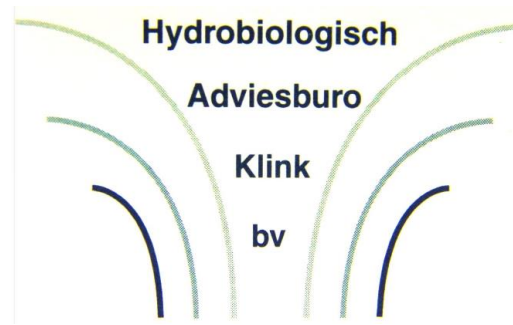


Buiten-Ooij, vasthouden van rivierwater en effecten op de voedselketen

Algen en hun grazers



Watervlooien en roeipootkreeftjes in overstromingsvlakte Op 24 april 2020



Buiten-Ooij, vasthouden van rivierwater en effecten op de voedselketen.

Alexander Klink

**Hydrobiologisch Adviesburo Klink rapporten en
mededelingen nr. 153. Augustus 2020 (HAK Project 629)
In opdracht van het VBNE en Provincie Gelderland
Contactpersoon Mark Brunsveld (VBNE)**

Inhoudsopgave

INHOUDSOPGAVE	1
1. INLEIDING.....	2
2. METHODEN	6
3. RESULTATEN.....	10
4. DISCUSSIE.....	17
5. LITERATUUR	20

1. Inleiding

1.1. Historisch perspectief

Nadat de grote rivieren fysiek “af” waren in het eind van de vorige eeuw en door stuwen in de 20^e eeuw (vrijwel) het gehele jaar bevaarbaar waren, zijn de Nederlanders vanaf de jaren 70 van de vorige eeuw in toenemende mate verontrust geraakt door de ernstige verontreinigingsgraad van zowel Rijn als Maas. Al kon in de Maas (itt) de Rijn geen fotorolletje worden ontwikkeld, in beide rivieren was nauwelijks nog leven aan te treffen anders dan *Tubifex* (Wolff, 1978).

Met de in werking stelling van de WVO (Wet Verontreiniging Oppervlaktewater) is het vanaf eind 1969 verboden verontreinigde stoffen te lozen op het oppervlaktewater. Medio jaren 70 was de piek in verontreiniging bereikt en snel daarna begon het leven in de rivieren tot ontwikkeling te komen (van Urk, 1978, 1981). Al in 1980 werden bijna alle macrofaunagroepen aangetroffen in de grote rivieren (Klink en Moller Pillot, 1981). In 1992 werd het heugelijke feit gemeld dat Zomersneeuw (eendagsvlieg *Ephoron virgo*) na 80 jaar afwezigheid weer massaal uitvliegt op warme zomeravonden (Bij de Vaate en Klink, 1992). Na de permanente vestiging van de Rivierrombout (de libel *Gomphus flavipes*) vanaf 1996 (Termaat, 2000) blijkt dat tot de dag van vandaag het laatste hoogtepunt te zijn geweest voor de macrofauna in de grote rivieren.

Onderzoek aan de stagnante wateren in de uiterwaarden leverde de conclusie op dat de meest complete levensgemeenschap te vinden is in de wateren die het minst door de rivier worden beïnvloed. Wateren in open verbinding met de rivier worden gedomineerd door macrofauna die filtert en niet afhankelijk is van helder water. Fytoplankton is in deze wateren de dominante primaire producent en vegetatie op de oever en onder water is zeer slecht ontwikkeld (van den Brink, 1994; Klink en de la Haye, 2000).

De neergaande lijn werd tijdens het hoogwater van 1995 ingezet toen voor het eerst de “killer shrimp” uit het Ponto-Kaspische gebied via het Rijn-Main-Donaukanaal in Nederland werd aangetroffen (Bij de Vaate en Klink, 1995). Sindsdien zijn de ‘mass invaders’ dominant met tot > 90% uitmakend van de totale macrofauna (Klink, 2017).

1.2. Overstromingsvlakte en flood-pulse

Een paar jaar geleden is het onderwerp overstromingsvlakte bij de toenmalige OBN (thans VBNE) over tafel gegaan en na ettelijke bijeenkomsten is in 2020 een project gestart (ioV VBNE) om helder te krijgen wat een overstromingsvlakte nu precies is, wat de ecologische meerwaarde is ten opzichte van de huidige natuur in de uiterwaarden en hoe de levensgemeenschap reageert op een overstroming van het leefgebied, de flood-pulse.

Bij het zoeken op de term flood-pulse komt er een scala aan literatuur naar boven die goed weergeeft waar het bij een overstromingsvlakte om gaat. In vrijwel iedere klimaatzone is er wel een deel van het jaar waarbij de kans op hoge afvoeren groter is dan in andere jaargetijden. In die zin zijn deze perioden bijna tot op de dag nauwkeurig te voorspellen in bv. het Amazonegebied (Junk, 1997). In het stroomgebied van Rijn en Maas wordt door Kurstjens et al. (in prep.) aangegeven dat de periode van het optreden van een hoogwater veel onzekerder is, maar dat de kans het grootste is in de periode december-maart.

Over de effecten van de flood-pulse op het leven op de overstromingsvlakte bestaat veel consenses over oorzaak en gevolg (bv. Tockner et al., 1998; Middleton, 2002; Naiman et al., 2005):

Oorzaak (onder andere)

- Doordat de druk op het rivierengebied voor de productie van voedsel toeneemt, verdwijnen in hoog tempo rivieren met een nog natuurlijke hydrologie. De flood-pulse verdwijnt.
- Door het bouwen van dammen in de rivieren komen natuurlijke inundaties (flood-pulses) bijna niet meer voor.

