



Het fytoplankton in de Rijn 2012

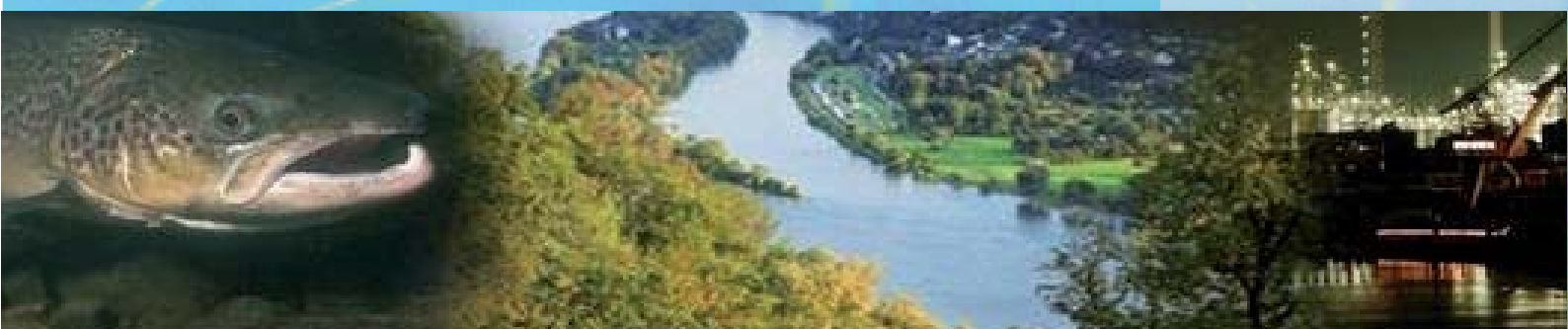
Stand: mei 2015

Internationale
Kommission zum
Schutz des Rheins

Commission
Internationale
pour la Protection
du Rhin

Internationale
Commissie ter
Bescherming
van de Rijn

Rapport Nr. 224



Colofon

Uitgegeven door de

Internationale Commissie ter Bescherming van de Rijn (ICBR)

Kaiserin-Augusta-Anlagen 15, 56068 Koblenz, Duitsland

Postbus 20 02 53, 56002 Koblenz, Duitsland

Telefoon: +49-(0)261-94252-0, fax +49-(0)261-94252-52

E-mail: sekretariat@iksr.de

www.iksr.org

ISBN 3-941994-84-0

© IKSР-CIPR-ICBR 2015



Internationale Kommission zum Schutz des Rheins
Commission Internationale pour la Protection du Rhin
Internationale Commissie ter Bescherming van de Rijn

Het fytoplankton in de Rijn 2012

Versie inclusief nationale KRW-beoordelingen voor de PLEN-CC Stand: mei 2015

Rapportage:	Helmut Fischer, Bundesanstalt für Gewässerkunde;
Bewerking:	Mechthild Banning, Hessisches Landesamt für Umwelt und Geologie (HLUG); Thomas Ehlscheid, Landesamt für Wasserwirtschaft; Jochen Fischer (voorzitter van de EG BMON), Landesamt für Umwelt, Wasserwirtschaft und Gewerbeaufsicht Rheinland-Pfalz; Jochen Lacombe, Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz (LANUV); Jean-Luc Matte, Agence de l'Eau Rhin-Meuse; David Monnier (voorzitter van de WG B), Office National de l'Eau et des Milieux Aquatiques (ONEMA); Marieke Ohm, Ministerie van Infrastructuur en Milieu, Rijkswaterstaat WVL; Franz Schöll, Bundesanstalt für Gewässerkunde; Renate Semmler-Elpers, Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz Baden Württemberg (LUBW); Sabine Zeller, Bundesamt für Umwelt BAFU
Coördinatie en redactie:	Nathalie Plum en Dr. Laura Gang
Vertaling:	Fabienne van Harten en Marianne Jacobs, Internationale Commissie ter Bescherming van de Rijn (ICBR)

