerelateerd aan de waterstand bij Lobith.



Figuur 3. Stuwbeheer op de Nederrijn (bron: Rijkswaterstaat)

Bij een waterstand van 9.00 m + NAP bij Lobith zijn de stuwen van Driel en Amerongen dicht. Van 9.00 - 10.00 + NAP wordt de stuw van Driel geleidelijk geopend. Bij 10.00 m is deze stuw "uit". Bij 9.50 m. + NAP wordt de stuw van Amerongen op een kier gezet en geleidelijk wordt deze verder geopend totdat bij 11.50 m + NAP ook deze stuw "uit" is.

Het traject van de Nederrijn ter hoogte van de Blauwe Kamer bevindt ligt 0 - 2 km stroomopwaarts van de peilschaal Grebbe. Bij lage afvoeren (≤ 9.00 m + NAP Lobith) wordt er een stuwpeil gehanteerd van 6.00 m + NAP op de Nederrijn bij de Grebbe. Daarna stijgt de waterstand eerst geleidelijk totdat de stuw van Amerongen geopend is en de Rijn vrij mag afstromen. Over de periode 1880-1989 is de rivier 134 dagen/jaar volledig gestuwd geweest, 108 dagen was de stuw van Driel open en de stuw van Amerongen op een kier. Gedurende 123 dagen was de Nederrijn niet gestuwd. Voor de Blauwe Kamer betekent dit dat



er 231 dagen/jaar peilfluctuaties zouden zijn opgetreden in het gedeelte dat in open verbinding staat met de Rijn (9-Morgenstrang en Zandput).

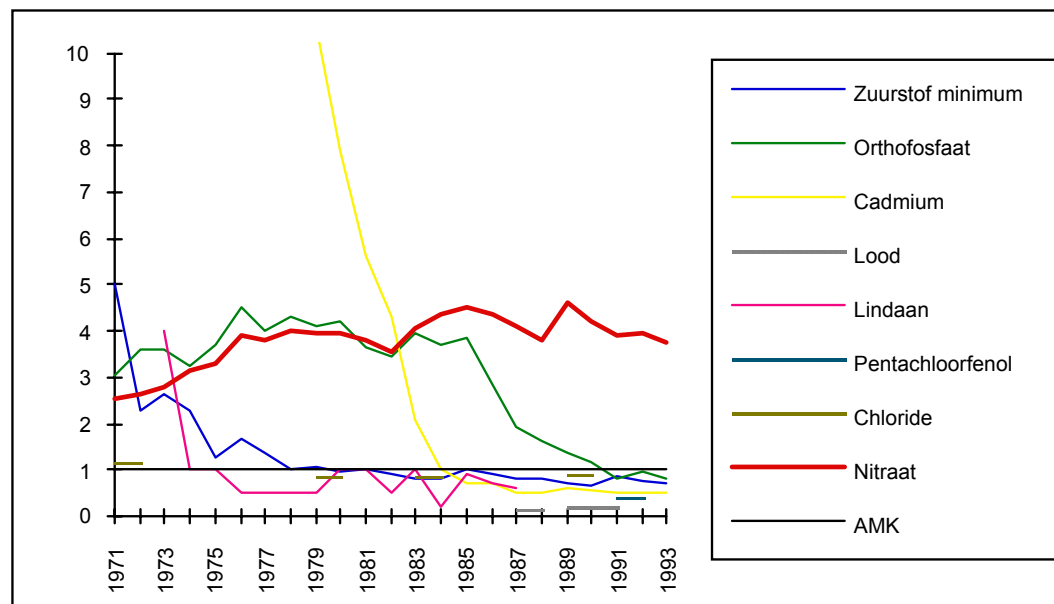
3.2. Waterkwaliteit van de Rijn

Gedurende een lange tijd stond de Rijn bekend als het grootste riool van West-Europa. Dit predikaat verdient de rivier al enige tijd niet meer, getuige figuur 4.

Het absolute dieptepunt in de waterkwaliteit is nu zo'n 20 jaar gepasseerd. Tot in de 70-er jaren konden de bewoners van de noordoever ruiken of de wind uit het zuiden kwam. Het water was pikzwart en van de kleine dierlijke ongewervelde dieren kwamen alleen de meest tolerante soorten in (vaak) lage dichtheden voor. Vissterfte kwam vaak voor en tot op de dag van vandaag gaat het verhaal rond dat een filmrolletje in de rivier kan worden ontwikkeld.

In 1993 voldoet de Rijn voor een groot aantal stoffen aan de algemene milieukwaliteit voor het jaar 2000. Spectaculaire saneringen hebben er toe geleid dat bv. het cadmiumgehalte nog maar 2% is van het gehalte in 1970. De zuurstofhuishouding in de Rijn is al enige jaren goed. Het levende resultaat is de sinds 1991 teruggekeerde eendagsvlieg "zomersneeuw" (*Ephoron virgo*, zomersneeuw) die op warme zomeravonden massaal uitvliegt en dan een ware sneeuwbus kan veroorzaken.

De gehalten aan bestrijdingsmiddelen nemen al geruime tijd af en voor Lindaan en Pentachloorfenol is het doel voor het jaar 2000 inmiddels gehaald. Een belangrijke parameter is het ortho-fosfaatgehalte, dat als plantaardige voedingsstof vaak de veroorzaker is van overmatige algengroei. Dankzij fosfaatvrij wassen en een steeds meer toegepaste fosfaatverwijdering op de zuiveringsinstallaties is het gehalte sinds kort tot de algemene milieukwaliteit (2000) gedaald. Ook het chloride-gehalte in de rivier neemt af. Bedenken we hierbij dat het chloride-gehalte in 1875 slechts 11 mg/l bedroeg (Molt, 1961) en er momenteel nog ca. 100 mg Cl in een liter Rijnwater aanwezig is, dan hebben we voor deze stof nog een lange weg te gaan voordat het de Rijn een "natuurlijk" zoutgehalte heeft. Naast de positieve ontwikkelingen steekt het verloop van het nitraatgehalte als tweede plantaardige voedingsstof negatief af. Het is nog niet zover dat nitraatverwijdering op grote schaal wordt toegepast. Deze stof zal het voor 2000 gestelde doel dan ook niet halen.



Figuur 4. Verandering in de waterkwaliteit van de Rijn getoetst aan de Algemene MilieuKwaliteit (AMK 2000)

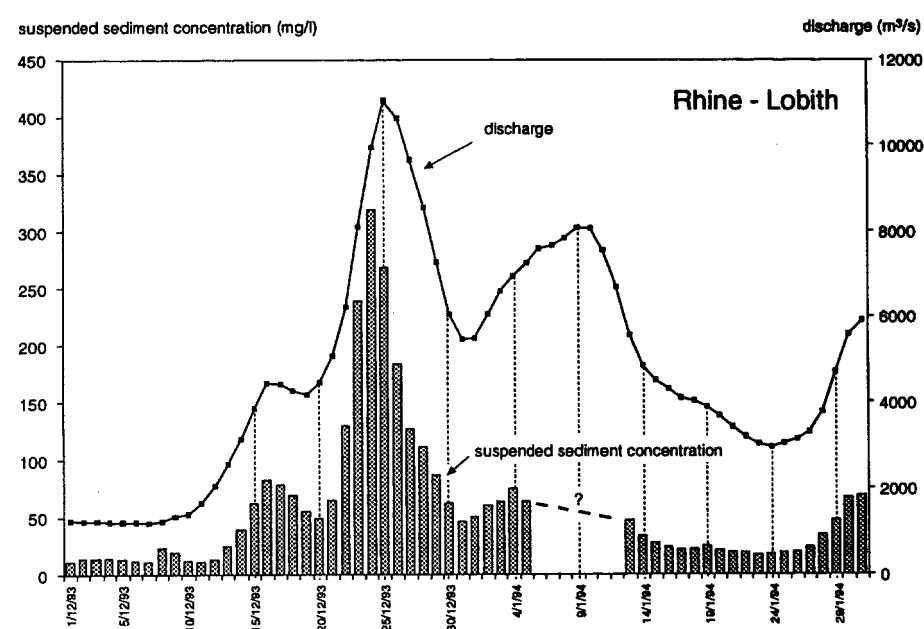
Het behalen van de doelen voor de algemene milieukwaliteit 2000 is allerminst een garantie voor een kansrijke natuurontwikkeling in de wateren in de uiterwaarden. Vooral indien deze wateren stagneren, kunnen de plantaardige voedingsstoffen nog beperkingen inhouden. Daarnaast moet rekening worden gehouden met de opgeslagen belasting vanuit het verleden.



3.3. De Rijn: Afvoer en zwevende stof

Als de Nederrijn op stuwpeil staat, vindt er weinig transport plaats van zwevend materiaal. Het water stagneert en zwevend materiaal kan in de stuwpannen tot bezinking komen. Bij hogere waterstanden (openen van de stuwen) vindt transport plaats van het aangevoerde zwevende materiaal en wordt het bezonken materiaal uit de stuwpannen weer geresuspendeerd en meegevoerd. Dit houdt in dat een sterke toename in de slibvracht van de Rijn optreedt vanaf het moment dat de Neckar, Main en Moesel niet meer gestuwd worden. Bij tophoogwaters zijn er aanwijzingen dat erosie van het winterbed een bijdrage gaat leveren aan het zwevende stofgehalte (Klink, 1991).

Het verloop van het zwevende stofgehalte in relatie tot de afvoer van de rivier is verder afhankelijk van de periode dat het stroomgebied zich niet heeft "schoongespoeld". Het zwevende materiaal wordt als het ware opgespaard en hoe langer deze periode duurt hoe hoger de vracht aan zwevende stof zal worden bij een afvoergolf. Daarnaast is er het effect van hysteresis. Dit houdt in dat de stijging van het zwevende stofgehalte plaatsvindt op het moment dat de afvoer stijgt, maar dat de piek in het zwevende stofgehalte wordt bereikt vóórdat de piek in de afvoer optreedt (Middelkoop en Asselman, 1994; zie figuur 5).



Figuur 5. Zwevende stofgehalte in het Rijnwater gedurende de afvoergolf van december 1993 (uit: Middelkoop en Asselman, 1994)

In januari/februari 1995 was dit verschijnsel goed waar te nemen op de Nederrijn. Bij een peil van ca. 8.10 m (bij km. 907) was de rivier bruin gekleurd. Op het moment dat de zomerkade van de Plasserwaard werd overstroomd (9 m + NAP op km. 907), was het water relatief helder. Ook na verdere stijging van de rivierstand is de bruine kleur niet meer gesignaleerd.



Het hoge gehalte aan zwevend materiaal tijdens hoge afvoeren heeft grote gevolgen voor de hoeveelheid materiaal die in een uiterwaard sedimenteert. Deze hoeveelheid is afhankelijk van de frequentie waarmee een uiterwaard wordt geïnundeerd, het zwevende stofgehalte op de rivier ten tijde van de inundatie, het watervolume dat er tijdens een inundatie door de uiterwaard is gestroomd en de lokale morfologie van de uiterwaard. Zo kan er afhankelijk van lokale stromingspatronen in strangen zelfs erosie optreden. In lage, niet doorstroomde, delen van laag bekaide uiterwaarden is tijdens het hoogwater van december 1993 plaatselijk $> 10 \text{ kg slib/m}^2$ bezonken (Middelkoop en Asselman, 1994).

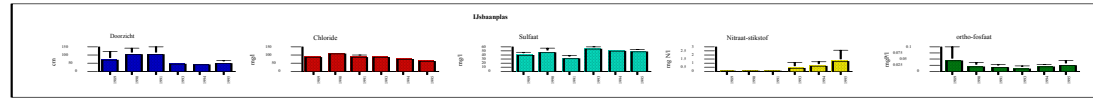
Bij de geschetste relatie tussen afvoer en zwevende stof kan de inundatiefrequentie dus zeer ingrijpende gevolgen hebben voor de opslibbingssnelheid van een uiterwaard. In de eerste plaats door versnelde opslibbing indien geen doorstroming plaatsvindt en in de tweede plaats erosie in strangen die gaan "meedoen" bij de hoogwaterafvoer.



4. Veranderingen in de Blauwe Kamer 1989 - 1995

4.1. Fysisch-chemische veranderingen

Ijsbaanplas



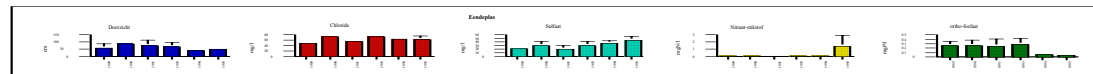
Figuur 6. Veranderingen in het jaargemiddelde (+ standaardafwijking) van geselecteerde parameters in de Ijsbaanplas over de periode 1989 - 1995

In de periode 1993-1995 is het doorzicht sterk teruggelopen tot ca 50 cm in 1992 - 1995

Het chloridegehalte is gedaald na de periode van inundatie als gevolg van de afnemende gehalten in de rivier. Het sulfaatgehalte is sterk gestegen door de inundatie met sulfaatrijk rivierwater. Hetzelfde geldt voor het nitraatgehalte dat sedert 1993 gestegen is. Ook het fosfaatgehalte is enigszins verhoogd en komt overeen met de gehalten in de rivier.

Daarnaast is er een gestage afname opgetreden in het ammonium-stikstofgehalte (niet afgebeeld)

Eendeplas

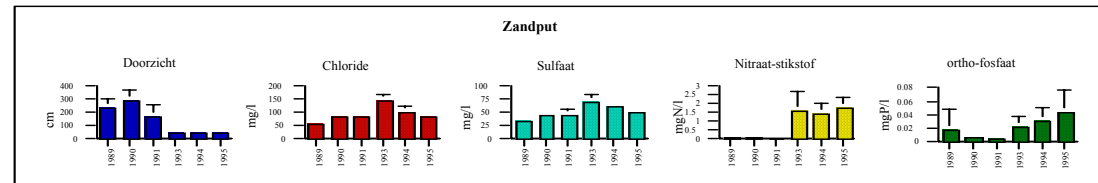


Figuur 7. Veranderingen in het jaargemiddelde (+ standaardafwijking) van geselecteerde parameters in de Eendeplas over de periode 1989 - 1995

Met name in 1994 en 1995 is het doorzicht afgenomen. Het sulfaatgehalte vertoont een toename vanaf 1993. In 1995 wordt een sterk verhoogd nitraatgehalte gemeten en er is vanaf 1994 een sterke afname in het ortho-fosfaatgehalte opgetreden.



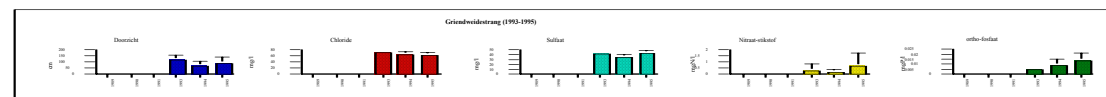
Zandput



Figuur 8. Veranderingen in het jaargemiddelde (+ standaardafwijking) van geselecteerde parameters in de Zandput over de periode 1989 - 1995

Na het in open verbinding brengen van de zandput met de Grift en daarmee met de rivier, is het water qua samenstelling sterk op dat van de rivier gaan lijken. Het doorzicht is sterk verminderd. De chloride-, sulfaat-, nitraat- en fosfaatgehalten zijn sterk toegenomen en er is af ten toe sprake van een algenbloei. In 1993-1995 treedt een stijging op in het fosfaatgehalte in de Zandput.

Griendweidestrang

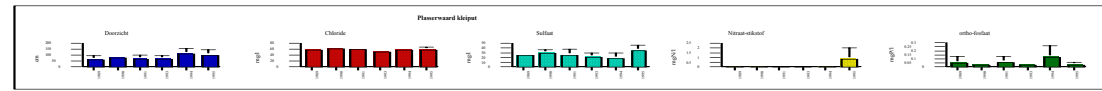


Figuur 9. Veranderingen in het jaargemiddelde (+ standaardafwijking) van geselecteerde parameters in de Griendweidestrang over de periode 1989 - 1995

In 1994-1995 is het doorzicht afgenomen ten opzichte van 1993. In 1993 is de strang helder gedurende het gehele jaar. In 1994 is de strang het gehele jaar troebel, terwijl in 1995 een heldere periode is voorgekomen in de zomer. De inundaties van 1994 en 1995 hebben geen verhoging in chloride-, sulfaat- en nitraatgehalte veroorzaakt. Wel is het fosfaatgehalte toegenomen.



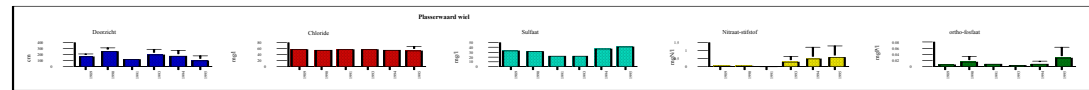
Kleiput Plasserwaard



Figuur 10. Veranderingen in het jaargemiddelde (+ standaardafwijking) van geselecteerde parameters in de kleiput in de Plasserwaard over de periode 1989 - 1995

Het doorzicht is hier niet afgenomen. De gehalten aan chloride, sulfaat en ortho-fosfaat zijn niet significant toegenomen. Het nitraatgehalte is wel gestegen.

Wiel Plasserwaard

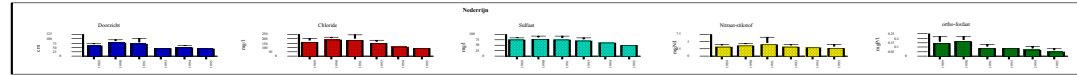


Figuur 11. Veranderingen in het jaargemiddelde (+ standaardafwijking) van geselecteerde parameters in het wiel in de Plasserwaard over de periode 1989 - 1995

Evenals in de kleiput is ook het doorzicht in het wiel niet significant veranderd onder de periode 1993 - 1995 ten opzicht van 1989 - 1991. Van de overige parameters is alleen het nitraatgehalte toegenomen.



Nederrijn



Figuur 12. Veranderingen in het jaargemiddelde (+ standaardafwijking) van geselecteerde parameters in de Nederrijn over de periode 1989 - 1995

Het gemeten doorzicht is afgenomen tot ca. 50 cm. Verder vertoont het Rijnwater in de periode 1993-1995 dalende gehalten van chloride, sulfaat en ortho-fosfaat ten opzichte van 1989-1991. Het nitraatgehalte vertoont niet een dergelijke afname.

4.2. Chemische veranderingen: een overzicht

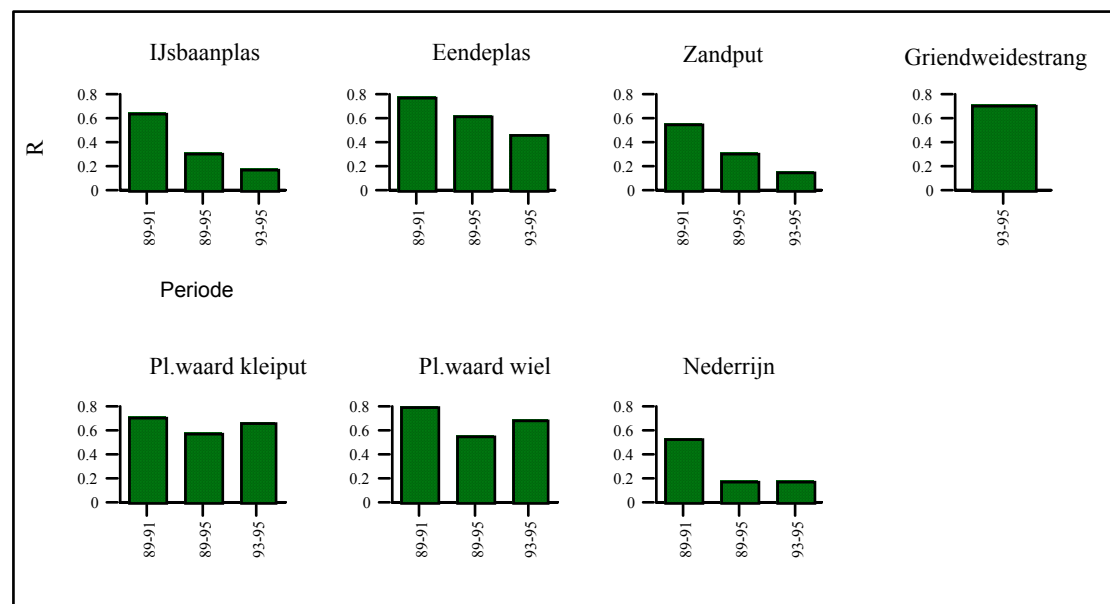
Tabel 2. Overzicht van de chemische veranderingen over de periode 1989 - 1995 per onderzocht water

	Doorzicht	ZVP	EGV	Chl-A	Cl	SO ₄	NH ₄ =N	NO ₃ -N	ortho-P	Turb.	K	Ca	Na
IJsbaan	---	NS	NS	NS	--	+++	NS	++	NS	+	+++	++	NS
Eendepas	-	NS	NS	NS	+	+++	NS	NS	-	NS	+	-	+++
Zandput	---	NS	+++	+	+++	+++	NS	+++	++	+++	+++	NS	+++
Griendweidestrang	-	NS	NS	+	NS	NS	NS	NS	+	NS	NS	NS	NS
Kleiput	NS	NS	--	NS	--	NS	NS	NS	NS	NS	-	-	NS
Wiel	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	++	NS	NS	+	NS	NS
Nederrijn	---	NS	---	NS	---	--	NS	NS	--	NS	NS	NS	-

Toelichting: NS = niet significant; + of - is resp. significant toe- of afgenomen ++/-- en +++/--- is een zeer significante verandering.

In het algemeen kan worden vastgesteld dat in de wateren van de Blauwe Kamer het doorzicht is afgenomen en dat dit in de Plasserwaard niet het geval is. Veel andere parameters vertonen eveneens een stijging in de IJsbaanplas, Eendepas en Zandput, terwijl dit in mindere mate het geval is in Griendweidestrang en het wiel in de Plasserwaard. De kleiput in de Plasserwaard vertoont zelfs een significante (al is het een geringe) afname in het chloridegehalte.

Inzicht in de achteruitgang van het doorzicht kan worden verkregen door de relatie te onderzoeken tussen het doorzicht en het chlorofyl-a gehalte. De laatste is een maat voor de hoeveelheid zwevende algen in het water. Indien het doorzicht uitsluitend bepaald zou worden door de algen, dan is er een goede relatie aanwezig tussen beide parameters. Indien andere stoffen dan algen bijdragen aan de vertroebeling van het water, dan zal het verband tussen doorzicht en chlorofyl-a afnemen. In figuur 13 is hiervan een overzicht gegeven.



Figuur 13. Relatie tussen doorzicht en chlorofyl-a gehalte (uitgedrukt in R) gedurende de perioden 1989-1991, 1989-1995 en 1993-1995

Toelichting op de figuur:

R = de lineaire regressiecoëfficiënt, die een maat is voor het verband tussen het doorzicht en het chlorofyl-a gehalte. Bij een zeer goed verband tussen beide parameters zal de waarde van R naar 1 naderen. Hoe lager de R, hoe minder relatie er bestaat tussen de beide parameters.

Uit figuur 13 blijkt dat de onderzochte stagnante wateren in twee groepen uiteenvallen:

- De groep waartoe de Ijsbaanplas, Eendepas en Zandput behoren. In deze wateren vertoont het doorzicht een goede relatie (hoge R) met het chlorofyl-a gehalte in de periode 1989-1991. Over de gehele periode (1989-1995) is de relatie minder sterk en over 1993-1995 onderhouden doorzicht en chlorofyl-a nauwelijks nog een relatie met elkaar (zeer lage R). In deze wateren hebben de inundaties tot gevolg gehad dat het zwevende materiaal niet alleen uit algen bestaat, maar voor een belangrijk deel ook uit ander zwevend materiaal. Deze wateren zijn niet vertroebeld als gevolg van een toegenomen algengroei, maar door een toegenomen hoeveelheid ander zwevend materiaal.

- De tweede groep wordt gevormd door de Griendweidestrang, Kleiput en het Wiel in de Plasserwaard. In deze wateren is in de periode 1993-1995 nog een goede (zeer significante) relatie aanwezig tussen het doorzicht en chlorofyl-a gehalte. Blijkbaar is er na de inundaties in deze wateren minder slib achtergebleven dan in de Ijsbaanplas, Eendepas en Zandput. Voor de kleiput en het wiel in de Plasserwaard zal de hoogte van de zomerdijk hiervan de oorzaak zijn. De Plasserwaard stroomt pas vol bij een waterstand van 9.10 m + NAP (Waterschap Eem en Gelderse Vallei). Voor de Griendweidestrang ligt de situatie anders. Deze plas wordt geïnundeerd bij een waterstand van 7.50 m + NAP. Aangezien de Griendweidestrang volloopt vanaf de benedenstroomse zijde, kan er veel slib tot bezinking komen. Na de



inundatie van kerst 1993 is dit ook waargenomen. Bij het hoge water van februari 1995 is (veel langer dan in 1993) de Veerweg overstroomd, waardoor wat meer doorstroming heeft plaatsgevonden.

Bij de bespreking van de overige onderzoeksresultaten zal hierop nog worden teruggekomen.

4.3. Veranderingen in de watervegetatie

Het monitoringonderzoek van de vegetatie in de Blauwe Kamer bestaat uit vegetatiekaarten van het gehele gebied. Hierbij zijn de terrestrische- en oevervegetaties met een grote dekkingsgraad gekarteerd. De ondergedoken waterplanten zijn hierin evenwel nauwelijks onderzocht. Aangezien deze component ook buiten het hier gerapporteerde onderzoek valt, zal slechts een kort overzicht worden gegeven van de veranderingen van de vegetatie in en rond de wateren, gebaseerd op de volgende bronnen:

Rijkswaterstaat Meetkundige Dienst, 1991, 1994; NJN, 1964; Prins et al., 1987; Prins schriftelijke mededelingen; Overmars video 1991; Leendertse, 1993; Wilhelm, 1993; Hovens, 1994; eigen waarnemingen 1993 - 1995.

In bijlage 3 zijn synoptische tabellen weergegeven van de gekonstateerde veranderingen in de onderzochte wateren. Hier worden slechts de hoofdlijnen in het kort weergegeven per water.

IJsbaanplas

Zie tabel 1 van Bijlage 3

Vergelijken we de vegetatie in en langs de IJsbaanplas uit de periode 1898 - 1987 met die in 1993 - 1994, dan lijken er grote veranderingen te zijn opgetreden. In de periode 1985 - 1987 zijn ook de stroken onder de winterdijk en brede percelen ten zuiden van de IJsbaanplas onderzocht. In 1993 - 1994 zijn alleen de oevers van de IJsbaanplas onderzocht. Hierbij zijn soorten uit het vlotgras-egelskop-verbond (*Glyceria fluitans*, *Oenanthe fistulosa* en *Veronica catenata*) in de periode 1993 - 1995 niet meer aangetroffen. Deze combinatie van soorten wijst vaak op kwelsituaties. In het voorjaar van 1994 is het veld watergentiaan (*Nymphoides peltata*) verdwenen uit de zuid-oost hoek van de IJsbaanplas. Van het Moerasandijvie-verbond zijn behalve moerasandijvie (*Senecio congestus*) ook goudzuring (*Rumex maritimus*) en gele waterkers (*Rorippa palustris*) niet op de oevers van de IJsbaanplas aangetroffen. Dit geldt eveneens voor grote waterpeppe (*Sium latifolium*), kleine lisdodde (*Typha angustifolia*), watertorkruid (*Oenanthe aquatica*) en oeverzegge (*Carex riparia*). In 1993 is er inmiddels een elzenstruweel aanwezig op de zuid-oost oever en bemoedigend is de vondst van de ondergedoken waterplanten smalle waterpest (*Elodea nuttallii*), schedefonteinkruid (*Potamogeton pectinatus*) en stijve waterranonkel (*Ranunculus circinatus*). Alhoewel er in 1995 geen opname is gemaakt van de watervegetatie, bestaat de indruk dat deze planten inmiddels weer verdwenen zijn.

Aangezien de opnamen uit beide perioden niet volledig vergelijkbaar zijn, kan niet worden vastgesteld dat de vegetatie op de oevers van de IJsbaanplas daadwerkelijk is veranderd. Het verdwijnen van de watergentiaan zou een gevolg kunnen zijn van de inundatie van kerst 1993 en de hoge waterstanden en troebelheid in het daaropvolgende voorjaar. Watergentiaan (*Nymphoides peltata*) is op zich goed bestand



tegen inundaties getuige een enorm veld in de onbekade strang van Ewijk. Deze strang wordt bij hoog water echter doorstroomd, waardoor op de standplaats geen slib tot bezinking komt.

Eendeplas

Zie tabel 2 van bijlage 3

Ten opzichte van 1985 - 1987 zijn de ondergedoken waterplanten stijve- en grote waterranonkel (*Ranunculus circinatus* en *R. peltatus*) in 1993 - 1994 niet teruggevonden.

het bedreigde fraai duizendguldenkruid (*Centaureum pulchellum*) heeft zich kortstondig gevestigd op een aangebrachte kleilaag ter versteviging van de winterdijk. In meer natuurlijke omstandigheden is deze soort in 1995 aangetroffen nabij de Zandput (zie daar). Van het Moerasandijvie-verbond zijn behalve Moerasandijvie (*Senecio congestus*), kleine en zachte duizendknoop (*Polygonum minus* en *P. mite*), blaartrekkende boterbloed (*Ranunculus sceleratus*), goud- en moeraszuring (*Rumex maritimus* en *R. palustris*) recent niet teruggevonden. Hetzelfde geldt voor vertegenwoordigers uit het Watertorkruid-verbond zwanebloem, watertorkruid en pijlkruid (*Butomus umbellatus*, *Oenanthe aquatica*, *Sagittaria sagittifolia*).

Nieuwkomers zijn kalmoes, naaldwaterbies, holpijp en kraakwilg (*Acorus calamus*, *Eleocharis acicularis*, *Equisetum fluviatile* en *Salix fragilis*) langs de oevers en een veldje (12 exx.) van de brede wespenorchis (*Epipactis helleborine*) in de zuidwesthoek langs de Eendeplas. Deze orchidee heeft in 1994 vraat door paarden en beide langdurige inundaties overleefd.

Zandput/ 9-Morgenstrang

Zie tabel 3 van bijlage 3

De verandering van de vegetatie in de Zandput en omringend weiland na de herinrichting laat zich op eenduidige wijze vaststellen.

In de Zandput groeide voor de ingreep een weelderige vegetatie van kranswieren en ondergedoken waterplanten. Sedert de open verbinding met de rivier zijn deze waterplanten verdwenen. Een 35-tal soorten heeft zich na de ingreep gevestigd op de oevers en het weiland. Hierbij behoren 5 soorten wilgen, waarvan de schietwilg massaal is opgeslagen. Ook een enkel exemplaar van de gewone es is tot kieming gekomen. Daarnaast hebben zich soorten van het riviertandzaadverbond gevestigd (*Chenopodium fluviatile*), waaronder zwart tandzaad, zeegroene en rode ganzevoet (*Bidens frondosa*, *Chenopodium glaucum* en *C. rubrum*). Opmerkelijk voorspoedig ontwikkeld een grote populatie van klein vlooiekruid (*Pulicaria vulgaris*) zich op de noord- en oostoever van de 9-Morgenstrang. In 1994 werden nog 70 exemplaren geteld. In 1995 waren dit er al meer dan 2000. Ook de vestiging van slijkgroen (*Limosella aquatica*) is te danken aan de inrichtingsmaatregelen. In 1994 werden langs de zuidoever enige 100-en individuen geteld. In 1995 niet meer dan enige 10-tallen. De vestiging van een derde plant van de rode lijst fraai duizendguldenkruid (*Centaureum pulchellum* 40 ind.) op de oostoever is eveneens verheugend. Aangezien deze drie soorten éénjarig zijn, zal moeten blijken of ze zich ook bij lagere winterafvoeren duurzaam kunnen handhaven.

Het verdwijnen van de ondergedoken waterplanten is een gevolg van het sterk afgenomen doorzicht. De vestiging van de soorten uit het zachthoutoobos is te danken aan het beheer (niet maaien) en de sterk



toegenomen dynamiek. De huidige waterstandsfluctuaties en de aanwezigheid van open plekken in de vegetatie hebben ook geleid tot de vestiging van soorten uit het riviertandzaadverbond en het dwergbiezenverbond.

Griendweidestrang

Zie tabel 4 van bijlage 3

De opnamen in 1992 en 1993 hebben alleen betrekking op de in het water levende planten en geven dus slechts een fragmentarisch beeld van de situatie op de oevers.

Als eerste waterplanten vestigden zich smalbladige fonteinkruiden (*Potamogeton pectinatus* en *P. pusillus*), veenwortel en gewoon kransblad (*Polygonum amphibium* en *Chara vulgaris*). Op de oevers zijn zwanebloem en rode water-ereprijs (*Butomus umbellatus* en *Veronica catenata*) aangetroffen. Het water was helder en de kranswieren waren aspectbepalend op de bodem. Na de inundatie van kerst 1993 is er veel slib in de Griendweidestrang terecht gekomen. Tezamen met ingespoelde karpers had dit een sterke vertroebeling tot gevolg. De kranswieren zijn in 1994 niet aangetroffen. Wel trad er vestiging op van smalle waterpest, aarvederkruid en glanzig fonteinkruid (*Elodea nuttallii*, *Myriophyllum spicatum* en *Potamogeton lucens*). Daarnaast heeft slijkgroen (*Limosella aquatica*) zich met een 10-tal exemplaren gevestigd en zijn grote velden fijne waterranonkel (*Ranunculus aquaticus*) aanwezig in het zuidoostelijke deel van de Griendweidestrang. Op de oevers treedt vestiging op van soorten van het Riviertandzaadverbond (*Chenopodium fluviatile*) met beklierde duizendknoop, zeegroene en rode ganzevoet, schijnraket en zwart tandzaad (*Polygonum lapathifolium*, *Chenopodium glaucum*, *C. rubrum*, *Erucastrum gallicum* en *Bidens frondosa*). Ook een aantal soorten uit het Zilverschoonverbond zijn inmiddels gekoloniseerd kleine leeuwetand, kruipende boterbloem, krulzuring en akkerkers (*Leontodon autumnalis*, *Ranunculus repens*, *Rumex crispus* en *Rorippa sylvestris*). Een eerste aanzet tot moerasvorming blijkt uit de vestiging van slanke en grote waterweegbree, scherpe zegge, gewone waterbies, moerasvergeet-me-nietje, riet en grote lisdodde (*Alisma lanceolatum*, *A. plantago-aquatica*, *Carex acuta*, *Eleocharis palustris*, *Myosotis palustris*, *Phragmites australis* en *Typha latifolia*). Op riet na zullen deze soorten ook in 1995 standhouden. Met het zachthoutooibos is inmiddels een begin gemaakt door de vestiging van schietwilg, grauwe wilg en katwilg (*Salix alba*, *S. cinerea* en *S. viminalis*). Na de inundatie van begin 1995 is de Griendweidestrang aanvankelijk troebel, maar het zicht neemt geleidelijk toe tot ca. 2 m in juli. Vervolgens neemt het doorzicht weer af tot enige decimeters in augustus. In de heldere periode blijkt de ondiepe bodem (< 1.5 m) volledig bedekt te zijn met gewoon kransblad (*Chara vulgaris vulgaris* en *C. v. papillosa*). Voorts worden gekroesd fonteinkruid (*Potamogeton crispus*) en grof hoornblad (*Ceratophyllum demersum*) als nieuwe waterplanten aangetroffen. scheidfonteinkruid (*Potamogeton pectinatus*) is in 1995 niet gevonden. Op de oevers verschijnen van het Rietverbond de soorten liesgras, kleine lisdodde en mattenbies (*Glyceria maxima*, *Typha angustifolia*, *Scirpus lacustris*). Van het Zilverschoonverbond komen geknikte vossestaart, valse voszegge, ruige zegge, penningkruid en aardbeiklaver (*Alopecurus geniculatus*, *Carex cuprina*, *C. hirta*, *Lysimachia nummularia* en *Trifolium fragiferum*) op de oever tot vestiging. In 1995 is slijkgroen (*Limosella aquatica*) niet meer in de Griendweidestrang teruggevonden. De oevers waar slijkgroen in 1994 is aangetroffen, zijn in 1995 opvallend minder slibrijk. Naast 3 wilgsoorten die zich in 1994 gevestigd hebben, is de boswilg (*Salix*



caprea) in 1995 aangetroffen, evenals een gekiemde eik (*Quercus robur*) op de noordoever van de Griendweidestrang.