Gevolg (onder andere)

- Iedere rivier heeft zijn eigen afvoer karakteristiek met de daaraan aangepaste levensgemeenschap op de overstromingsvlakte. Verandering van deze karakteristiek leidt tot verlies van biodiversiteit.
- De overstromingsvlakte is het laagst gelegen deel van het landschap en vormt daardoor de integratie van processen op de schaal van het stroomgebied.
- Door het wegvallen van de flood-pulse neemt de mineralisatie van organisch materiaal sterk toe, waardoor de bodem droger

- wordt. Als gevolg hiervan worden natuurlijke ooibossen vervangen door bomen die normaal groeien op drogere delen in het overstromingsvlakte.
- Door het wegvallen van de flood-pulse worden de kieming en voortplanting van hieraan aangepaste inheemse soorten in gevaar gebracht, met als gevolg dat vestiging van exoten in de hand wordt gewerkt.
 - Door het niet meer voorkomen van de flood-pulse wordt de natuurlijke verrijking van de overstromingsvlakte door de rivier stopgezet. Hierdoor wordt onder andere de natuurlijke visstand aangetast.
 - Sediment hoopt zich op op plaatsen die voorheen doorstroomd werden, waardoor de hoofdstroom sediment honger krijgt en zich gaat insnijden.
 - Doordat er in de overstromingsvlakte geen dynamiek meer plaatsvindt worden natuurlijke cycli onderbroken waardoor zaadafzetting van planten en de levenscyclus van vissen gedesynchroniseerd wordt.
 - De in de VS bedreigde Schijnaster (*Boltonia decurrens*) komt niet tot zaadzetting en kieming zonder flood-pulse.

Duidelijk is in ieder geval dat de flood-pulse een natuurlijk verschijnsel is waar de levensgemeenschap van de overstromingsvlakte van afhankelijk is.

Veel minder informatie is te vinden over de mechanismen die door een flood-pulse in werking treden. In feite moet deze studie daarover meer inzicht verschaffen.

1.3. Onderzoekslokatie en aanleiding voor het onderzoek

In het Nederlandse rivierengebied bestaat nauwelijks de mogelijkheid om onderzoek te doen naar het functioneren van de natte overstromingsvlakte, domweg omdat de uiterwaarden hoog bekaad zijn en als er dan toch een hoogwater voorbij komt, wordt het water ingelaten om het, na achterlating van het slib, zo snel mogelijk weer kwijt te raken door vrije afstroming of door het uit te malen.

Een uitzondering hierop vormt de Buiten-Ooij ten oosten van Nijmegen, waar de beheerder (Staatsbosbeheer) bereid is om het inundatiewater van de rivier in het gebied vast te houden. In 2014 is in dit gebied een pilot gestart om het hoogwater vast te houden. In de daaropvolgende jaren zijn er geen hoogwaters opgetreden, maar in het begin van 2020 is de Buiten-Ooij weer overstroomd.

Deze kans is ad hoc aangegrepen om in april basale kennis te verzamelen van het leven in wateren die, “normaal gesproken” in die droog zouden staan.

Het huidige rapport wordt visueel ondersteund door een filmpje (<https://www.youtube.com/watch?v=TslaESA6nfU&t=107s>) waarin wordt getoond wat voor voedsel primaire consumenten tot zich nemen en welke voedingsbronnen aan de basis staan van de voedselketen.

2. Methoden

2.1. Bemonsterde locaties en bemonstering

De bemonsterde locaties staan op kaart 1, met in tabel 1 de coördinaten en de data van bemonstering. Foto's van de monsterpunten worden getoond in Kurstjens et al. (in prep.)



Kaart 1. Ligging van de monsterpunten

Tabel 1. Overzicht van de monsterpunten van algen en hun grazers

Gebied	Mp	Data	X	Y
Buiten Ooij	mp. 1	17 & 24-4-2020	189874	430284
Buiten Ooij	mp. 2	17 & 24-4-2020	190065	430532
Buiten Ooij	mp. 3	17 & 24-4-2020	190292	430664
Buiten Ooij	mp. 4	17 & 24-4-2020	190414	430602
Buiten Ooij	mp. 5	17 & 24-4-2020	189445	429304

Op deze lokaties zijn algen verzameld van de submerse vegetatie en van de bodem. Ook is zoöplankton in het water verzameld.

2.2. Bemonstering en verwerking van de monsters

Tijdens iedere bemonstering is van het water het geleidingsvermogen bepaald en de temperatuur.

De epifytische algen (perifyton) zijn bemonsterd door stengels en bladeren af te knippen van de, onder water staande planten (grassen en moerasplanten op mp. 1, 2, 3 en 5) of overjarige rietstengels (mp. 3 en 4). Het bodemoppervlak waarvan dit plantaardig materiaal afkomstig was, is geschat (meestal 2-4 cm²).

De op de bodem levende algen zijn verzameld door een vast oppervlak (0,039 cm²) van de bodem op te zuigen met een pipet.

Zowel de epifytische- als de bentische algen zijn geconserveerd in 10% HCl en op het lab is dit materiaal gekookt gedurende 1 uur. Na afkoelen zijn de grove delen er uit gezeefd en is het fijne materiaal bezonken gedurende tenminste 3 uur. Hierna is het bovenstaande HCl afgegoten en is het sediment aangevuld met 30% H₂O₂. Ook dit mengsel is 1 uur gekookt en daarna 3 maal gespoeld met leidingwater. Daarna zijn preparaten gemaakt door een vast volume (400 µl) uit het monster op een dekglas te dampen en in te sluiten met naphrax®.

Het zoöplankton is bemonsterd door 5 ltr water ter plaatse te zeven over een maaswijdte van 30 µm en dit materiaal te conserveren in 96% ethanol. Op het lab zijn deze monsters gezeefd over resp. 1000, 500 en 212 µm. De fractie < 212 µm is niet in behandeling genomen omdat we ons beperkt hebben tot de, met het blote oog, zichtbare grazers.

2.3. Bepaling biomassa

Diatomeeën

Het biovolume van de diatomeeën is bepaald door voor een aantal genera een regressievergelijking op te stellen met het verband tussen de lengte en het volume (tabel 2) voor verschillende vormen van het schaalpje. Het volume van de genera die niet in deze tabel staan zijn berekend met de formule voor de meest daarop lijkende groep. Omdat vaak losse schalen worden aangetroffen, worden alle schaalhelften opgeteld en door 2 gedeeld bij de berekening volgens tabel 2.