Inhoudsopgave

Samenvatting	3
1. Inleiding	4
2. Methodes	5
2.1 Omvang van het onderzoek	5
2.2 Methodes	6
3. Resultaten	7
3.1 Afvoer	7
3.2 Nutriënten.....	8
3.3 Fytoplankton	11
3.3.1 <i>Ruimtelijke en seizoensdynamiek van het chlorofylgehalte</i>	11
3.3.2 <i>Taxonomische samenstelling van het fytoplankton</i>	13
3.4 Zoöplankton	14
3.5 Vergelijking van de resultaten met vroeger onderzoek	15
4. Beoordeling van het biologische kwaliteitselement fytoplankton conform KRW	17
5. Bibliografie.....	20
Bijlage 1: Taxalijst van het fytoplankton in de Rijn in 2012 (zonder meetlocaties waar alleen chlorofyl-a is bemonsterd)	21

Samenvatting

Plankton is een verzamelnaam voor in het water zwevende, meestal microscopisch kleine organismen. In grote rivieren is het een essentieel bestanddeel van het ecosysteem. Eencellige algen, het zogenaamde fytoplankton, vormen hier meestal het gros van de aquatische vegetatie. Als ze tot bloei komen, veroorzaken ze de bekende eutrofiëringsverschijnselen en beïnvloeden zodoende de waterkwaliteit. In 2012 is er in het kader van het Rijnmeetprogramma biologie onderzoek gedaan naar het fytoplankton in de Rijn van het Bodenmeer tot het Deltagebied. Het monitoringsprogramma is gericht op de inventarisatie van het fytoplanktonbestand en op de vaststelling van de ontwikkeling van het fytoplankton in de ruimte en de tijd. Tevens geeft het programma invulling aan de bepalingen van de Europese Kaderrichtlijn Water in verband met de beoordeling van de ecologische toestand van de Rijn op basis van het fytoplankton en andere biologische elementen.

Het chlorofyl-a-gehalte en het biovolume zijn een maat voor de biomassa van het fytoplankton. Op het riviertraject van het Bodenmeer tot Karlsruhe is de fytoplanktonbiomassa zeer laag. Vanaf het meetstation Karlsruhe neemt de biomassa geleidelijk toe om aan de meetstations Bimmen/Lobith in de Duitse Nederrijn aan de Duits-Nederlandse grens haar piek te bereiken. De zijrivieren Neckar, Main en Moezel vertonen vrij hoge fytoplanktongehalten en dragen bijgevolg bij aan deze toename. In de Rijndelta neemt de fytoplanktonbiomassa weer enigszins af. Veruit het grootste aandeel van het fytoplankton wordt ingenomen door centriscie kiezelalgen (diatomeeën), gevolgd door cryptomonaden (Cryptophyceae) en groenalgen (Chlorophyceae). Andere groepen zijn slechts tijdelijk of lokaal van betekenis.

Van de noordelijke Duits-Franse Bovenrijn tot de Duitse Nederrijn is er ook gekeken naar het dierlijke plankton (zoöplankton), dat zich onder meer voedt met fytoplankton. Ook het zoöplankton neemt Rijnafwaarts toe. Echter, omdat het slechts lage aantallen bereikt, is de reducerende invloed op het fytoplankton naar schatting gering. Het vaakst komen raderdierpjes (rotatoria) voor, maar in bepaalde periodes spelen ook in het water zwevende mossellarven een belangrijke rol in het zoöplankton.

In 2012 was de biomassa van het fytoplankton iets hoger dan in de monitoringsprogramma's van 2000 en 2006/2007. Als evenwel de trend op lange termijn wordt geanalyseerd en er een vergelijking wordt gemaakt met de gegevens uit de jaren tachtig van de twintigste eeuw wordt duidelijk dat de biomassa van het fytoplankton inmiddels stagneert op een laag niveau. Deze trend op lange termijn correleert met de daling van de nutriëntenconcentraties en de emissie van fytoplankton uit het Bodenmeer, maar heeft wellicht ook in zekere mate te maken met de filteractiviteit van uitheemse mosselen.