Driehoekspas

Zie tabel 5 van bijlage 3

De vegetatie in de Driehoekspas werd in 1962 - 1964 gekenmerkt door een aantal ondergedoken waterplanten van het verbond van kleine fonteinkruiden (Parvopotamion) met brokkelig kransblad (*Chara contraria*) als indikator voor voedselrijk water met een zandbodem.

In de periode 1985 - 1994 worden er in het geheel geen ondergedoken waterplanten meer aangetroffen en het merendeel van de soorten op de oevers hoort thuis in vochtige weilanden met een wisselende waterstand

Poel Vogelhut

Zie tabel 6 van bijlage 3

In de Poel bij de Vogelhut zijn in 1992 en 1993 alleen de "echte" waterplanten onderzocht. In 1994 - 1995 is ook de oevervegetatie opgenomen.

De Poel Vogelhut was in 1992 - 1993 een matig begroeide poel met veel kranswier op de bodem. Vanaf 1994 loopt het aandeel kranswier sterk terug om plaats te maken voor een explosieve ontwikkeling van smalle waterpest en eendekroos (*Elodea nuttallii* en *Lemna minor/gibba*). In 1995 is geen kranswier meer aangetroffen. Vanuit een kale heldere poel heeft de vegetatie in en rond de Poel Vogelhut zich in 3 jaar tijd ontwikkeld tot een dichte verlandingsvegetatie van riet, lisdodden, grote waterpepe en schietwilg (*Phragmites australis*, *Typha angustifolia*, *T. latifolia*, *Sium latifolium* en *Salix alba*). Opmerkelijk is de vondst van aarvederkruid (*Myriophyllum spicatum*), een plant behorende tot het waterlelieverbond en veelal voorkomend in grotere wateren. De huidige vegetatie kan voorts worden getypeerd als een bonte schakering van planten uit het rietverbond, watertorkruidverbond en wilgenvloedbos.

Poel Steilwand

Zie tabel 7 van bijlage 3

De in 1991 uitgebaggerde poel heeft in 1993 een vegetatie bestaande uit een bodembedekkend veld met kranswieren, wat smalle waterpest en enkele exemplaren sterrekroos, drijvende veenwortel (*Callitriche spec.*, *Polygonum amphibium*) en de oeverplanten gewone waterbies, waterzuring en grote lisdodde (*Scirpus lacustris* s.l., *Rumex hydrolapathum* en *Typha latifolia*). In voorjaar 1994 is dit eveneens het geval. In de loop van het jaar wordt het water echter troebel en verdwijnen de kranswieren en ook het sterrekroos. De smalle waterpest komt in de zomer tot ontwikkeling. In 1995 is de poel in het voorjaar troebel als gevolg van een paard dat van de grote lisdodde heeft gegeten. De kranswieren zijn verdwenen en er staan nauwelijks ondergedoken waterplanten. Later in het jaar breidt de smalle waterpest (*Elodea nuttallii*) zich enigszins uit en de poel neemt wat in helderheid toe. De emergente waterplanten staan er nog.

**Poel Steenfabriek**

Zie tabel 8 van bijlage 3

De grote poel op het terrein van de steenfabriek is tussen 1992 en 1994 sterk van karakter veranderd. In 1992 was er een uitbundige vegetatie aanwezig van ondergedoken waterplanten zoals smalbladige waterpest en glanzig fonteinkruid (*Elodea nuttallii* en *Potamogeton lucens*). Ook kranswieren en schedefonteinkruid (*Chara spec.* en *Potamogeton pectinatus*) zijn in 1992 aangetroffen. In 1993 bestaat de ondergedoken vegetatie nog slechts uit glanzig fonteinkruid. Fijne waterranonkel (*Ranunculus aquaticus*) wordt op de oever gevonden.

In 1994 zijn er nauwelijks meer ondergedoken waterplanten in de poel aanwezig. Opvallend is tevens het volledig instorten van de oeverbegroeiing, bestaande uit riet en grote lisdodde. Als oorzaken voor het verdwijnen van de ondergedoken waterplanten wordt de langdurig hoge waterstand in het voorjaar van 1994 genoemd (correspondentie. D. Prins). Het verdwijnen van de oevervegetatie wordt geweten aan de vraat van een bisamrat (mond. med. A. Klaassen). Met het verdwijnen van de ondergedoken vegetatie is ook het doorzicht sterk afgenomen. In 1993 was de poel meestentijds nog zeer helder en was de ijzerrijke kwel zichtbaar als een melkwitte wolk in het water. In 1995 is in het groeiseizoen het water bruin gekleurd door kiezelalgen. De poel is niet geïnundeerd, maar tijdens te topafvoeren is het water tot enige meters hoger opgestuwd dan "normaal".

Fortgracht west

Zie tabel 9 van bijlage 3

De opnamen in het westelijke deel van de Fortgracht uit 1992 en 1993 hebben betrekking op de watervegetatie over een beperkt oppervlak. In 1994 en 1995 zijn tevens de oevers opgenomen.

Dit deel van de Fortgracht is in 1991 uitgebaggerd tot op de zandbodem. In 1992 en ten dele in 1993 stond er een uitbundige vegetatie van het kleine fonteinkruidenverbond, met tenger fonteinkruid, smalle waterpest, stijve en fijne waterranonkel (*Potamogeton pusillus*, *Elodea nuttallii*, *Ranunculus circinatus* en *R. aquatilis*) in helder water. In 1994 wordt de situatie totaal anders. Het water is erg troebel en de ondergedoken waterplanten zijn dan verdwenen. Drijvende waterplanten zijn de veenwortel en de gele plomp (*Polygonum amphibium* en *Nuphar lutea*). De veenwortel is in 1995 niet meer teruggevonden. Op de oevers heeft zich een gevarieerde vegetatie ontwikkeld met vooral soorten uit het riet- grote zegge- en watertorkruid-verbond.



4.4. Veranderingen in de watervegetatie: een overzicht

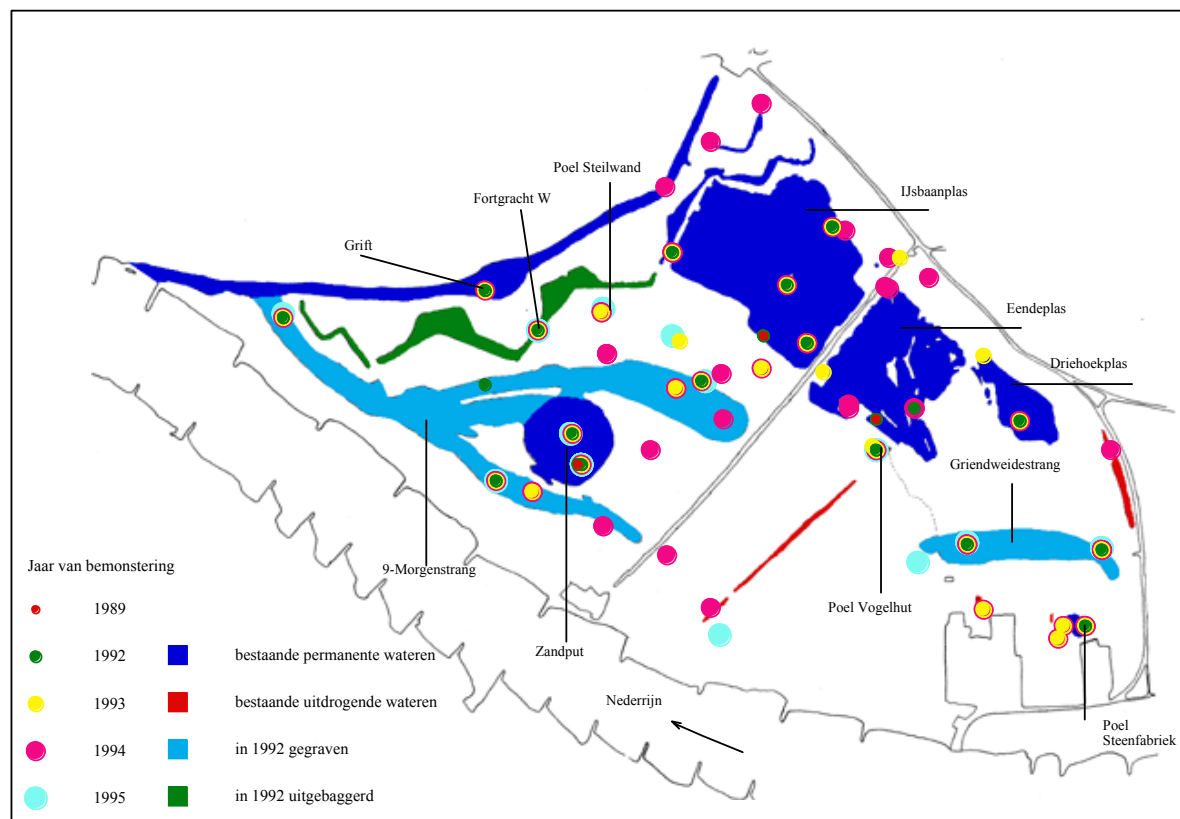
Het algemene beeld van de ontwikkeling van de vegetatie in de wateren van de Blauwe Kamer is een ernstige teruggang in het aantal waterplanten en in het bijzonder de ondergedoken waterplanten. In de Zandput, Poel Vogelhut, Poel Steilwand, Poel Steenfabriek en westelijke Fortgracht zijn kranswier en kleine fonteinkruid vegetaties verdwenen of verarmd. Dat dit min of meer los staat van de recente hoogwaters en de inrichtingsmaatregelen blijkt uit de ontwikkeling in de Driehoekspas in de periode tussen 1964 en 1985. Ook daar zijn de ondergedoken waterplanten verdwenen. Dit kan een gevolg zijn van de sterk gestegen waterstanden door de kanalisatie van de Rijn. Gegraven wateren in een uiterwaard als de Blauwe Kamer zien blijkbaar geen kans om ook in de uitgangssituatie een duurzame vegetatie van ondergedoken waterplanten te onderhouden. Een uitzondering werd gevormd door de zandput, die vanaf 1959 tot 1991 helder is gebleven. Dit is waarschijnlijk een gevolg van de diepte van de put, waarin het slib wel kan bezinken, maar niet wordt opgewerveld. De overige wateren zijn waarschijnlijk niet diep genoeg om het slib permanent te immobiliseren en toch te diep voor een gunstig lichtklimaat voor ondergedoken waterplanten.

Opmerkelijk is dat deze neergang aanvankelijk ook in de Griendweidestrand is geconstateerd, maar dat in 1995 sprake is van een kort herstel. Dit zou wijzen kunnen wijzen op de erosie van eerder afgezet slib. Bij de bespreking van de macrofauna wordt hier nog op teruggekomen.

De vegetatie op de oevers ontwikkelt zich gestaag. Het zachthoutoibos staat op het punt om door te schieten, ondanks de vraat door de koniks. Op allerlei plaatsen kiemen zomereiken en essen. Spectaculair zijn de ontwikkelingen in het verlaagde westelijke deel van de Blauwe Kamer. Na de inrichtingsmaatregelen hebben zich hier vier bedreigde (rode lijst) planten gevestigd (klein vlooiekruid, Engelse alant, slijkgroen en fraai duizendguldenkruid). Wat rivierdynamiek verder voor de vegetatie kan betekenen heeft het hoge water van kerst 1993 aangetoond door een riverduin naast de zomerdijk te deponeren. In augustus 1994 zijn hier de graskers (*Lepidium graminifolium*) en grijskruid (*Berteroa incana*) tot bloei gekomen, beide typische bewoners van het hoogdynamische rivierduinmilieu.

5. Macrofauna in de Blauwe Kamer

5.1. Bemonsterde lokaties in de periode 1989 - 1995 en methode van bemonstering



Figuur 14. Lokaties waar macrofauna-monsters zijn genomen.

De meervoudig gekleurde punten zijn gebruikt om de veranderingen in de macrofauna vast te stellen (monitoring). De éénmalige bemonsteringen zijn alleen genomen voor typologische doeleinden. Deze bemonsteringen hebben hoofdzakelijk plaatsgevonden in de winter en het voorjaar. De bemonsteringen ten behoeve van de monitoring hebben twee maal per jaar plaatsgevonden (voorjaar en zomer). Hierbij zijn, waar mogelijk, alle aanwezige biotopen bemonsterd (zoals bodem, vegetatie, klinkhout).

De bemonsteringen van ondiepe (< 1.5 m) bodems en vegetatie zijn uitgevoerd met een schepnet (maaswijdte 500 µm). Diepe bodems zijn bemonsterd met een Eckman-happer en de makrofauna van hout en stenen is verzameld door dit materiaal af te borstelen.



5.2. Veranderingen in de macrofauna

5.2.1. Af- en toename in afzonderlijke soorten in de verschillende onderzochte wateren

Voor ieder onderzocht water zijn de voor- en najaarsbemonsteringen van alle biotopen gesommeerd. Hierna is bepaald of een soort is toe- of afgenomen. Een soort is toegenomen indien in de laatste periode vestiging is opgetreden of wanneer de aantallen met een faktor 5 of meer gestegen zijn. Een soort is achteruitgegaan indien de soort is verdwenen of met een faktor 5 of meer in aantal is achteruitgegaan. Per water zijn de volgende veranderingen geconstateerd:

IJsbaanplas

Tabel 3. Verandering van de macrofauna in de IJsbaanplas

Periode/taxa	1992	1994	Periode/taxa	1992	1994
Platwormen			Libellen		
Dendrocoelum lacteum	+		Lestes viridis	+	
Borstelwormen			Waterwantsen		
Ophidonais serpentina	+		Corixa punctata	+	
Stylaria lacustris	+		Notonecta viridis	+	
Tubifex tubifex	+		Paracorixa concinna	+	
Aulodrilus plurisetia	+		Gerris lacustris	+	
Dero digitata	+		Ranatra linearis	+	
Eiseniella tetraedra	+		Ilyocoris cimicoides	+	
Ilyodrilus templetoni	+		Waterkevers		
Nais barbata	+		Noterus clavicornis	+	
Nais communis/ variabilis	+		Noterus crassicornis	+	
Nais pardalis	+		Hygrobia hermanni	+	
Slavina appendiculata	+		Laccophilus hyalinus	+	
Uncinaiis uncinata	+		Cercyon spec.	+	
Bloedzuigers			Haliplus lineolatus	+	
Hemicleipsis marginata	+		Helochares spec. 1	+	
Theromyzon tessulatum	+		Hydrochus spec. 1	+	
Erpobdella testacea		+	Hyphydrus ovatus	+	
Schelpdieren			Macroplea appendiculata	+	
Myxas glutinosa	+		Oulimnius spec. 1	+	
Physella acuta	+		Stictotarsus duodecimpustulatus	+	
Planorbis planorbis	+		Kokerjuffers		
Planorbarius corneus		+	Oecetis lacustris	+	
Valvata cristata		+	Oecetis ochracea	+	
Galba truncatula		+	Triaenodes bicolor	+	
Musculium lacustre		+	Athripsodes aterrimus	+	
Pisidium moitessierianum		+	Molanna angustata	+	
Radix auricularia		+	Mystacides longicornis	+	
Watermijten			Phryganea spec.	+	
Arrenurus crassicaudatus	+		Triaenodes bicolor	+	
Arrenurus latus	+		Limnephilus lunatus		+
Arrenurus sinuator	+		Cyrnus flavidus		+
Hydrachna cruenta	+		Dansmuggen		
Hydrodroma despiciens	+		Clinotanypus nervosus	+	
Mideopsis orbicularis	+		Tanytarsus spec.	+	
Arrenurus spec. n	+		Chironomus nudiventris	+	
Piona spec. n	+		Microchironomus tener	+	
Eylais extendens	+		Zavreliella marmorata	+	
Arrenurus albator	+		Ablabesmyia monilis		+
Limnesia maculata	+		Cricotopus intersectus		+
Limnesia spec. n	+		Parachironomus gr. arcuatus		+
Piona imminuta	+		Limnophyes spec.		+
Piona pusilla	+		Polypedilum cf. uncinatum		+
Piona neumani		+	Aantal taxa	64	16
Pionopsis lutescens		+	Saldo	48	



Toelichting op tabel 3 tm. 11.

Soorten in het rood zijn in aantal achteruitgegaan in de monsters uit de beschouwde periode (voor de IJsbassins 1992 - 1994). Soorten in het groen zijn over dezelfde periode in aantal toegenomen.

In de periode 1992 - 1994 zijn per saldo 48 taxa achteruitgegaan of verdwenen, verdeeld over een achteruitgang van 64 taxa en een vooruitgang bij 16 taxa. Een sterke achteruitgang is geconstateerd bij borstelwormen met een klimmende of zwemmende levenswijze (uitzonderingen zijn *Aulodrilus pluriseta*, *Eiseniella tetraedra* en *Ilyodrilus templetoni* met een gravende levenswijze). Bij de schelpdieren zijn de veranderingen hoofdzakelijk opgetreden bij de soorten van vast substraat. *Musculium lacustre* en *Pisidium moitessierianum* zijn bodembewoners, waarvan de laatste zijn zwaartepunt heeft in de rivier zelf. De watermijten zijn alle klimmers en of zwemmers met een rovende levenswijze. Slechts *Piona neumani* en *Pionopsis lutescens* zijn vooruitgegaan. Bij de waterwantsen en waterkevers zijn in totaal 18 taxa achteruitgegaan of verdwenen. Geen enkele soort vertoont in deze periode een toename. De kokerjuffers vertonen eveneens een sterke achteruitgang. Bij de dansmuggen zijn de af- en toename met elkaar in evenwicht. Bij de afgenomen soorten zijn de minder algemene soorten *Chironomus nudiventris*, *Microchironomus tener* en *Zavreliella marmorata*. De toegenomen taxa zijn ubiquisten (*Cricotopus intersectus*, *Parachironomus gr. arcuatus*).



Eendepias

Tabel 4. Veranderingen van de macrofauna in de Eendepias

Periode/taxa	1992	1994	Periode/taxa	1992	1994
Platwormen			Waterwantsen vervolg		
Polycelis nigra/tenuis	+		Sigara lateralis	+	
Dendrocoelum lacteum	+		Sigara striata	+	
Dugesia lugubris/polychroa	+		Callicorixa praeusta	+	
Dugesia tigrina	+		Corixa panzeri	+	
Borstelwormen			Gerris argentatus	+	
Psammoryctides barbatus		+	Gerris odontogaster	+	
Lumbriculidae		+	Gerris paludum	+	
Limnodrilus udekemianus		+	Mesovelia furcata	+	
Bloedzuigers			Notonecta glauca	+	
Hemiclepsis marginata	+		Gerris lacustris	+	
Piscicola geometra		+	Ranatra linearis	+	
Schelpdieren			Waterkevers		
Planorbium corneum	+		Noterus clavicornis	+	
Stagnicola palustris complex	+		Noterus crassicornis	+	
Armiger crista	+		Anacaena limbata	+	
Watermijten			Enochrus spec. I	+	
Arrenurus crassicaudatus	+		Helophorus obscurus	+	
Arrenurus latus	+		Hydrovatus cuspidatus	+	
Arrenurus sinuator	+		Hygrotus inaequalis	+	
Hydrachna cruenta	+		Laccophilus spec. I	+	
Hydrodroma despiciens	+		Helochares spec. I		+
Mideopsis orbicularis	+		Peltodytes caesus		+
Piona nodata	+		Helochares lividus		+
Eylais extendens	+		Enochrus melanocephalus		+
Limnochara aquatica	+		Slijkvliegen		
Piona spec. n		+	Sialis lutaria		+
Piona alpicola		+	Kokerjuffers		
Piona stjoerdalensis		+	Oecetis lacustris	+	
Kreeftachtigen			Athripsodes aterrimus		+
Asellus aquaticus	+		Mystacides longicornis		+
Eendagsvliegen			Cyrnus flavidus		+
Cloeon dipterum		+	Oecetis furva		+
Caenis horaria		+	Agraylea multipunctata		+
Libellen			Dansmuggen		
Aeshna cyanea	+		Endochironomus albipennis		+
Lestes sponsa	+		Polypedilum sordens		+
Waterwantsen			Parachironomus gr. arcuatus		+
Corixa punctata	+		Polypedilum nubeculosum		+
Hesperocorixa linnæi	+		Aantal taxa	43	23
Nepa cinerea	+		Saldo	20	

In de periode 1992 - 1994 zijn 43 taxa afgenomen, terwijl er 23 zijn toegenomen. Dit resulteert in een negatief saldo van 20 taxa. De platwormen zijn in 1994 niet meer aangetroffen. Bij de waterwantsen zijn 14 soorten achteruitgegaan en geen enkele soort is toegenomen. De achteruitgang bij de watermijten is eveneens aanzienlijk. Alleen *Piona alpicola* en *P. stjoerdalensis* vertonen een toename. Bij de waterkevers zijn 8 taxa afgenomen en 4 taxa toegenomen. Opmerkelijk is de toename van 5 kokerjuffers en de afname van de waterpissebed (*Asellus aquaticus*). Deze laatste maakte in 1992 nog 24% van de totale verzamelde fauna (4894 ind.). In 1994 is het aandeel van de waterpissebed nog slechts 2.9% van de totale fauna (5379 ind.). De combinatie van een toename in het aantal kokerjuffers en de sterke afname van de vervuilingsminnende waterpissebed levert een sterke aanwijzing op dat de zuurstofhuishouding in de Eendepias in 1994 beter is dan in 1992. Bij de dansmuggen zijn vier soorten vooruitgegaan die deels gebonden zijn aan vast substraat (*Polypedilum sordens*, *Parachironomus gr. arcuatus*) of hoofdzakelijk het organisch en/of minerale bodemslib bewonen (*Endochironomus albipennis* en *Polypedilum nubeculosum*).



Driehoekspas

Tabel 5. Veranderingen van de macrofauna in de Driehoekspas

Periode/taxa	1992	1994	Periode/taxa	1992	1994
Platwormen			Eendagsvliegen		
Polycelis nigra/tenuis	+		Caenis robusta	+	
Dendrocoelum lacteum	+		Waterwantsen		
Dugesia lugubris/polychroa	+		Corixa punctata	+	
Dugesia tigrina	+		Hesperocorixa linnaei	+	
Borstelwormen			Nepa cinerea	+	
Ophidonais serpentina	+		Sigara lateralis	+	
Stylaria lacustris	+		Sigara striata	+	
Tubifex tubifex	+		Notonecta viridis	+	
Chaetogaster diaphanus	+		Paracorixa concinna	+	
Eiseniella tetraedra	+		Nepa cinerea n	+	
Limnodrilus claparedeianus	+		Waterkevers		
Pelosclex ferox	+		Noterus clavicornis	+	
Slavina appendiculata	+		Noterus crassicornis	+	
Eiseniella tetraedra	+		Anacaena limbata	+	
Psammoryctides barbatus		+	Hygrotus versicolor	+	
Lumbriculidae		+	Laccobius minutus	+	
Limnodrilus udekemianus		+	Hygrobia hermanni	+	
Bloedzuigers			Laccophilus hyalinus	+	
Erpobdella testacea	+		Laccophilus minutus	+	
Schelpdieren			Peltodytes caesus	+	
Planorbarius corneus	+		Anacaena bipustulata	+	
Stagnicola palustris complex	+		Graptodytes pictus	+	
Myxas glutinosa	+		Hydroporus palustris	+	
Gyraulus albus	+		Rhantus exsoletus	+	
Physa fontinalis	+		Kokerjuffers		
Valvata cristata	+		Oecetis lacustris	+	
Potamopyrgus antipodarum		+	Oecetis ochracea	+	
Watermijten			Trienodes bicolor	+	
Arrenurus crassicaudatus	+		Limnephilus lunatus	+	
Arrenurus latus	+		Mystacides nigra	+	
Arrenurus sinuator	+		Dansmuggen		
Hydrachna cruenta	+		Ablabesmyia longistyla	+	
Hydrodroma despiciens	+		Ablabesmyia monilis	+	
Mideopsis orbicularis	+		Ablabesmyia phatta	+	
Piona nodata	+		Psectrocladius barbimanus	+	
Arrenurus spec. n	+		Psectrocladius gr. sordidellus	+	
Piona spec. n	+		Polypedilum sordens		+
Hydryphanthes ruber	+		Cricotopus intersectus		+
Pionopsis lutescens n	+		Tanytus punctipennis		+
			Aantal taxa	63	7
			Saldo	56	

In de periode 1992 - 1994 zijn 63 taxa afgenomen en bij 7 taxa is een toename geconstateerd. Hiermee komt het saldo op 56 soorten die zijn achteruitgegaan of verdwenen. Alle groepen vertonen een sterke achteruitgang. De soorten die zijn achteruitgegaan leven grotendeels op of tussen vast substraat (schelpdieren, watermijten, waterwantsen, waterkevers en kokerjuffers. Van de gravende borstelwormen gaan 3 soorten achteruit (*Limnodrilus hoffmeisteri*, *Lumbriculidae* en *Pelosclex ferox*) en 3 soorten nemen toe (*Limnodrilus udekemianus*, *Lumbriculidae* en *Psammoryctides barbatus*). De verandering in de dansmuggen is te karakteriseren als het verdwijnen van soorten van zandbodems (*Psectrocladius barbimanus*) en of een associatie met waterplanten (*Ablabesmyia spp.* en *Psectrocladius gr. sordidellus*), Moller Pillot en Buskens (1990).



9-Morgenstrang

Tabel 6. Verandering van de macrofauna in de 9-Morgenstrang

Periode/taxa	1992	1995	Periode/taxa	1992	1995
Borstelwormen			Waterwantsen		
Stylaria lacustris	+		Nepa cinerea		+
Nais communis/ variabilis	+		Micronecta scholtzi		+
Uncinatis uncinata	+		Micronecta spec.		+
Psammoryctides barbatus	+		Waterkevers		
Enchytraeidae		+	Laccobius bipunctatus	+	
Nais elinguis		+	Haliplus flavicollis	+	
Tubificidae juv. zh		+	Laccobius minutus		+
Bloedzuigers			Laccophilus hyalinus		+
Erpobdella octoculata		+	Laccophilus spec. 1		+
Schelpdieren			Haliplus fluviatilis		+
Gyraulus albus	+		Helochares lividus		+
Planorbis planorbis	+		Haliplus immaculatus		+
Bithynia leachi	+		Laccobius spec. 1		+
Dreissena polymorpha	+		Rupsen		
Physella acuta		+	Nymphula nymphaea	+	
Pisidium casertanum		+	Cataclysta lemnata		+
Galba truncatula		+	Kokerjuffers		
Corbicula fluminalis		+	Mystacides nigra	+	
Corbicula fluminea		+	Mystacides longicornis	+	
Corbicula spec.		+	Ecnomus tenellus		+
Lymnaea stagnalis		+	Dansmuggen		
Pisidium henslowanum		+	Dicrotendipes gr. tritonus	+	
Pisidium moitessierianum		+	Harnischia spec.	+	
Pisidium nitidum		+	Parachironomus biannulatus	+	
Pisidium obtusale		+	Paratanytarsus inopertus	+	
Pisidium subtruncatum		+	Tanytarsus gracilentus	+	
Unio pictorum		+	Tanytarsus pallidicornis	+	
Unio tumidus		+	Psectrocladius obivus	+	
Watermijten			Endochironomus gr. dispar	+	
Limnesia spec. n	+		Microtendipes chloris	+	
Piona imminuta	+		Tanytarsus lestagei-agg.	+	
Mideopsis orbicularis		+	Micropsectra lindrothi	+	
Piona spec. n		+	Tanytarsus radens	+	
Pionopsis lutescens n		+	Ablabesmyia phatta	+	
Unionicola aculeata		+	Psectrocladius barbimanus	+	
Neumania deltoides		+	Ablabesmyia monilis	+	
Forelia variegator		+	Einfeldia carbonaria		+
Hydryphantes dispar		+	Lipiniella arenicola		+
Hygrobates nigromaculatus		+	Lipiniella moderata		+
Piona coccinea		+	Pseudosmittia gr. arenaria		+
Piona rotundoides		+	Microchironomus tener		+
Piona stjoerdalensis		+	Limnophyes spec.		+
Pionopsis lutescens		+	Polypedilum gr. bicrenatum		+
Eendagsvliegen			Polypedilum cf. uncinatum		+
Caenis robusta	+		Polypedilum sordens		+
			Aantal taxa	31	51
			Saldo		20

In de periode 1992 - 1995 zijn 51 taxa nieuw gevestigd of in aantal toegenomen. Van 31 taxa is een afname waargenomen, een positief saldo van 20 taxa. De schelpdieren die zijn achteruitgegaan, zijn gebonden aan vast substraat. De toegenomen soorten zijn hoofdzakelijk tweekleppigen die zich in de bodem ingraven (uitgezonderd *Physella acuta*, *Galba truncatula*, de leverbotslak die gebonden is aan uitdrogende oevers en de poelslak (*Lymnaea stagnalis*) die leven op vast substraat). De watermijten



koloniseren voorspoedig in de periode 1992 - 1995 in de 9-Morgenstrang. Twee taxa gaan achteruit tegen een vooruitgang van 12 taxa. De waterwantsen nemen enigszins toe. Bij de waterkevers gaan 2 soorten achteruit en 7 taxa vooruit. Grote verschillen treden op bij de dansmuggen. Het geslacht *Tanytarsus* (bewoners van zandbodems) verdwijnt al snel uit deze strang. Daarnaast verdwijnen een aantal bijzondere (*Parachironomus biannulatus*, *Psectrocladius obvius*, *P. barbimanus*) tot zeer bijzondere dansmuggen (*Micropsectra lindrothi* en *Tanytarsus radens*). De laatste twee soorten zijn in de Blauwe Kamer voor het eerst in het riviereengebied aangetroffen. *M. lindrothi* is door Klink (1982) gekarakteriseerd als een bewoner van bovenloopjes van beken met uittredend grondwater op een veenbodem. Inmiddels is duidelijk geworden dat deze soort ook een pionier is van wateren met een zandbodem, die recent zijn uitgebaggerd (Beuven; Buskens (1989), duinpannen; Schmale (1992)). Een duurzame vestiging van deze soort zal afhankelijk zijn van dynamiek (stroming) waardoor de bodem periodiek wordt schoongespoeld en de pioniergemeenschap zich weer kan herstellen. Over *Tanytarsus radens* is minder bekend. Krüger (1944) beschrijft de larve en pop afkomstig uit een verlandend brakwaterpoeltje *T. radens* eet daar grove detritus en veel zand. Hij noemt de larve uniek, aangezien het de enige Tanytarsini is met een "terrestrische" levenswijze. In de Blauwe Kamer is *T. radens* (met *M. lindrothi*) ook verzameld in de Fortgracht na uitbaggeren en in de Griendweidestrang in 1992. De vindplaatsen zijn ondiep, maar waren ten tijde van de bemonstering zeker niet drooggevallen. In de darm van *T. radens* zijn vrijwel uitsluitend zandkorrels aangetroffen.

Van de dansmuggen die zijn vooruitgegaan kan *Lipiniella moderata* als nieuw voor de Nederlandse fauna worden vermeld. De overige soorten behoren grotendeels tot een karakteristieke gemeenschap van de zandige en slibrijkere oeverzone in het benedenriviereengebied. In de ondiepe delen van de Randmeren is *Lipiniella arenicola* een karakteristieke soort voor de zandbodems die door de windwerking niet opslibben. Een aspect van droogvallende oevers in de 9-Morgenstrang wordt aangeduid door *Limnophyes spec.* en *Pseudosmittia gr. arenaria*. Tot dit laatste taxon behoren ook de larven van *Lindebergia bothnica*, een soort die massaal is aangetroffen in de zuidelijke oever van de 9-Morgenstrang in het voorjaar van 1993 en een tweede aanwinst betekent voor de Nederlandse fauna. Ongeveer een jaar later is een tweede vindplaats ontdekt in een pas gegraven zandput in de buurt van Tilburg (med. H. Moller Pillot).