Tabel 2. Conversie lengte naar volume van de diatomeeën

Groep	Volume van 2 schaalhelften in μm^3
Centrales	$V = 0,25\pi L^2 * 0,133L$
Cocconeis	$V = 0,4821L^2 + 0,2714L - 13,696$
Cymbella	$V = 0,2411L^2 + 0,1357L - 6,8482$
Fragilaria	$V = 0,1L^2 * 0,067L$
Navicula	$V = 0,1556L^2 + 1,1953L - 4,4975$
Nitzschia	$V = 0,0377L^2 + 1,0636L - 21,531$
Surirella	$V = 0,4232L^2 - 0,05L + 0,2411$

V = volume in μm^3 ; L = lengte in μm

Voor de bepaling van het totale biovolume is het gemiddelde per beeldveld (+sd) bepaald, omgerekend naar volume van preparaat, monster en grondoppervlak dat is bemonsterd.

Het C gehalte is uit het biovolume berekend met:

$$C = 0,1204V^{1,051} \text{ (Rocha en Duncan, 1985)}$$

C in pg en V in μm^3

Tot slot is C omgerekend naar drooggewicht volgens:

$$\text{Drooggewicht} = C * 5,26 \text{ (Sicko-Goad et al., 1984).}$$

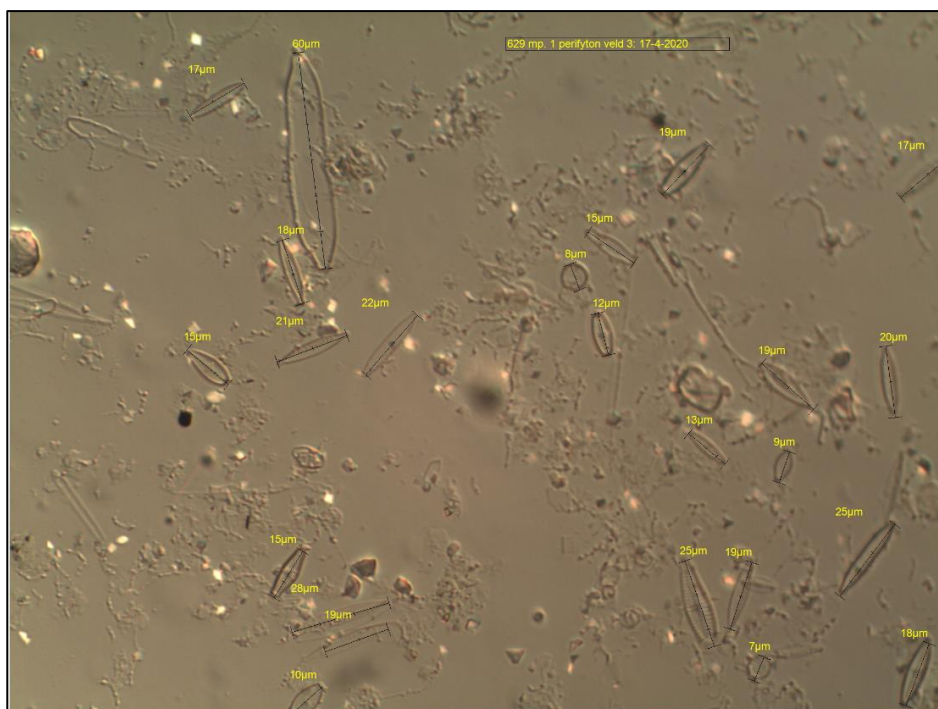


Foto 1. Voorbeeld van een beeldveld met daarin de opgemeten schaaltes van de diatomeeën

Zoöplankton

Van de resten op de zeven met maaswijdte van 1000, 500 en 212 µm zijn de lengtes opgemeten (tot de naaste 0,5 mm) van de Watervlooien (Cladocera), Roeipootkreeftjes (Copepoda) en Mosselkreeftjes (Ostracoda). Deze lengtes zijn geconverteerd naar biomassa in drooggewicht (Watervlooien en Roeipootkreeftjes) volgens Bottrell et al. (1976) en door conversie van drooggewicht = $10 \times \text{volume}$ (ibid.)

Tabel 3. Volumeberekening zoöplankton

Groep	Biomassa drooggewicht
Watervlooien	$M = 0,9712L^{4,0928}$
Roeipootkreeftjes	$M = 0,9676L^{4,6158}$
Mosselkreeftjes	$M = 33,33\pi \cdot (0,5 L)^3$

M in µg; L is lengte in mm

Voor de beeldanalyse is gebruik gemaakt van een Olympys BH2 microscoop met een DIC-opzet en S-planapo lenzen.

Microscoopopnamen zijn gemaakt met een Deltapix Invenio 3S II camera met 3.1 Mp resolutie.

2.4. Bepaling voedsel van primaire consumenten

Het voedsel van Watervlooien, Roeipootkreeftjes, Mosselkreeftjes, Slaapslak (*Aplexa hypnorum*), Paddelarve en Muggelarve (*Hydrobaenus lugubris*) is bepaald door per groep één gevulde darm uit te prepareren en onder een lichtmicroscoop te fotograferen.

3. Resultaten

3.1. Beschrijving van het perifyton

Perifyton is een gemeenschap bestaande uit eencellige of ketenvormige algen die zich direct of in een slijmkapsel hechten aan vast substraat, zoals stenen, hout of planten (Stevenson et al., 1996).

Naast het fytoplankton, water- en oevervegetatie is dit een belangrijke component in de primaire productie in stilstaand en stromend water. Ondiepe meren worden wel in twee categoriën ingedeeld (Grimm, 1989; Scheffer, 1998; Meijer, 2000; Lohoriussen, 2002):

1. Meren met troebel water, waterplanten en watervlooien ontbreken
2. Meren met helder water, waterplanten en watervlooien

Ad. 1. In deze meren is het fytoplankton de belangrijkste primaire producent. Doordat het plankton het water vertroebelt, krijgen waterplanten en het hierop levende perifyton geen kans. De in het water opgeloste voedingsstoffen komen daardoor alleen of grotendeels ten goede aan het fytoplankton.

Ad. 2. In deze meren domineren de ondergedoken waterplanten en het daarop aangehechte perifyton. Deze zorgen voor lage nutriëntengehalten in de waterkolom, waardoor fytoplankton geen kans krijgt op dominantie.

Een voorbeeld van perifyton is foto 2, waarbij het perifyton is aangehecht aan een macro-alg *Cladophora*, die zelf ook weer is aangehecht aan vast substraat. Eigenlijk perifyton op perifyton.