De gehele Hoogrijn en de Duits-Franse Bovenrijn verkeren wat het fytoplankton betreft in een zeer goede toestand, met uitzondering van de meetlocatie Mainz-Wiesbaden waar de toestand van de Rijn, net als de Duitse Nederrijn bij Keulen en Düsseldorf als goed is beoordeeld. Vanaf de meetlocatie Duisburg is de toestand van de Duitse Nederrijn matig. In de Rijndelta is het fytoplankton in de rivieren niet beoordeeld. In de kustwateren en in de Waddenzee heeft het fytoplankton een goede toestand bereikt (zie tabel 9), hoewel de toestand in de Waddenzee nog niet zo stabiel is als in de kustwateren. In het oostelijke deel van de Waddenzee is de toestand slechter dan in het westelijke deel.

1. Inleiding

Plankton (verzamelnaam voor in het water zwevende, meestal microscopisch kleine organismen) is in grote rivieren een essentieel bestanddeel van het ecosysteem.

Eencellige algen, het zogenaamde fytoplankton, vormen hier meestal het gros van de aquatische vegetatie. Als ze tot bloei komen, veroorzaken ze de bekende eutrofiëringsverschijnselen en beïnvloeden zodoende de waterkwaliteit.

De groei van fytoplankton staat onder invloed van tal van factoren. Zoals alle groene planten heeft plankton licht en nutriënten nodig. Daarom is de ontwikkeling van fytoplankton in diepe watertrajecten vaak beperkt door de lichtomstandigheden. Daarnaast wordt de ontwikkeling van fytoplankton in de lengterichting van een rivier indirect gestuurd door de afvoer. Lage afvoeren of opstuwingen verlengen de verblijftijd van water en bijgevolg de tijd waarin fytoplankton tot ontwikkeling kan komen, terwijl hoge afvoeren de verblijftijd van water verkorten en het plankton uit het water spoelen. Dit laatste geldt nog meer voor dierlijk plankton (zoöplankton), dat als gevolg van zijn langere generatietijd alleen tot volle wasdom kan komen in de benedenloop van rivieren, in strangen of in door stuwen gereguleerde trajecten. Sterke fytoplanktonontwikkeling, zoals in de door stuwen gereguleerde zijrivieren van de Rijn, beïnvloedt de nutriëntenhuishouding en ook en vooral de zuurstofhuishouding.

Fytoplankton speelt een belangrijke rol in het voedselweb van grote rivieren. Het kan zowel worden opgenomen door zoöplankton als door filterende organismen op de waterbodem (mosselen, vooral de driehoeksmossel *Dreissena polymorpha* en de korfmosseel *Corbicula fluminea*). Als de zoöplanktonconcentraties zeer hoog of de mosselpopulaties zeer groot zijn, kunnen daarbij aanzienlijke hoeveelheden fytoplankton worden verwijderd uit de waterkolom. De jonge stadia van veel vissoorten zijn voor hun voedsel aangewezen op zoöplankton. De primaire productie van plankton is dus een cruciale bron van voedsel voor de verdere voedselketen en bijgevolg voor hogere organismen, zoals vissen.

Fytoplankton wordt als biologisch kwaliteitselement gebruikt voor de beoordeling van de waterkwaliteit conform de Europese Kaderrichtlijn Water (KRW, 2000/60/EG). Bij de berekening van de fytoplanktonindex in de Duitse beoordelingsmethode PhytoFluss wordt zowel rekening gehouden met de totale biomassa, gemeten als chlorofyl-a (Chla), als met de samenstelling van de levensgemeenschap. De resultaten van de beoordeling van de ecologische toestand van de Rijn worden toegelicht in hoofdstuk 4 en in de nationale beheerplannen. Terwijl in het stroomgebiedbeheerplan (SGBP) van 2009 de gegevens van het monitoringsprogramma van 2006/2007 zijn verwerkt, is het concept-SGBP van 2014 gebaseerd op de resultaten van het monitoringsprogramma van 2012. Hierna wordt eerst een beeld geschetst van de dynamiek van het plankton in de Rijn in 2012 en vervolgens een vergelijking gemaakt met vroegere inventarisaties.