Griendweidestrang

Tabel 7. Verandering van de macrofauna in de Griendweidestrang

Periode/taxa	1992	1995	Periode/taxa	1992	1995
Platwormen			Waterwantsen		
Polycelis nigra/tenuis		+	Paracorixa concinna	+	
Borstelwormen			Corixa punctata		+
Ophidonais serpentina		+	Sigara striata		+
Stylaria lacustris		+	Corixa panzeri		+
Aulodrilus plurisetus		+	Gerris odontogaster		+
Dero digitata		+	Ilyocoris cimicoides		+
Ilyodrilus templetoni		+	Plea leachi		+
Nais pardalis		+	Micronecta scholtzi		+
Lumbriculidae		+	Micronecta spec.		+
Enchytraeidae		+	Notonecta spec.		+
Limnodrilus hoffmeisteri		+	Sigara falleni		+
Tubificidae juv. mh		+	Sigara iactans		+
Tubificidae juv. zh		+	Waterkevers		
Bloedzuigers			Hygrotus versicolor		+
Theromyzon tessulatum		+	Laccophilus hyalinus		+
Piscicola geometra		+	Haliplus flavicollis		+
Erpobdella octoculata		+	Haliplus fluviatilis		+
Glossiphonia heteroclita		+	Haliplus spec. 1		+
Schelpdieren			Helochares lividus		+
Gyraulus albus		+	Haliplus immaculatus		+
Physa fontinalis		+	Slijkvliegen		
Armiger crista		+	Sialis lutaria		+
Anisus vortex		+	Rupsen		
Bithynia tentaculata		+	Nymphula nympeata		+
Hippeutis complanatus		+	Acentropus niveus		+
Musculium lacustre		+	Cataclysta lemnae		+
Pisidium subtruncatum		+	Kokerjuffers		
Potamopyrgus antipodarum		+	Oecetis ochracea		+
Radix peregra (incl. ovata)		+	Dansmuggen		
Valvata piscinalis		+	Chironomus acutiventris		+
Watermijten			Paracladopelma laminata		+
Piona carnea	+		Tanytarsus spec.		+
Hydrachna cruenta		+	Micropsectra lindrothi		+
Hydrodroma despiciens		+	Tanytarsus radens		+
Arrenurus spec. n		+	Acricotopus lucens		+
Limnesia maculata		+	Ablabesmyia phatta		+
Limnesia undulata		+	Psectrocladius barbimanus		+
Piona coccinea		+	Stictochironomus spec.		+
Piona rotundoides		+	Psectrocladius obivus		+
Piona variabilis		+	Tanytarsus lestagei-agg.		+
Kreeftachtigen			Polypedilum nubeculosum		+
Gammarus tigrinus		+	Polypedilum gr. bicrenatum		+
Asellus aquaticus		+	Glyptotendipes pallens		+
Atyaephyra desmarestii		+	Glyptotendipes paripes		+
Gammarus spec. juv.		+	Cricotopus sylvestris		+
Eendagsvliegen			Endochironomus albipennis		+
Caenis robusta		+	Corynoneura scutellata agg.		+
Cloeon dipterum		+	Tanytus punctipennis		+
Caenis horaria		+	Cricotopus intersectus		+
Caenis luctuosa		+	Parachironomus gr. arcuatus		+
Libellen			Polypedilum sordens		+
Erythromma najas		+	Aantal taxa	11	82
Coenagrionidae indet.		+	Saldo		71
Orthetrum cancellatum		+			



In de periode 1992 - 1995 is een toename van 71 taxa waargenomen, verdeeld over een toename van 82 taxa en een afname van 11 taxa. In 1995 is de platworm *Polycelis nigra/tenuis* voor het eerst aangetroffen. Bij de borstelwormen treedt kolonisatie op van een groot aantal soorten. Hieronder klimmers/zwemmers zoals (*Ophidonais serpentina*, *Stylaria lacustris*, *Dero digitata* en *Nais pardalis*) en de slibgravers *Aulodrilus pluriseta*, *Ilyodrilus templetoni*, *Lumbriculidae*, *Enchytraeidae*, *Limnodrilus hoffmeisteri* en de juveniele *Tubificidae*. Vier soorten bloedzuigers hebben in 1995 de Griendweidestrang gekoloniseerd. Tenminste 11 soorten schelpdieren lijken de Griendweidestrang permanent te hebben gekoloniseerd in de periode 1992 - 1995. De meeste schelpdieren in de Griendweidestrang leven op vaste substraten zoals waterplanten. Slechts *Musculium lacustre* en *Pisidium subtruncatum* zijn gravers. Het aantal soorten watermijten groeit gestaag. Dit geldt eveneens voor de kreeftachtigen die met inundatie door de rivier worden meegevoerd (*Athyaephira desmarestii* en *Gammarus tigrinus*). Van de 4 "nieuwe" eendagsvliegen leeft *Cloeon dipterum* op waterplanten en de *Caenis*-soorten zijn bodembewoners. Vooral veel soorten waterwantsen en waterkevers hebben tussen 1992 en 1995 de Griendweidestrang weten te vinden. Slechts de waterwants *Paracorixa concinna* is vanaf 1992 gestaag in aantal teruggelopen en is in 1995 niet meer aangetroffen. De soort staat niet als uitgesproken pionier bekend, maar heeft een zekere voorkeur voor een bodem met weinig organisch materiaal (Savage, 1989). Daarnaast is deze soort bekend van brakke wateren en is zij algemeen langs de Nederlandse kust, maar in het binnenland vrij zeldzaam (Nieser, 1998; Savage, 1989). De verdwenen dansmuggen zijn grotendeels dezelfde soorten die ook uit de 9-Morgenstrang zijn verdwenen. Een bijzondere soort in het rivierengebied is *Paracladopelma laminata*, die geassocieerd wordt met zandige bodems en een goede zuurstofhuishouding (Moller Pillot en Buskens, 1990). Het merendeel van de verdwenen soorten is eveneens gebonden aan een zandige bodem. Van de soorten die zijn toegenomen, behoren de eerste drie (*Stictochironomus spec.*, *Psectrocladius obvius* agg. en *Tanytarsus lestagei*-agg.) tot de typische fauna van zandbodems met een goede waterkwaliteit. De overige soorten zijn veel minder kritisch en behoren tot de ubiquisten die in ieder "doorsnee" watertype in Nederland zeer algemeen zijn. De bodembewonende soorten (*Glyptotendipes spp.*, *Polypedilum nubeculosum*, *Endochironomus albipennis* en *Tanytus punctipennis* soorten wijzen er tevens op dat de zandige bodem gaat opslibben met mineraal en organisch materiaal. *Cricotopus sylvestris*, *C. intersectus*, *Corynoneura scutellata* agg. en *Parachironomus gr. arcuatus* behoren tot de meest algemene bewoners van waterplanten, draadalgen en ander vast substraat in de Nederlandse stilstaande wateren.



Fortgracht west

Tabel 8. Veranderingen van de macrofauna in het westelijke deel van de Fortgracht

Periode/taxa	1992	1995	Periode/taxa	1992	1995
Borstelwormen			Eendagsvliegen		
Aulodrilus plurisetia	+		Caenis robusta	+	
Lumbriculidae	+		Waterwantsen		
Ophidonais serpentina		+	Micronecta scholtzi		+
Dero digitata		+	Waterkevers		
Enchytraeidae		+	Laccophilus hyalinus	+	
Bloedzuigers			Laccophilus minutus	+	
Glossiphonia complanata	+		Peltodytes caesus	+	
Hemiclepsis marginata		+	Enochrus spec. I	+	
Piscicola geometra		+	Hydroporus palustris	+	
Glossiphonia heteroclita		+	Haliplus spec. I	+	
Helobdella stagnalis		+	Rupsen		
Schelpdieren			Acentropus niveus	+	
Stagnicola palustris complex	+		Kokerjuffers		
Physa fontinalis	+		Mystacides nigra	+	
Valvata cristata		+	Oecetis ochracea	+	
Hippeutis complanatus		+	Dansmuggen		
Pisidium subtruncatum		+	Psectrocladius gr. sordidellus	+	
Potamopyrgus antipodarum		+	Tanytarsus spec.	+	
Watermijten			Micropsectra lindrothi	+	
Piona nodata	+		Tanytarsus radens	+	
Limnesia spec. n	+		Acricotopus lucens	+	
Hydrodroma despiciens		+	Psectrocladius barbimanus	+	
Piona stjoerdalensis		+	Glyptotendipes pallens		+
Kreeftachtigen			Glyptotendipes paripes		+
Gammarus tigrinus		+	Ablabesmyia longistyla		+
Asellus aquaticus		+	Parachironomus gr. arcuatus		+
Gammarus pulex		+	Polypedilum sordens		+
Gammarus spec. juv.		+	Aantal taxa	23	23
			Saldo	0	0

Netto zijn er in de Fortgracht in de periode 1992 - 1995 evenveel soorten achteruitgegaan als toegenomen (23 taxa). De toename van de kreeftachtigen en in het bijzonder van *Gammarus tigrinus* wijst op kolonisatie vanuit de rivier. Met name de waterkevers vertonen een achteruitgang, die vergelijkbaar is met die in de kleiputten.

Evenals in de 9-Morgenstrang en Griendweidestrang zijn in het pionierstadium *Micropsectra lindrothi* en *Tanytarsus radens* aangetroffen en daarna weer verdwenen. Ook hier (zie Griendweidestrang) vindt een toename plaats van ubiquistische bewoners van de opgeslibde bodem (*Glyptotendipes spp.*) en vast substraat (*Parachironomus gr. arcuatus*).



Poel Vogelhut

Tabel 9. Verandering van de macrofauna in de Poel Vogelhut

Periode/taxa	1992	1995	Periode/taxa	1992	1995
Borstelwormen			Waterwantsen		
Ophidonais serpentina		+	Corixa punctata	+	
Tubifex tubifex		+	Hesperocorixa linnaei		+
Enchytraeidae		+	Nepa cinerea		+
Bloedzuigers			Sigara striata		+
Glossiphonia complanata		+	Notonecta viridis		+
Erpobdella octoculata		+	Gerris lacustris		+
Glossiphonia heteroclita		+	Plea leachi		+
Schelpdieren			Micronecta scholtzi		+
Bithynia leachi	+		Micronecta spec.		+
Valvata cristata		+	Waterkevers		
Physella acuta		+	Hygrobia hermanni	+	
Bathyomphalus contortus		+	Helophorus brevipalpis	+	
Galba truncatula		+	Haliphus ruficollis	+	
Pisidium milium		+	Anacaena limbata		+
Pisidium pseudosphaerium		+	Hygrotus versicolor		+
Radix peregra (incl. ovata)		+	Peltodytes caesus		+
Segmentina nitida		+	Anacaena bipustulata		+
Sphaerium corneum		+	Hydrobius fuscipes		+
Watermijten			Helochares spec. 1		+
Arrenurus sinuator	+		Haliphus fluviatilis		+
Eylais extendens		+	Helochares lividus		+
Kreeftachtigen			Rhantus suturalis		+
Gammarus tigrinus		+	Ochthebius minimus		+
Asellus aquaticus		+	Dytiscus marginalis 1		+
Corophium curvispinum		+	Kokerjuffers		
Gammarus pulex		+	Limnephilus flavicornis/marmoratus	+	
Gammarus spec. juv.		+	Limnephilus affinis cf.	+	
Eendagsvliegen			Limnephilus rhombicus	+	
Caenis horaria		+	Triaenodes bicolor		+
Libellen			Dansmuggen		
Lestes viridis	+		Guttipeloplia guttipennis		+
Sympetrum spec.	+		Tanypus punctipennis		+
Libellula quadrimaculata		+	Zavreliella marmorata		+
Ischnura elegans		+	Dicrotendipes lobiger		+
Erythromma najas		+	Aantal taxa	11	50
Coenagrionidae indet.		+	Saldo		39

Over 1992 - 1995 zijn per saldo 39 soorten toegenomen. Hierbij zijn 49 taxa vooruitgegaan en 11 taxa zijn achteruitgegaan of verdwenen. Vanaf 1992 hebben verschillende groepen de Poel Vogelhut weten te bereiken. Hieronder de slibbewonende borstelwormen (*Enchytraeidae* en *Tubifex tubifex*). Een aantal soorten schelpdieren die leven op de vegetatie hebben de Poel Vogelhut gekoloniseerd gekoloniseerd (*Valvata cristata*, *Physella acuta*, *Bathyomphalus contortus*, *Galba truncatula*, *Radix peregra* en *Segmentina nitida*). Overige soorten, *Pisidium milium*, *P. pseudosphaerium* en *Sphaerium corneum* zijn tweekleppige bodembewoners. Van de kreeftachtigen heeft de typische rivierbewoner *Corophium curvispinum* zich gevestigd, met andere vlokreeften (*Gammarus spec.*). De kolonisatie van de waterwantsen en waterkevers verloopt voorspoedig. Soorten die in het voorjaar van 1993 nog massaal aanwezig waren in de Poel zijn de kokerjuffers van het geslacht *Limnephilus*. In de volgende jaren is daarnaar vergeefs gezocht. *Triaenodes bicolor* heeft zich recent gevestigd. Uit de vestiging van de dansmuggen *Guttipeloplia guttipennis* en *Zavreliella marmorata* kan worden afgeleid dat de vegetatie zich ontwikkeld. *Tanypus punctipennis* en *Dicrotendipes lobiger* hebben een voorkeur voor organische ten opzichte van minerale bodems (Moller Pillot en Buskens, 1990). De laatste soort is in de Blauwe Kamer verder alleen in de Poel Steenfabriek verzameld.

**Poel Steilwand**

Tabel 10. Verandering van de macrofauna in de Poel Steilwand

Periode/taxa	1993	1995	Periode/taxa	1993	1995
Borstelwormen			Waterkevers		
<i>Stylaria lacustris</i>	+		<i>Noterus crassicornis</i>	+	
Enchytraeidae	+		<i>Laccobius minutus</i>	+	
<i>Limnodrilus claparedeianus</i>		+	<i>Laccophilus minutus</i>	+	
<i>Limnodrilus hoffmeisteri</i>		+	<i>Helophorus obscurus</i>	+	
Tubificidae juv. mh		+	<i>Haliplus ruficollis</i>	+	
Tubificidae juv. zh		+	<i>Haliplus spec. v</i>	+	
Schelpdieren			<i>Hydrochara caraboides l</i>	+	
<i>Galba truncatula</i>	+		<i>Pelodytes caesus</i>		+
<i>Lymnaea stagnalis</i>		+	Rupsen		
Kreeftachtigen			<i>Cataclysta lemnae</i>	+	
<i>Asellus aquaticus</i>		+	Kokerjuffers		
Eendagsvliegen			<i>Limnephilus affinis cf.</i>	+	
<i>Cloeon dipterum</i>	+		<i>Limnephilus rhombicus</i>	+	
<i>Caenis robusta</i>		+	<i>Triaenodes bicolor</i>		+
Libellen			<i>Athripsodes aterrimus</i>		+
<i>Libellula quadrimaculata</i>	+		Dansmuggen		
Coenagrionidae juv.	+		<i>Monopelopia tenuicalcar</i>	+	
<i>Orthetrum cancellatum</i>		+	<i>Xenopelopia spec.</i>	+	
Waterwantsen			<i>Endochironomus albipennis</i>	+	
<i>Sigara lateralis</i>	+		<i>Corynoneura scutellata agg.</i>	+	
<i>Sigara striata</i>		+	<i>Ablabesmyia phatta</i>	+	
<i>Micronecta scholtzi</i>		+	<i>Ablabesmyia monilis</i>	+	
<i>Micronecta spec.</i>		+	<i>Tanypus kraatzi</i>		+
			<i>Tanypus punctipennis</i>		+
			Aantal taxa	22	16
			Saldo	6	

Deze poel is bemonsterd vanaf 1993. Hierbij is het netto resultaat een afname van 6 taxa, verdeeld over een vooruitgang van 17 taxa en een terugval van 22 taxa. De vooruitgang van de borstelwormen *Limnodrilus spp.* en juveniele *Tubificidae* duidt op het ontstaan van een slibrijke bodem. Dit is eveneens het geval voor de kreeftachtige *Asellus aquaticus*. Voor deze kleine poel is het aantal waterkevers sterk achteruitgegaan. De in het voorjaar van 1993 aanwezige *Limnephilus* soorten (kokerjuffers) zijn later niet meer aangetroffen (zie Poel Vogelhut). *Triaenodes bicolor* en *Athripsodes aterrimus* hebben zich gevestigd sedert 1993. De verdwenen dansmuggen (*Monopelopia tenuicalcar*, *Xenopelopia spec.*, *Corynoneura scutellata agg.* en de *Ablabesmyia* soorten) wijzen op een afnemend aandeel van de vegetatie. De komst van de *Tanypus* soorten kan worden opgevat als voortgaande bodemvorming van klei in de uitgangssituatie naar een groter aandeel organisch materiaal in 1995 (Moller Pillot en Buskens, 1990).

**Poel Steenfabriek**

Tabel 11. Verandering van de macrofauna in de Poel Steenfabriek

Periode/taxa	1992	1994	Periode/taxa	1992	1994
Platwormen			Waterkevers vervolg		
<i>Dugesia tigrina</i>	+		<i>Cymbiodyta marginella</i>	+	
Borstelwormen			<i>Helophorus aequalis</i>	+	
<i>Tubifex tubifex</i>	+		<i>Hydroglyphus pusillus</i>	+	
<i>Eiseniella tetraedra</i>	+		<i>Hygrobia hermanni</i>		+
<i>Slavina appendiculata</i>	+		<i>Anacaena bipustulata</i>		+
<i>Eiseniella tetraedra</i>	+		<i>Haliplus immaculatus</i>		+
<i>Aulophorus furcatus</i>	+		<i>Oulimnius rivularis</i>		+
<i>Nais pardalis</i>		+	Rupsen		
<i>Limnodrilus udekemianus</i>		+	<i>Cataclysta lemna</i>	+	
Bloedzuigers			Kokerjuffers		
<i>Helobdella stagnalis</i>		+	<i>Oecetis furva</i>	+	
Schelpdieren			<i>Cyrnus flavidus</i>	+	
<i>Bithynia leachi</i>		+	<i>Trienodes bicolor</i>	+	
Watermijten			<i>Holocentropus picicornis</i>		+
<i>Arrenurus crassicaudatus</i>	+		Dansmuggen		
<i>Arrenurus fimbriatus</i>	+		<i>Chironomus nudiventris</i>	+	
<i>Arrenurus globator</i>	+		<i>Acricotopus lucens</i>	+	
Eendagsvliegen			<i>Dicrotendipes nervosus</i>		+
<i>Cloeon dipterum</i>		+	<i>Chironomus commutatus</i>		+
<i>Caenis horaria</i>		+	<i>Nanocladius bicolor</i>		+
Libellen			<i>Natarsia spec.</i>		+
<i>Sympetrum spec.</i>	+		<i>Paramerina cingulata</i>		+
<i>Enallagma cyathigerum</i>	+		<i>Paraphaenocladus impensus agg.</i>		+
<i>Ischnura elegans</i>	+		<i>Xenopelopia spec.</i>		+
<i>Erythromma najas</i>	+		<i>Endochironomus gr. dispar</i>		+
Waterwantsen			<i>Microtendipes chloris</i>		+
<i>Nepa cinerea</i>	+		<i>Cricotopus sylvestris</i>		+
<i>Sigara striata</i>	+		<i>Dicrotendipes lobiger</i>		+
<i>Ilyocoris cimicoides</i>	+		<i>Ablabesmyia longistyla</i>		+
<i>Plea leachi</i>	+		<i>Corynoneura scutellata agg.</i>		+
<i>Micronecta spec.</i>		+	<i>Polypedilum cf. uncinatum</i>		+
Waterkevers			<i>Cricotopus intersectus</i>		+
<i>Noterus clavicornis</i>	+		<i>Ablabesmyia monilis</i>		+
<i>Enochrus spec. I</i>	+		<i>Parachironomus gr. arcuatus</i>		+
<i>Helophorus brevipalpis</i>	+		<i>Polypedilum sordens</i>		+
<i>Haliplus ruficollis</i>	+		Aantal taxa	31	30
<i>Haliplus spec. I</i>	+		Saldo		1

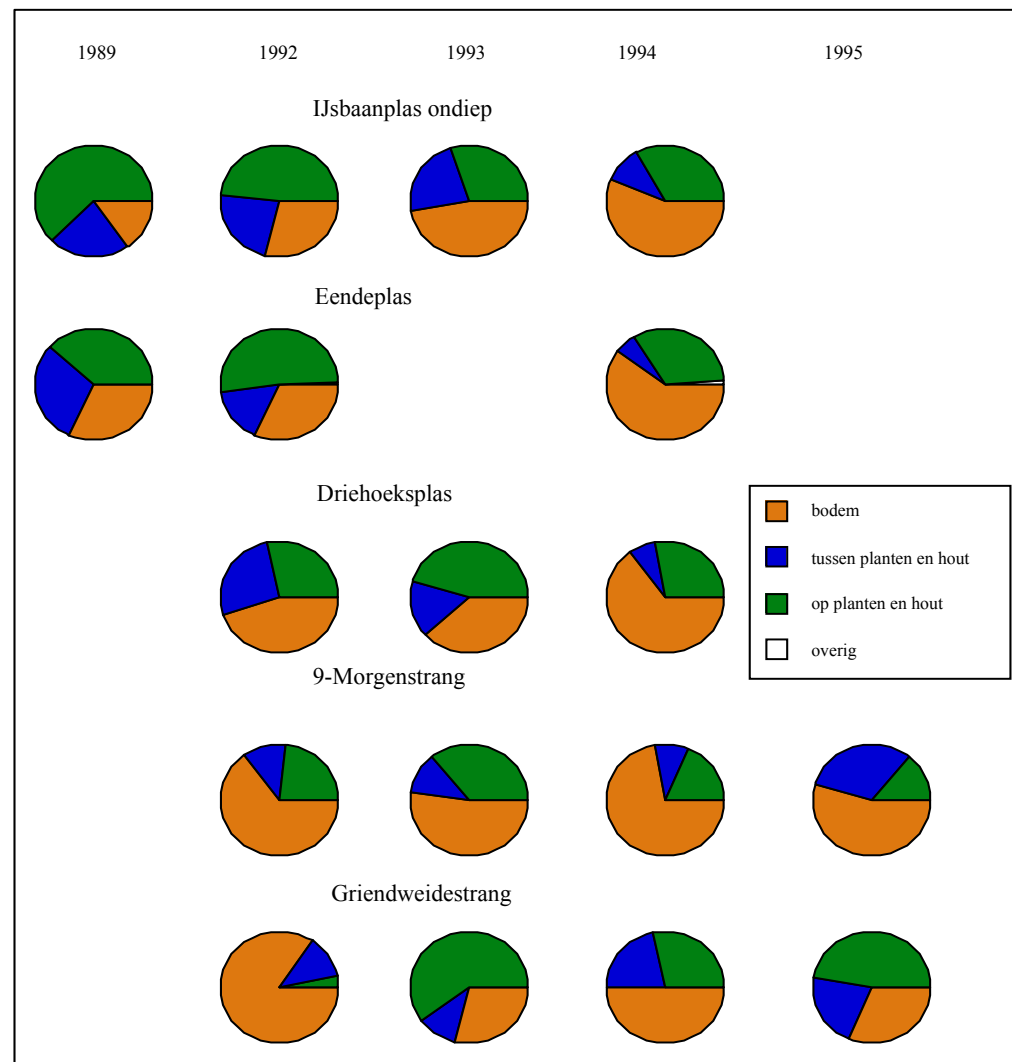
In de periode 1992 - 1994 zijn 31 soorten achteruitgegaan en 30 soorten toegenomen of gekoloniseerd. Dit netto saldo van -1 taxon wordt veroorzaakt door een zeer sterke toename van de Chironomidae (16 taxa) en een achteruitgang bij de meeste andere groepen. De platworm *Dugesia tigrina* is in 1993 en 1994 niet meer teruggevonden. Onder de verdwenen borstelwormen bevindt zich de, nog niet eerder in het rivierengebied aangetroffen *Aulophorus furcatus*. In de Donau en haar zijrivieren schijnt *A. furcata* niet zeldzaam te zijn (Uzunov en Kapustina, 1993). In de Dnjepr is de soort aangetroffen in het traag stromende zomerbed en stagnante wateren in het winterbed (Fomenko, 1980). Daarnaast zijn slibbewoners (*Tubifex tubifex*, *Eiseniella tetraedra*) verdwenen en is de slibbewoner *Limnodrilus udekemianus* verschenen. Veel schelpdieren zijn in zeer lage aantallen voor het eerst in 1994 gevonden, alleen *Bithynia leachi* in groter aantal. De watermijten, libellen, waterwantsen en waterkevers, rupsen en kokerjuffers lopen in diversiteit terug. De dansmuggen die sterk zijn vooruitgegaan zijn de ubiquisten *Dicrotendipes nervosus*, *Cricotopus sylvestris*, *C. intersectus*, *Corynoneura scutellata agg.* en *Parachironomus gr. arcuatus*. De andere taxa (*Natarsia spec.*, *Xenopelopia spec.*, *Endochironomus gr. dispar* en *Microtendipes chloris*) wijzen op een groeiend aandeel rottend plantaardig materiaal op de bodem.



5.2.2. Veranderende biotopen

In deze paragraaf wordt van iedere soort waarvan de substraat(biotoop)voorkeur bekend is, een indeling gemaakt naar bodembewoners, bewoners tussen planten en hout (veelal zwemmers) en bewoners op planten en hout. Daarnaast is er nog een gering aantal soorten die met de huidige kennis niet in deze categorieën zijn onder te brengen. Deze vormen de groep overig. Ook hier zijn de monsters van alle biotopen in voor en najaar samengevoegd tot een totaalopname voor het betreffende jaar.

In onderstaand figuur zijn de veranderingen weergegeven per onderzocht water gedurende de periode van onderzoek.



Figuur 15. Veranderende biotopen 1

**Ijsbaanplas**

In 1989 en 1992 zijn de soorten die leven op het vaste substraat de belangrijkste groep in de monsters. In 1993 loopt deze groep sterk terug, ten gunsten van de bodemfauna. In 1994 nemen het aandeel af van soorten die tussen het vaste substraat zwemmen. Inmiddels is het aandeel van de bodemfauna over de periode 1989 - 1993 gestegen van 15% tot 56%.

Eendeplas

Tussen 1989 en 1992 verschuift het aandeel van de soorten op en tussen het vaste substraat. Het aandeel van de zwemmers tussen de planten en het hout neemt af en de soorten op de vaste substraten nemen toe. Het aandeel van de bodemfauna verandert niet. In 1994 zijn de soorten tussen het vaste substraat bijna verdwenen en domineert de bodemfauna.

Ook in de Eendeplas wordt de bodemfauna relatief belangrijker.

Driehoekspas

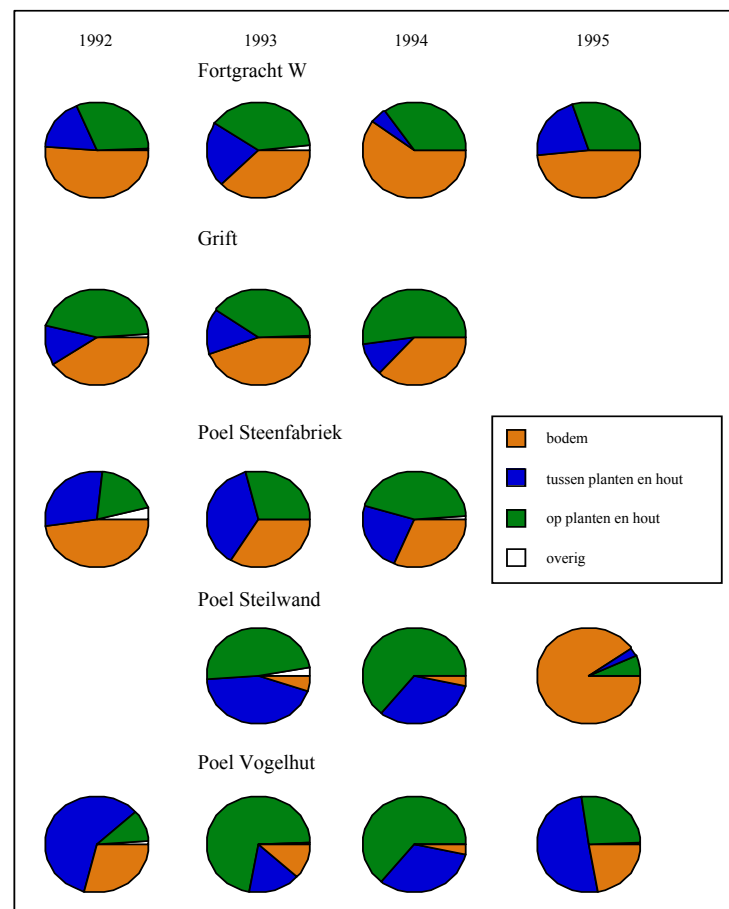
In 1992 maken de bodembewoners ca. de helft uit van de verzamelde individuen. In 1993 neemt het aandeel van soorten op vast substraat in de bemonstering toe, hetgeen ten koste gaat van het aandeel van de bodemfauna en de soorten die leven tussen het vaste substraat. In 1994 domineert de bodemfauna. De soorten tussen het vaste substraat zijn bijna verdwenen en de soorten op het vaste substraat maken iets meer dan een kwart uit van de verzamelde fauna.

9-Morgenstrang

In de pionierfase van de 9-Morgenstrang in 1992 domineren de bodembewoners. Een jaar later nemen vooral de bewoners van planten toe. In 1994 nemen deze weer af en is de verdeling over de biotopen vergelijkbaar als in 1992. In 1995 treedt een sterke toename op van de zwemmers tussen het vaste substraat in de oeverzone.

Griendweidestrang

In 1992 domineren de bodembewoners. In 1993 zijn de bewoners van waterplanten veruit in de meerderheid. De soorten tussen de waterplanten spelen nog een ondergeschikte rol. In 1994 neemt het aandeel van bewoners van het vaste substraat sterk af, de soorten die tussen het vaste substraat leven nemen toe en de bodemfauna maakt de helft uit van het totaal. In 1995 is het beeld wederom totaal veranderd en nemen de bewoners van planten sterk toe, hetgeen ten koste gaat van de bodembewonende soorten.



Figuur 16. Veranderende biotopen 2

Fortgracht west

In 1992 maken de bodembewoners ca. de helft uit van de totale fauna. In 1993 stijgt het aandeel van de soorten op en tussen de vaste substraten. In 1994 neemt vooral het aandeel van de zwemmers tussen de vegetatie sterk af en de bodemfauna domineert. In 1995 nemen de soorten op de planten af en de soorten tussen de planten nemen sterk toe. De bodemfauna maakt ca. de helft uit van de totale fauna. De verdeling over de habitats is hiermee vergelijkbaar met die in 1992.

Grift

De verdeling over de verschillende habitats heeft zich in de periode 1992 - 1994 niet noemenswaardig gewijzigd.

**Poel Steenfabriek**

In 1992 zijn de bodembewoners de belangrijkste groep, gevolgd door de soorten die zich ophouden tussen het vaste substraat. In 1993 nemen de mobiele pendelaars sterk toe. In mindere mate is dit ook het geval voor de soorten die op planten leven. De aandeel van de bodemfauna neemt hierdoor af. Ondanks dat in 1994 veel waterplanten verdwenen zijn, blijft het aandeel van de soorten op en tussen het vaste substraat konstant. Er treedt een verschuiving op van de mobiele soorten naar de vastzittende soorten op het (dode) plantaardige materiaal.

Poel Steilwand

In 1993 en 1994 is er nauwelijks bodemfauna verzameld in de dichtbegroeide Poel Steilwand. In 1994 is het aandeel van de vastzittende soorten toegenomen ten koste van de mobiele soorten tussen het vaste substraat. In 1995 is een groot deel van de vegetatie ingestort en is het aandeel van de bodembewoners inmiddels gestegen tot 90% van de totale fauna.

Poel Vogelhut

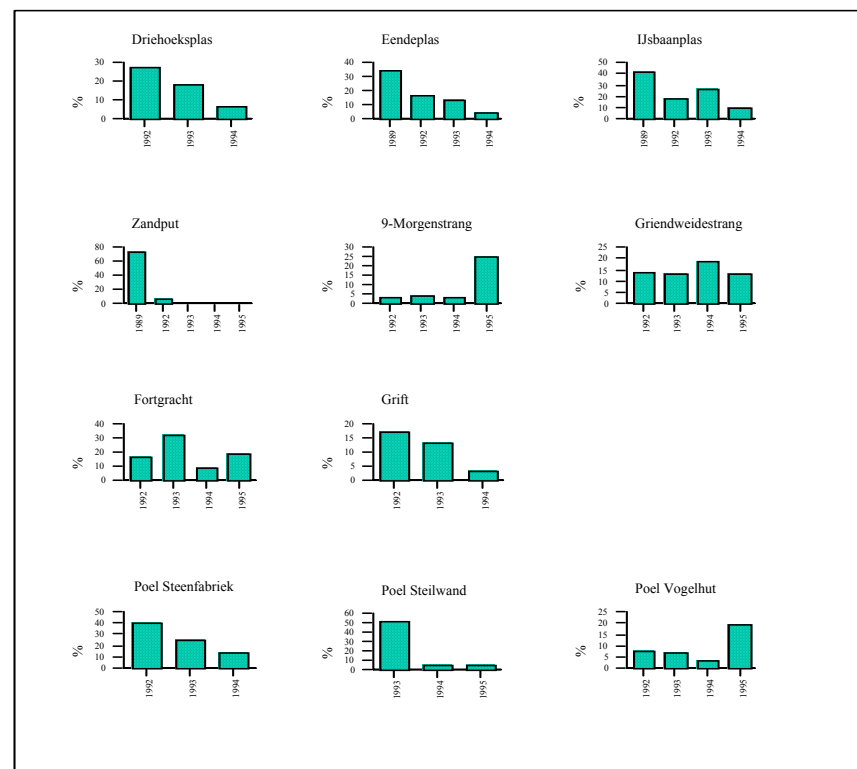
In 1992 domineren de mobiele soorten tussen het vaste substraat, hoofdzakelijk bestaande uit kranwierren. In 1993 is het aandeel van deze groep zeer sterk teruggelopen. De vastzittende soorten maken nu de dienst uit. In 1994 verandert hierin weinig, ondanks dat de kranwierren zijn verdwenen en de smalle waterpest zich ontwikkelt, tezamen met de vegetatie van emergente waterplanten. In 1995 treden de vastzittende soorten op waterplanten sterk terug. De mobiele soorten nemen in aandeel toe evenals de bodembewonende soorten. De verdeling van de macrofauna over de verschillende habitats vertoont hiermee gelijkens met de situatie in 1992.



5.2.3. Relatie van de macrofauna met het doorzicht

In deze paragraaf wordt de macrofauna ingedeeld in een categorie zichtjagers en overige. De zichtjagers zijn die soorten die al zwemmend of kruipend in de waterkolom tussen planten en hout op zoek zijn naar prooi. Diergroepen met een dergelijke voedings- en bewegingswijze zijn watermijten, libellen, waterwantsen en waterkevers. Naast de afhankelijkheid voor het doorzicht van het water zijn de meeste zichtjagers afhankelijk van aanhechtingsplaatsen in de waterkolom om van daaruit naar prooi te speuren en mogelijk beschutting te vinden tegen predatie door vissen. Hierop vormen de schrijvertjes (*Gyrinus spp.*) en schaatsenrijders (*Gerris spp.*) een uitzondering in de zin dat deze niet in de waterkolom maar op het wateroppervlak uitkijken naar prooi.

In figuur 17 is een overzicht gemaakt van de verandering in het aandeel zichtjagers in de onderzochte wateren, gedurende de onderzoeksperiode.



Figuur 17. Verandering in het procentuele aandeel van de zichtjagers in de afzonderlijke wateren (op basis van het aantal individuen in de monsters)

Uit figuur 17 blijkt dat het percentage zichtjagers in de Driehoekspas, Eendepas en IJbaan sterk is afgenomen van grofweg 30 - 40% naar 5 - 10% in 1994. In de Zandput is eveneens een sterke afname van het aantal zichtjagers opgetreden. Vanaf 1992 is echter uitsluitend de diepe bodem van de Zandput bemonsterd met een bodemhapper, waardoor zichtjagers uiteraard slechts bij toeval worden verzameld.



Immers op de bodem van de 6 m diepe plas dringt ook in 1992 geen licht door en zijn aanhechtingsplaatsen afwezig.

In de 9-Morgenstrang is het aantal zichtjagers in 1992 - 1994 gering. In 1995 stijgt hun aandeel tot 25% als gevolg van de toename van de waterwants *Micronecta scholzii*, de watermijten en enige waterkevers. In de Griendweidestrang verandert het aandeel van de zichtjagers nauwelijks over de periode 1992 - 1995. In eerste instantie (1992 - 1993) zijn het vooral de waterwantsen (*Corixidae*) die dit aandeel voor hun rekening menen. In de volgende jaren wordt de groep zichtjagers gevarieerder door de kolonisatie van watermijten, andere waterwantsen en waterkevers. Dit verloop komt niet overeen met het gemeten (afgenomen) doorzicht vanaf 1994.

In de Fortgracht is het aantal zichtjagers aanvankelijk slechts 18% terwijl het water helder is. In 1993 lijkt het aandeel aan zichtjagers toe te nemen als gevolg van het goede doorzicht. Dit monster bevat echter slechts 159 individuen, terwijl in de andere jaren 850-2000 ind. zijn verzameld. In 1994 neemt het aandeel zichtjagers sterk af (ten opzichte van 1992) en in 1995 stijgt het aandeel zichtjagers weer. Een bepaalde trend is hieruit niet afgeleid.

In de Grift (met kleine monsters) vertoont het aandeel zichtjagers een daling van 16% in 1992 naar 3% in 1995. Of dit verloop een gevolg is van opslibbing van de Grift is momenteel niet achterhaald.

De Poel Steenfabriek heeft aanvankelijk (1992) een groot aandeel zichtjagers. Het water is helder en er staan veel ondergedoken en oeverplanten. In 1993 daalt het aandeel zichtjagers tot 24% en in 1994 behoort nog maar 14% van de verzamelde macrofauna tot de zichtjagers.

De Poel Steilwand is in 1993 helder met een uitbundige kranswiervegetatie. In 1994 is het water alleen in het voorjaar helder en in 1995 is het water een groot deel van het jaar troebel. Dit vindt zijn weerslag in de sterke afname van de zichtjagers (van 53% in 1993 tot 6% in 1995).

De Poel Vogelhut is in 1992 helder. Het lage aandeel van de zichtjagers is hier het gevolg van de nog prille kolonisatie. In 1993 en vooral in 1994 blijft hun aandeel laag. Dit is vooral het gevolg van een ontwikkeling van Diptera (dansmuggen en knutten), waarmee grotere aantallen gemoeid waren dan met de zich ontwikkelende populatie zichtjagers. In 1995 loopt het aandeel van met name de dansmuggen sterk terug in het voordeel van zichtjagers als kleine libellen, waterkevers en in mindere mate watermijten en waterwantsen.