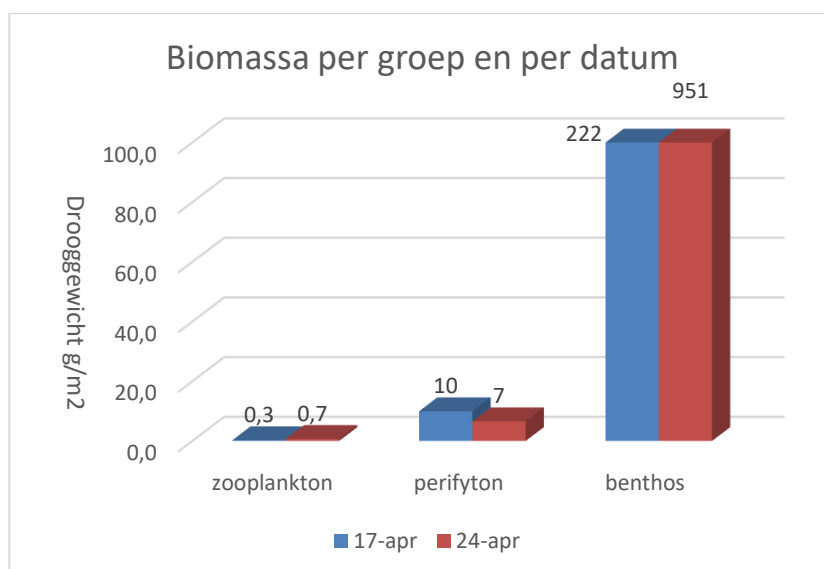


Foto 2. Voorbeeld van perifyton op een macro-alg *Cladophora* (vergroting ca. 100*)

3.2. Biomassa van het perifyton, benthos en zoöplankton

In dit oriënterende onderzoek is, met minimale middelen, de focus gericht op het inventariseren van de situatie zoals die zich na de inundatie van de Waal in het voorjaar van 2020 heeft voorgedaan. Een literatuuronderzoek naar vergelijkbare situaties langs andere rivieren is niet uitgevoerd en de gepresenteerde gegevens staan dan ook op zichzelf. In een vervolgonderzoek is het nadrukkelijk de bedoeling om hierbij wel op zoek te gaan naar referenties van elders. Ook zal dan worden ingegaan op de soortsamenstelling van de aangetroffen algen, watervlooien en andere grazers en in het onderzoek van Kurtjens et al. (2020) zal ook de macrofauna tot op soort worden gedetermineerd.

In figuur 1 staan de resultaten vermeld van de biomassa (in g dw/m²) van perifyton en benthos en zoöplankton.



Figuur 1. Berekende biomassa per groep en datum

De biomassa is het gemiddelde van de 5 monsters per datum. Het zoöplankton heeft een biomassa < 1 gdw/m². De biomassa van het perifyton is grofweg een factor 10 hoger. Opmerkelijk is dat het benthos daar weer een factor 70 bovenuit komt. Dit ligt absoluut niet in de lijn van de verwachting aangezien nabij de bodem de beschaduwing maximaal is en er ook graas bijkomt van de bodemfauna.

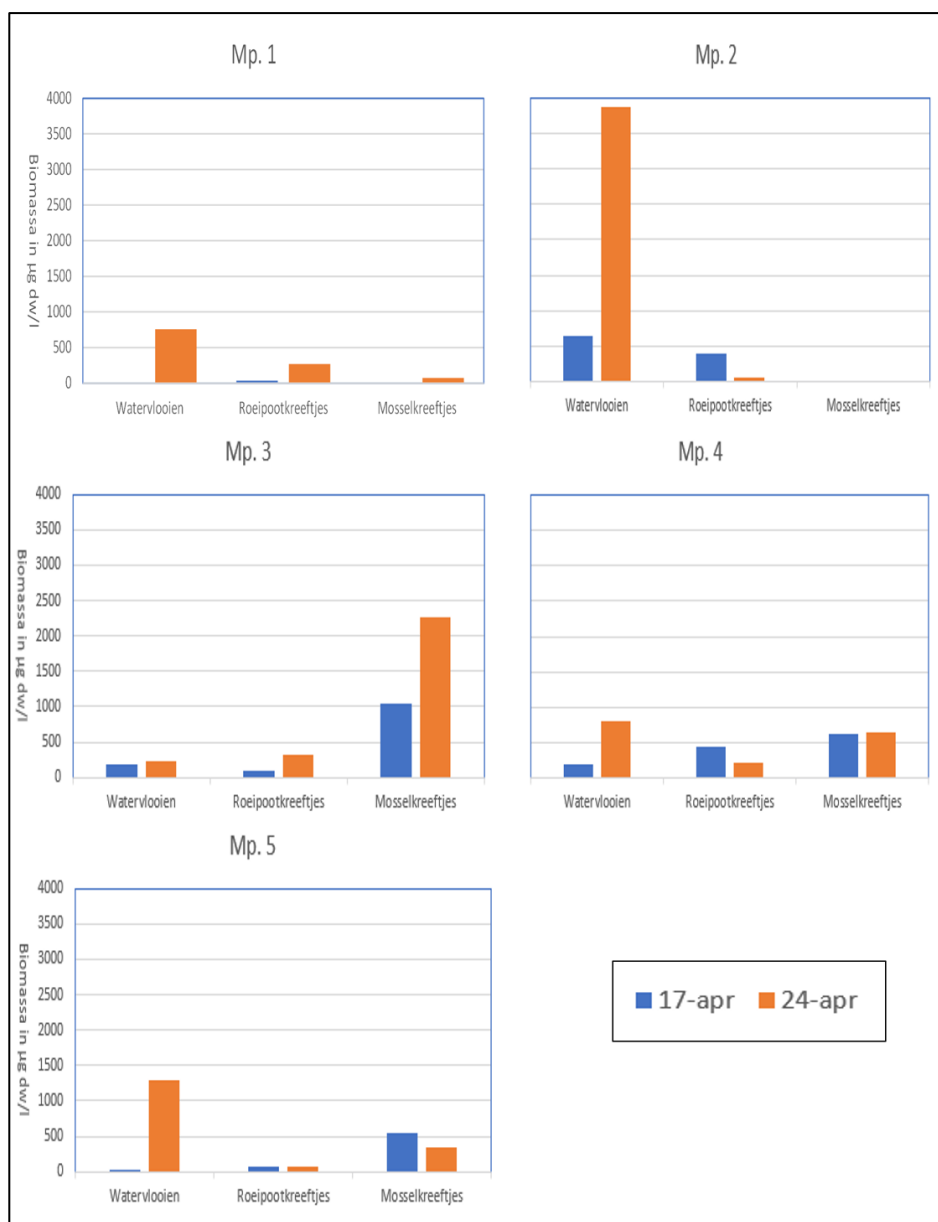
Een voor de hand liggende oorzaak voor deze discrepantie is dat:

Diatomeeën-schaaltjes zijn geteld en hierbij kan geen onderscheid worden gemaakt tussen de schaaltes van een levende of afgestorven alg.