Met het onderzoek naar fytoplankton worden de volgende doelen nagestreefd:

- kwantitatieve en kwalitatieve inventarisatie van het fytoplankton in de Rijn van het Bodenmeer tot de Noordzee;
- bepaling van de verandering in de samenstelling en de biomassa van het fytoplankton in de lengterichting van de Rijn;
- bepaling van veranderingen in de samenstelling en de biomassa van het fytoplankton in de loop van de seizoenen;
- interpretatie van de resultaten en vergelijking met vroeger onderzoek.

2. Methodes

2.1 Omvang van het onderzoek

De Rijn is in het kader van het “Rijnmeetprogramma biologie 2012” van de ICBR onderzocht van de uitloop van de Untersee van het Bodensee (Hoogrijn) tot de Rijndelta in Nederland. In het programma is er ook gekeken naar de monding van grote zijrivieren (Aare, Neckar, Main, Nahe, Lahn en Moezel), zodat hun invloed op de planktonontwikkeling in de Rijn kon worden meegenomen.

Het onderzoek is uitgevoerd in opdracht van de volgende instanties:

Duitsland: Baden-Württemberg: Dienst voor Milieu, Metingen en Natuurbescherming (*Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz, LUBW*), Karlsruhe

Rijnland-Palts: Dienst voor Milieu, Waterbeheer en Arbeidsinspectie (*Landesamt für Umwelt, Wasserwirtschaft und Gewerbeaufsicht, LUWG*), Mainz

Hessen: Dienst voor Milieu en Geologie (*Hessisches Landesamt für Umwelt und Geologie, HLUG*), Wiesbaden

Noordrijn-Westfalen: Dienst voor Natuur, Milieu en Consumentenbescherming (*Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz NRW, LANUV*), Recklinghausen

Nationaal niveau: Duitse dienst voor hydrologie (*Bundesanstalt für Gewässerkunde, BfG*), Koblenz

Nederland: Rijkswaterstaat (RWS) Water, Verkeer en Leefomgeving, Lelystad

Tabel 1: Lijst van meetlocaties en bevoegde autoriteiten

Rijntraject	Rivier	Meetlocatie	Bevoegde autoriteit	Rivier-kilometer
Hoogrijn	Rijn	Öhningen	Baden-Württemberg, Zwitserland	23,0
Hoogrijn	Rijn	Reckingen	Baden-Württemberg, Zwitserland	90,1
Zuidelijke Bovenrijn	Rijn	Weil	Baden-Württemberg, Zwitserland	171/173
Zuidelijke Bovenrijn	Rijn	Breisach	Baden-Württemberg	225
Noordelijke Bovenrijn	Rijn	Karlsruhe	Baden-Württemberg	359,2
Noordelijke Bovenrijn	Rijn	Worms	Rijnland-Palts	443,3
Noordelijke Bovenrijn	Rijn	Mainz	Rijnland-Palts	498,5
Middenrijn	Rijn	Koblenz	BfG	590,3
Duitse Nederrijn	Rijn	Bad Honnef	Noordrijn-Westfalen	640,0
Duitse Nederrijn	Rijn	Bimmen	Noordrijn-Westfalen	865,0
Nederrijn	Rijn	Lobith	Nederland	863,3
Rijndelta	Rijn	Maassluis	Nederland	1.019
Zijrivieren van de Rijn				
Hoogrijn	Aare	monding	Baden-Württemberg, Zwitserland	-
Noordelijke Bovenrijn	Neckar	Mannheim	Baden-Württemberg	3,0*
Noordelijke Bovenrijn	Main	Bischofsheim	Hessen	4*
Noordelijke Bovenrijn	Nahe	Bingen-Dietersheim	Rijnland-Palts	3,5*
Middenrijn	Lahn	Lahnstein	Rijnland-Palts	136,1**
Middenrijn	Moezel	Koblenz	BfG	2*

* De rivierkilometer geeft aan hoe ver de meetlocatie verwijderd is van de monding in de Rijn.