5.2.4. Relatie van de macrofauna met opslibbing

In deze paragraaf wordt nader ingegaan op de bodemfauna van de wateren in de Blauwe Kamer gedurende de periode van onderzoek.

De ongewervelden die op de bodem leven, hebben direkt of indirekt een relatie met de samenstelling van de bodem. Voorbeelden hiervan zijn:

Lipiniella arenicola (dansmug), die een kokertje maakt van zand en de aangehechte algen van het zand afgraast (Smit et al., 1992). Deze soort onderhoudt op drie manieren een relatie met de bodem.

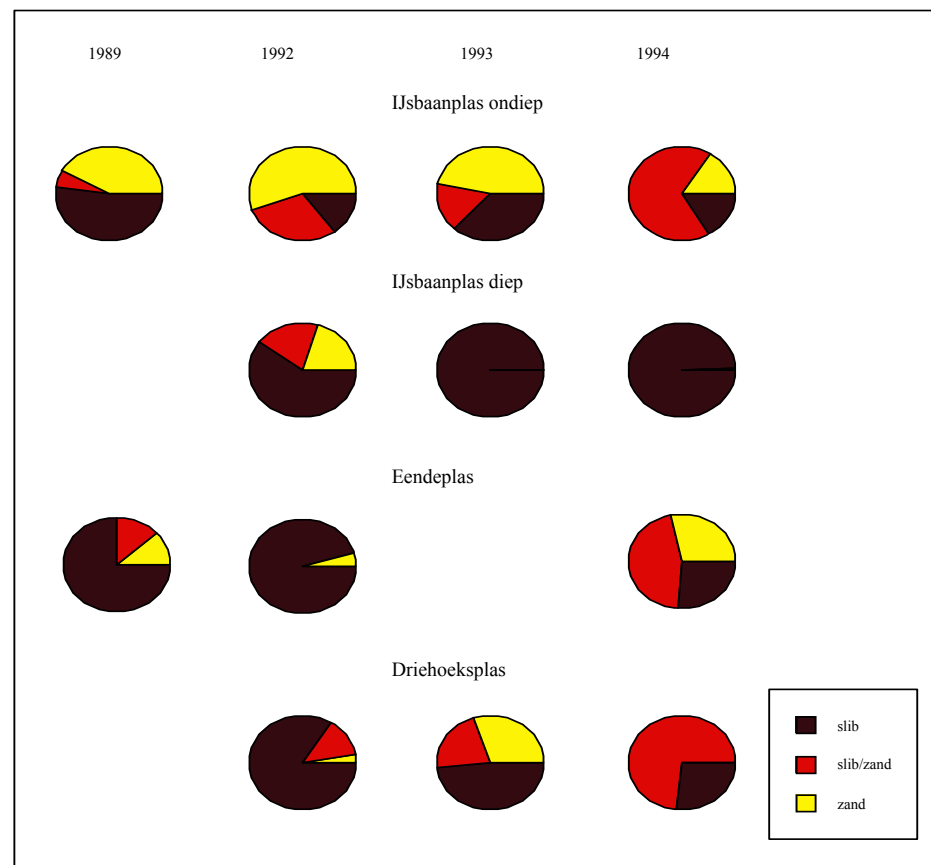
- grondstof voor het kokertje
- zand als aanhechting voor algen
- ondiepten waar licht voor de algen kan doordringen op de bodem

Een ander voorbeeld zijn borstelwormen van de familie *Tubificidae*. Deze wormen staan loodrecht in de bodem en zijn om die reden afhankelijk van een zachte slibbodem.

Op deze wijze kunnen de bodembewoners grofweg in drie groepen worden ingedeeld:

1. bewoners van zandbodems
2. bewoners van slibbodems
3. bewoners van heterogene bodems bestaande uit een mengsel van slib en zand

Ook hier is het jaartotaal per onderzocht water als rekeneenheid gebruikt. Indien over het gehele jaar een gering aantal bodembewoners is verzameld is hun verdeling niet opgenomen in figuur 18 - 20.



Figuur 18. Verdeling van bodembewonende ongewervelden naar bodemvoorkeur 1 (op basis van het aantal individuen in de monsters)

Ijsbaanplas

Gedurende 1989 - 1993 bestaat een groot deel van de bodemfauna in de ondiepe (< 1 m) bodem uit zandbewoners. Het aantal bewoners van slib en slib/zand verandert sterk in deze periode. In 1994 blijkt het aandeel van de zandbewoners sterk te zijn teruggelopen ten gunste van de bewoners van het slib/zand. Op de diepe bodem van de Ijsbaanplas bestaat de bodemfauna in 1992 voor 20% uit zand- en 20% uit zand/slibbewoners. In 1993 en 1994 zijn alleen bewoners van slib aangetroffen. Uit het verschil tussen de bodemfauna op de ondiepe bodem en de diepe bodem kan worden afgeleid dat de diepe delen in de Ijsbaanplas als een slibvang fungeren.

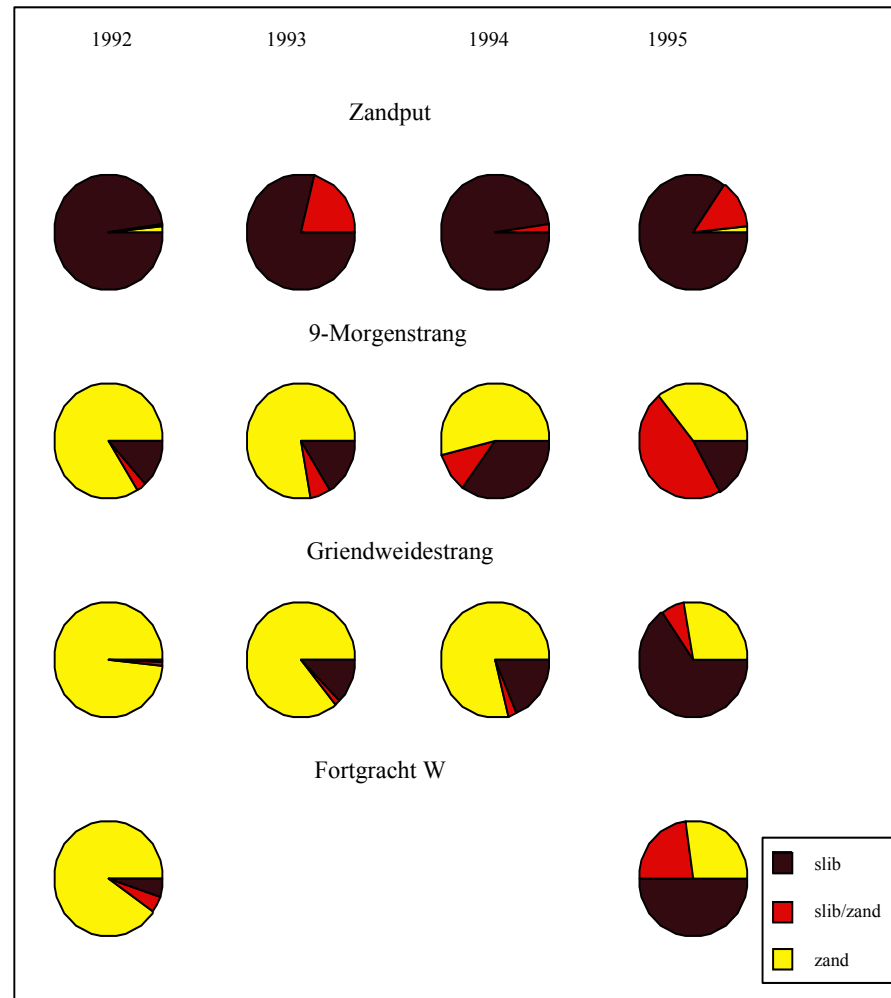
Eendeplas

De bodemfauna van de Eendeplas verandert van een slib gedomineerde gemeenschap naar een gemeenschap die in 1994 nog maar voor ca. 25% bestaat uit slibbewoners. De grootste groep bestaat dan uit slib/zand bewoners, terwijl zelfs > 25% bestaat uit zandbewonende soorten. .



Driehoekspas

In 1992 domineren de bewoners van slibbodems. In 1993 neemt het aandeel van de zandbewoners sterk toe. In 1994 zijn geen zandbewoners aangetroffen, maar wordt de bodemfauna gedomineerd door de soorten van een bodem bestaande uit slib/zand.



Figuur 19. Verdeling van bodembewonende ongewervelden naar bodemvoorkeur 2

Zandput

De diepe bodem van de Zandput bestaat grotendeels uit bewoners van slib. In 1993 en 1995 zijn ook enige bewoners aangetroffen van een slib/zandbodem

9-Morgenstrang

In de 9-Morgenstrang neemt het aandeel zandbewonende soorten gestaag af over de periode 1992 - 1995. In 1994 wordt een groot aandeel slibbewoners gevonden. In 1995 is vooral het aandeel van de slib/zandbewoners sterk gestegen, ten koste van de zand- en slibbewoners. In vergelijking met de Zandput is de bodem van de Griendweidestrang ook in 1995 nog veel zandiger. Dit betekent dat de Zandput werkt als een slibvang.

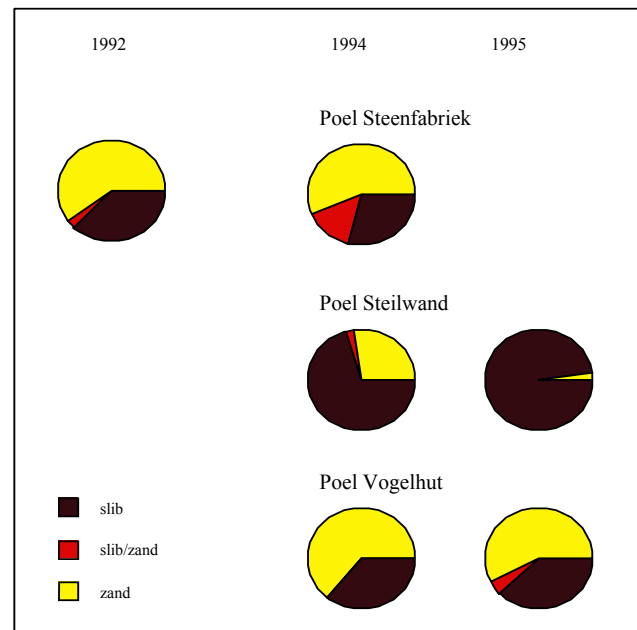


Griendweidestrang

Ook in de Griendweidestrang neemt het aandeel van de zandbewoners sterk af in de periode 1992 - 1995. Opmerkelijk is vooral het grote verschil tussen 1994 en 1995, waar de dominantie van zandbewoners omslaat in een dominantie van slibbewoners.

Fortgracht west

Nadat de Fortgracht in 1991 is uitgebaggerd, wordt in 1992 een gemeenschap aangetroffen die gedomineerd wordt door zandbewoners. In 1993 en 1994 zijn nauwelijks bodembewoners verzameld. In 1995 bestaat 50% uit slibbewoners en nog slechts ca. 30% uit zandbewoners.



Figuur 20. Verdeling van bodembewonende ongewervelden naar bodemvoorkeur 3

Poel Steenfabriek

De bodemsamenstelling in 1992 bestaat grotendeels uit zandbewonende soorten. In 1994 is dit nog steeds het geval. Het aandeel van slib/zandbewoners is toegenomen ten koste van de slibbewoners. De veranderingen in de bodemfauna zijn marginaal.

Poel Steilwand

In de Poel bij de Steilwand zijn in 1993 nauwelijks bodembewonende soorten verzameld. In 1994 is het aandeel van zandbewonende soorten nog ca. 30%. De overige soorten zijn slibbewoners. In 1995 bestaat de bodemfauna vrijwel uitsluitend uit bewoners van slibbodems.

Poel Vogelhut

In 1992 en 1993 zijn nauwelijks bodembewoners aangetroffen. In 1994 en in 1995 domineren de zandbewoners en zijn de bewoners van slib/zandbodems niet of nauwelijks aanwezig. De bodemfauna wijst niet op veranderingen in de bodemsamenstelling tussen 1994 en 1995.



6. Overzicht van de waargenomen veranderingen in fysisch-chemische gegevens, vegetatie en macrofauna in de afzonderlijke wateren van de Blauwe Kamer

IJsbaanplas

Chemische veranderingen over de periode 1989 -1995 komen neer op een afname in het chloride-gehalte als gevolg van het "zoeter" worden van de Rijn. De recente grote inundaties hebben tot gevolg gehad dat het sulfaatgehalte is gestegen tot het niveau van de Nederrijn. Dit geldt eveneens voor het nitraatgehalte. De IJsbaanplas is na de inundaties van 1993 - 1995 troebeler geworden. Dit blijkt uit het gemeten doorzicht, verdwijnen van het verband tussen zichtdiepte en chlorofyl-a gehalte, afname van de zichtjagers en sterke achteruitgang van het aandeel macrofauna-soorten die afhankelijk zijn van vegetatie als aanhechting of als structuur. Ook de macrofauna op de bodem is in deze periode sterk gewijzigd. In 1993 bestond nog bijna de helft van de bodemfauna uit zandbewoners. In 1994 is dit aandeel sterk teruggelopen en zijn bewoners van slib/zand dominant. Opmerkelijk hierbij is de afname van de echte slibfauna. Dit geeft een aanwijzing dat met de uitzonderlijke inundatie van kerst 1993 ook grover materiaal dan alleen fijn slib in de IJsbaanplas is bezonken. Vervolgens wijst de bodemfauna op het verschijnsel dat de diepe delen van de IJsbaanplas fungeren als slibvang voor de ondiepe bodem. Voor de vegetatie kan alleen met zekerheid worden vastgesteld dat het veld watergentiaan in de zuid-oost hoek van de IJsbaanplas vanaf 1994 is verdwenen.

Eendeplas

In de Eendeplas zijn als gevolg van de inundaties de gehalten van chloride en sulfaat gestegen. Positief is een sterke afname van het fosfaatgehalte van gemiddeld 0.3 mg P/l in 1993 tot 0.05 mg P/l in 1995. De inundaties hebben verder tot gevolg gehad dat er riviersediment in de Eendeplas is terecht gekomen. Met als gevolg een verminderd doorzicht, direct gemeten en indirect vastgesteld door het ontbreken van een verband tussen doorzicht en chlorofyl-a gehalte na de inundaties. Uit de macrofauna-gemeenschap blijkt dat het aantal zichtjagers is afgenomen als gevolg van het verminderde doorzicht. De bodemfauna bestond in 1992 nog vrijwel uitsluitend uit slibbewoners. In 1994 bestaat de bodemfauna voor meer dan 25% uit zandbewoners en het aandeel van de slibbewoners is nog slechts 25%. Hieruit kan worden afgeleid dat met de inundaties een grote hoeveelheid organische slib van de bodem is uitgespoeld en vervangen door grover mineraal materiaal. Naast de gemeten afname van het fosfaatgehalte duidt de vestiging van een vijftal soorten kokerjuffers en de sterke achteruitgang van de waterpissebed *Asellus aquaticus* er op dat de zuurstofhuishouding in de Eendeplas is verbeterd. Ook dit wijst er op dat veel rottend organisch materiaal uit de Eendeplas is verdwenen. Wat betreft de watervegetatie kan niet worden vastgesteld dat er zich grote veranderingen hebben voorgedaan in de Eendeplas.



Driehoekspas

Uit vergelijking van de water- en oevervegetatie over de periode 1962 - 1994 kan worden afgeleid dat de ondergedoken fonteinkruiden en kranswieren in de periode tussen 1964 en 1985 uit de Driehoekspas zijn verdwenen. Vanaf 1985 worden er in het geheel geen ondergedoken waterplanten meer vermeld van deze plas. De macrofauna over de periode 1992 - 1994 vertoont een zeer sterke nivellering. De oorzaak hiervan is de achteruitgang van zichtjagers en in het algemeen een sterke terugloop van soorten die vegetatie als structuur of als aanhechting nodig hebben. De bodemfauna vertoont over deze periode een sterk wisselend verloop. In 1992 domineert de slibfauna, in 1993 bestaat de helft van de bodemfauna uit zand- en slib/zandbewoners. In 1994 zijn geen zandbewoners aangetroffen en domineren de soorten van een slib/zandbodem. Uit het inundatieverloop over de periode 1992 - 1994 is hiervoor geen verklaring te vinden.

9-Morgenstrang

Chemisch is er veel veranderd tussen de geïsoleerde Zandput en de huidige 9-Morgenstrang met Zandput in open verbinding met de rivier (zie figuur 8). Alle gemeten parameters volgen momenteel de samenstelling van de rivier. De vegetatie wordt in 1992 nog gedomineerd door kranswieren, smalbladige fonteinkruiden en smalle waterpest. Vanaf 1993 zijn er geen ondergedoken waterplanten meer gesignaleerd. De diversiteit in de macrofauna neemt in de periode 1992 - 1995 sterk toe als gevolg van kolonisatie en ondanks het beperkte doorzicht bestaat ca. 25% van de macrofauna uit zichtjagers. Bijzondere pioniers zijn waargenomen in 1992 (*Micropsectra lindrothi*, *Tanytarsus radens* en enige minder zeldzame begeleiders). Deze soorten worden vanaf 1993 niet meer waargenomen. In 1993 is een bijzondere waterroofkever (*Coelambus nigrolineatus*) verzameld, die pas sedert 1946 uit Nederland bekend is (Drost et al., 1992). In 1994 is de soort hier niet meer gevangen. De macrofauna-gemeenschap begint overeenkomst te vertonen met de gemeenschap van ondiepe oevers in het benedenrivierengebied, met als kensoort de dansmug *Lipiniella arenicola*. Een grote bijzonderheid in de 9-Morgenstrang is het voorkomen van *Lipiniella moderata*, een soort die nieuw is voor de Nederlandse fauna en in een referentierivier (Tisza, Hongarije) de zandige bodem bewoont bij zeer lage stroomsnelheden. Over de periode 1992 -1995 zijn de bodembewoners de belangrijkste macrofauna-groep. Daarnaast vinden er over deze periode grote veranderingen plaats in de aandelen bodembewoners en soorten op en tussen vast substraat. Een bepaalde richting is hieruit niet af te leiden, waaruit kan worden opgemaakt dat de levensgemeenschap nog volop in beweging is. De fauna op de bodem indiceert dat de zandbodem verandert in een bodem waarbij een mengsel van slib en zand aan betekenis wint. Opmerkelijk is de sterke toename van de fauna van dergelijke bodems in 1995 (ten opzichte van 1994) ten koste is gegaan van het aandeel van de slibbewonende bodemfauna. Een aspect dat eerder in de IJsbaanplas en Eendepas is opgemerkt. Uit vergelijking van de bodemfauna in de Zandput met die in de (ondiepe) strang blijkt dat de Zandput als slibvang fungeert.



Griendweidestrang

Chemische veranderingen in de Griendweidestrang hebben betrekking op de periode 1993 - 1995. Ten opzichte van 1993 is het chlorofyl-a en fosfaatgehalte gestegen. De overige parameters zijn niet (signifikaant) veranderd. Het gemeten doorzicht is eveneens afgenomen. De vegetatie heeft zich sterk gewijzigd van een pioniervegetatie van kranswieren in 1992-1993 naar een vegetatie van aarvederkruid, smalbladige fonteinkruiden, smalle waterpest en fijne waterranonkel in 1994. Deze vegetatie concentreerde zich in het oostelijke gedeelte van de strang. In 1995 treedt in een heldere periode in de zomer een plotseling herstel op van de kranswieren om in augustus met de vertroebeling van het water weer te loor te gaan. De ontwikkeling in de macrofauna verloopt aanvankelijk analoog aan die in de 9-Morgenstrang. Ook hier worden in 1992 bijzondere soorten aangetroffen (de dansmuggen *Micropsectra lindrothi*, *Tanytarsus radens* en *Paracladopelma laminata*) die in 1993 weer verdwijnen. De macrofauna, ingedeeld naar biotoop, bestaat in 1993 vrijwel uitsluitend uit bodembewoners en ca. 15% mobiele soorten als zwemmers en duikers. In 1993 en 1995 zijn de bewoners van planten de grootste groep, terwijl dit in 1994 de bodembewoners zijn. Het aantal zichtjagers verandert nauwelijks in de periode 1992 - 1994. Ondanks het verminderde doorzicht blijken zich nog een aantal zichtjagers te vestigen in de Griendweidestrang. Bij de bodemfauna treden duidelijke veranderingen op. In 1992 bestond vrijwel de gehele bodemfauna uit zandbewoners. Het aantal slibbewoners neemt vooral sterk toe tussen 1994 en 1995 om momenteel ca. 65% van de bodemfauna uit te maken.

Fortgracht west

Na het uitbaggeren in 1991 had de Fortgracht in 1992 een zandbodem en helder water. Er stonden waterranonkels, tener fonteinkruid en smalle waterpest op de bodem. De eerder genoemde pioniermuggen *Micropsectra lindrothi* en *Tanytarsus radens* zijn in 1992 eveneens aangetroffen, daarna niet meer. Vanaf 1993 is de Fortgracht troebel en zijn er geen ondergedoken waterplanten meer gevonden. Het veld gele plomp is ook in 1995 nog aspectbepalend. Het aantal macrofauna-soorten is over de periode gelijk gebleven. De verdeling van de fauna over de verschillende habitats is in 1995 niet veranderd ten opzichte van 1992. Ongeveer de helft van de soorten bewoont de bodem. Het aantal zichtjagers schommelt sterk, met een maximum in 1993 (> 30%). De bodembewoners vertellen een ander verhaal. In 1992 bestond de bodemfauna voor ca. 85% uit zandbewoners. In 1995 is dit aandeel gedaald naar ruim 25%. De slibfauna heeft nu een aandeel van 50%.

Grift

Over de Grift is relatief weinig informatie verzameld ten opzichte van de wateren in de Blauwe Kamer. Ondergedoken waterplanten worden niet vermeld en de verdeling van de macrofauna over de verschillende habitats is in de periode 1993 - 1995 niet gewijzigd. Het percentage zichtjagers neemt af van 17% naar 3%. De reden hiervoor is onbekend. De fauna op de bodem laat zich gezien de geringe aantallen niet verantwoord onderverdelen naar zand, slib of beide.



Poel Steenfabriek

In 1992 en 1993 is het water helder en de ondergedoken waterplanten bepalen grotendeels het aspect van deze poel. Aan de zuidzijde stond er in die periode een veld grote lisdodde. In 1994 zijn de waterplanten zo goed als verdwenen, evenals het lisdoddeveld. De samenstelling van de macrofauna naar habitat verandert weinig tussen 1992 en 1994. In 1992 heeft de bodemfauna een aandeel van bijna de helft en in 1994 is dit het geval voor de soorten op (dode) planten. De diversiteit in deze poel is niet veranderd, wel de soortensamenstelling. Het aantal zichtjagers is gedaald van 40% in 1992 naar 15% in 1994. Veel groepen zijn achteruitgegaan (borstelwormen, watermijten, libellen, waterwantsen en waterkevers en kokerjuffers. De enige groep met een stijgend soortenaantal zijn de dansmuggen. De bodemfauna wijzigt zich slechts in geringe mate. Het aandeel slib/zand-bewoners stijgt tot 15% in 1994, hetgeen ten koste gaat van de slibbewoners.

Poel Steilwand

De in 1991 uitgebaggerde poel heeft in 1993 een vegetatie bestaande uit een bodembedekkend veld met kranswieren, wat smalle waterpest en enkele exemplaren sterrekroos, drijvende veenwortel en de oeverplanten gewone waterbies, waterzuring en grote lisdodde. In voorjaar 1994 is dit eveneens het geval. In de loop van het jaar wordt het water echter troebel en verdwijnen de kranswieren en ook het sterrekroos. De smalle waterpest komt in de zomer tot ontwikkeling. In 1995 is de poel in het voorjaar troebel. De kranswieren zijn verdwenen en er staan nauwelijks ondergedoken waterplanten. Later in het jaar breidt de smalle waterpest zich enigszins uit en de poel neemt wat in helderheid toe. De macrofauna, ingedeeld naar habitat wijzigt zich totaal in de periode 1993 -1995. In zowel 1993 als 1994 is er nauwelijks bodemfauna aangetroffen in vergelijking met soorten die op of tussen de vegetatie leven. In 1995 is het omgekeerde het geval en zijn de bodembewoners veruit dominant in de poel aanwezig. Het aandeel van de zichtjagers valt terug van 53% in 1993 naar 6% in 1994 en 1995. Dit is verwonderlijk aangezien de poel tenminste in het voorjaar van 1994 helder was. Deze terugval in zichtjagers wordt veroorzaakt door een sterke afname van het aantal libellen (zichtjagers) onder een toename van kruipende eendagsvliegen (*Cloeon dipterum*, geen zichtjagers) en andere niet-jagende bewoners van en tussen waterplanten.

De bodemfauna in 1994 bestaat voor 30% uit zandbewoners en de overige soorten bewonen vrijwel uitsluitend een slibbodem. In 1995 zijn de zandbewoners verdwenen.

Poel Vogelhut

Deze poel is in 1992 - 1993 uitbundig begroeid met kranswieren. In 1994 verdwijnen de kranswieren en komt smalle waterpest sterk opzetten met klein kroos als drijvende waterplant. In 1995 treedt hierin weinig verandering op. De oevervegetatie heeft zich inmiddels sterk uitgebreid. De macrofauna verdeeld naar habitat laat over de periode 1992 - 1995 een dominantie zien van soorten die aan waterplanten zijn gebonden als aanhechtingsplaats of als structuur. Het aandeel van de zichtjagers is aanvankelijk gering (< 10%) maar stijgt tot bijna 20% in 1995. De reden hiervan is een nog volop in gang zijnde kolonisatie van libellen, waterwantsen en waterkevers. De bodemfauna bestaat in 1994 en 1995 voor ca. 60% uit zandbewoners. De overige soorten zijn gebonden aan slib.





7. Typering van de wateren in het rivierengebied

In het kader van herinrichtingsplannen ten behoeve van natuurontwikkeling bestaat er een grote behoefte om in de planfase reeds aan te geven welke "typen" met bijbehorende biota na de herinrichting kunnen ontstaan. Op grond hiervan kunnen verschillende inrichtingsvarianten ecologisch gefundeerd worden afgewogen. Om de spraakverwarring tussen ecologen en niet-ecologen te minimaliseren wordt in het kader van "Integrale Verkenning inrichting Rijntakken" de wens uitgesproken dat deze typen ook voor niet-ecologen herkenbaar zijn, waarmee wordt bereikt dat deskundigen van andere disciplines zich een voorstelling kunnen maken van de ecologische componenten van een rivierecosysteem. Deze componenten zijn Rivier-Ecotopen genoemd (Rademakers en Wolfert, 1994). De ecologische onderbouwing en beschrijving van de "onderwater" Ecotopen bevindt zich nog in de kinderschoenen. Dit is één van de twee redenen om hier aandacht te besteden aan de typering van wateren in de uiterwaarden. De tweede reden is dat de ontwikkelingen van de wateren in de Blauwe Kamer geen groot succes kunnen worden genoemd. Met andere woorden het onderzoek in de Blauwe Kamer maakt deel uit van een leerproces dat er uiteindelijk toe moet leiden dat natuurontwikkelingsprojecten optimale mogelijkheden bieden voor de terugkeer van verdwenen levensgemeenschappen in het rivierengebied. Van het grootste belang hierbij is dat kennis wordt opgebouwd over de morfologische- en ecologische relaties die de rivier onderhoudt met de aquatische en terrestrische "Ecotopen" in het rivierengebied. Deze kennis is nauwelijks meer in Nederland te vergaren getuige de onderstaande opsomming van ingrepen in het riviersysteem. Om die reden moet de blik worden gericht op meer natuurlijke riviersystemen in het buitenland en op begraven levensgemeenschappen in oude riverafzettingen (paleoecologie).

7.1. Ingrepen in het riviersysteem

Van een natuurlijk riviersysteem is al sinds eeuwen geen sprake meer. Uitgaande van een rivier met winterdijken (vanaf de 14e eeuw) hebben zich sindsdien de volgende ingrepen voltrokken:

- rooien van het oobos ten behoeve van de energievoorziening en de landbouw
- verwijderen van het klinkhout uit de rivier ten behoeve van hoogwaterafvoer, scheepvaart en brandstofvoorziening
- het verbinden van middelzanden aan de uiterwaarden
- het bekaden van uiterwaarden
- het versmallen van het zomerbed
- het aanleggen van de huidige kribben
- het aanleggen van zomerdijken
- een enorme toename van de watervervuiling
- het kanaliseren van de rivier (Maas en Nederrijn)
- het afsluiten van de zeegaten



Na al deze aanslagen was er van een levende Rijn geen sprake meer. Het dieptepunt voor de rivier ligt in de 70-er jaren van deze eeuw. Alle inrichtingswerken waren toen voltooid en de vervuiling bereikte een maximum.

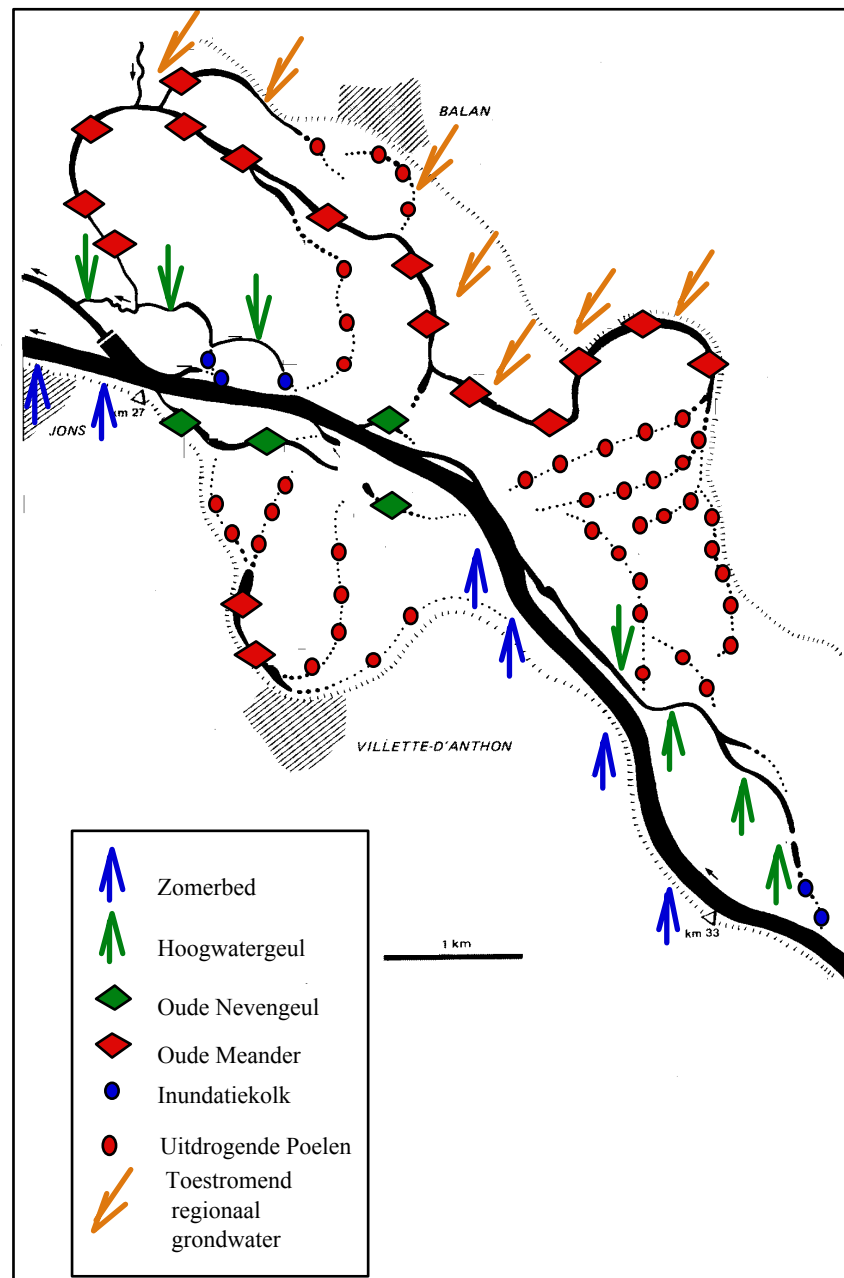
Hoe de Rijn als natuurlijk ecosysteem heeft gefunctioneerd is slechts met de grootst mogelijke inspanning te achterhalen. Goede inzichten zijn ontleend aan onderzoek in meer natuurlijke buitenlandse rivieren, historisch morfologische studies (bv. Overmars, 1992, 1995; Schoor, 1994) en paleoecologisch onderzoek aan oude Nederlandse rivierafzettingen (Klink, 1989). Projekten in voorbeeldgebieden zoals de Blauwe Kamer moeten ons begrip vergroten over ecologische relaties die de rivier kan onderhouden met haar winterbed.

In het onderstaande wordt een opsomming gegeven van bekende en nog onbekende watertypen (met hun levensgemeenschap) in een riviersysteem, voor zover daar inzicht in is verkregen. Vervolgens wordt een vergelijking gemaakt met de huidige situatie.



7.2. Beschrijving van natuurlijke watertypen in het riviersysteem in vergelijking met de huidige situatie

Aan de hand van referentie-rivieren kan inzicht worden opgedaan over watertypen in meer natuurlijke riviersystemen. Als illustratie van de onderstaande tekst is hier deel van de Rhône afgebeeld met allerlei verschillende watertypen die behoren bij een natuurlijk riviersysteem.



Figuur 21. Voorbeeld van meer natuurlijke watertypen in het Rhône-systeem 30 km bovenstrooms van Lyon (naar Rostan et al., 1987).



Zomerbed

Referentie: Tisza Hongarije, Lotharingse Maas, Loire, Allier, Donau (Sziget Köz en Kadar Sziget), Rijnafzettingen 5800 jaar geleden, idem AD. 1710 en AD 1880.

De belangrijkste natuurlijke processen in het zomerbed zijn het stromende water en de daarmee gepaard gaande erosie en sedimentatie. De rivieren zoals we die nu in Nederland kennen lijken in niets op het zomerbed van een natuurlijke rivier. Daar staat op de oevers gevarieerd ooibos, met als gevolg dat de rivier vol ligt met klinkhout. Dit materiaal is niet alleen een belangrijke veroorzaker van stroomgeulverleggingen, maar vormt tevens het meest ideale substraat voor honderden soorten kleine ongewervelden. Veel van deze soorten vinden hier aanhechtingsplaatsen om het voorbij stromende water te filteren. Andere soorten maken al etend gangen in het hout. Door de grillige vorm en ligging van het hout in de rivier ontstaat een gevarieerd stromingspatroon, hetgeen tot gevolg heeft dat plaatselijk het lichtere materiaal (zoals bladeren) tot bezinking kan komen en beschikbaar komt voor de kleine ongewervelden die hiervan afhankelijk zijn voor hun voedsel (zoals steenvliegen) en/of voor de bouw van een huisje (een aantal soorten kokerjuffers). Deze grote afwisseling heeft weer tot gevolg dat jonge vis er beschutting kan zoeken, temidden van een overmaat aan voedsel. Door de variatie in stroomsnelheid ontstaan er eveneens goede vestingsplaatsen voor water- en oeverplanten in de nog ongetemde rivier. In de sneller stromende delen kan vlottende waterranonkel massaal tot ontwikkeling komen, terwijl in de stroomluwten soorten als rivierfonteinkruid aspektbepalend kunnen zijn. De rivier heeft een asymmetrisch profiel, met steilwanden in de buitenbochten en zandstranden in de binnenbocht. De geschetste beelden zijn nog op een aantal plaatsen in Europese rivieren vast te leggen en grote dichtheden van reigers, ijsvogels, oeverzwaluwen en foeragerende vis- en zeearenden completeren het beeld.