Bij de inundatie van de Waal zijn er schaaltes bezonken in de Buiten-Ooij. Daarnaast is er een autochtone productie van schaaltes op gang gekomen, zoals we hebben gemeten in het perifyton. Als deze algen afsterven of worden begraaasd, komen de lege schaaltes vroeger of later op de bodem terecht. Als deze aanname wordt doorgetrokken naar de biomassa van 24 april ten opzichte van 17 april, zou dit kunnen betekenen dat in één week een productie heeft plaatsgevonden van 729 g drooggewicht (139 g C) aan kiezelalgen/m². Ambrust (2009) stelt vast dat diatomeeën zich in enkele dagen met vele grootte-orde kunnen vermeerderen. Lohariussen (2002) meet in de periode april-juni een productie van 125 naar bijna 300 mgC/m²h. In het vervolgonderzoek zal hieraan verder aandacht worden besteed.

3.3. Biomassa en samenstelling van de grazers

In figuur 2 is een overzicht gemaakt van de biomassa van de Watervlooien, Roeipootkreeftjes en Mosselkreeftjes.



Figuur 2. Biomassa (µg dw/l) van de watervlooien, Roeipootkreeftjes en Mosselkreeftjes op 17 en 24 april 2020 op mp. 1-5

Op mp. 1 is de biomassa van het zoöplankton op 17 april 2020 verwaarloosbaar en de aantallen (in totaal 45 ind./l) zijn laag. Een week later zijn de aantallen met een factor 6 toegenomen en de biomassa is gestegen van 37 naar 1100 µg dw/l, door toedoen van Watervlooien (75%) en Roeipootkreeftjes (20%). Mosselkreeftjes zijn in deze poel nauwelijks aangetroffen.

Op mp. 2 bestaat de biomassa op 17 april uit Watervlooien en Roeipootkreeftjes. Mosselkreeftjes zijn ook op 24 april niet aangetroffen. In de tussenliggende periode is de biomassa van de Watervlooien toegenomen van 650 µg naar bijna 4000 µg dw/l terwijl hun aantal gelijk is gebleven (239 vs 248/l). De Roeipootkreeftjes zijn in aantal gehalveerd, maar de biomassa is teruggelopen van 400 naar 56 µg/l.

Op mp. 3 vertonen alle groepen een stijgende biomassa. De Watervlooien nemen sterk in aantal af (320 naar 119), maar door groei neemt de biomassa toe. Ook bij de Roeipootkreeftjes nemen de aantallen af (240 naar 140/l), maar verdrievoudigd de biomassa. De Mosselkreeftjes zijn hier de dominante groep qua biomassa. Zowel aantal als biomassa verdubbelen in een week.

Op mp. 4 nemen de Watervlooien in aantal toe van 50 naar 322/l en de biomassa stijgt van 200 naar 800 $\mu\text{g/l}$. Bij de Roeipootkreeftjes nemen de aantallen toe van 178 naar 222/l, maar de biomassa halveert. Bij de Mosselkreeftjes blijven aantal en biomassa relatief constant.

Op. Mp. 5 nemen de Watervlooien in aantal toe met een factor 12 en explodeert de biomassa van 7 naar 1300 $\mu\text{g/l}$. Bij de Roeipootkreeftjes neemt bij gelijke biomassa het aantal af van 310 naar 80/l. Bij de Mosselkreeftjes neemt biomassa en aantal in gelijke mate af.