** Op dit traject van de Lahn worden de rivierkilometers geteld vanaf Gießen (Dutenhofen). Deze meetlocatie ligt ongeveer 1 km bovenstrooms van de monding in de Rijn.

De resultaten van 2012 zijn vergeleken met de resultaten van vroegere meetprogramma's en afgezet tegen ontwikkelingen op lange termijn.

Het meetprogramma voor fytoplankton is uitgevoerd tijdens de "vegetatieperiode" tussen maart en oktober, en omvatte de volgende analyses:

- concentratie van chlorofyl-a (Chla) als indicator voor de biomassa van het fytoplankton (metingen over het algemeen minstens om de veertien dagen);
- analyse van de samenstelling van het fytoplankton (determinatie van de taxa, bepaling van het aantal cellen van de taxa, berekening van het celvolume), over het algemeen minstens maandelijks;
- berekening van het totale biovolume van het fytoplankton;
- registratie van abiotische parameters, zoals afvoer, nutriëntenconcentraties (totaal-P en totaal-N, orthofosfaat, nitraat, ammonium en opgelost silicium);
- inventarisatie van het zoöplankton op een selectie van meetlocaties.

2.2 Methodes

De methode voor de bemonstering en telling van het fytoplankton die in Duitsland wordt toegepast ten behoeve van de implementatie van de KRW wordt uitvoerig beschreven in MISCHKE & BEHRENDT (2007). Fytoplankton en chlorofyl worden telkens in deelmonsters van hetzelfde schepmonster bepaald.

De nutriëntenconcentraties (totaal-P, ortho-P, totaal-N, nitraat, ammonium, opgelost silicium) en het Chla-gehalte worden in de laboratoria van de deelnemende instellingen conform DIN-standaarden bepaald. Anders dan in het rapport over de periode 2006/2007 (ICBR 2009), maar in overeenstemming met vroegere rapporten (bijv. ICBR 2002) en met de internationale praktijk wordt in de onderhavige beschrijving de "gecorrigeerde" chlorofyl-a-concentratie gebruikt.

De taxonomische (microscopische) fytoplanktonanalyse is uitgevoerd door middel van diametraaltelling van de in een Utermöhl-cuvet gesedimenteerde algen met behulp van een omkeermicroscop (UTERMÖHL-methode; beschrijving in MISCHKE & BEHRENDT 2007). Het biovolume van een taxon wordt verkregen door het getelde aantal cellen te vermenigvuldigen met een specifiek celvolume, dat hetzij per taxon is vastgelegd in de analysesoftware "PhytoFluss", hetzij door eigen metingen wordt bepaald. De som van alle afzonderlijke algenvolumes resulteert in het totale biovolume van het monster.

In Nederland wordt er bemonsterd conform de Richtlijnen Monitoring Oppervlaktewater Europese Kaderrichtlijn Water (VAN SPLUNDER et al. 2006).