De levensgemeenschap van het zomerbed van een grote rivier wordt gedragen door structuurrijkdom in de rivier zelf en op de oevers. Naast een zeer grote biodiversiteit is ook de produktie in kalkrijke riviersystemen enorm. De aangevoerde eencellige algen komen ten goede aan de filterende ongewervelden, terwijl het blad en hout uit het ooibos aan de basis staat van de knippende en grazende ongewervelden.

Huidige situatie in het zomerbed

Referentie: onderzoek Rijntakken en Maas 1982 - 1995

De genoemde ingrepen hebben van de rivier een kaal scheepvaartkanaal gemaakt. De ruimte voor levende erosie/sedimentatie in de breedte is veranderd in een insnijding van het zomerbed en opslibbing van de uiterwaarden. Het als een eenheid functionerende zomerbed is veranderd in een monotone stroomgoot met snelstromend water en een kale oeverzone die gegeseld wordt door de golfslag.



Winterbed

Referentie: Lotharingse Maas, Allier, Inundatie Rijn- en Maasuitwaarden febr. 1995, Nevengeul Leeuwen voorjaar 1995. Zie ook figuur 21.

Over de natuurlijke relaties tussen de rivier en het winterbed moet nog veel informatie worden verzameld. De betekenis van een aantal natuurlijke processen begint zich inmiddels wel al af te tekenen. Dit is vooral duidelijk geworden na de topafvoeren van kerstmis 1993 en 1 februari 1995. Ook in het winterbed is erosie en sedimentatie de dragende kracht achter het landschap. Op hoge delen in de uiterwaarden wordt zand afgezet en plaatselijk groeien de oeverwallen uit tot rivierduinen. Op andere plaatsen worden de hogere delen door de rivier opgeruimd. Bij dit zandtransport spelen ook de middelzanden (medio vorige eeuw nog 31 tussen Lobith en Gorinchem) en oevers een belangrijke rol (Litjens, 1995). Als de rivier zijn zandvracht heeft gedeponeed, raakt het water onderverzadigd met sediment en neemt de rivier vervolgens weer materiaal op. Dit leidt in de natuurlijke situatie tot een zandig winterbed, met hoogwatergeulen die jaarlijks worden schoongespoeld en begeleidende ruggen. Oude meanders die verder van de rivier liggen en niet meer deelnemen aan de hoogwaterafvoer ontwikkelen via verschillende verlandingsstadia naar terrestrische systemen. Daarnaast heeft de rivier de ruimte om haar hoofdgeul te verleggen, waardoor de oude patronen deels worden opgeruimd of bedekt raken met nieuw materiaal. Een dergelijke variatie in hoogte en bodemsamenstelling heeft ideale voorwaarden geschapen voor de toen aanwezige flora en fauna, zowel in als boven water.

Uit onderzoek aan kleine ongewervelden kunnen aanknopingspunten gevonden worden voor de ecologische invulling van dergelijke natuurlijke uiterwaarden. De kennis hierover staat echter nog in de kinderschoenen in vergelijking met die in het zomerbed.

Inmiddels herkende en deels onderzochte ecologisch relevante componenten in het winterbed zijn:

Oeverwallen en inundatiekolken

Referentie: (Lotharingse Maas, hoog dynamische Nederlandse uiterwaarden met rivierduinen tijdens de topafvoer van begin 1995)

Bij hoge afvoeren worden door de rivier grote hoeveelheden zand afgezet op de hogere delen vlak langs de rivier, waar de voormalige oeverwallen hebben gelegen.

Zo blijkt bijvoorbeeld dat de rivier bij hoge afvoeren kolken maakt in zandige uiterwaarden, waar gedurende kortere of langere tijd water in kan staan. Deze interessante riviermorfologische processen zijn ook ecologisch van groot belang om twee redenen:

- In dergelijke kolken zijn alleen al na het hoogwater van begin 1995, 425 verschillende macrofauna-soorten aangetroffen. Dat zijn meer soorten dan die in de afgelopen 15 jaar in het zomerbed van de grote rivieren zijn verzameld, aangevende dat dergelijke kolken een ecologisch belangrijke functie vervullen als rekolonisatiekernen tijdens hoge afvoeren.
- Het feit dat onder deze honderden soorten er ca. 50 zijn aangetroffen die uiterst zeldzaam of als uitgestorven te boek stonden, geeft de veerkracht aan van het rivierecosysteem. Sommige van deze soorten moeten vele honderden kilometers met het water zijn meegelift. Zonder dergelijke kolken zouden deze soorten hun eind hebben gevonden in de Noordzee.



Deze kolken scheppen de voorwaarden voor die levensgemeenschappen, die afhankelijk zijn van, en aangepast zijn aan de dynamiek in de marge van het zomerbed. Veel soorten ontwikkelen zich slechts in de winter en het voorjaar om in de zomer en herfst als ei door te brengen in de stagnante of zelfs uitdrogende kolken en hoogwatergeulen.

In de plantenwereld treedt op vergelijkbare zandige substraten na een hoog water ook een dergelijke situatie op. Soorten als peperkers, graskers, wede, grijskruid en veldsalie blijken als vanuit het niets de rivierduinen te koloniseren (rivierduin Blauwe Kamer, idem Millingen, Ewijk en Leeuwen).

Hoogwatergeulen

Referentie: in de winter vermoedelijk als inundatiekolken. Dit dient nog nader te worden onderzocht. Van het referentiebeeld in de zomer is nog niets bekend.

In het voorafgaande is geschetst dat het hoogwater in de uiterwaarden wordt afgevoerd door hoogwatergeulen. Deze geulen worden jaarlijks doorstroomd, waardoor de bodem wordt schoongespoeld en de levensgemeenschap ogenschijnlijk van voren af aan moet beginnen. Dit is inderdaad maar schijn, omdat er met het hoge water allerlei dieren en plantaardige sporen en zaden achterblijven die aan een dergelijke situatie zijn aangepast. Daarnaast zijn er nog allerlei vastgehechte diasporen afgezet van het vorige groeiseizoen (zie inundatiekolken). Verder treedt een snelle kolonisatie op van dieren die goed kunnen vliegen. Wanneer het water zakt verliest de hoogwatergeul de verbinding met de rivier en zal onder invloed komen van grondwater. De kale zandbodem, in combinatie met voeding door (fosfaatarm) rivierkwelwater, schept goede voorwaarden voor helder water en kranswieren kunnen met aarvederkruid de watervegetatie domineren. Op de oevers groeien velden polei.

Rivierkwelgeulen

Referentie: Nog geen onderzochte referentie

Een watertype dat momenteel niet daadwerkelijk is onderzocht is de rivierkwelgeul. Dergelijke geulen liggen dicht langs de rivier (vergelijk de oude nevengeulen in figuur 22) en zullen in niet gestuwde rivieren en langs stuwen, door het aanwezige verval een kwelstroom aantrekken, waardoor het water in de geul continu wordt ververs. Van dergelijke geulen is de verwachting dat zich hier een zeer bijzondere flora en fauna kan ontwikkelen. Momenteel zijn van dergelijke geulen echter geen voorbeelden onderzocht.

Strangen

Referentie: strangen langs de huidige Rijntakken (van den Brink, 1990). Voorbeelden van strangen die in de winter worden schoongespoeld zijn nog niet onderzocht, evenmin als strangen met een aanzienlijke toestroom van grondwater.

Met strangen worden hier dus die wateren bedoeld die niet of nauwelijks bijdragen tot de afvoer van hoog water. In dergelijke wateren zal rivierslib kunnen bezinken en met de ouderdom neemt ook de verlanding toe. Strangen die goed onderzocht zijn behoren hoofdzakelijk tot het opslibbende type (van den Brink, 1990). De bodem is mineraal en in de vegetatie kunnen pijlkruid, grote egelskop en kikkerbeet het aspect bepalen. Van strangen die in de winter worden schoongespoeld, bestaat nog geen goed beeld. Dit geldt



eveneens voor de stangen, waarvan de rivier zich zo ver heeft verwijderd dat ze onder invloed komen van regionaal grondwater (zie de stangen rechts van de rivier in figuur 21). Hiervan is wel bekend dat planten als waterviolier, lidsteng, holpijp, groot blaasjeskruid, mannagrass en beekpunge differentiërend ten opzichte van de opslibbende strangen. Dit type strang is vooral goed vertegenwoordigd in het Rijnstrangengebied.

Geïndeerde laagten in het winterbed

Referentie: Ondergelopen laagten in het maaiveld na de inundaties van kerst 1993 en begin 1995 in de Blauwe Kamer, Opijnen, Afferden-Deest, Leeuwen (Rijntakken), Maasband en Elsloo (Grensmaas)

In figuur 22 is het watertype geïndeerd maaiveld opgevoerd, op grond van de macrofauna-gemeenschap die daar na het hoogwater van begin 1995 is aangetroffen. Of dit watertype als kenmerkend voor het riviersysteem moet worden opgevat is twijfelachtig. De macrofauna-gemeenschap houdt het midden tussen de fauna in de inundatiekolken en de poelen die in de winter zijn bemonsterd en natuurlijke morfogenetische processen zijn hier niet bepalend voor het ontstaan van dergelijke efemere wateren. Voor de volledigheid zal deze gemeenschap nog gehandhaafd blijven tot aanvullende gegevens het rechtvaardigen om de gemeenschap elders onder te brengen.

Poelen

Referentie: Lotharingse Maas en de gegraven poelen in de Blauwe Kamer

Natuurlijke poelen kunnen tenminste op twee verschillende manieren ontstaan:

- Poelen die het gevolg zijn van uitslijpend rivierwater tijdens inundaties (zie inundatiekolken)
- Poelen die ontstaan als oude strangen verlanden. Zoals blijkt uit figuur 22 kunnen poelen als een kralensnoer nog de oude loop van de meander aanduiden.

Tot dit laatste type kunnen qua macrofauna-gemeenschap, wellicht ook de gegraven poelen (in de Blauwe Kamer) worden gerekend. In de winter na een inundatie vertoont de macrofauna-gemeenschap enige overeenkomsten met de inundatiekolken en het geïndeerde maaiveld (de karakteristieke rivierbegeleidende soorten ontbreken echter in de poelen). Veelal worden de, in de zomer uitdrogende, poelen in het voorjaar gekenmerkt door grote aantallen amfibieën en kunnen de permanente poelen als ware kraamkamers fungeren voor jonge vis. Vooral wanneer er bij hoge rivierstanden een verbinding met de rivier aanwezig is. Op de oevers en in het algemeen in de lagere delen van de uiterwaarden kan een vegetatie van zeeegroene muur, watertorkruid, aardbeiklaver en klein vlooiekruid worden aangetroffen.

Kwelmoerassen

Referentie: in potentie in de Rosandepolder en Amerongse Bovenpolder. Actuele referenties langs de grote rivieren zijn niet voldoende onderzocht.

Op plaatsen waar de uiterwaard grenst aan stuwwallen kan een kwelmoeras ontstaan als gevolg van uittredend grondwater van de heuvels. Naast bronbewonende ongewervelden zijn hier vegetaties aan te treffen, waarbij echte waterkers een belangrijk deel uitmaakt.



Meestromende nevengeulen

Referentie: Tisza Hongarije, Lotharingse Maas en paleoecologisch onderzoek aan oude rivierafzettingen
Het watertype dat het duidelijkst afwijkt van de natuurlijke situatie is het huidige zomerbed. Binnen afzienbare termijn is niet te verwachten dat het zomerbed een andere dan rivierkundige, economische en (water)recreatieve bestemming krijgt. De enige uitzonderingen hierop zijn de Grensmaas en de Biesbosch, waarbij het gehele dwarsprofiel een natuurbestemming krijgt. Deze beperking houdt in dat het herstel van de levensgemeenschap van het natuurlijke zomerbed gestalte al moeten krijgen door meestromende nevengeulen in het winterbed.

Een beschrijving van de meestromende nevengeul is in feite identiek aan die van het zomerbed (zie boven). Ook hier zal klinkhout de belangrijkste voorwaarden scheppen voor variatie in substraat, stromingspatroon en erosie/sedimentatie karakteristieken.

Huidige situatie in het winterbed

Referentie: Blauwe Kamer, Leeuwen, Afferden-Deest, Opijnen, Neerrijnen, een groot aantal andere uiterwaarden (van den Brink, 1990).

De Nederlandse uiterwaarden zijn rijker aan niet natuurlijke watertypen dan aan wel natuurlijke wateren. Onder niet-natuurlijke watertypen vallen de wielen, kleiputten en zandgaten.

Wielen zijn in feite onnatuurlijk grote inundatiekolken. Kleiputten kunnen qua breedte en diepte nog enigszins overeenkomst vertonen met strangen. Dit kan niet gezegd worden voor het dwars- en lengteprofiel van deze vaak badkuip-achtige wateren. Zandputten zijn de meest onnatuurlijke wateren in- en buiten het riviereengebied. Op geen enkele wijze vertoont hun morfologie enige overeenkomst met natuurlijke Nederlandse watertypen. Daartegenover staat dat zandputten in Nederland één van de weinige watertypen zijn die vaak langdurig een grote helderheid kunnen bezitten en daardoor inmiddels een toevluchtsoord vormen voor tal van planten (met name kranswieren) en dieren (bv. snoek) die afhankelijk zijn van een goed doorzicht.

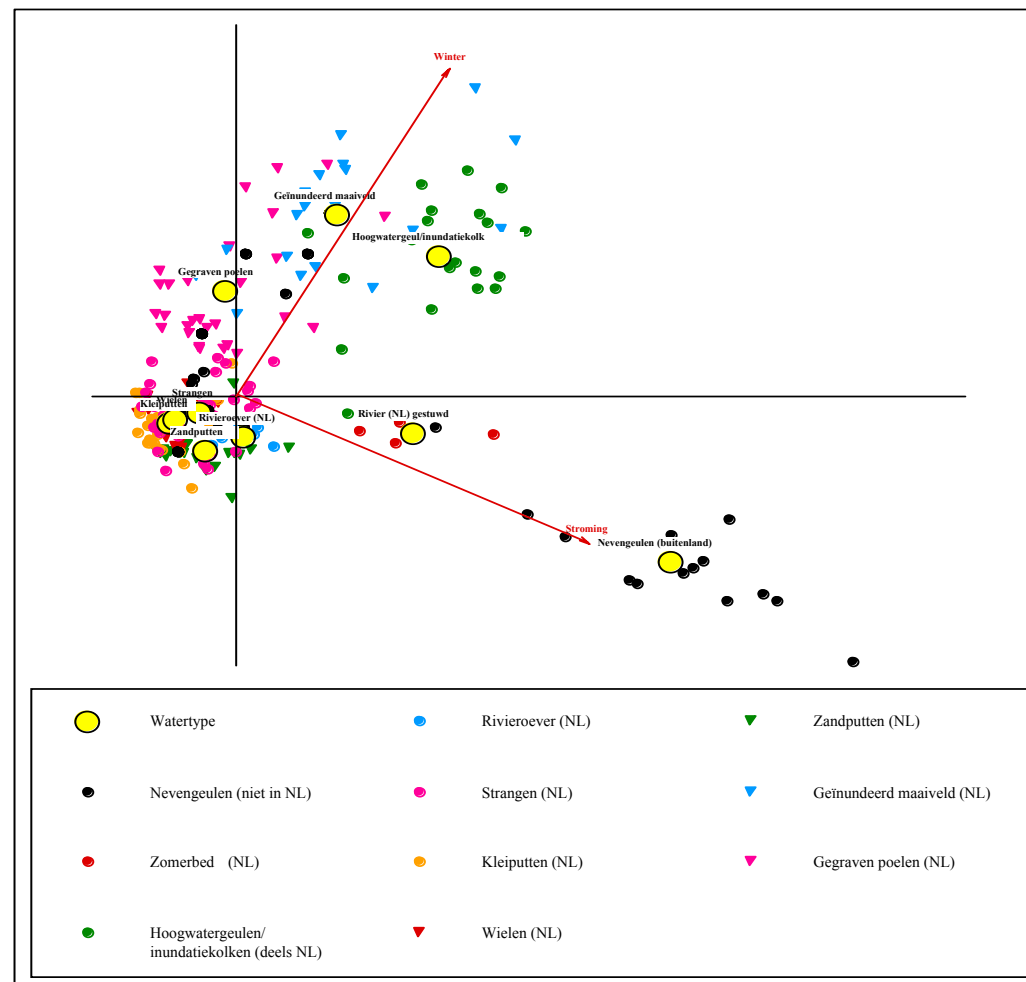
Hoogwatergeulen, rivierkwelgeulen, kwelmoerassen en strangen met een sterke toestroom van regionaal grondwater zijn, voor zover aanwezig, vermoedelijk zeldzame watertypen.

In figuur 23 is een overzicht gemaakt van de macrofauna-gemeenschappen in onderzochte Nederlandse watertypen, aangevuld met onderzochte referentietypen.

In deze figuur zijn dus niet opgenomen de hoogwatergeulen in de zomersituatie, rivierkwelgeulen, strangen onder sterke invloed van regionale kwel en kwelmoerassen.

De figuur is gebaseerd op een Canonische Correspondentie Analyse. Informatie over deze analyse wordt gegeven door Jongman et al. (1987).

Hier wordt volstaan met de toelichting van de figuur die de grote lijnen weergeeft van de relatie die de verschillende onderzochte levensgemeenschappen onderhouden met de rivier.



Figuur 22. Overzicht van wateren in het rivierengebied en de relatie die ze onderhouden met de rivier

De figuur kan als volgt worden geïnterpreteerd.

Ter illustratie zijn hier alleen de factoren stroming en seizoen (winter) als bepalende factoren weergegeven voor het voorkomen van verschillende macrofauna-gemeenschappen in het rivierengebied. Deze gemeenschappen zijn hier verwoord als het watertype waarin ze zijn aangetroffen. De gemeenschap in het zomerbed van de Nederlandse rivieren en de gemeenschap in de nevengeulen bevatten soorten van stromend water en de gemeenschappen liggen in de nabijheid van de peil "stroming". De gemeenschappen in de hoogwatergeulen/inundatiekolken en geïndeerd maaiveld zijn gegroepeerd rond de peil "winter". Immers deze wateren bevatten in Nederland alleen in de winter en het voorjaar water en een referentie voor de gemeenschap in hoogwatergeulen/inundatiekolken in de zomer ontbreekt nog. Enige gegraven poelen vertonen overeenkomst met geïndeerd maaiveld indien ze in de winter/voorjaar zijn bemonsterd. Indien ze in de zomer zijn bemonsterd, dan naderen ze de belangrijkste gemeenschappen in de huidige Nederlandse uiterwaarden, de gemeenschappen die leven in strangen, kleiputten, wielen en zandputten. Deze groep watertypen laat zich op grond van de macrofauna-gemeenschap niet eenduidig van elkaar onderscheiden. Met andere woorden, in de vele onderzochte grote stagnante wateren in de uiterwaarden is een levensgemeenschap aangetroffen die niet te typeren is als: karakteristiek voor strangen of voor wielen etc. Zelfs de gemeenschap van de beschutte Nederlandse rivieroevers vertoont grote overeenkomst met die van de stagnante wateren in de uiterwaarden.



Andere aspecten uit die deze figuur zijn:

De poelen in de uiterwaarden bevatten een min of meer karakteristieke levensgemeenschap, maar hierbij is het seizoen van groot belang. Door het jaar verandert de levensgemeenschap, die in de zomer gelijkenis vertoont met die in de grote stagnante wateren. In de winter vertoont de gemeenschap overeenkomsten met die van depressies in recent geïnundeerd maaiveld.

De hoogwatergeulen/inundatiekolken herbergen in de winter een gemeenschap die zich duidelijk onderscheidt van de overige levensgemeenschappen. Deze gemeenschap is bij uitstek een indikator voor de ecologische afhankelijkheid van een groot aantal macrofauna-soorten voor de jaarlijks terugkerende uitwisseling tussen de uiterwaard en de rivier.

De gemeenschap van nevengeulen (in het buitenland) onderscheidt zich duidelijk van die in het zomerbed van de Nederlandse rivieren.

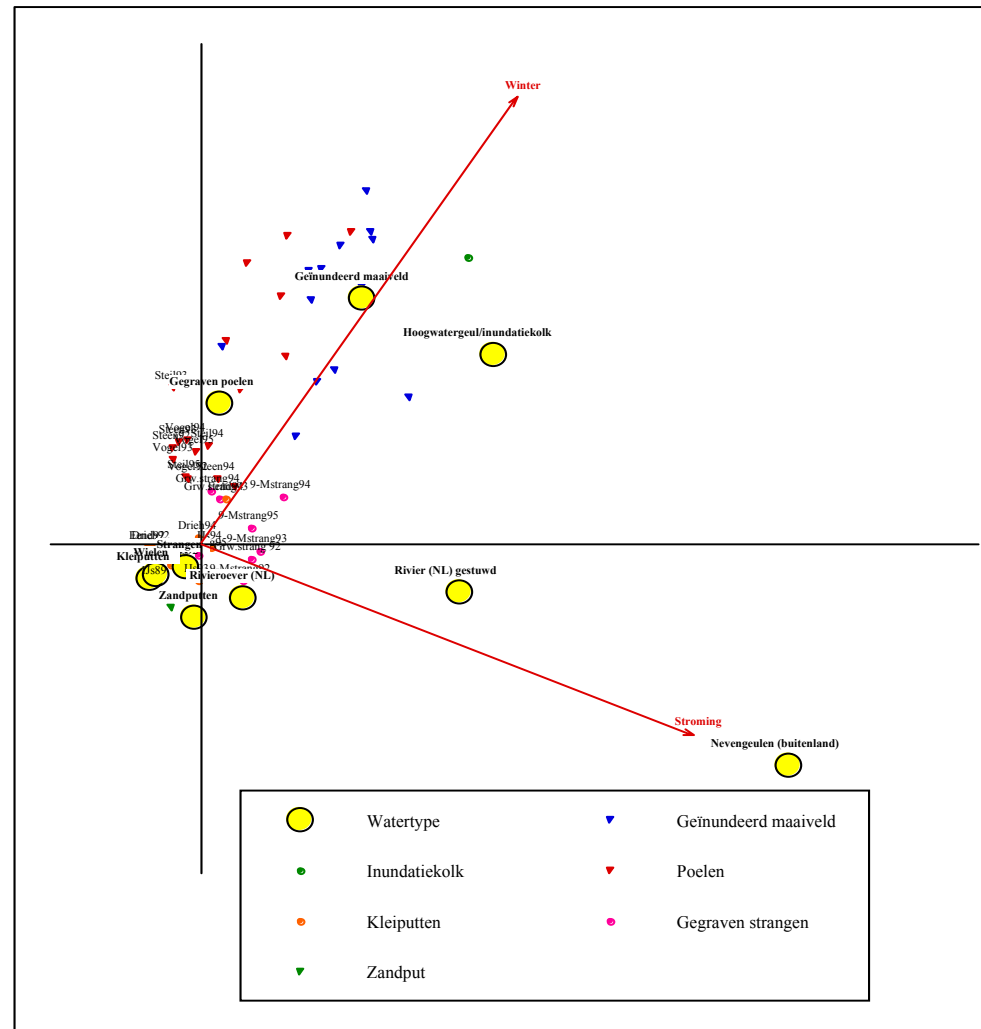
Deze figuur legt op eenduidige wijze bloot waar het in het Nederlandse riviersysteem aan schort.

1. De gemeenschap van beschutte rivieroeveren is wezenlijk anders dan die in het zomerbed van de Nederlandse rivieren. Dit geeft aan dat de component gevarieerd substraat in het zomerbed ontbreekt en dat in de gevarieerde oeverzone (in dit geval die van de Brabantsche Biesbosch) de faktor stroming geen ecologische betekenis heeft. Het zomerbed is als het ware opgedeeld in een stroomgoot en een stagnante oeverzone.
2. De grote wateren in de Nederlandse uiterwaarden kennen slechts één vorm van rivierdynamiek, nl. geïnundeerd worden, waarbij een grotere of kleinere hoeveelheid slib aan deze wateren wordt toegevoegd. Dit doodlopende proces vertaalt zich in een macrofauna-gemeenschap die niet differentiërend is voor de afzonderlijke morfogenetische typen (strang, wiel, kleiput, zandgat).
3. In de Nederlandse rivieren ontbreken nevengeulen en hoogwatergeulen. Inundatiekolken (en geïnundeerd maaiveld) hebben in de huidige situatie geen ecologische betekenis omdat ze slechts ontstaan bij extreme afvoeren en zelfs dan drogen ze op voordat de meeste bewoners hun cyclus hebben kunnen voltooien. Indien deze punten uit de figuur worden verwijderd, dan blijkt het Nederlandse winterbed slechts een zeer beperkt gedeelte van de grafiek in beslag te nemen. Omgekeerd kan aan de hand van deze figuur worden vastgesteld welke perspectieven in het vooruitzicht kunnen worden gesteld als de rivier weer haar gang mag gaan in de uiterwaarden.



7.3. Positie van de wateren in de Blauwe Kamer in een natuurlijker riviersysteem

Figuur 23 is overeenkomstig figuur 22., met nu alleen de wateren van de Blauwe Kamer ingetekend.



Figuur 23. Overzicht van wateren in de Blauwe Kamer en de relatie die ze onderhouden met de rivier

Vrijwel alle aangetroffen gemeenschappen vertonen een grote overeenkomst met de grote en kleine stagnante wateren in het winterbed. De poelen en het geïndeerde maaiveld in de winter komen qua samenstelling overeen met dergelijke wateren in andere uiterwaarden. In februari 1995 is een zeer klein (< 1 m²) inundatiekolkje aangetroffen nabij de verlaagde zomerdijk. Hierin werden enige typische rivierbewoners aangetroffen.

Zoals uit bovenstaande duidelijk werd hebben de Griendweidestrang en 9-Morgenstrang (na hun pionierfase) weinig toegevoegd aan de macrofauna in het rivierengebied. Beide strangen onderscheiden zich in de figuur nog wel van de overige grote wateren doordat ze een positie innemen tussen deze wateren en de gegraven poelen. Naar verwachting zal de gemeenschap in de Griendweidestrang convergeren naar de gemeenschappen van de grote stagnante wateren in de uiterwaarden. De 9-



Morgenstrang zal vermoedelijk een levensgemeenschap herbergen die gelijkenis zal gaan vertonen met die van een beschutte rivieroever. Evenals uit figuur 23 (die met alle wateren) is hieruit af te leiden dat er voor de wateren in de Blauwe Kamer een scala aan mogelijkheden klaarligt om bijzondere gemeenschappen een onderdak te verschaffen.

8. Toekomstperspectieven voor de wateren in de Blauwe Kamer

Het voorbeeldgebied de Blauwe Kamer, ingericht naar de inzichten van plan "Ooievaar" heeft veel positieve ontwikkelingen in gang gezet. Het ooibos staat op het punt om door te breken. De vogelwereld reageert positief op de herinrichting, met als zomers hoogtepunt in 1995 een kwartet roepende kwartelkoningen. De terrestrische vegetatie is na de herinrichting verrijkt met duizenden exemplaren klein vlooiekruid. De vestiging van de graskers, en grijskruid in 1994 waren spectaculair en de vondst van een veld fraai duizendguldenkruid langs de 9-Morgenstrang in 1995 was eveneens een verrassing.

De herinrichting brengt echter niet datgene wat er mogelijk is voor het leven onder water. Het zou ook puur toeval zijn geweest indien dit wel het geval was, aangezien de herinrichting is uitgevoerd op basis van plan Ooievaar, waarbij geen aandacht is geschonken aan het leven onder water.

De grote wateren (9-Morgenstrang uitgezonderd) herbergen een macrofauna-gemeenschap die algemeen is in grote stagnante wateren in de uiterwaarden. Indien deze wateren helder zijn, kunnen zich bijzondere soorten vestigen. In de Blauwe Kamer heeft de vergroting van de rivierinvloed echter tot gevolg dat deze wateren sneller vertroebelen dan in de uitgangssituatie het geval zou zijn geweest. Het proces van opslibbing is niet veranderd, het tempo echter wel. Ook in de nog kale 9-Morgenstrang biedt nauwelijks onderdak aan karakteristieke rivierbegeleidende macrofauna-gemeenschappen. Indien er geen verdere maatregelen worden genomen, zal het natuurontwikkelingsproject ook in de toekomst slechts een marginale bijdrage leveren aan de aquatische biodiversiteit in het rivierengebied. Dit zal eveneens het geval zijn voor de kennis die in de toekomst uit het gebied kan worden betrokken, waar het de aquatische component aangaat. In de periode 1989 - 1995 heeft de Blauwe Kamer haar functie vervuld als proefgebied en is het zaak dat de hierbij opgedane kennis wordt geïnvesteerd in een tweede beperkte herinrichting.



Er zijn drie redenen aan te geven waarom dit juist in de Blauwe Kamer zou moeten gebeuren:

- Hydrobiologisch is de Blauwe Kamer verreweg de meest uitvoerig onderzochte uiterwaard in Nederland. Dit leidt er toe dat juist voor de Blauwe Kamer een herinrichtingsplan kan worden voorgesteld dat gedragen wordt door enorme hoeveelheid ecologische basisgegevens.
- Een tweede beperkte herinrichting doet, in tegenstelling tot plan Ooievaar (basis voor de eerste herinrichting) ook recht aan natuurontwikkeling onder water. Hierdoor blijft de Blauwe Kamer ook in de toekomst een waardevol proefgebied voor deze component van het riviersysteem, terwijl de ontwikkeling van de overige componenten niet wordt afgeremd.
- Het belangrijkste argument voor een tweede herinrichting wordt echter aangedragen vanuit de konstatering dat de wateren in de Blauwe Kamer zich niet in positieve zin ontwikkelen en niet bijdragen tot het herstel van verdwenen aquatische levensgemeenschappen.

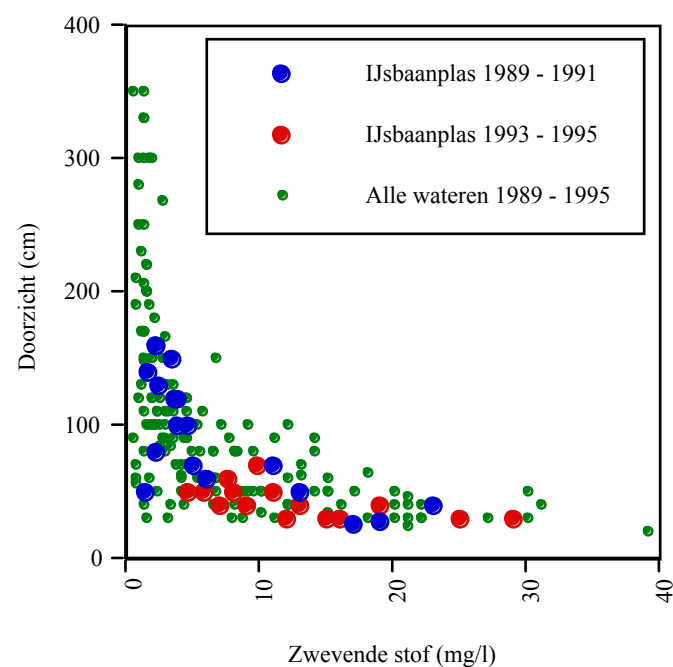
Er zijn twee richtingen mogelijk om via een beperkte herinrichting de neerwaartse spiraal om te buigen:

1. Vergroten van het doorzicht en de structuurdiversiteit zonder de sturende processen te veranderen
2. Verandering van de sturende processen

Hierbij wordt als uitgangspunt gehanteerd dat de huidige ontwikkelingen boven water niet of nauwelijks zullen worden beïnvloed door de beperkte tweede herinrichting.

8.1. Uitwerking van het vergroten van doorzicht en structuurdiversiteit

De eerste benadering zal worden uitgewerkt voor de IJsbanaanplas aan de hand van het gemeten doorzicht en zwevende stofgehalte (zie figuur 24)



Figuur 24. Relatie tussen zwevende stofgehalte en doorzicht in de grote wateren van de Blauwe Kamer en Plasserwaard, in vergelijking met de IJsbanaanplas vóór en na de herinrichting.



Het zwevende stofgehalte in de IJsbanaanplas is in de periode 1993 - 1995 gemiddeld gestegen ten opzichte van 1989 - 1991. Het gevolg hiervan was dat ook de gemiddelde zichtdiepte is verminderd van 92 cm naar 44 cm. Bij een gemiddelde bodemdiepte van 2.5 m is het duidelijk dat ook in 1989 -1992 op deze diepte waterplanten geen kansen hebben. Uit de figuur wordt duidelijk dat water met een doorzicht van 1 - 1.5 m slechts een geringe hoeveelheid zwevende stof bevat (< 5 mg/l). In de periode 1989 - 1991 was het gemiddelde zwevende stofgehalte in de IJsbanaanplas 6.9 mg/l. In 1993 - 1995 is dit gehalte toegenomen tot 12.4 mg/l. De gemeten maxima zijn gestegen van 23 mg/l in 1989 - 1991 tot 29 mg/l in 1993 - 1995. Belangrijker voor de ontwikkeling van ondergedoken vegetatie is de zichtdiepte in het voorjaar. Immers in deze periode groeien de kiemplanten uit. Later in het seizoen zullen hun bladeren zich vlak onder het wateroppervlak bevinden. In de periode 1989 - 1991 was het gemiddelde doorzicht in de maanden april - juni 111 cm (zwevende stofgehalte 2.7 mg/l). In 1993 - 1995 is het gemiddelde doorzicht in het voorjaar gedaald tot 41 cm (zwevende stof 9.1 mg/l). Dit houdt in dat een reductie in zwevende stof van 10 mg/l.jaar voldoende zou kunnen zijn om een gunstig lichtklimaat te scheppen voor ondergedoken waterplanten in de ondiepere delen van de IJsbanaanplas.

De structuurrijkdom wordt sterk vergroot door klinkhout in de plas af te zinken. De bomen met kroon en liefst ook wortelstelsel worden in het water verankerd en afgezonken. Dit is nodig om te zorgen dat het hout met water verzadigd raakt en zo in totaal aan de aquatische gemeenschap ten goede komt. Daarnaast wordt hiermee voorkomen dat de bomen tijdens hoogwater uit de Blauwe Kamer in het zomerbed drijven. Voor de IJsbanaanplas geldt hierbij als derde argument dat afgezonken hout geen beperkingen oplegt aan de schaatsers.

Deze actie heeft al direct tot gevolg dat de structuurrijkdom onder water sterk toeneemt en er zich soorten zullen vestigen die voor hun aanhechting en voedsel afhankelijk zijn van dit substraat. Ook enige zichtjagers zullen profiteren van het hout. Hierbij wordt vooral gedacht aan libellelarven, die zich op het hout schuilhouden en een langskruipende prooi grijpen.

In principe zijn alle niet hout-etende bewoners voor hun voedsel aangewezen op wat er beschikbaar is in de waterkolom en wat er op het hout bezinkt. Een schatting van wat deze dieren voor het doorzicht kunnen betekenen is niet te maken. Een uitzondering hierop vormt de driehoeksmossel (*Dreissena polymorpha*), waarvoor het hout een uitstekende aanhechtingsplaats vormt.

Al filterend zetten de driehoeksmosselen het fijne zwevende materiaal om in uitwerpselen die als samengeklonterde pakketje naar de bodem zakken en daar een uitstekende voedingsbron vormen voor de bodemfauna. In de zomer worden embryo's geproduceerd die in eerste instantie vrij zweven in de waterkolom (veligerlarven) en zich later met een aanhechtings- of byssusdraad vasthechten aan het hout. Met als uitgangspunt een reductie van 10 mg/l.jaar in het zwevende stofgehalte geeft het volgende rekenvoorbeeld aan hoeveel hout er in de IJsbanaanplas zou moeten worden aangebracht om deze reductie te bewerkstelligen.