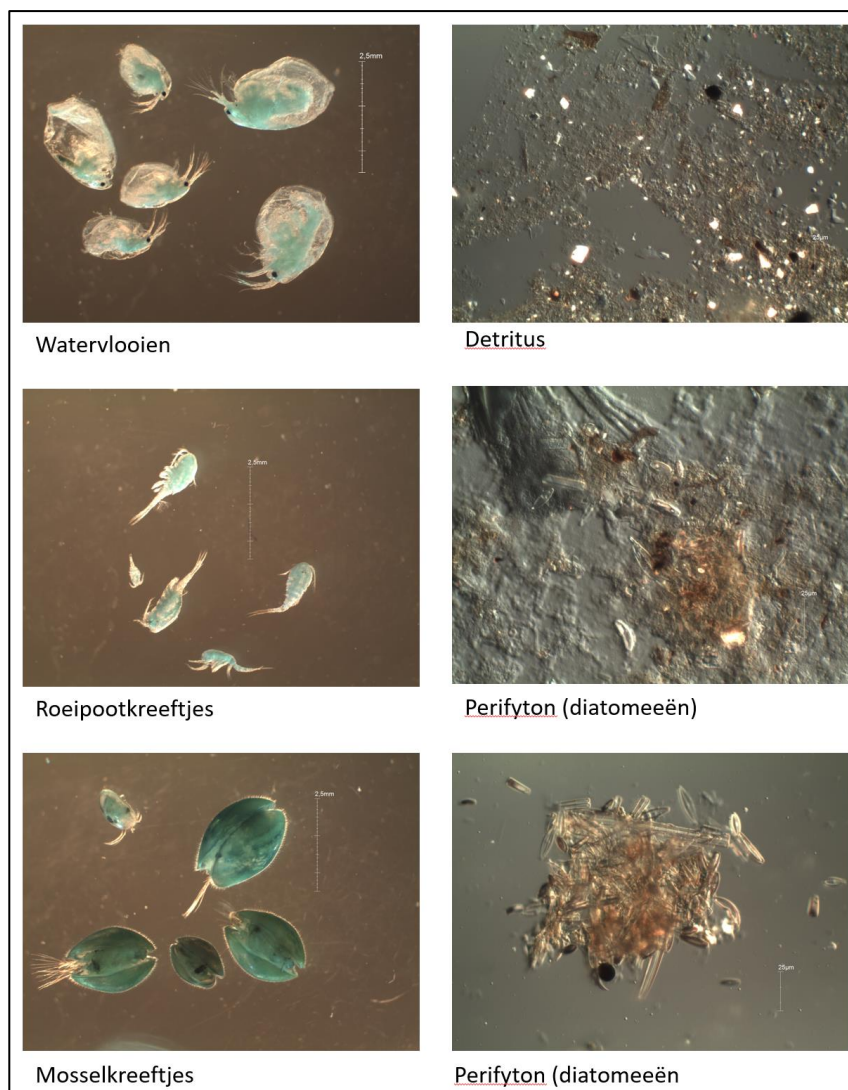
3.4. Voedsel van de grazers

De darminhoud van de Watervlooien, Roeipootkreeftjes en Mosselkreeftjes is onderzocht, maar ook van andere groepen die als bijvangst zijn verzameld bij het bemonsteren van zowel zoöplankton als het afknippen van de vegetatie voor het epifyton. Het gaat hierbij om de Slaapslak (*Aplexa hypnorum*), larve van de Gewone pad (*Bufo bufo*) en de larve van de dansmuglarve (*Hydrobaenus lugubris*). De Slaapslak en dansmuglarve zijn bij uitstek aangepast aan het leven in de overstromingsvlakte. De Slaapslak ontwikkelt zich in het voorjaar als de temperatuur stijgt tot $> 7^{\circ}\text{C}$ en de biotoop water bevat. De eikapsels worden afgezet vanaf half mei. Zowel de eieren als de jonge slakjes kunnen de droogte overleven door “in slaap” te gaan totdat hun biotoop weer onder water komt (Gittenberger en Janssen, 1998). *Hydrobaenus lugubris* vliegt uit in april (massaal bij mp. 3 op 17 april jl.). De larven gaan later in het voorjaar in hun tweede stadium in diapauze om aan het eind van de winter te ontwaken (Steinhart 1998 in Moller Pillot, 2013). Steinhart (1998) sluit niet uit dat ook in de winter een generatie uitvliegt. Dit wordt bevestigd door waarneming en materiaal van een zwerm volwassenen schaatsend op een inundatiepoel met daarin veel exuviae (1 februari 1983 verzameld door de auteur in Wageningen, langs de veerweg naar Opheusden).



Figuur 3. Slaapslak, Gewone pad (larve) en Dansmuglarve met darminhoud

De Slaapslak en Gewone pad hebben het perifyton afgegraasd, terwijl de larven van Hydrobaenus bijna uitsluitend detritus heeft gegeten, dat zich vermoedelijk op de bodem heeft opgehoopt.



Figuur 4. Watervlooien, Roeipootkreeftjes en Mosselkreeftjes met darminhoud

De Watervlooien hebben, zoals verwacht, het water gefilterd en hierin zijn geen resten van algen of microfauna (Raderdieren etc) terug te vinden, alleen fijn organisch materiaal. Zowel de Roeipootkreeftjes als de Mosselkreeftjes hebben het perifyton begraasd. Bij de Roeipootkreeftjes is er nog ander materiaal genuttigd. Bij de Mosselkreeftjes zijn vrijwel uitsluitend diatomeeën begraasd.

4. Discussie

4.1. Basis van de voedselketen

Op de onderzochte monsterpunten blijkt er in april een levensgemeenschap te ontstaan die voornamelijk in stand gehouden worden door het perifyton en detritus.

Een indicatie van de productiviteit voor het perifyton is nog niet gevonden. Het belang van detritus komt tot uitdrukking in de biomassa van de Watervlooien, waarbij mp. 2 en 5 behoren tot de absolute top in vergelijking met ca. 50 meren met veel waterplanten en weinig vis (Scheffer, 1998 p. 221).

4.2. Werking van de flood-pulse

In de inleiding kwam de flood-pulse langs als een ordenend principe van de overstromingsvlakte, waaraan allerlei soorten zijn aangepast en die een integratie geeft van het gehele stroomgebied. Deze constatering geeft op geen enkele wijze inzicht in het proces dat tijdens en vooral na een flood-pulse optreedt.

In figuur 5 is een schema gemaakt waarin de belangrijkste processen worden samengevat die na een flood-pulse kunnen leiden tot het ontstaan van verschillende wateren (vereenvoudigd naar Stevenson et al., 1996 p104).