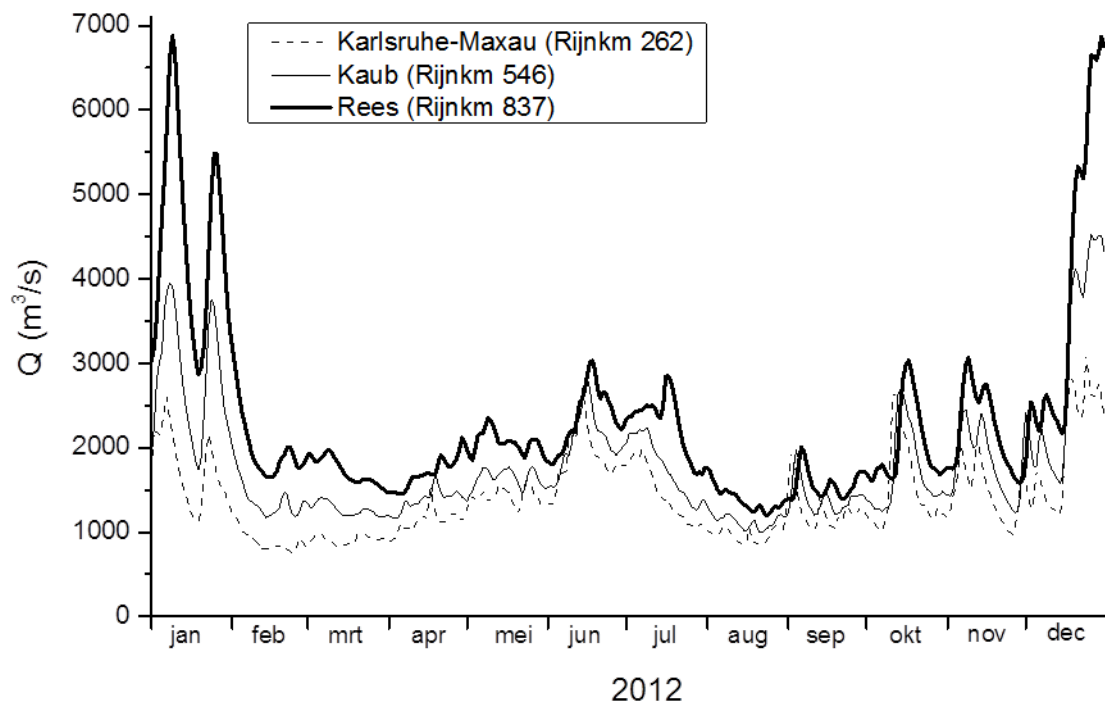
Vanaf Mainz en verder benedenstrooms zijn er op een selectie van meetlocaties monsters genomen van het zoöplankton, een factor met een mogelijke invloed op het fytoplankton. Hiervoor is minstens 20 liter water door een planktonnet met een maaswijdte van 55 µm gegoten, waarna de taxa in het gevangen zoöplankton en het aantal waarnemingen per taxon zijn bepaald.

3. Resultaten

3.1 Afvoer

De planktonontwikkeling is in grote mate afhankelijk van de verblijftijd van het water in een riviertraject. In de Alpenrijn is de stroomsnelheid te hoog om fytoplankton tot ontwikkeling te laten komen. Dit Rijntraject maakt dan ook geen deel uit van het onderhavige onderzoek. Het afvoerregime in de Hoogrijn en de Duits-Franse Bovenrijn wordt grotendeels bepaald door de toevoer van neerslag en smeltwater uit de Alpen, het Zwarte Woud en de Vogezen (dit is het zogenaamde "nivale afvoerregime"). De hoogste gemiddelde afvoeren worden hier tussen april en juni gemeten. Stroomafwaarts zien we een toename van de invloed van de watertoevoer uit de zijrivieren, waarvan het afvoerregime voornamelijk door neerslag is bepaald. De afvoerpieken verschuiven naar het vroege voorjaar en de winter (overgang naar het zogenaamde "pluviale afvoerregime").