Een rekenvoorbeeld:

1 driehoeksmossel filtert per jaar 10 g droge stof (Reeders et al., 1993).

Reële dichtheden van driehoeksmosselen op vast substraat bedragen 1500 mosselen/m² (Smit, 1995).

1 grote schietwilg, zoals de omgewaaide wilg in de hoek Grebbedijk/Veerweg (met kroon, maar zonder wortelstelsel heeft een oppervlakte van 143 m² (= 6.16 m³, opgemeten in juni 1995).

Per grote volledig ondergedoken schietwilg zou een populatie van 143 * 1500 mosselen jaarlijks een hoeveelheid droge stof kunnen filteren van 143 * 1500 * 10 = 2145000 g/jaar.

De IJsbaanplas heeft bij een oppervlakte van 7.5 ha en een gemiddelde diepte van 2.5 m (med. A. Klaassen) een volume van 187500 m³. De hoeveelheid te verwijderen zwevende stof bedraagt 10 g/m³ of 10*187500 g = 1875000 g voor de gehele IJsbaanplas. Dit houdt in dat 1875000/2145000 = 0.87 boom met een goede populatie aan driehoeksmosselen in staat zou moeten zijn om in het voorjaar licht te laten doordringen op een groot gedeelte van de bodem in de oeverzone.

Voor de opbouw van een goede populatie driehoeksmosselen is het in de eerste plaats nodig dat enting plaatsvindt in de wateren, die niet in open verbinding staan met de rivier. In de 9-Morgenstrang zal kolonisatie vanuit de rivier plaatsvinden en tijdens hogere zomerafvoeren zullen de veligerlarven ook de Fortgracht op eigen kracht kunnen bereiken. De overige wateren staan in de regel tijdens het voortplantingsseizoen van de driehoeksmossel niet in verbinding met de rivier. In deze wateren kan enting plaatsvinden door mosselbanken uit de rivier over te brengen naar geschikte plaatsen.

Geschikt zijn die plaatsen waar de wind kan zorgen voor voldoende waterbeweging. Dit betekent dat hiervoor vooral de Griendweidestrang, Driehoeksplas en IJsbaanplas in aanmerking komen. In de beschutte Eendepas worden de mogelijkheden voor de driehoeksmossel beperkt geacht.

Aangezien hout meer functies dient dan alleen als aanhechtingsplaats voor driehoeksmosselen wordt voorgesteld om bij het aanbrengen van bomen uit te gaan van een dichtheid van ca. 1 grote boom/ha.

Dergelijke hoeveelheden (6 m³/ha) zijn overigens nog gering in vergelijking met wat er in natuurlijke riviersystemen aan hout in het water kan liggen (150 - 400 m³/ha. Klink, 1995).

8.2. Uitwerking van de verandering van de sturende processen

Een ingrijpender voorstel is het veranderen van de sturende processen in de Blauwe Kamer. Het doorbreken van het doodlopende proces van opslibbing kan op twee manieren worden bewerkstelligd:

1. Periodieke doorstroming tijdens hoge rivierafvoeren (hoogwatergeul)

2. Nevengeul met inlaat onder stuwpeil

In beide gevallen zal in de zomer sedimentatie plaatsvinden van fijn materiaal. In een hoogwatergeul zal dit hoofdzakelijk bestaan uit dode algen en organisch materiaal afkomstig van water- en oeverplanten. In de nevengeul, die stagneert als de rivier op stuwpeil staat zal hier met name het zwevende materiaal uit de rivier tot bezinking kunnen komen. Als het rivierpeil boven stuwpeil stijgt zal de nevengeul meestromen en het opgehoopte fijne materiaal zal worden meegevoerd.



De hoogwatergeul zal in de winter worden doorstroomd, waardoor in deze periode afvoer plaatsvindt van het fijne materiaal. Houden we figuur 23 in gedachte, dan zullen deze ingrepen betekenen dat het proces wordt hersteld waardoor de gemeenschap van hoogwatergeulen en nevengeulen weer een kans krijgen. Onverkort geldt bij een dergelijke maatregel dat ook de structuurrijkdom moet worden opgevoerd door hout aan te brengen. Van een kale nevengeul zal weinig meer bekoring uitgaan voor de macrofauna dan het huidige kale zomerbed. Filteraars vinden er geen onderdak en de noodzakelijke variatie in bodemsubstraat blijft dan eveneens achterwege.

In het kort houdt de procesgerichte maatregel dus in dat:

- algehele opslibbing wordt voorkomen
- substraatdiversiteit wordt gegarandeerd door klinkhout
- Zowel de nevengeul als de hoogwatergeul zullen bij hoge afvoeren rekolonisatiekernen vormen voor de karakteristieke rivierbewoners die momenteel bij hoge afvoeren de Noordzee worden ingesleurd.

Tenslotte nog een opmerking over het "natuurbouwachtige" karakter van het aanbrengen van klinkhout. In het ideale geval zou slechts het proces (doorstroming) hersteld behoeven te worden om te komen tot een zichzelf instandhoudende karakteristieke riviergebonden levensgemeenschap. In de huidige situatie is dit op korte termijn niet te verwezenlijken. Oud oobos ontbreekt in de uiterwaarden en als het al aanwezig is, dan zouden er vanuit de rivierkundige belangen eisen verbonden worden aan de aanwezigheid van klinkhout in het water. Zoals er in het overgereguleerde riviersysteem ingegrepen moet worden om iets van de natuurlijke processen terug te brengen, zo is het voor de korte termijn ook noodzaak om een handje te helpen bij het herstel van de biotoopdiversiteit.

8.3. Voorstel voor een beperkte tweede herinrichting

Klinkhout en driehoeksmosselen

Gelet op de verstoring die met name de procesmatige ingrepen met zich mee brengen, wordt voorgesteld om in de Driehoeksplas en Ijsbaanplas klinkhout aan te brengen in dichtheden van 1 boom/ha. In deze plassen en de Eendeplass (die al beschikt over voldoende hout) worden uit de Nederrijn afkomstige driehoeksmosselen geënt.

Nevengeul met klinkhout

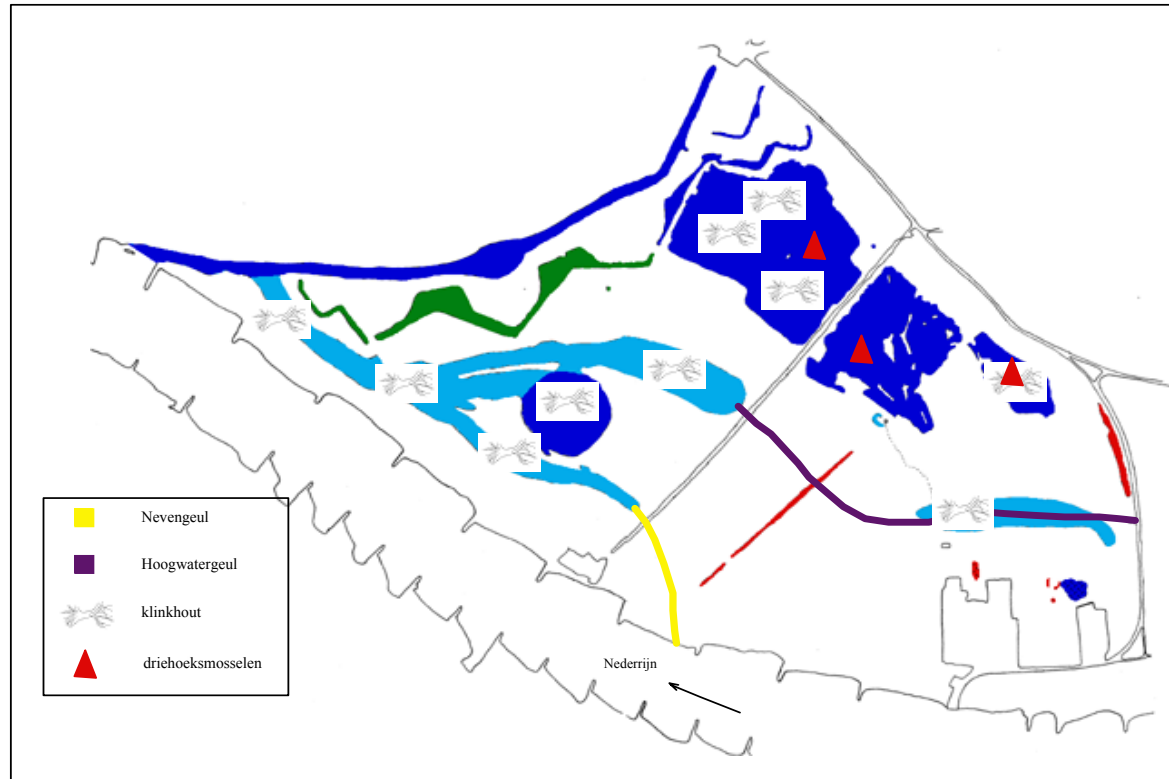
Verder doorgraven van de verlaagde zomerdijk ten oosten van het Waardmanshuis tot 2 m onder stuwpeil en een verbinding tot stand te brengen met de 9-Morgenstrang. Verder wordt de 9-Morgenstrang "aangekleed" met klinkhout

Hoogwatergeul met klinkhout

De Griendweidestrang kan bij uitstek fungeren als een hoogwatergeul en daarmee aansluiten op het inrichtingsplan van de Plasserwaard (Litjens et al., 1995). Hierbij is een hoogwatergeul voorzien die loopt van de jachthaven bij Wageningen tot aan de Veerweg. Deze geul kan met een grote duiker onder de Veerweg worden doorgetrokken naar de Griendweidestrang. Vanaf het moment dat deze geul meestroomt zal afwatering plaatsvinden op de 9-Morgenstrang, waardoor zowel de noordelijke als de zuidelijke tak



van de 9-Morgenstrang worden doorstroomd. Bij de aanleg zal de situatie moeten worden vermeden dat de Griendweidestrang volloopt vanaf benedenstrooms (zoals momenteel het geval is). Een praktische oplossing hiervoor kan worden gevonden door het met het materiaal dat vrijkomt bij de aanleg van de nevengeul en het tracé van de Griendweidestrang naar de 9-Morgenstrang te gebruiken voor de benedenstrooms afscherming van de hoogwatergeul tot het niveau dat ook deze mee gaat stromen. Dergelijke en andere praktische zaken (als bruggen en duikers) kunnen in een aparte deelstudie verder worden uitgewerkt.



Figuur 25. Voorstel voor een beperkte tweede herinrichting van de Blauwe Kamer

Tenslotte zijn er nog de poelen die op kortere of langere termijn zullen verlanden. In deze studie worden hiervoor geen maatregelen voorgesteld. Het openhouden van deze poelen zou evenals in sloten een periodieke schoning betekenen. Met de aanleg van een neven- en hoogwatergeul zal de dynamiek tijdens hoogwater naar verwachting dusdanig toenemen dat er inundatiekolken zullen ontstaan die, naar hun aard, volledig vrij zijn van onderhoud en samen met de hoogwatergeul kunnen dienen als rekolonisatiekernen voor de hiervoor kenmerkende macrofauna.



9. Literatuur

van den Brink, F.W.B., 1990

Typologie en waardering van stagnante wateren langs de grote rivieren in Nederland.

Publikaties en Rapporten Ecologisch Herstel Rijn 25: 157 pp. + bijl.

de Bruin, D., Hamhuis, D., van-Nieuwenhuijze, L., et al., 1987

Ooievaar. De toekomst van het rivierengebied

Stichting Gelderse Milieufederatie 128 pp.

Buskens, R.F.M., 1989

Monitoring of chironomid larvae and exuviae in the Beuven, a soft water pool in the Netherlands, and comparisons with palaeolimnological data

Acta Biol. Debr. Oecol. Hung. 3: 41-50 pp.

Drost, M.B.P., Cuppen, H.P.J.J., van Nieuwkerken, E. 1992

De waterkevers van Nederland

Uitgeverij KNNV Utrecht 280 pp.

Fomenko, N.V., 1980

Ecological groups of Oligochaeta worms in the Dnieper Basin

In: Aquatic Oligochaeta worms (V.S. Kothekar ed.)

Proc. Symp. Aquatic Oligochaeta, Tartu 1967 17: 105-118

WNF, 1992

Levende rivieren. Studie in opdracht van het Wereld Natuur Fonds

Rapport Wereld Natuur Fonds 28 pp.

Hovens, J.P.M., 1994

Macrofauna in de Blauwe Kamer: Eén haar na het verlagen van de zomerdijk, de situatie in juni '93

Vakgr. Waterkwaliteitsbeheer en aquat. Ecol. LU 26 pp. + bijl.

Jongman, R.H.G., ter Braak, C.J.F., et al., 1987

Data analysis in community and landscape ecology

PUDOC, Wageningen (ISBN 90-220-0908-4) 299 pp.

Klink, A., 1989

The Lower Rhine. Palaeoecological analysis. In: Historical change of large alluvial rivers: western Europe

G.E. Petts (ed.), John Wiley & Sons Ltd. p. 183-201



Klink, A.G., 1982

Het genus *Micropsectra* Kieffer (Diptera, Chironomidae). Een taxonomische- en oekologische studie
Medeklinker 2: 59 pp. + bijl.

Klink, A., 1995

Klinkhout in de Grensmaas: biotoopdiversiteit en biologische zuivering
Hydrobiol. Adv. Buro Klink Rapp. Med. 57: 10 pp.

Krüger, F.W.C., 1944

Terrestrische Chironomiden 13. *Tanytarsus radens* n.sp.
Zool. Anz. 144: 200-208

Leendertse, A.C., 1993

Macrofauna in de Blauwe Kamer: de 'nul'-situatie
Rapport Vakgroep Natuurbeheer LUW 50 pp. + bijl.

Litjens, G., 1995

De morfologie van de zandrivier.
Bureau Stroming 15 pp.

Litjens, G., Helmer, W., Overmars, W., 1995

Inrichting Plassewaard. Deelplan Natuurontwikkeling Noordoever Nederrijn
Buro Stroming Rapport 55 pp. + bijl.

Middelkoop, H., Asselman, N.E.M., 1994

Spatial and temporal variability of floodplain sedimentation in the Netherlands
Report GEOPRO 1994:05 47 pp.

Moller Pillot, H.K.M., Buskens, R.F.M., 1990

De larven der Nederlandse Chironomidae (Diptera). Deel C: autoekologie en verspreiding
Nederlandse faunistische Mededelingen 1C 87 pp.

Molt, E.L., 1961

Verontreiniging van het Rijnwater. In: Drinkwatervoorziening 13e vakantie cursus
Moormans periodieke pers Den Haag p: 46-71

Nieser, N., 1982

De Nederlandse water- en oppervlaktewantsen (Heteroptera: Nepomorpha en Gerromorpha)
Wet. Med. KNNV 155: 78 pp. + bijl.



NJN., 1964

Blauwe-Kamer verslag

Stencil 10 pp.

Overmars, W., 1992

De Rijnstrangen. Riviermorphologisch onderzoek

Rapport Stichting ARK 68 pp. + bijl.

Overmars, W., 1995

Rosande-Doorwert. Historisch morfologische studie

Stroming bv 22 pp.

Rademakers, J.G.M., Wolfert, H.P., 1994

Het rivier-ecotopen-stelsel: Een indeling van ecologisch relevante ruimtelijke eenheden ten behoeve van ontwerp en beleidsstudies in het buitendijkse rivierengebied.

Publ. Rapp. Ecologisch Herstel Rijn en Maas 61: 73 pp.

Reeders, H.R., bij de Vaate, A., Noordhuis, R., 1993

Potential of the zebra mussel (*Dreissena polymorpha*) for water quality management. In: Nalepa, T.,

Schloesser, D.W., (eds.). Zebra mussels, biology, impacts and control

Lewis Publishers London 415-438

Rostan, J.C., Amorors, C., Juget, J., 1987

The organic content of the surficial sediment. A method for the study of ecosystem development in abandoned river channels

Hydrobiologia 148(1): 45-62

Rijkswaterstaat Meetkundige Dienst, 1991

Vegetatiekaart "De Blauwe Kamer" 1989

Rapport Rijkswaterstaat Meetkundige Dienst 42 pp. + bijl.

Rijkswaterstaat Meetkundige Dienst, 1994

Vegetatiekaart Blauwe Kamer 1993

Rapport Rijkswaterstaat Meetkundige Dienst 37 pp. + bijl.

Savage, A.A., 1989

Adults of the British aquatic Hemiptera Heteroptera: a key with ecological notes

F.B.A. Sc. Publ. 50: 173 pp.



Schmale, A., 1992

De betekenis van exuvia als parameter voor de bepaling van de waterkwaliteit
Rapport NV Duinwaterbedrijf Zuid-Holland 80 pp.

Schoor, M., 1994

De geomorfologie en het ontstaan van de Afferdensche en Deestsche Waarden
RIZA Nota 94.002: 65 pp.

Smit, H., 1995

Macrozoobenthos in the enclosed Rhine-Meuse Delta
Academisch Proefschrift K.U. Nijmegen 192 pp.

Smit, H., Heinis, F., Bijkerk, R., Kerkum, F., 1992

Lipiniella arenicola (Chironomidae) compared with *Chironomus muratensis* and *Ch. nudiventris*:
distribution patterns related to depth and sediment characteristics,
Neth. J. Aquat. Ecol. 26: 431-440

van Til, K., 1979

De Rijntakken van de Bovenrivieren sedert 1600
Rijksw. Dir. Bovenriv. 36 pp. + bijl.

Uzunov, Y., Kapustina, L., 1993

Current review on *Oligochaeta* from macrozoobenthic communities of Bulgarian rivers
Lauterbornia 13: 73-82

Wilhelm, M., 1993

Macrofauna van de Blauwe Kamer na de verlaging van de zomerkade, de situatie in september '92
Rapport LUW vakgroep Natuurbeheer 30 pp. + bijl.



Het beoogde doel is periodieke doorspoeling van de wateren tijdens winterhoogwaters, waardoor in de stagnante wateren niet langer meer louter sedimentatie optreedt, maar er ook sprake is van erosie. Met andere woorden het ombuigen van een doodlopend proces (verlanding) naar een levend proces. In hoeverre er in de 9-Morgenstrang sprake is van een levend proces zal de toekomst moeten leren. De bodemfauna indiceert het verslibben van de bodem. Of er op enig moment sprake zal zijn van een evenwichtssituatie als gevolg van de gedempte rivierdynamiek in de zomer is nog onbekend. Wat wel duidelijk is, dat de afvoeren van kerst 1993 en februari 1995 niet hebben geleid tot een zandbewonende bodemfauna in het groeiseizoen volgend op deze gebeurtenissen. Het vermoeden dat bezinking van slib optreedt tijdens lage rivierafvoeren, dient nog nader te worden onderzocht. De macrofauna-gemeenschap geeft tevens aan dat geen stroominnende rivierbewoners zich sinds 1992 in de strang hebben gevestigd. De huidige meerwaarde van de strang ten opzichte van de uitgangssituatie is de kolonisatie van een zeer beperkt aantal soorten (in lage dichtheden) die hun zwaartepunt hebben in de windbewogen oeverzone in het benedenrivierengebied en de Randmeren.

De potenties van de 9-Morgenstrang zijn echter veel groter. Om deze volledig tot uiting te laten komen, zou naast het aanbrengen van klinkhout ook de zomerkade bovenstrooms van de strang verder moeten worden verlaagd tot het stuwpeil van de rivier. Deze twee ingrepen hebben tot gevolg dat de geul grote delen van het jaar meestroomt en de ecologische relatie met de rivier ook daadwerkelijk inhoud krijgt. Momenteel is dit niet het geval. De fauna van het stagnante water profiteert nauwelijks en de fauna van het stromende water profiteert in het geheel niet.

Duidelijker dan de 9-Morgenstrang zit de Griendweidestrang gevangen in het proces van opslibbing. Ondanks dat de plas in 1995 enige weken helder is geweest, wijst de bodemfauna erop dat plas met slib wordt opgeladen. Dit proces heeft inmiddels geleid tot een levensgemeenschap die gelijkenis vertoont met die in de kleiputten, vóór de herinrichting. Daar zagen we dat er een enorme teruggang in de macrofauna is opgetreden als gevolg van vertroebeling. De verwachting is dat dit binnen enkele jaren ook in de Griendweidestrang zal gebeuren. Door het aanbrengen van hout kan het symptoom troebelheid worden bestreden, maar niet de opslibbing. Qua ligging en profiel is de Griendweidestrang bij uitstek geschikt als een afvoergeul bij hoogwater. Aansluitend op een voorstel voor een hoogwatergeul in de Plasserwaard (Litjens, 1995) kan deze geul worden doorgetrokken naar de Griendweidestrang. De geul wordt uitsluitend vanuit stroomopwaartse richting doorstroomd, waardoor karakteristieke winter- en voorjaarsgemeenschap van de periferie van de rivier zich er kan ontwikkelen. In de zomer zal de uitgeslepen kale bodem in het bezit worden genomen door pioniers als kranswieren en de bijzondere macrofauna-soorten die er in 1992 hebben geleefd.

Voor de poelen worden geen verdere maatregelen voorgesteld.

De poelen Vogelhut en Steilwand zullen op niet al te lange termijn verlanden en hun betekenis verliezen voor de ondergedoken waterplanten, macrofauna en amfibieën. Het ligt niet in de lijn van het streven naar natuurontwikkeling om deze poelen periodiek uit te baggeren.



Voor de Poel Steenfabriek is de toekomstige ontwikkeling onzeker. Momenteel verkeert de poel in het stadium dat de ondergedoken vegetatie heeft plaats gemaakt voor zwevende algen. Tijdens de afvoerpieken is het grondwater binnen korte tijd enige meters opgekomen. Het is niet onmogelijk dat de hiermee gepaard gaande opwoeling deze verandering heeft bewerkstelligd.

De geschetste ecologische eenheden zijn in de Blauwe Kamer zowel voor de ingreep als in de huidige situatie vrijwel niet vertegenwoordigd.

Zonder de herinrichting zouden de IJbaanplas, zowel als de Driehoeksplas zijn opgeslibd en zou dit uiteindelijk ook hebben geleid tot de vertroebeling die na 1993 is ingetreden. Dit proces zou echter een veel langere tijd in beslag genomen hebben dan momenteel het geval is geweest. Dit blijkt uit de samenstelling van de bodemfauna over de periode 1989 - 1993, waarbij de zandbewoners domineren, terwijl in 1994 de bewoners van de slib/zandbodem de dienst uitmaken. De Eendeplas zou naar alle waarschijnlijkheid zijn verland door een opeenhoping van organisch materiaal, afkomstig van het bos op de oevers en de emergente en drijvende waterplanten langs en in deze plas. In dit aspect vertoonde de Eendeplas overeenkomsten met een oude meander die niet meedoet aan de hoogwaterafvoer. De herinrichting, gevolgd door het hoogwater van kerst 1993 hebben de plas teruggezet in zijn verlanding. Een deel van het organische (zuurstofarme) slib is vervangen door mineraal materiaal, met als gevolg een sterke verlaging van het fosfaatgehalte. Dit proces lijkt ook bijgedragen te hebben tot een betere zuurstofhuishouding, getuige de sterke achteruitgang van de vervuilingstolerante waterpissebed (*Asellus aquaticus*) en de vestiging van 5 soorten kokerjuffers in 1994. De keerzijde is een achteruitgang in de zichtdiepte en een sterke afname van het aantal zichtjagers. De bodemfauna wijst hier zelfs op een toename van zandig materiaal.

De Fortgracht was in de uitgangssituatie aan het verlanden met organisch materiaal. Zonder uitbaggeren zou de Fortgracht na verloop van tijd zijn verland en zijn betekenis hebben verloren voor het leven onder water. Na de ingreep is de Fortgracht gedurende korte tijd helder om vervolgens te vertroebelen als gevolg van netto aanvoer van rivierslib. Bij stijgende rivierstanden neemt de rivier slib mee, waarvan een deel bezinkt in het relatief rustige water van de Fortgracht en bij dalende rivierstanden niet meer wordt teruggevoerd naar de rivier.

De ingreep heeft een grotendeels organische verlanding omgebogen in een verlanding waarbij mineraal materiaal een grotere rol speelt.

De 9-Morgenstrang vertoont bij hoogwater fysieke kenmerken van een hoogwatergeul. De 9-Morgenstrang stroomt mee en er zijn met kerst 1993 (niet na februari 1994) kolken geslagen in de noordelijke oever. Er zal tijdens het passeren van een hoogwatergolf netto slib verwijderd worden uit de strang. Het voortdurende contact met de rivier leidt echter tot een geleidelijke opslibbing van de bodem, zoals blijkt uit de bodemfauna. De levensgemeenschap in de 9-Morgenstrang gaat overeenkomsten vertonen met weinig gevarieerde rivieroevers in het benedenrivierengebied en als zodanig brengt de strang enige verrijking aan het huidige zomerbed van de Nederrijn.

De Griendweidestrang aanvankelijk een heldere plas met kranswieren en zeldzame macrofauna-soorten, lijkt zich snel te ontwikkelen tot een slib gedomineerd systeem. Evenals voor de kleiputten geldt ook hier dat het een slibvang is, waarbij ook de doorstroming tijdens het hoge water van begin 1994 geen verandering heeft



gebracht. De bodemfauna wijst zelfs op het tegendeel, namelijk dat er veel meer slib is bezonken dan na het hoge water van kerst 1993.

De Poelen bij de Steilwand en de Vogelhut maken aanvankelijk een zelfde pionierstadium door. In eerste instantie ontwikkelt zich een uitbundige kranswiervegetatie, die in beide gevallen instort en wordt vervangen door een weelderige (Vogelhut) of ijle (Steilwand) vegetatie van smalle waterpest. Het zal deels van toevalligheden afhangen hoe de poelen zich in de toekomst zullen ontwikkelen. Gezien de huidige vegetatie in de Vogelhut, zal het niet lang duren voordat deze poel is verland. Bij de Steilwand kan dit langer in beslag nemen indien het water langdurig troebel blijft en de vegetatieontwikkeling wordt geremd.

De Poel op het Steenfabrieksterrein heeft om nog niet opgehelderde oorzaken zijn ondergedoken waterplanten verloren in 1993. Aangezien de poel hoogwatervrij is, zal er geen minerale opslibbing plaatsvinden. Afhankelijk van de ontwikkeling in vegetatie zal de poel er korter of langer over doen om te verlanden. Dit proces wordt waarschijnlijk afgeremd tijdens langdurig hoge rivierstanden, waarbij de kweldruk nabij de bodem opwerveling van het voordien bezonken slib bewerkstelligt en er netto slib uit de poel kan verdwijnen.



PUIN?

Figuur 26. Differentiatie in levensgemeenschappen in een aantal wateren in de uiterwaarden

Uit figuur X blijkt dat de grote wateren in de uiterwaarden weinig differentiatie vertonen. De levensgemeenschappen van strangen, wielen, kleiputten en zandgaten lijken erg op elkaar. De kleinere wateren in de uiterwaarden wijken hiervan in meer of mindere mate af. De gegraven poelen differentiëren zich door

Op basis van het hoogwater met kerst 1993 berekenen Middelkoop en Asselman, 1994 een sedimentatiesnelheid van slib ($< 53 \mu\text{m}$) van ca. 2000 kg/ha.dag. De IJsbaanplas wordt in de huidige situatie gemiddeld 14.4 dagen/jaar geïnundeerd (afvoerperiode 1980-1989). Dit zou betekenen dat er gemiddeld per jaar $14.4 * 2000 \text{ kg slib /ha}$ in de IJsbaanplas terecht komt. = 28800 kg/ha.jaar.

Om dit materiaal te verwerken zijn er $28800/2145 = 13.4$ grote bomen/ha nodig. De oppervlakte van de IJsbaanplas bedraagt 7.5 ha en zou met ruim 100 bomen de inkomende jaarvrucht kunnen laten bezinken.

Zwevende stofgehalte 28800 kg/hajaar Volume $10000 * 2.5 = 25000 \text{ m}^3 = 153 \text{ mg/l}$

Tijdens het hoge water van kerst 1993 is er in lage delen van uiterwaarden een hoeveelheid slud bezonken van 2 - 5 mm. Per ha is dit Het droge stofgehalte bedraagt 50% (gemiddelde bodemsamenstelling Hollandsch Diep). Per ha is er 20 - 50 m³ slud bezonken met een geschatte dichtheid van 1200 kg/m³ en een gehalte droge stof van 75%. Per ha betekent dit een vrucht van 18000 - 45000 kg.

10 bomen/ha = 21.450 kg

gem gehalte 75 mg/l bij 30000 kg/ha = 400.000 m³ bij 40 m³/s 10000 sec. = 3 uur.



Een belangrijk verschil met een hoogwatergeul is het voortdurende contact met het rivierwater, waardoor er ook tijdens lage afvoeren slib kan bezinken, hetgeen de vestiging van ondergedoken tijdens lage rivierstanden voeding met grondwater geen enkele rol speelt en het water niet lang genoeg helder zal blijven voor de permanente vestiging van ondergedoken waterplanten

Rivierdynamiek en 3 jaar ontwikkeling in de Blauwe Kamer

De ontwikkelingen in de wateren van de Blauwe Kamer laten als volgt samenvatten:

De grote kleiputten zijn door het grotere slibaanbod vertroebeld. Dit leidt tot een ernstige nivellering van de aquatische vegetatie en de macrofaunagemeenschap. Een aantal diergroepen (met name zichtjagers) verdwijnt uit deze wateren en er is geen sprake van aanvulling met "nieuwe" karakteristieke soorten die op subtiele wijze aan deze gedempte dynamiek zijn gebonden.

De kleine poelen die niet hoogwatervrij zijn, ontplooiën in hun pionierstadium een uitbundige vegetatie van kranswieren. Door autonome ontwikkeling zonder rivierdynamiek zullen dergelijke poelen verlanden door opeenhoping van organisch materiaal afkomstig van de zich uitdijende vegetatie. Indien dergelijke poelen regelmatig worden geïnundeerd (maar niet doorstroomd) zal opslibbing plaatsvinden, waardoor verlanding via de vegetatie wordt afgeremd en er mogelijk een minerogene verlanding optreedt. Ook deze poelen zijn in de Blauwe Kamer gevangen in een spiraal die maar één kant op gaat, namelijk verlanden.

Van de nieuw gegraven wateren, vertoont de Griendweidestrand overeenkomst met de kleiputten in de zin dat er geen processen worden aangesproken om dit water te weerhouden van verlanding. Zelfs het record hoogwater van februari 1995, waarbij de strand is doorstroomd via de Veerweg, heeft niet kunnen verhinderen dat de bodem slibrijker is geworden. Slechts in de aanvangsperiode 1992 - 1993 is het water gedurende het gehele jaar helder geweest en kon het relatief geringe hoogwater van januari 1993 nog goed worden verwerkt.

Tot nu toe dus weinig reden tot optimisme.

De 9-Morgenstrand wijkt in een aantal opzichten af van de overige wateren. De gevestigde fauna sluit meer aan bij die van de rivier en voegt dan ook daadwerkelijk soorten toe aan het systeem van de Nederrijn.

Hierbij gaat het om momenteel om slechts twee soorten (de dansmuggen *Lipiniella arenicola* en *L. moderata*). Aangezien de kolonisatie in volle gang is, kan dit aantal in de toekomst nog toenemen. Voor deze strand staat in ieder geval bij voorbaat nog niet vast dat het een gevangene is van nivellering.

Huidige situatie: Blauwe Kamer, 1992-1995, Noordberg (1994) Heelsumse Beek (1994), Duursche Waarden 1989-1991, Afferden - Deest, 1995, Leeuwen 1994-1995, Opijnen 1993 - 1994, Neerrijnen 1993 en van den Brink (1990).

Met het aanleggen van de zomerdijken is aan het uitwisselingsproces tussen rivier en uiterwaard een einde gekomen. De rivier is niet meer in staat om zand uit het winterbed op te nemen en de zandhonger wordt gestild door erosie in het versmalde zomerbed. Het uiteindelijke gevolg van de aanleg van de zomerdijken is dat de rivier steeds lager komt te liggen en dat de uiterwaarden steeds verder worden opgehoogd met slib. Het oorspronkelijke relief van ruggen en geulen, als resultaat van hoogwatergeulen en oeverwallen, raakt verstikt onder een dikke kleilaag. Vooral rond de eeuwwisseling verschijnen er grote steenfabrieken in de uiterwaarden. Veelal werd de kleilaag verwijderd en het maaiveld geëgaliseerd om het landbouwkundige



gebruik te kunnen voortzetten (herkultivering). Deze kleiwinning is in de huidige uiterwaarden zichtbaar door het ontbreken van een reliëf in de uiterwaard. Van latere tijd (meest na de tweede wereldoorlog. med. W. Overmars) dateren de tichelgaten, waaraan de uiterwaarden hun huidige variatie grotendeels ontleen. In tegenstelling tot de vroegere hoogwatergeulen, hebben de huidige klei- en zandputten veelal een badkuipprofiel. Hierdoor worden ze ook tijdens topafvoeren niet schoongespoeld en fungeren ze als slibvang. Als gevolg hiervan is het water vaak troebel en een goed ontwikkelde vegetatie van waterplanten is een uitzondering.

Het cyclische proces van opslibbing en uitslijping is veranderd in een doodlopend proces van opslibbing.

Aangezien dit project in de eerste plaats een voorbeeldproject is voor de komende natuurontwikkelingsprojecten langs de rivier, kan er veel lering worden getrokken uit de opgedane ervaringen.

- Zo blijkt dat stagnante wateren in hun pionierstadium soorten herbergen die zeer bijzonder zijn. Als voorbeelden kunnen de kever *Coelambus nigrolineatus* en de dansmuggen *Micropsectra lindrothi* en *Tanytarsus radens* worden genoemd, maar ook de uitgestrekte velden met kranswieren. Hieruit blijkt dat de natuur snel inspeelt op situaties die bijzonder zijn geworden in Nederland. Er wordt veel nieuw water gegraven maar indien soorten al na één of twee jaar weer verdwijnen, dan is het duidelijk dat deze organismen op geen enkele wijze een duurzaam onderkomen wordt geboden. De les die hieruit kan worden geleerd is dat er in stagnante wateren een dusdanige mate van rivierdynamiek moet worden aangeboden dat dergelijke pioniermilieus in stand blijven. Zo kan een reeks van jaren ongunstige omstandigheden bieden voor het terugzetten in een pioniermilieu, terwijl na een reeks van hoogwaters gedurende langere tijd het pioniermilieu in stand blijft.

Een ander hoopgevend facet zit in de aanwijzing dat er tijdens de inundatie van kerst 1993 niet alleen riviersediment in de Eendepas is terecht gekomen, maar dat ook afvoer heeft plaatsgevonden van fosfaat en waarschijnlijk ook van rottend bodemslib. van de Eendepas heeft plaats gevonden, maar dat er tevens aa

Uitbaggeren, oplappen of een nieuw plan maken?