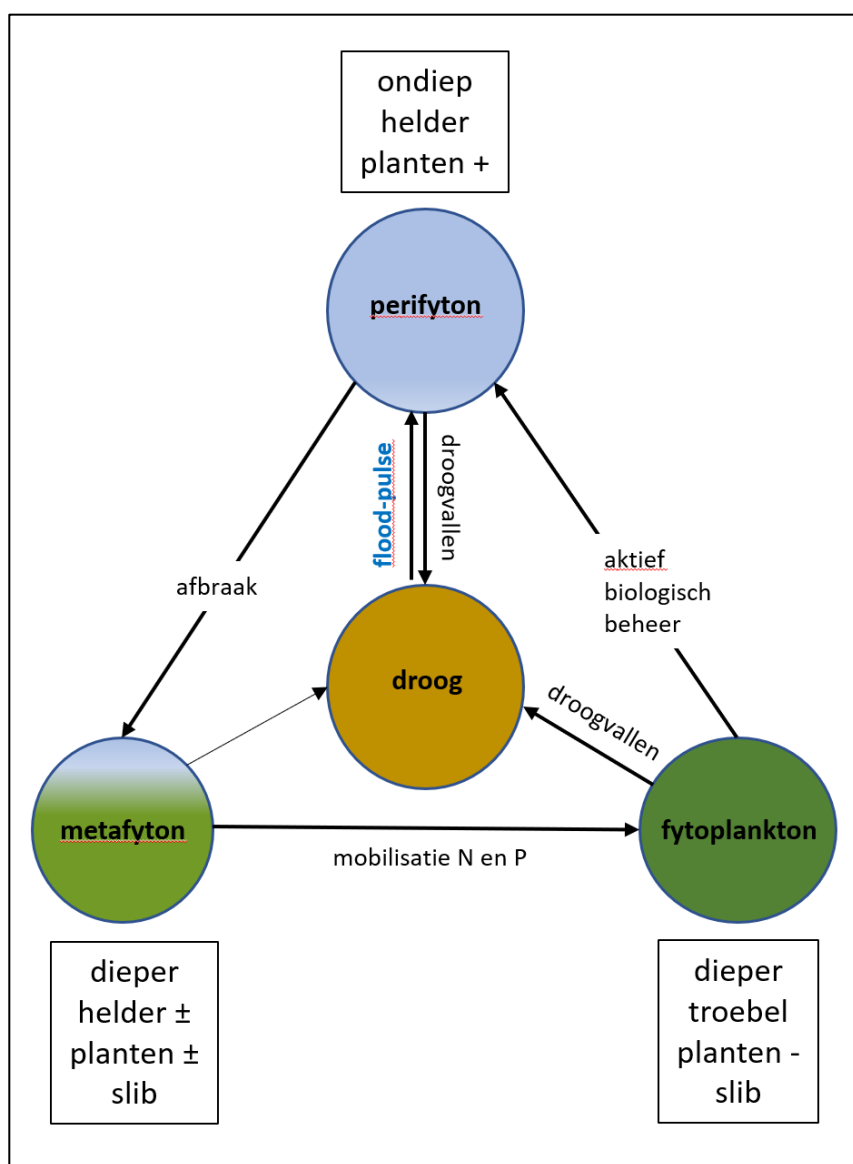
In de Buiten-Ooij speelt de volgende cascade aan processen zich af als gevolg van de flood-pulse:

- We beginnen in de droge periode van het jaar waarin de overstromingsvlakte droog staat en er plassen aanwezig zijn die troebel zijn door het **fytoplankton**, een situatie die zeer herkenbaar is in de Nederlandse uiterwaarden.
- Vanaf half maart stroomt het rivierwater door gras- en rietland en komen we in de overgang van **droog** naar **perifyton** (figuur 5).
- Het rivierwater verliest tussen de vegetatie het slib, waardoor het water helder wordt.
- Het is nog koud en de vissen zijn nog inactief.
- Omdat perifyton het gehele jaar productief is (itt fytoplankton) komt in dit heldere en ondiepe water op de vegetatie al snel een laag perifyton tot ontwikkeling (foto 2).
- Door de afwezigheid van vispredatie (veel schuilmogelijkheden tussen de vegetatie (Scheffer, 1998)), kunnen Watervlooien,

Roeipootkreeftjes en Mosselkreeftjes tot ontwikkeling komen. De Watervlooien filteren het water, waardoor het ook helder blijft.

- In het heldere ondiepe water wordt medio april 's ochtends in de Buiten-Ooij al een temperatuur gemeten $> 20^{\circ}\text{C}$ en gaat de productie van het perifyton in de turbo-stand.
- Alles wat hiervan afhankelijk is kan zich rond eten en vermenigvuldigen, maar dan moeten ze wel ter plaatse zijn. De hoge temperatuur van het water zorgt ervoor dat de ontwikkeling snel verloopt. Haast is geboden.

Half mei valt de overstromingsvlakte droog en sterven de bewoners die hiertegen niet zijn toegerust.



Figuur 5. Processen in water in relatie tot de flood-pulse en droogvallen (naar Stevenson et al., 1996)

Deze cascade aan processen maakt het aannemelijk dat een groot aantal soorten uit de uiterwaarden zijn verdwenen die hieraan zijn aangepast. Voor de aquatische macrofauna is het onduidelijk om welke soorten het zou kunnen gaan. De bedijking van de rivieren met zomerkaden is al zo oud dat een natuurlijke referentie in Nederland niet te vinden is. In het buitenland (Wit Rusland en Frankrijk) is een zeer beperkt aantal soorten te karakteriseren als specifieke bewoners van de overstromingsvlakte. Dit zijn andere soorten *Hydrobaenus* (dansmuglarven) (med. Moller Pillot) en eendagsvliegen van het genus *Siphonurus* (Klink en bij de Vaate, 1994). Veel overige soorten die in het buitenland in de overstromingsvlakte zijn aangetroffen (NAS Belarus, 2002), zijn in Nederland vooral binnendijs te vinden in heldere wateren.

4.3. Aktief biologisch beheer voor de overstromingsvlakte

Actief biologisch beheer om ondiepe niet overstroomde meren helder te krijgen, is er op gebaseerd dat vis wordt weggevangen die de bodem omwoelt en watervlooien opeet. In deze permanente wateren is het ontbreken van vis de sleutel tot het helder worden van een meer. Watervlooien grazen het plankton weg en waterplanten met perifyton houden het water helder.

Zoals dit onderzoek aantoont, wordt met een flood-puls hetzelfde bereikt, in wateren die maar een beperkt deel van het jaar water bevatten. Door droogval worden de voedingsstoffen gemineraliseerd, waardoor ze in de korte periode van inundatie, niet de kans krijgen om massaal in oplossing te gaan. Vis speelt een ondergeschikte rol en ook hier zijn planten met perifyton de dragers van de levensgemeenschap. Uit niets in dit onderzoek blijkt waarom de flood-pulse niet gestimuleerd zou moeten worden. Niet alleen ontstaat dit unieke tijdelijke moeraslandschap. Ook de bijbehorende soorten zullen er terugkeren als inundatie een voorspelbaar proces wordt door actieve inrichting en beheer zoals voorgesteld in Kurstjens et al. (in prep.).

5. Vervolgonderzoek

In 2021 is een vervolg van deze oriënterende fase geplanned, waarin uitgebreider en in beter ontwikkelde riviersystemen onderzoek wordt uitgevoerd. Dat onderzoek zal zich richten op de aspecten die in dit rapport en in Kurstjens et al. (in prep.) aan de orde kwamen.