Duursche Waarden en Blauwe Kamer win - verlies situatie

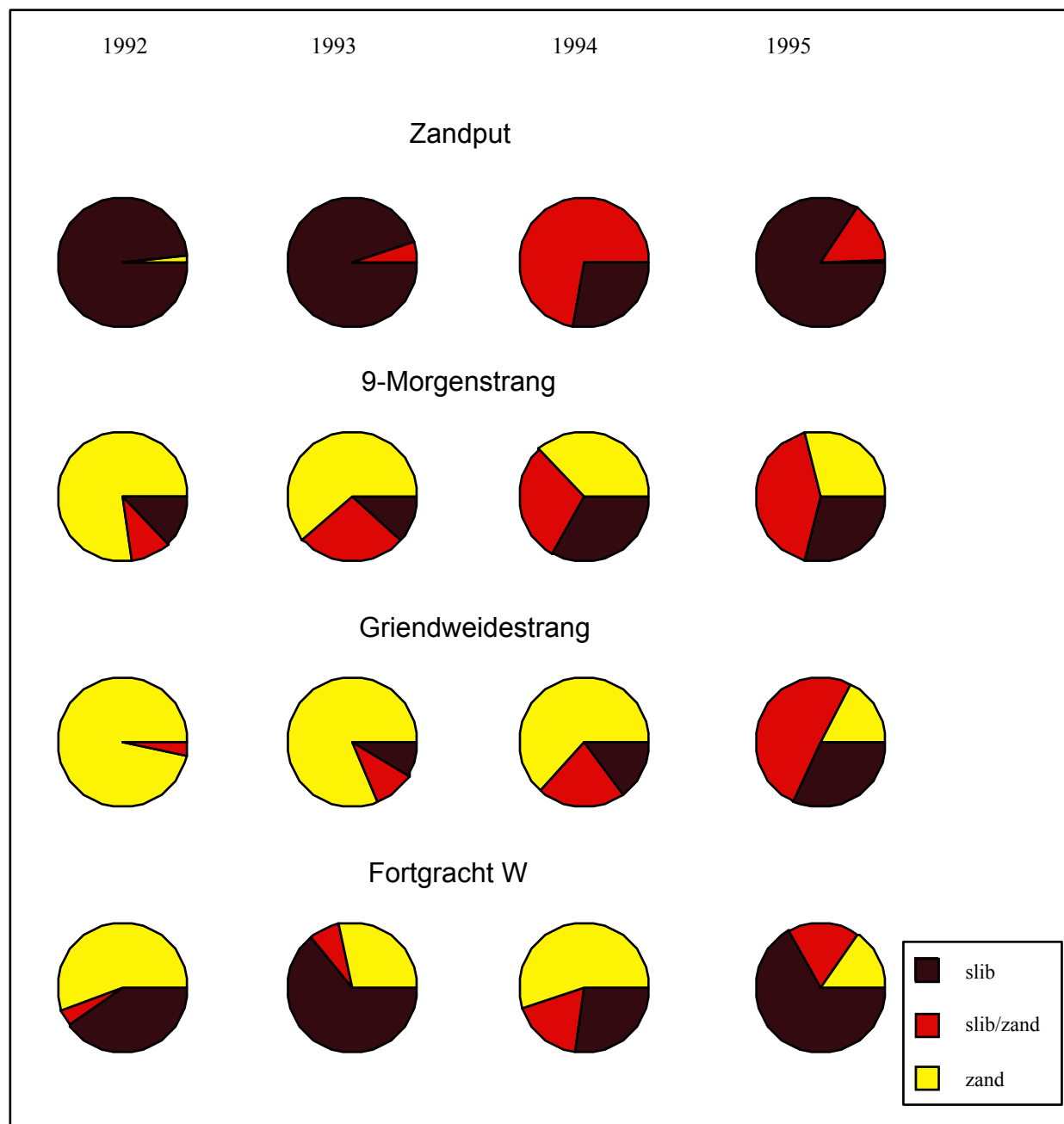
De twee projecten ten behoeve van natuurontwikkeling langs de Nederlandse rivieren die in het stadium zijn om geëvalueerd te worden zijn de Duursche Waarden en de Blauwe Kamer. In beide gevallen moet worden vastgesteld dat het in het algemeen goed gaat met de natuurontwikkeling boven water (eerste win), maar dat de gevolgen voor de macrofauna en de waterplanten een verlies inhouden. Nu kunnen argumenten worden aangevoerd dat kleiputten en zandgaten een onnatuurlijk biotoop zijn in het rivierengebied of waar dan ook, aan de andere kant zal men zich er van bewust zijn dat bestaande natuurwaarden moeten worden beschermd, al was het maar om de genenpool voor de toekomst niet nog kleiner te maken dan reeds het geval is. Hierop kan een uitzondering worden gemaakt, namelijk dat de bestaande natuurwaarden



plaatsmaken voor nog grotere natuurwaarden. In beide voorbeeldgebieden is de fout gemaakt om alleen de natuur boven water in de planvorming te betrekken. Alhoewel dit goed had kunnen uitpakken is dit niet het geval geweest. Waarschuwingen van dien aard zijn dan ook reeds geuit vóór de herinrichting van de Blauwe Kamer. Dit projekt maakt voor het eerst duidelijk wáárom het mis is gegaan in de Duursche Waarden en de Blauwe Kamer.

Rivierdynamiek kan zich op een groot aantal verschillende manieren manifesteren. Voorbeelden hiervan zijn:

- Periodieke aanslibbing/aanzanding, afgewisseld met erosie tijdens hoge afvoeren (open systemen)
- Periodieke opslibbing zonder dat er sprake is van erosie (halfopen systemen)
- Vorming van nieuwe wateren, zoals inundatiekolken die ontstaan zijn in zandige rivierduinen in februari 1995
- Wisselende grondwaterstanden als gevolg van de wisselende waterstand op de rivier (rivierkwel of het opstuwen van het "eigen" grondwater)



Figuur X. Verdeling van bodembewonende ongewervelden naar bodemvoorkeur 2

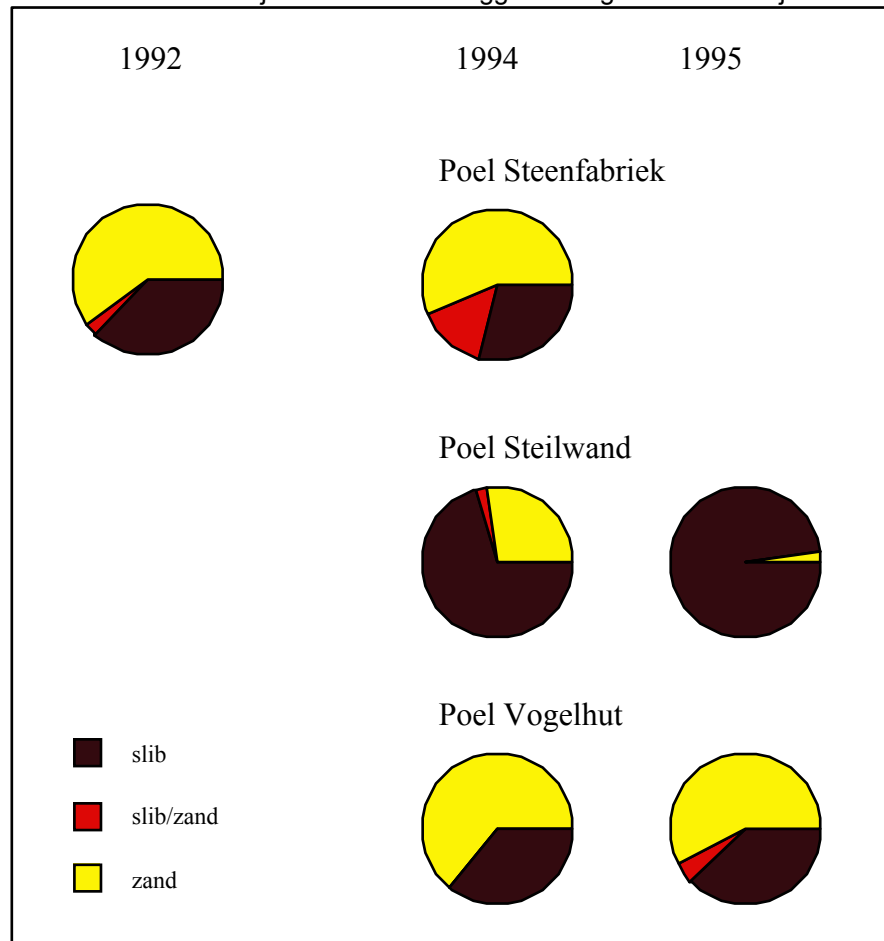
De Zandput heeft over de periode 1992 - 1995 een levensgemeenschap die gekenmerkt wordt door slibbewoners. In 1994 treedt een bewoner van zand/slib-bodems op de voorgrond (*Chironomus muratensis*). In 1994 neemt het aandeel van de slibbewoners weerr sterk toe.

De 9-Morgenstrang heeft in de uitgangssituatie van 1992 een grotendeels zandige bodem. Tussen 1992 en 1995 verandert de levensgemeenschap naar een slib- en slib/zand-minnende fauna.

Het verschil tussen de Zandput en de 9-Morgenstrang maakt duidelijk dat de Zandput als slibvang fungeert van de huidige 9-Morgenstrang.



De Griendweidestrang wordt in 1992 bewoont door een zandminnende levensgemeenschap. Deze gemeenschap neemt snel in betekenis af en al in 1995 is nog slechts 20% van de aangetroffen bodemfauna gebonden aan zandbodems. De dominante groep zijn inmiddels de soorten van de slib/zand-bodems. In de Griff tenslotte zijn ook na het uitbaggeren nog een aanzienlijke hoeveelheid slibbewoners aangetroffen.



Helder water zonder waterplanten

massale ontwikkeling van Tanytarsini

Ontwikkeling van waterplanten en de vestiging van zichtjagers:

Autonome ontwikkeling van waterplanten en het ontstaan van een rottende laag organisch materiaal.

Hierdoor neemt de betekenis van het bodemleven af en vinden de voornaamste processen plaats in de waterkolom

Fluviostatische opslibbing en vertroebeling verdwijnen de waterplanten. Hierdoor gaat het leven zich hoofdzakelijk afspelen op de bodem.

Fluviodynamische ontwikkeling afhankelijk van de afvoeren in een bepaalde periode een min of meer autogene ontwikkeling afgewisseld door een sterkere of minder sterke terugzetting naar het pionierstadium.

Fliviale ontwikkeling = nevengeulen waarbij het pionierstadium kontinu domineert en er slechts sprake is van een seizoensgebonden (deels afvoergebonden) verandering van de levende componenten in de nevengeul.

Als gevolg van interne en externe oorzaken wordt het water troebel en verdwijnen de zichtjagers

of



Uit tabel x kan voor de wateren in de Blauwe Kamer worden vastgesteld dat in de Driehoekspas, Eendeplas, Ijsbaanplas en Poel Steenfabriek, de watermijten, waterwantsen en kevers zijn achteruitgegaan. In de nieuwe 9-Morgenstrang en Griendweidestrang manifesteren deze groepen zich juist door een sterke vooruitgang in het aantal taxa. Daarnaast heeft een groot aantal trage koloniatoren (schelpdieren) inmiddels beide wateren gekoloniseerd.

In de Poel Vogelhut heeft zich een soortgelijke trend voltrokken, zei het dat de watermijten zich hier niet ontplooiën zoals in de 9-Morgenstrang en Griendweidestrang. De ontwikkeling in de Poel Steenfabriek volgt de trend van de oude tichelgaten, een achteruitgang van de mijten, waterwantsen en waterkevers. In de Fortgracht zowel als de Poel Steilwand, beide bestaande en uitgediepte wateren, wijken van de overige wateren af doordat er alleen een afname is opgetreden in het aantal waterkevers. De watermijten en waterwantsen zijn iets diverser geworden.

Soorten met een achteruitgang die zich vrijwel beperkt tot de Driehoekspas, Eendeplas en Ijsbaanplas zijn de platwormen, van de watermijten vooral *Arrenurus* soorten, *Hydrachna cruenta*, *Hydrodroma despiciens*, *Mideopsis orbicularis*. Van de waterwantsen is vooral *Corixa punctata* in deze wateren achteruitgegaan (ook in de Poel Vogelhut). Voor de waterkevers *Noterus clavicornis* en *N. crassicornis* (laatste ook in Poel Steenfabriek) en de kokerjuffer *Oecetis lacustris*.

Een soort met een opmerkelijke vooruitgang in alle wateren behalve de oude tichelgaten is de waterwants *Micronecta scholzi*.

Soorten met een achteruitgang in de 9-Morgenstrang, Griendweidestrang en Fortgracht zijn de bijzondere dansmuglarven *Psectrocladius barbimanus* (ook in Driehoekspas), *Micropsectra lindrothi* en *Tanytarsus radens*. Deze soorten zijn alleen in het eerste pionierstadium aangetroffen en snel weer verdwenen.

De inbreng van rivierfauna is in het gebied eigenlijk alleen te merken in de 9-Morgenstrang, waar de slijkgarnaal *Corophium curvispinum* al sinds 1992 aanwezig is. De aziatische korfmosselen (*Corbicula fluminalis* en *C. fluminea*) zijn sinds 1994 in de 9-Morgenstrang aanwezig.

Figuur x. Verandering in het aandeel jagers in de totale macrofauna-gemeenschap over de periode 1989 (1992) - 1995

Diskussie

Op wat voor manier ik ook selekteer mbt zand en slibbeesten feit blijft dat ik het niet voor elkaar krijg om de Griendweidestrang in 1995 zandiger te maken dan in 1994.

Oorzaken:

1. De plas is ook in 1993 geruime tijd helder geweest (lijkt onwaarschijnlijk)
2. In 1995 is niet op dezelfde plaatsen gemonsterd dan in 1994.



In het voorjaar van 1995 was de fauna veel zandiger dan in augustus 1995 (voor beide punten). De fauna op mp. 2 was weer zandiger dan de fauna op mp. 3.

Zelfs in mei 1995 was de bodem fijner dan gemiddeld over 1994. Zegt de bodemfauna niets of berust de heldere periode op toeval?

Van den Brink baseert zijn konklusies echter niet op tijdreeksen, maar uit een groot aantal verschillende wateren die éénmalig bemonsterd zijn en

Sedimenttransport in een nat jaar $650.000 \text{ m}^3 = 2.6 * 650.000 = 1.690.000 \text{ ton}$

Gem. gehalte zw.stof 1988 40 mg/l bij $Q = 2800 \text{ m}^3/\text{s} = 3.532.032 \text{ ton}$

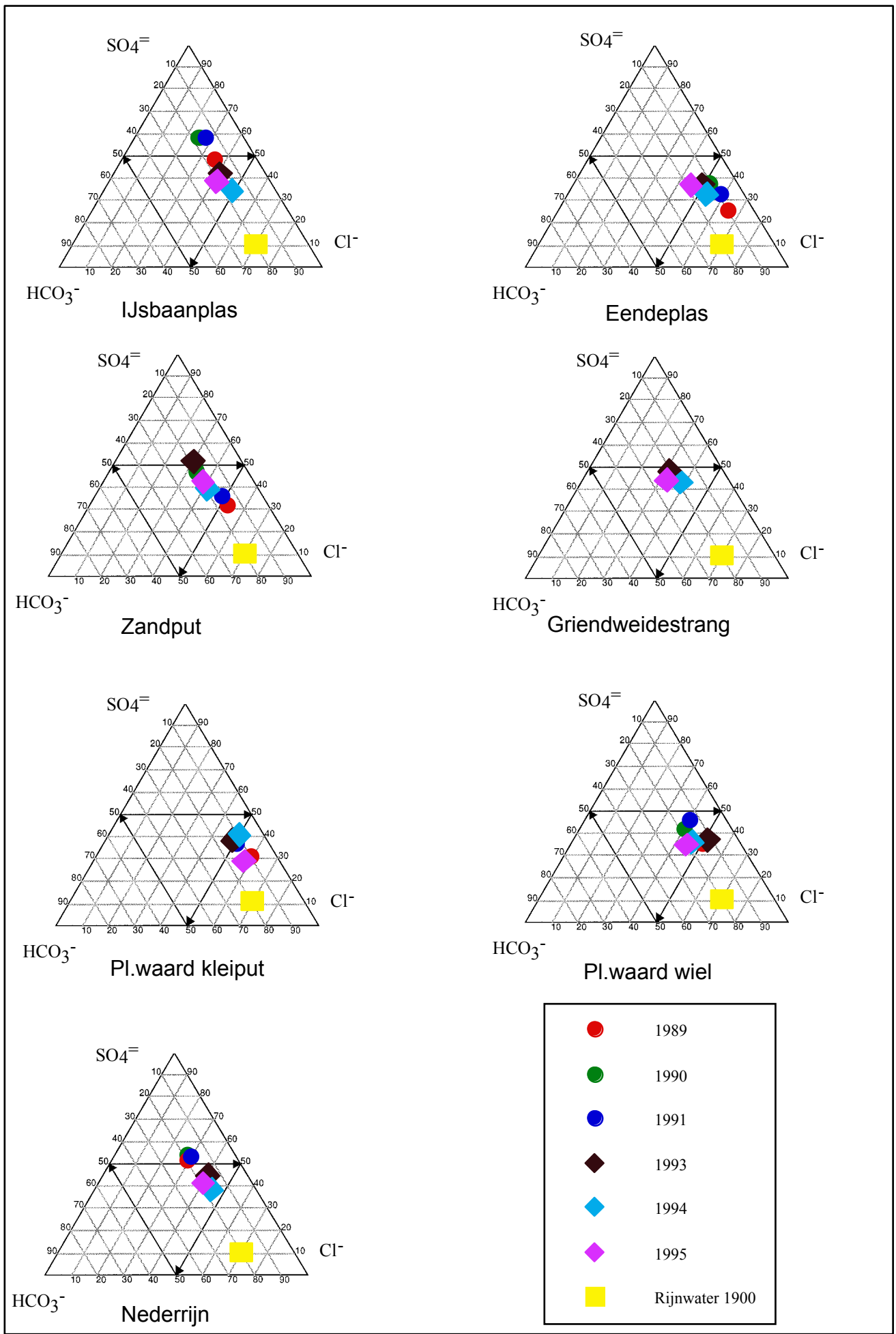
Grensmaas jaarlijks 500.000 m^3 slib

max. 90.000 m^3 zand

	Do orzi cht	ZV P	EGV	Chl f-A	Cl	SO4	NH 4= N	NO3- N	orth o-P	Turb.	K	Ca	Na
Ijsbaan	---	NS	NS	NS	---	+++	NS	++	NS	+	+++	++	NS
Eendeplas	-	NS	NS	NS	+	+++	NS	NS	-	NS	+	-	+++
Zandput	---	NS	+++	+	+++	+++	NS	+++	++	+++	+++	NS	+++
Rijn	---	NS	---	NS	---	--	NS	NS	--	NS	NS	NS	-
Kleiput	NS	NS	--	NS	--	NS	NS	NS	NS	NS	-	-	NS
Wiel	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	++	NS	NS	+	NS	NS
Griendweidestrang	-	NS	NS	+	NS	NS	NS	NS	+	NS	NS	NS	NS

Tabel x. Overzicht van de veranderingen in enige waterkwaliteitsparameters voor (1989-1990) en na (1993-1995) de herinrichtingsmaatregelen.

(Griendweidestrang 1993 ten opzichte van 1994-1995)





Doorzicht

Het doorzicht is in de wateren in de Blauwe Kamer op alle lokaties afgenomen in de periode na de herinrichting. Dit geldt eveneens voor de Rijn. In de Plasserwaard zijn geen significante verschillen gemeten. Zuurstof verzadigingspercentage

EGV

Het elektrisch geleidingsvermogen in de zandput is na de open verbinding toegenomen. Op grond van het geringe aantal metingen in de Rijn is het chloride gehalte afgenomen. Dit kan te maken hebben met de hoge afvoeren in de jaren 1993 - 1995. De chloridevracht in de Rijn vertoont tot 1993 geen dalende tendens (Heijmen, 1991; RIWA 1992-1994).

Chlorophyl-a

Chlorophyl-a gehalten kunnen (evenals het doorzicht) in korte tijd sterk veranderen afhankelijk van de algengroei. In de periode 1993-1995 zijn hogere gehalten gemeten in de zandput, in vergelijking met daarvoor. In de Grendweidestrand zijn de gemeten gehalten in 1994-1994 hoger dan in 1993.

SO4-

Het sulfaatgehalte na de herinrichting gestegen in de IJsbaanplas, Eendeplas en de zandput. Het gehalte in de Rijn is lager dan voor de herinrichting. In de overige wateren zijn geen significante veranderingen gemeten.

NH4-N

Ammonium-stikstof metingen laten geen verschil zien tussen de perioden 1989-1991 en 1993-1995

NO3-N

Het gemeten nitraatgehalte is significant gestegen in de IJsbaanplas, de Zandput en het wiel in de Plasserwaard. In 1995 zijn de nitraatgehalten in de Eendeplas ook sterk verhoogd als gevolg van de inundatie van begin 1995.

Ortho-fosfaat

Stijgende gehalten zijn gemeten in de IJsbaanplas, de Zandput en de Griendweidestrand. De Eendeplas met voorheen zeer hoge fosfaatgehalten, geeft voor de gemeten waarnemingen in de periode 1993-1995 een afname te zien. In de Rijn is de daling van de afgelopen jaren voortgezet en de gemeten gehalten liggen inmiddels binnen de Algemene Milieu Kwaliteit voor het jaar 2000.

4. Inundaties

Voor de ingreep werd Blauwe Kamer 1 maal in de 4-5 jaar overstroomd

Daarna zal zandput 2 maal

Zomerdijk loopt onder bij 7.10 + NAP



Grensweg heeft als laagste punt 7.85 m

Dam in Fortgracht op ca. 8 m + NAP

Tot 7.50 m loopt het westelijke deel onder water en iets daarboven zal de IJsbaanplas inunderen (Checken met feb. 93). Bij 7.10 m + NAP loopt de zomerdijk over en stroomt er water naar de depressie achter de zomerdijk. Bij ca. 7.75 m + NAP kan het water doorstromen naar de Eendeplas en wordt de poel bij de Vogelhut doorstroomd. Tevens stroomt het water door naar de driehoekplas en noordelijk langs de Eendeplas. Door een duiker kan het water langs de IJsbaanplas doorlopen richting Griff.
sluisje Plasserwaard op 6.20 + NAP

5. Stuwpeil

6. Rekolonisatie

6. Toekomst

Slib en fosfaat

in 101 wateren in de uiterwaarden met verschillende inundatiefrekwenties is de overall verhouding ortho-fosfaat in de waterfase/bodemwater 18,6%

Voor zandbodems 10%, zand+kleibodems 16.3% en kleibodems 27,2%. Dit betekent dat er uit kleibodems relatief meer fosfaat vrijkomt dan uit zandbodems! Dit kan komen door zuurstofloosheid, waardoor er P weglekt uit de kleibodems, maar niet uit de zandbodems? Het gemiddelde P gehalte in wateren op zandbodems = 0.038 mgP/l, op zand en kleibodems is dit 0.026 mgP/l en op kleibodems 0.03. Het gehalte van de Rijn bedraagt in 1994-1995 0.062 mgP/l. Gehalte van de zwevende stof in de Rijn nog niet achterhaald.

Algemeen komen op kleibodems hogere % in de waterkolom voor, hetgeen ook leidt tot hogere gehalten. Verhoudingen tussen interstitieel fosfaat en totaal particulier fosfaat in de bovenste bodemlaag in een meer bedraagt ca. 1/1000. Dit zou betekenen dat er slechts een onbeduidende fractie in oplossing gaat (Golterman ed. 1976 p. 307-312. In anaërobe modder worden de hoogste aantallen bacteriën op dezelfde plaats gevonden als de pieken in opgelost P en Fe in interstitieel water. In extreem ananeroobwater wordt SO₄ gereduceerd, waardoor FeS ontstaat het PO₄ vrijkomt. (p. 324-330). Opwervelen kan grote invloed hebben op de hoeveelheid vrijkomend opgelost P (348-353).

Histeresegolf van zwevende stof zou samen kunnen hangen met een waterstand van ca. 7.5 m + NAP waarbij de inundatiefrekwentie 20dagen/jaar bedraagt.

Aspekten in rapportage

Waterhuishouding en peilveranderingen

In de haakse bocht naar het westen in de veerweg loopt een duiker onder de weg die volgens de rivierkaart (1982) op een hoogte ligt van 7.35 m. In het westen van de eendeplas zit een stenen sluisje op een hoogte



van 6.45 m. Volgens de kaart is dit een uitwaterende sluis. Bij lage waterstanden in de Blauwe Kamer staat deze sluis regelmatig open om water in te laten vanuit de Grift.

Uitgevoerde inrichtingsmaatregelen

In 1991 - 1992 zijn de volgende maatregelen uitgevoerd om spontane natuurontwikkeling te bevorderen:

Doorgraven van de zomerkade bij de Grift (9.00 m + NAP) en aanleg van de 9-morgenstrang, waardoor de bestaande zandput in open verbinding met de Grift (en Nederrijn) komt.

Afgraven van de zomerdijk ten oosten van het waardmansion van 9.00 naar 7.00 m + NAP

Beide ingrepen zorgen voor een aanzienlijke toename van de rivierdynamiek. Waar in de periode 1980 - 1989 de rivier gemiddeld 9 dagen per jaar de uiterwaard inundeerde, komt de Blauwe Kamer thans (met de waterstanden uit die periode) zo'n 21 dagen volledig onder water te staan.

Daarnaast is de Griendweidestrang gegraven, die gevoed wordt door grondwater en bij ca. 7.50 m + NAP geïnundeerd wordt. Met de waterstanden van 1980 - 1989 zou deze strang gemiddeld 27 dagen per jaar worden geïnundeerd.

Het westelijke gedeelte van de Fortgracht is uitgebaggerd en er is een dam in aangelegd bij de zuidwestpunt van de Ijsbaanplas (hoogte 8.20 m NAP). Door de open verbinding met de Grift loopt het westelijke deel van de Fortgracht in bij een rivierstand van naar schatting 6.50 m + NAP. Voorheen was dit pas bij 9.00 m + NAP het geval. Hierdoor zou de inundatiefrekwentie (waterstanden 1980 - 1989) zijn toegenomen van 9 dagen/jaar naar 27 dagen per jaar. Het oostelijke deel is door de dam geïsoleerd tot ca. 8.20 m + NAP, waardoor de inundatiefrekwentie zou zijn gestegen van 9 naar 14 dagen/jaar over de periode 1980 - 1989). Bij de Eendepas is een poel gegraven (poel Vogelhut) en er is een drooggevallen poel uitgediept nabij de dam over de Fortgracht (poel Steilwand). Nabij deze poel bevindt zich een aangelegde steilwand. Nabij de noord-oosthoek van de Ijsbaan is een (naamloze) poel aangelegd ten behoeve van amfibieën.

Naast deze ontgravingen zijn er ook terreingedeelten opgehoogd. Zo is een terrein ten westen van de steenfabriek opgehoogd tot 10.05 m + NAP met materiaal dat vrij is gekomen bij de aanleg van de Griendweidestrang. In het westelijke gedeelte is materiaal aangebracht nabij de zomerdijk, dat vrijgekomen is bij het graven van de 9-morgenstrang.

In de periode 1880 - 1950 is vrijwel de gehele uiterwaard afgeticheld en is er zand gewonnen (Deys, 1986. H.P., De Blauwe Kamer en een ondertekende kaart door H. Ruijsch, 1636. In: Oud Rhenen, mededelingenblad van de Historische Vereniging Oudheidkamer Rhenen en Omstreken 5: 2 pp.). Hierna is het grillige relief geëgaliseerd ten behoeve van de landbouw. Wateren die resteerden in de Blauwe Kamer waren de ijsbaan, eendepas en het zandgat. Daarnaast zijn op het terrein van de steenfabriek enige kleine poelen aanwezig en is er nog een plasje ten oosten van de Eendepas aanwezig. In 1984 is 100 van de 110 ha. in bezit gekomen van het Utrechts Landschap. In 1989 zijn ook de fortificaties en het fabrieksterrein aangekocht.

Herinrichting:



Met als uitgangspunt "Plan Ooievaar" (de Bruin et al., 1986) is het gebied heringericht met als oogmerk een gevarieerd open ooiboslandschap. Ter compensatie van de verwachte toename van de stromingsweerstand in de uiterwaard zijn er twee strangen gegraven.

In 1991 en 1992 zijn grote delen van de Blauwe Kamer vergraven ten behoeve van natuurontwikkeling. Even ten oosten van het Waardmanshuis is de zomerdijk verlaagd tot ca. 7.10 m + NAP. Het westelijke gebiedsdeel rond de zandput is afgegraven en in open verbinding gesteld met de Grift en daarmee met de Nederijn. Deze nieuwe strang heet momenteel de 9-morgenstrang.

In het oostelijke deel van de Blauwe Kamer, even ten noorden van het steenfabrieksterrein, is een tweede strang gegraven (Griendweidestrang). De Griendweidestrang wordt gevoed door rivierkwel en alleen bij hoge afvoeren stroomt de strang in via de verlaagde zomerdijk.

Voor de ingreep stroomde het water over de zomerdijk bij 9.00 m + NAP. Volgens het bestek is de zomerdijk verlaagd tot 7.00 m + NAP.

9.7 m + NAP overstroomt de (frew. 1 dag/10 jaar).

1984 planten van zwarte populieren ten behoeve van de genetische variatie in het rivierengebied.

Hagestein 1961 gereed

Amerongen 1966

Driel 1971, waarna de gehele Rijnkanalisatie in werking werd gesteld (van Til, 1979)

6 december 1989 is de zomerkade van de Duursche Waarden doorgegraven

Waterstanden in de Blauwe Kamer bedragen 5,5 - 6,1 m + NAP. Dus bij rivierstanden van > 6 m treedt er rivierkwel op en bij lagere standen draineert de rivier. De eendeplas en de IJsbaanplas reageren 1 - 2 weken later op het peil van de rivier (Heidemij, 1989). Omgerekend naar pijl van Driel (12 cm/km) (km 892 - 906) zou dit een pijl bij Driel zijn van $6 + 0,12 \cdot 14 = 7.68$ m

2. Watertypen

1 IJsbaanplas

Wordt geïnundeerd bij ca. 7.60 m + NAP was 9 m (Heidemij, 1991) (vergelijken met waterstand feb. 92 toe hij net niet onderging) vanuit de benedenstroomse kant en vanaf 7.85 komt er ook water over de grensweg.

Bodem 4.10 m + NAP

In 1950 staan er in de IJsbaanplas twee eilandjes getekend. De meest noordelijke is verdwenen.

Deze plas staat in verbinding met de Grift via een sluisje. Dit sluisje wordt beheerd door diverse instanties.

Dit leidt er toe dat op onvoorspelbare momenten het sluisje geopend is. Na inundatie van de uiterwaard zal het overtollige water via het sluisje worden afgelaten op de Grift. Bij lage waterstanden in de uiterwaard wordt water vanuit de Grift in de IJsbaanplas ingelaten.

Dit tichelgat heeft een badkuipprofiel met steile oevers. Langs de westoever staan laanbomen en op de noordwestelijke oever is de afgelopen jaren een spontane wilgopslag ontstaan (vnl. schietwilg, gemengd met grauwe wilg, katwilg en jonge meidoorns). Of er in het verleden waterplanten voorkwamen, is niet achterhaald. Tot in 1993 was een veld watergentiaan aanwezig in de zuidwesthoek van deze plas. Vanaf 1994 is dit veld niet meer aanwezig. Deze plas heeft een open karakter, waardoor vaak aanzienlijke golfslag optreedt en het water vertroebeld door erosie van de oever en opwerveling van bodemslib.



2. Eendeplas

Bodem ca. 5.10 m + NAP

Inundeert bij ca. 7.75 m + NAP (Heidemij 1988) was 9 m

In 1950 was de eendeplas een moeras.

Het meest aspektbepalend van de Eendeplas zijn de dode wilgen in het midden. Deze zijn teloor gegaan tijdens de kanalisatie van de Nederrijn, die gereed is gekomen in 1971 met de ingebruikname van de stuw van Driel. Hierdoor zijn de waterstanden in de zomer ca. 1 m gestegen. Deze plas is omzoomd door wilgenbos en in de oeverzone staan grote velden met scherpe zegge. Waterplanten zijn

3. Driehoekplas

Bij ca. 7.75 heeft het water de Eendplas bereikt en dan wordt ook deze plas geïnundeerd (was 9 m.

Diepte

4. Zandput

Bodem 0.50 - NAP

bij 7.85 m wordt de zandput doorstroomd via de grensweg

in 1950 was er ter plaatse van de zandput een kleiput ter grootte van de eendeplas

5. Griendweidestrang

Bodem 5.50 m + NAP

Inundeerd bij ca. 7.50

6. 9-morgenstrang

4.50 aflopend naar 3 m + NAP

7. Poel steilwand

8. Poel vogelhut

9. Winterpoelen

10. Fortgrachten

Westelijke deel stroomt in bij ca. 6.50 m (was 9 m) en oostelijk deel stroomt in bij ca. 8 m (was 9 m)

In 1950 waren de fortificaties moeras, uitgezonderd de meest oostelijke (zuiddeel) en de meest westelijke (geïsoleerde), waarin stilstaand water staat aangegeven.

11. Poelen steenfabriek

Berekeningen

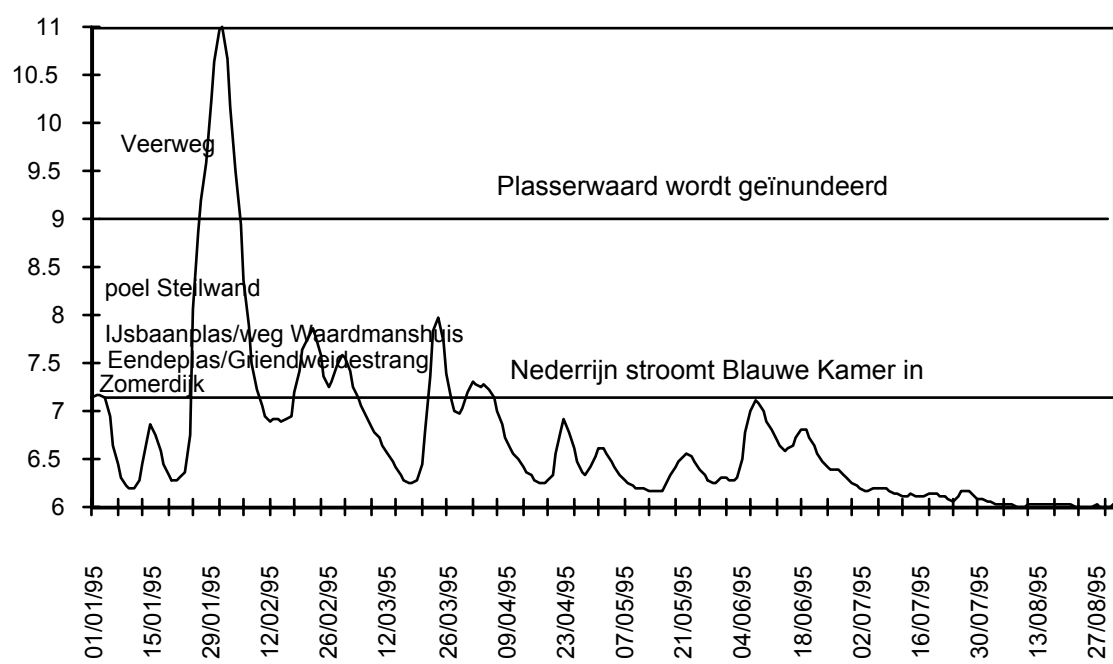
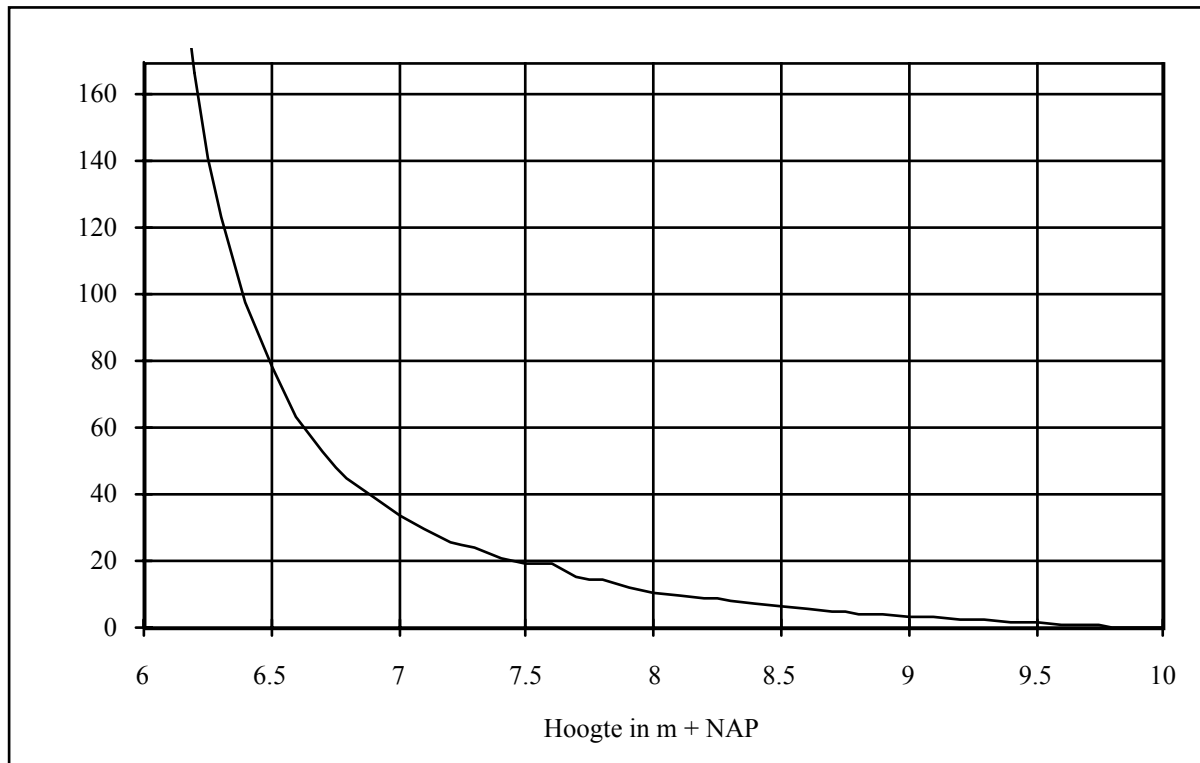
De waterstand op km 907 is berekend door de betrekking tussen de waterstand Grebbe (km. 908) - verhang (in traject Lexkesveer - Grebbe) te relateren aan de waterstand en afvoer te Lobith.