Eén aspect hierin verdient extra aandacht. In het huidige rapport wordt uitgebreid stilgestaan op de rol van het perifyton. Dit is een duidelijke groep van organismen die eenvoudig te observeren is en waarvan biomassa en productie relatief simpel zijn te achterhalen. In dit rapport kwam tevens ter sprake dat detritus een belangrijke rol speelt in (met name) de ontwikkeling van de muggenlarve *Hydrobaenus* en de Watervlooien. Van deze voedselbron is tot nu toe geen informatie verzameld. We weten niet wat de bron is van dit materiaal en hoe het ontstaat. In het vervolgonderzoek is het van groot belang om ook de levensloop van de detritus inzichtelijk te maken.

6. Literatuur

- Armbrust, E.V. 2009 The life of diatoms in the world's oceans *Nature* 459: 185-192
- Bij de Vaate, A., Klink, A., 1995 *Dikerogammarus villosus* Sowinsky (Crustacea: Gammaridae) a new immigrant in the Dutch part of the Lower Rhine *Lauterbornia* 20: 51-54
- Bij de Vaate, A., Klink, A., Oosterbroek, F., 1992 The mayfly, *Ephoron virgo* (Olivier), back in the Dutch parts of the rivers Rhine and Meuse *Hydrobiol. Bull.* 25(3): 237-240
- Bottrell, H.H., et al., 1976 A review of some problems in zooplankton production studies *Norw. J. Zool.* 24: 419-456
- Armbrust, E.V. 2009 The life of diatoms in the world's oceans *Nature* 459: 185-192

- Bij de Vaate, A., Klink, A., 1995 *Dikerogammarus villosus* Sowinsky (Crustacea: Gammaridae) a new immigrant in the Dutch part of the Lower Rhine *Lauterbornia* 20: 51-54
- Bij de Vaate, A., Klink, A., Oosterbroek, F., 1992 The mayfly, *Ephoron virgo* (Olivier), back in the Dutch parts of the rivers Rhine and Meuse *Hydrobiol. Bull.* 25(3): 237-240
- Bottrell, H.H., et al., 1976 A review of some problems in zooplankton production studies *Norw. J. Zool.* 24: 419-456
- Gittenberger, E., Janssen, A.W., Kuiper, W.J., Meijer, T., van der Velde, G., de Vries, G.A., 1998 De Nederlandse zoetwatermollusken *Nederlandse Fauna* 2: 288 pp.
- Grimm, M.P., 1989 Northern pike (*Esox lucius* L.) and aquatic vegetation, tools in the management of fisheries and water quality in shallow waters *Hydrobiol. Bull.* 23(1/4): 59-65
- Junk, W.J. (ed.), 1997 The Central Amazon floodplain. Ecology of a pulsing system Springer 525 pp.
- Klink, A., bij de Vaate, B., 1994 De Grensmaas en haar problemen zoals blijkt uit hydrobiologisch onderzoek aan makro-evertebraten Adviesburo Klink Rap. Med. 53: 62 pp. + bijl.
- Klink, A., de la Haye, M.A.A., 2000 Inventarisatie van macrofauna in de Limburgse Maasplassen, basis voor een typologie en toekomstvisie Rapport Ecologisch Herstel Maas 34: 74 pp.
- Klink, A., Moller Pillot, H.K.M., 1982 Onderzoek aan de makro-evertebraten in de grote Nederlandse rivieren Adviesburo Klink Rap. Med. 3: 1-57
- Klink, A.G., 2017 KRW-proef: bomen in de Nederrijn-Lek en IJssel Evaluatie 2014-2016 Hydrobiologisch Adviesburo Klink rapp. Med. 143: 68 pp.
- Liboriussen, L., 2002 Production, regulation and ecophysiology of periphyton in shallow freshwater lakes PhD thesis Univ. Aarhus 54 pp.
- Meijer, M.L., 2000 Biomanipulation in the Netherlands. 15 Years of experience *Acad. Proefschrift W.U.* 208 pp.
- Middleton, B.A., (ed.) 2002 Flood pulsing in wetlands: restoring the natural hydrological balance Wiley and Sons Inc. 308 pp.
- Moller Pillot, H.K.M., 2013 Chironomidae larvae. Biology and ecology of the aquatic Orthocladinae KNNV Uitgeverij 312pp
- Naiman, R.J., Décamps, H., McLain, M.E., 2005 *Riparia. Ecology, conservation and management of streamside communities* Elsevier Ac. Press Amsterdam 430 pp.
- NAS Belarus 2002 Macrofauna in the floodplain pools and dead branches of the Pripyat river Belarus Rapport NAS Belarus 158 pp.
- Rocha O., Duncan, A., 1985 The relationship between cell carbon and cell volume in freshwater algal species used in zooplanktonic studies *J. Plankton Res.* 7(2): 279-294
- Scheffer, M., 1998 Ecology of shallow lakes Chapman and Hall 357 pp.
- Sicko-Goad, L.M., Schelske, C.L., Stoermer, E.F., 1984 Estimation of intracellular carbon and silica content of diatoms from natural assemblages using morphometric techniques *Limnol. Oceanogr.* 29(6): 1170-1178
- Stevenson, R.J., Bothwell, M.L., Lowe, R.L., 1996 *Algal ecology. Freshwater benthic ecosystems* Ac. Press 753 pp.
- Termaat, T., 2000 Een overzicht van de nieuwe vindplaatsen van de Rivierrombout (*Gomphus flavipes*) in Nederland in 1999 *Brachytron* 4(1): 13-17
- Tockner, K.F., Schiemer, F., Ward, J.V., 1998 Conservation by restoration: the management concept for a river-floodplain system on the Danube River in Austria *Aquat. Conserv.* 8: 71-86

- van-den-Brink, F.W.B., 1994 Impact of hydrology on floodplain lake ecosystems along the Lower Rhine and Meuse Acad. Proefschrift K.U. Nijmegen 196 pp.
- van-Urk, G., 1978 The macrobenthos of the river IJssel Hydrobiol. Bull. 12: 21-29
- van-Urk, G., 1981 Verandering in de macro-invertebraten-fauna van de IJssel H2O 21: 494-499
- Wolff, W.J., 1978 The degradation of ecosystems in the Rhine. In: The breakdown and restoration of ecosystems (M.W.Holdgate & M.J.Woodman eds.) Plenum Press New York pp. 169-187