Dit geeft voor de periode 1980 - 1989 de volgende vergelijkingen:

$WS_{907} = 622.76107 - 0.0365181556 \cdot Q + 0.000172533 \cdot Q^2 - 0.000000001 \cdot Q^3$ ($R^2 = 0.995$; Q Lobith in m^3/s , WS in $cm + NAP$)

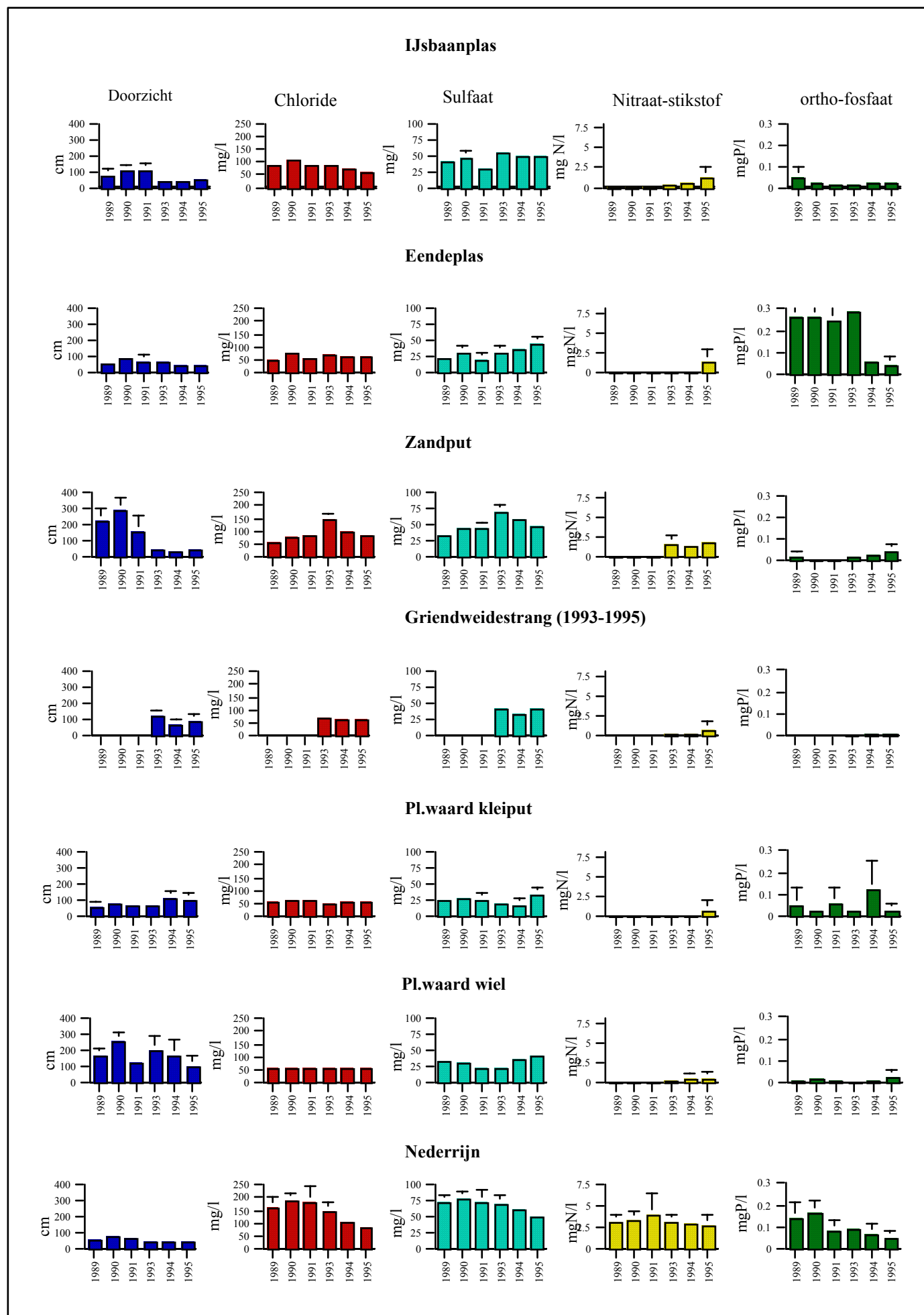
$WS_{907} = 1161.291609 - 1.31828835 \cdot WS_{Lobith} + 0.0007795912 \cdot WS_{Lobith}^2 - 0.0000000063 \cdot WS_{Lobith}^3$ ($R^2 = 0.994$; WS in $cm + NAP$).

Uit het berekende waterstandsverloop bij Lobith zijn de inundatiefrekwenties berekend voor de Blauwe Kamer. In figuur X is hiervan de relatie weergegeven.



Figuur x. Relatie tussen de hoogteligging in de Baluwe Kamer en de inundatiefrekwentie

In de onderstaande figuur zijn de jaargemiddelden van enige geselecteerde parameters uitgezet over de periode 1989 - 1995 (in 1992 is niet gemeten). In deze periode is gemeten in de maanden april-mei tot september-oktober door Rijkswaterstaat Dir. Oost Nederland ten behoeve van de monitoring Blauwe Kamer. Als referentiepunten zijn de kleiput en het grootste wiel (uit 1855) in de Plasserwaard bemonsterd.





Figuur x. Jaargemiddelde en standaardafwijking van enige geselecteerde parameters in de Blauwe Kamer, Plasserwaard en Nederrijn (bron Rijkswaterstaat).

Veranderingen in geselecteerde parameters in de periode 1989 - 1995.

- Doorzicht

In alle onderzochte wateren in de Blauwe Kamer is het doorzicht afgenomen in de periode 1993 - 1993 ten opzichte van de periode 1989 - 1991. In de Nederrijn is eveneens een (zeer significante) afname van het doorzicht gemeten. Wat hiervan de oorzaak is, is nog niet achterhaald. In de kleiput en het wiel in de Plasserwaard zijn geen significante veranderingen opgetreden in het gemeten doorzicht. De vertroebeling kan het gevolg zijn van meegevoerd rivierslib, dat in de stagnante wateren niet tot bezinking is gekomen als gevolg van golfslag en/of opwerveling door vissen en watervogels. Opmerkelijk is het doorzicht in de IJsbaanplas ook sterk is afgenomen in voorjaar en zomer 1993. Een periode na een geringe inundatie. Hierbij moet vermeld worden dat het uitwaterende sluisje tussen deze plas de Grift lekt en dat er regelmatig water wordt ingelaten. In principe zou dit sluisje slechts een uitwaterende functie moeten hebben om het wandelpad naar de Vogelhut begaanbaar te houden (med. A. Klaassen). Het sluisje is echter niet voorzien van een slot. In de Eendepas is vooral een afname van de zichtdiepte opgetreden in de jaren 1994 en 1995. De Zandput was tot 1992 een geïsoleerde put met helder water. Sedert medio 1992 staat de Zandput in open verbinding met de Rijn, waardoor de zichtdiepte vergelijkbaar is afgenomen tot ca. 40 cm. In de Griendweidestrang was het water over het jaar 1993 helder. In de periode volgend op de inundatie van kerst 1993 is het water over geheel 1994 troebel, met een blauwwierbloei in het najaar. Na de inundatie van februari 1995 blijft de plas troebel tot eind juni, waarna het doorzicht stijgt naar ca. 1.50 m. In augustus wordt de plas weer troebel.

Het doorzicht in de kleiput is in de periode 1993 - 1995 niet significant veranderd ten opzichte van de voorgaande periode. Vergelijken we de 1994 - 1995 met de periode 1989 - 1993 dan is het gemeten doorzicht significant toegenomen. Hieruit kan worden afgeleid dat inundatie niet als regel hoeft te leiden tot de afname van het doorzicht.

De relatie tussen inundatie en doorzicht is nader onderzocht door het verband vast te stellen tussen het doorzicht en het Chlorophyl-a gehalte als maat voor de hoeveelheid algen in het water. De uitkomsten leidden tot figuur x.

- Chloride

Het chloride-gehalte in de IJsbaanplas is in de periode 1989-1991 hoger dan dat van de overige wateren in de Blauwe Kamer en Plasserwaard. De reden hiervoor wordt gezocht in het sluisje tussen de IJsbaanplas en de Grift, dat lekt en waardoor ook vaak bewust water wordt ingelaten (reden niet duidelijk). In de periode 1993- 1995 treedt een zeer significante daling op van het chloridegehalte als gevolg van de afname van het chloridegehalte in de Nederrijn.



In de Eendeplass is het chloride-gehalte in de periode 1993-1995 significant hoger dan in de periode 1989-1991. De recente overstromingen zijn hiervan het gevolg.

De zandput, die voor 1992 geïsoleerd was van de rivier, volgt sinds de open verbinding de chloridegehalten op de Nederrijn.

In de Griendweidestrand is het chloridegehalte duidelijk lager dan in de rivier, aangevende dat deze plas niet alleen wordt gevoed met rivierkwelwater, maar dat tevens toestroming van "zoet" water plaatsvindt.

De Kleiput in de Plasserwaard heeft in de periode 1993- 1995 een (zeer significant) lager chloridegehalte dan in de periode 1989-1991. Dit is opmerkelijk omdat de put alleen in de meest recente periode is geïnundeerd. Wellicht is de recente daling in het chloridegehalte een weerslag van de daling van de gehalten in de rivier.

Het Wiel in de Plasserwaard heeft een opvallend konstant chloridegehalte. Ook de recente inundaties hebben hierin geen verandering gebracht.

De Nederrijn vertoont een sterk dalend zoutgehalte over de periode 1990 - 1995. In 1990 bedroeg het gemiddelde chloride-gehalte 186 mg/l. In 1995 nog "slechts" 88 mg/l (Ter vergelijking: aan het einde van de vorige eeuw bedroeg het chloride-gehalte 12 mg/l (zie boven)).

- Sulfaat

Het sulfaatgehalte in de IJsbassins is zeer significant toegenomen in de periode 1993-1995 in vergelijking met de periode daarvoor. Dit is toe te schrijven aan de toevoer van (sulfaatrijk) rivierwater. In hoeverre afbraak van zwavelhoudende verbindingen in het bodemslib hierbij een rol speelt is niet achterhaald.

In de Eendeplass is eveneens sprake van een (zeer significante) stijging van het sulfaatgehalte in de periode 1993-1995. Ook hier wordt de oorzaak gezocht in de toegenomen rivierinvloed.

De Zandput volgt sedert 1992 de sulfaatgehalten op de rivier, waardoor ook in deze plas de gehalten (zeer significant) zijn gestegen.

De sulfaatgehalten in de Griendweidestrand zijn lager dan die in de rivier en in 1994-1995 niet (significant) toegenomen ten opzichte van 1993.

De Kleiput in de Plasserwaard bevat lage sulfaatgehalten. Een (significant) verandering heeft niet plaatsgevonden in de periode 1993-1995 in vergelijking met 1989-1991.

Het Wiel in de Plasserwaard vertoont sedert 1993 een stijgend sulfaat-gehalte. Over de periode 1993-1995 is er geen (significant) verandering opgetreden ten opzicht van de periode daarvoor.

De Nederrijn tenslotte vertoont een (zeer significante) afname in het sulfaatgehalte. Alhoewel deze afname vergelijkbaar is met die van het chloridegehalte, vinden lozingen van beide stoffen in ander gebieden plaats.

Het chloride is grotendeels afkomstig uit de Elzas (Franse Kalimijnen) en het sulfaatgehalte is grotendeels afkomstig uit het Duitse industriegebied (van der Meijden en Middelburg, 1989). Het natuurlijke sulfaatgehalte in de Rijn bedraagt 35 mg/l (Molt, 1961).

- Nitraat

Samen met fosfaat is nitraat een voedingsstof voor plantaardige organismen (planten en algen).

In de IJsbassins is het nitraatgehalte (zeer significant) toegenomen in de periode 1993-1995 als gevolg van de toegenomen rivierinvloed.



In de Eendepas wordt slechts in 1995 een sterk verhoogd gehalte aangetroffen ten opzichte van voorgaande jaren. Naast een piek in april 1995 treedt er een tweede piek op in juni (checken met de waterstand). Over de periode 1993-1995 wordt er geen (signifikante) stijging van het nitraat-gehalte waargenomen.

De zandput volgt vanaf 1993 de gehalten op de rivier. De reden dat het nitraatgehalte in de zandput lager is dan in de Nederrijn zal zijn oorzaak hebben in een onstuimigere algengroei in de Zandput (hogere gehalten van chlorofyll-a) dan in de rivier, waardoor er tijdens het groeiseizoen nitraat aan het water wordt onttrokken. Sedert 1993 is sprake van een zeer sterke (en zeer significante) toename van het nitraatgehalte.

In de Griendweidestrand is het gemiddelde gehalte over 1995 (tm. juli) hoger dan dat in voorgaande jaren. Dit is evenals in de Eendepas het gevolg van een hoog nitraatgehalte in juni (waterstanden). Een significante stijging heeft zich niet voorgedaan in de periode 1994-1995 ten opzichte van 1993.

De Kleiput in de Plasserwaard vertoont voor het nitraatgehalte een vergelijkbaar verloop als de Eendepas. Ook hier wordt een hoog gehalte in april 1995 gevolgd door een tweede piek begin juni (waterstanden). Over de periode 1993-1995 is geen (signifikante) stijging van het nitraatgehalte gemeten.

Het Wiel in de Plasserwaard vertoont vanaf 1993 een duidelijke (zeer significante) toename in het nitraatgehalte. De toegenomen invloed van de rivier in deze periode zal hier duidelijk aan bijgedragen hebben. Aangezien er in de nabijheid van dit wiel drijfmest wordt uitgereden, kan ook hiervan een verhoogd nitraat (en ammonium) gehalte worden verwacht. In de chemische analyses komt dit echter niet tot uitdrukking.

In tegenstelling tot de meeste verontreinigende stoffen in de Rijn, wil het met de sanering van het nitraatgehalte niet vlotten. De reden hiervoor is dat een vierde trap (N-verwijdering) nog niet is geïmplementeerd in de rioolwater zuiveringsinstallaties. De huidige gehalten liggen op 4 maal de norm voor de Algemene Milieu Kwaliteit voor het jaar 2000 (zie ook figuur x).

- ortho-fosfaat

Naast nitraat is fosfaat de belangrijkste voedingsbron voor algen en waterplanten. Door opname van fosfaat in het groeiseizoen zijn de gehalten in de zomer veelal lager dan in het voorjaar.

Het ortho-fosfaat in de IJsbaanplas is vooral in 1989 hoog. Dit wordt veroorzaakt door een hoog (0.15 mg P/l) gehalte in augustus 1989. Deze hoeveelheid komt overeen met het gehalte in de Rijn destijds. Het ligt voor de hand om dit hoge gehalte toe te schrijven aan het inlaten van water uit de Grift. Dit kan echter niet worden achterhaald.

De fosfaatgehalten in de periode 1993-1995 zijn (signifikant) hoger dan die in de periode 1989-1991. Een invloed van inundatie en het al dan niet inlaten van Griftwater laten zich hier niet onderscheiden. Voor dit eutrofiëringsgevoelige water is het in ieder geval ongewenst om water in te laten.

In de Eendepas zijn zeer hoge fosfaatgehalten aanwezig als gevolg van de vogels die elders fourageren en in de plas overnachten. Dit zijn met name de aalscholvers die in het afgesorven wilgebosje de nacht doorbrengen. De invloed van de grote inundaties van kerst 1993 en februari 1995 zijn duidelijk terug te vinden in het verloop van het fosfaatgehalte. In tegenstelling tot veel andere stoffen, heeft de rivier in dit geval een grote hoeveelheid fosfaat verwijderd uit de Eendepas. Gelet op de steeds verbeterende kwaliteit van het Rijnwater, mag over enige decennia worden verwacht dat de inonderende rivier op veel wateren een zuiverende werking zal uitoefenen. Opmerkelijk is verder dat de kleine inundatie van januari 1993 geen effect heeft gehad op het fosfaatgehalte.



De zandput volgt sedert 1993 het fosfaatgehalte in de rivier. Analooq aan het nitraatgehalte zijn de fosfaatgehalten in de zandput iets lager dan die in de rivier, vanwege een hogere algendichtheid. Ondanks de dalende gehalten in de Nederrijn, vertoont de Zandput een stijgende tendens in het fosfaatgehalte. De oorzaak hiervan is niet achterhaald, maar kan mogelijk samenhangen met de sinds de aanleg sterk toegenomen hoeveelheid waadvogels en overwinterende eenden en zwanen in de 9-Morgenstrang (checken met vogelwerkgroep).

Het fosfaatgehalte in de Griendweide strang is gering. In vergelijking met 1993 zijn de fosfaatgehalten in 1994-1995 (signifikant) hoger. Naast een mogelijke verrijking door het rivierwater, kan ook het rondtrekkende vee een rol spelen bij de eutrofiëring.

De Kleiput in de Plasserwaard vertoont een ongewoon sterke schommeling in het fosfaatgehalte. De oorzaak hiervoor zijn 3 zeer hoge gehalten (augustus 1989 met 0.22 mg/l; september 1991 met 0.2 mg/l en juli 1994 met 0.36 mg/l). Deze gehalten kunnen niet verklaard worden uit het fosfaatgehalte in het Rijnwater, die veel lager is op die momenten. Andere voor de hand liggende mogelijkheden zijn er eigenlijk niet. Afstervende algen kunnen een verhoogd fosfaatgehalte tot gevolg hebben. Dan zou dit in het voorjaar tot uitdrukking moeten komen in vergelijkbare fosfaatgehalten, hetgeen niet het geval is. Ook de zich vestigende aalscholverkolonie kan hiervoor niet verantwoordelijk zijn omdat deze er in 1989 niet was en omdat, zoals in de Eendepas er dan gedurende een groot deel van het jaar een verhoogde fosfaatconcentratie zou worden gemeten. In 1989 en 1991 is er tevens sprake van een verhoogde concentratie aan ammoniumstikstof. In 1994 zijn de anorganische stikstofgehalten niet verhoogd. In de eerste gevallen zou sprake kunnen zijn van het uitrijden van mest. In het laatste geval is dit onwaarschijnlijk. Opmerkelijk is verder dat er geen verhoogde gehalten in het wiel worden aangetroffen op deze dagen. Dit terwijl het wiel eveneens in de nabijheid van het bemeste weiland is gelegen.

Het Wiel in de Plasserwaard heeft een laag fosfaatgehalte. er is geen (signifikante) stijging opgetreden in 1993-1995 ten opzichte van 1989-1991. In juni 1995 wordt een verhoogd fosfaatgehalte gemeten (0.08 mg P/l). De herkomst hiervan is onbekend.

In de Nederrijn weerspiegelen het fosfaatvrij wassen en het installeren van een defosfatering op de zuiveringsinstallaties zich in sterk afnemende fosfaatgehalten. De AMK-norm voor het jaar 2000 bedraagt 0.15 mg P/l. Deze norm is inmiddels gehaald. Dit wil echter allermindst zeggen dat het rivierwater nu geschikt is voor inlaat in eutrofiëringsgevoelige wateren (= alle stilstaande wateren). Als voorbeeld kan een algenbloei dienen. Tijdens een bloei loopt het chlorofyl-a gehalte op tot 0.1 - 0.2 mg/l. Hanteren we bij de omrekening van fosfaat naar chlorofyl -a een faktor 3 (uit Reynolds, 1984), dan blijkt dat de AMK-norm $3 \cdot 0.15 \text{ mg/l} = 0.45 \text{ mg chlorofyl-a/l}$ kan vormen. Bij een dergelijk chlorofyl-gehalte is de zichtdiepte vrijwel nihil en zal het zuurstofgehalte 's nachts beneden de kritische grens kunnen dalen.

- Verhouding N/P

Om te zien welke faktor N of P mogelijk beperkingen op kan gaan leggen aan de primaire produktie van algen in het water is de verhouding van de anorganische stikstof en fosfaat bepaald. Algen hebben grofweg een N/P verhouding van 10 (Reynolds, 1984). Bij een lage N/P verhouding in het water (< 10) kan N limiterend worden, terwijl bij N/P verhoudingen > 10 het fosfaatgehalte limiterend kan worden indien geen fosfaat nalevering plaatsvindt vanuit de waterbodem.



In de Ijsbaanplas treedt vooral vanaf 1993 een stijging op van de N/P verhouding, die hoofdzakelijk veroorzaakt wordt door de gestage afname van het ammonium N gehalte.

In de Eendepas is de laatste jaren voor het eerst geen overmaat aan fosfaat meer aanwezig als gevolg van de inundaties. In 1995 is het nitraatgehalte gestegen ten koste van het ammoniumgehalte. Deze omzetting zou een betere zuurstofhuishouding tot gevolg moeten hebben (dit komt niet tot uitdrukking in het zuurstofgehalte, dat afhankelijk van het weer en tijdstip op de dag sterk kan variëren).

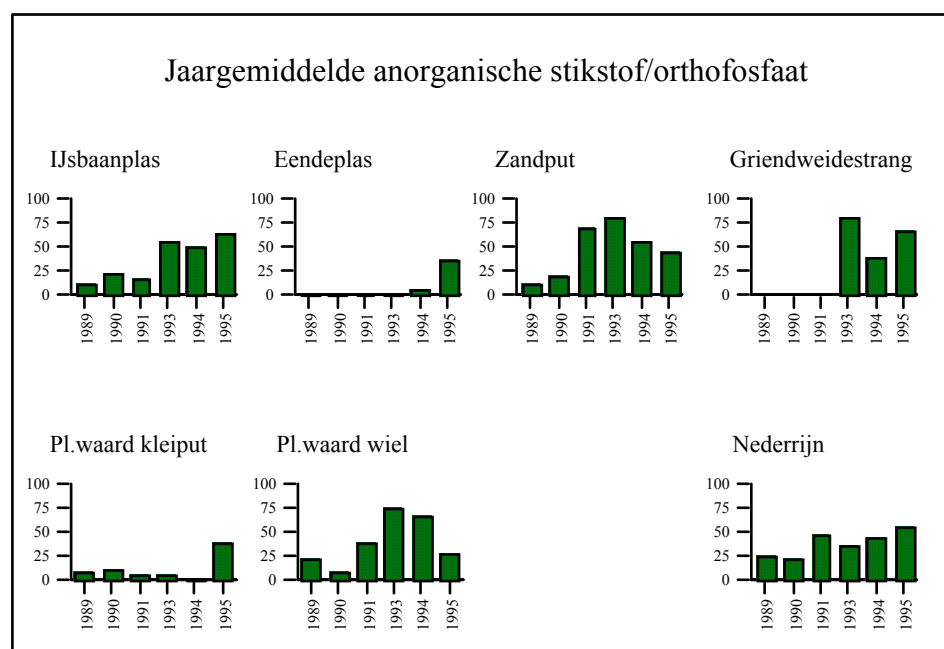
De zandput vertoont een sterk stijgende N/P verhouding. Dit wordt veroorzaakt door een ca. 20 voudige stijging van het nitraatgehalte en slechts een iets meer dan verdubbeld fosfaatgehalte.

In de Griendweidestrang is de N/P verhouding in 1993 hoog. In 1994 daalt deze onder invloed een toenemend fosfaatgehalte. Het nitraatgehalte neemt dat jaar af en het ammoniumgehalte neemt toe. In 1995 stijgt de N/P verhouding weer als gevolg van een sterke stijging van het nitraatgehalte die gepaard gaat met een slechts lichte stijging van het fosfaatgehalte.

DE Kleiput in de Plasserwaard vertoont tot 1995 zeer lage N/P verhoudingen. DE oorzaak hiervan is in de eerste plaats een hoog fosfaatgehalte. Daarnaast zijn de gehalten aan anorganische stikstof relatief laag. In 1995 stijgt de N/P verhouding als gevolg van een sterke stijging van het nitraatgehalte en een sterke daling van het fosfaatgehalte.

In het Wiel in de Plasserwaard is de N/P verhouding in de jaren 1989-1991 relatief laag. In 1993-1995 stijgt het nitraatgehalte sterk. Dit heeft in 1993 en 1994 een sterke stijging van de N/P verhouding tot gevolg. In 1995 treedt hierbij ook een sterke stijging op van het fosfaatgehalte, waardoor de N/P verhouding weer daalt.

De Nederrijn laat een gestage toename zien van het N/P quotiënt als gevolg van de sanering van fosfaatlozingen.

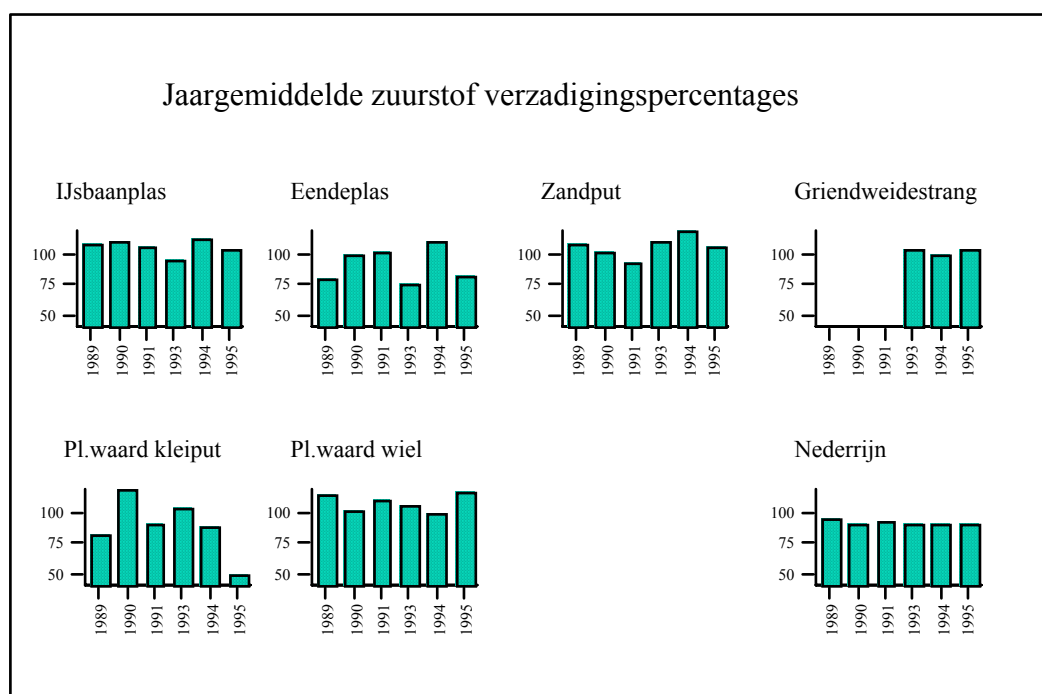


- Zuurstofhuishouding



In de zuurstofhuishouding van stilstaande wateren is zeer moeilijk een goed beeld te krijgen op grond van de metingen. Er bestaat een dag-nacht ritmiek die veroorzaakt wordt door de zuurstofproductie (overdag) en ademhaling (overdag en 's nachts) van de algen en waterplanten. De metingen van de Blauwe Kamer zijn per bemonsteringsdatum éénmalig en afhankelijk van het tijdstip van de dag. Iedere chemische bemonstering wordt uitgevoerd in de volgende volgorde (in 1995): Wiel in de Plasserwaard > Kleiput Plasserwaard > Griendweidestrang > Nederrijn > Zandput > Eendeplas > IJsbaan.

Aangezien het minimale zuurstofgehalte in een etmaal optreedt in de vroege ochtend en het maximum in de namiddag, zullen in de punten in de Plasserwaard systematisch lagere waarden gemeten worden en de laatste punten in de Blauwe Kamer systematisch te hoge waarden gemeten worden ten opzichte van het daggemiddelde. Hiervoor is niet te corrigeren omdat de amplitudo's in de nag-nacht ritmiek niet bekend zijn. Ondanks deze beperkingen is in de onderstaande figuur een overzicht gegeven van de gemeten zuurstofverzadigingspercentages.



De IJsbaanplas lijkt een redelijke zuurstofhuishouding te hebben. De meeste jaargemiddelden overschreden de 100% verzadiging. De IJsbaanplas heeft dus meestentijds een algenpopulatie. De laagste gehalten komen niet onder 60% verzadiging en het maximum bedraagt 154% (in 1989 opgetreden).

In de Eendeplas is de situatie minder gunstig en jaargemiddelden van rond de 75% zijn opgetreden in 1989, 1993 en 1995. Het maximale percentage is 174% (gemeten in 1991) en het minimum bedraagt 47% en is bepaald in juli 1995. Deze gehalten sluiten niet uit dat af en toe dusdanig lage zuurstofgehalten optreden, dat er beperkingen ontstaan voor vissen en ongewervelde waterdieren.

De zandput heeft gemiddeld genomen een goede zuurstofhuishouding. Het hoogst gemeten percentage bedraagt echter 229% (juli 1994) en het minimum bedraagt 45% (1991). Het hoge percentage van juli 1994 moet veroorzaakt zijn door een grote algenbloei. Dit komt niet tot uitdrukking in het chlorofyl-a gehalte, waardoor er sprake zal zijn geweest van een bloei van kiezelalgen die relatief weinig chlorofyl-a bevatten



(van Urk et al., 1990). Dergelijke percentages kunnen's nachts (te) lage zuurstofgehalten veroorzaken voor het leven onder water.

De zuurstofverzadigingspercentages in de Griendweidestrang vertonen 80% als minimum (1994) en 128% als maximum (1995). Hiermee lijkt de zuurstofhuishouding in de Griendweidestrang goed te zijn.

De Kleiput in de Plassewaard vertoont een minder gunstig verloop in het zuurstofgehalte. Jaargemiddelde waarden van even boven de 50% wijzen op de mogelijkheid van nachtelijke zuurstofloosheid. De laagste zuurstofgehalten (31-36%) zijn gemeten in augustus 1994 en juni-juli 1995. In de periode voor 1994 is slechts éénmaal (juli 1987) een ZVP gemeten van < 50% (48%). De oorzaak van deze slechte zuurstofhuishouding is nog niet achterhaald en het ligt niet voor de hand om de lage gehalten in 1994 en 1995 toe te schrijven aan de opgetreden inundaties, aangezien het zuurstofgehalte van het Rijnwater steeds hoog is geweest en er ook de andere wateren geen effecten van de inundatie op de zuurstofhuishouding zijn waargenomen.

Het Wiel in de Plasserwaard heeft gemiddeld over de periode 1989-1995 een goede zuurstofhuishouding.

Over de periode 1989-1991 is in september 1991 een minimum gemeten van 72%. In de periode 1993-1995 is in september 1994 een minimale waarde gemeten van 78%.



De Nederrijn heeft sedert een 10-tal jaren een goede zuurstofhuishouding. Dit heeft er toe geleid dat de eendagsvlieg (Ephoron virgo) sedert 1991 weer massaal in de schemering uitvliegt.

In de periode 1989-1991 is in september 1991 een minimum gemeten van 55%, terwijl over 1993-1995 in juni 1995 de laagste waarde is gemeten (75%).

Overzicht van de chemische veranderingen over de periode 1989 - 1995 per onderzocht water

	Doorzicht	ZVP	EGV	Chl-A	Cl	SO ₄	NH ₄ -N	NO ₃ -N	ortho-P	Turb.	K	Ca	Na
Ijsbaan	--	NS	NS	NS	--	+++	NS	++	NS	+	+++	++	NS
Eendeplas	-	NS	NS	NS	+	+++	NS	NS	-	NS	+	-	+++
Zandput	---	NS	+++	+	+++	+++	NS	+++	++	+++	+++	NS	+++
Rijn	---	NS	---	NS	---	--	NS	NS	--	NS	NS	NS	-
Kleiput	NS	NS	--	NS	--	NS	NS	NS	NS	NS	-	-	NS
Wiel	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	++	NS	NS	+	NS	NS
Griendweidestrang	-	NS	NS	+	NS	NS	NS	NS	+	NS	NS	NS	NS

(Veranderingen in de wateren in de Blauwe Kamer: Een synthese

De toegenomen rivierdynamiek als gevolg van de open verbinding met de rivier heeft de opslibbing sterk versneld. Op de 9-Morgenstrang na zijn alle grote wateren gevangen in een proces van opslibbing. De accumulatie hiervan kan plaatsvinden zonder dat er duidelijk sprake is van eliminatie. Wel zijn er aanwijzingen dat in de Ijsbaanplas en Eendeplas een vergroving van het bodemmateriaal heeft plaatsgevonden onder invloed van de overstroming van kerst 1993. Dit proces kan zich in februari 1995 hebben herhaald, hetgeen niet verhindert dat er tijdens normale winterafvoeren weer zeer fijn materiaal in deze plassen tot bezinking komt. Voor de poelen in het overstromingsgebied geldt in feite hetzelfde, ze zullen verlanden door opslibbing met mineraal rivierslib, door accumulatie van het geproduceerde plantaardige materiaal of door een combinatie van beide. De 9-Morgenstrang vormt een uitzondering omdat dit een open systeem is dat zal tenderen naar een bepaalde evenwichtssituatie. Deze situatie vertoont momenteel gelijkenis met de beschutte oevers van de Biesbosch, met dat verschil dat de structuurrijkdom die in de Biesbosch aanwezig is in de vorm van klinkhout, momenteel nog ontbreekt in de 9-Morgenstrang. In het onderstaande zal nader worden ingegaan op de mogelijkheden om de doodlopende successie in de stilstaande wateren van de Blauwe Kamer te vertragen dan wel om te buigen naar een levende processen, waarbij zowel opbouw als afbraak deel uitmaken. Hiertoe wordt eerst een indeling gemaakt naar watertypen in een riviersysteem, waarna de wateren in de Blauwe Kamer in deze indeling worden geplaatst om te zien in welke richting er mogelijkheden zijn)