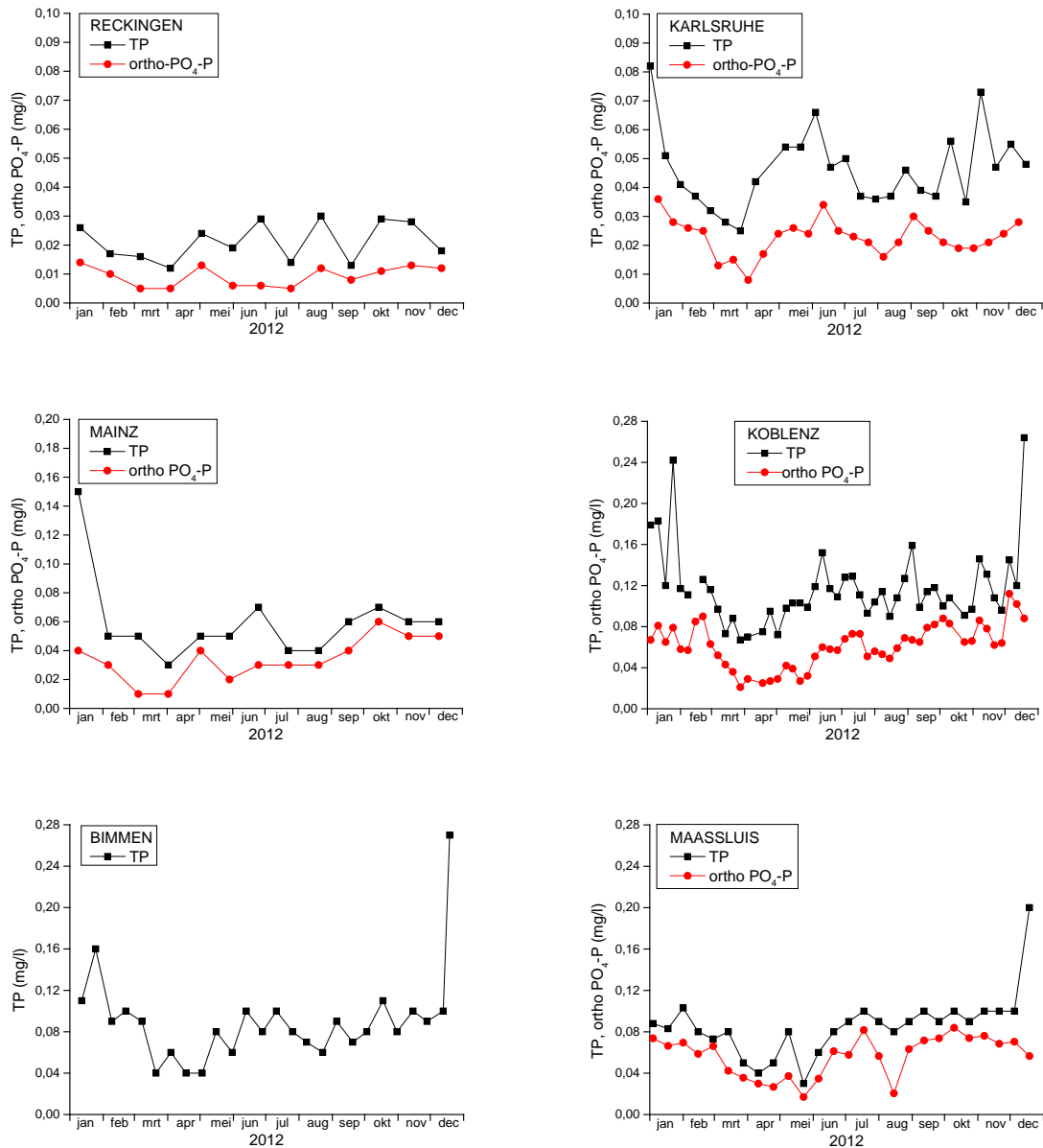
In figuur 1 zijn de afvoercurves op de meetpunten Karlsruhe-Maxau (Duits-Franse Bovenrijn), Kaub (Middenrijn) en Rees (Duitse Nederrijn) weergegeven voor het jaar 2012. De afvoer vertoont enkele pieken in januari, waarvan de eerste op het meetpunt Rees 6.870 m³/s bereikt en daarmee net boven de langjarig gemiddelde hoogwaterafvoer ligt (MHQ 1930-2010, 6.670 m³/s), maar daalt in de loop van de winter snel naar een relatief laag afvoerniveau, dat aanhoudt tot begin april. In het late voorjaar en de vroege zomer stijgt de afvoer weer enigszins, maar in de late zomer loopt de afvoer terug om uiteindelijk de laagste waarden van het jaar te bereiken. In Rees wordt 1.190 m³/s gemeten, dit is nog steeds net iets boven de langjarig gemiddelde laagwaterafvoer (MNQ 1930-2010, 1.070 m³/s). Na meerdere kleine pieken in het najaar komt de afvoer eind december 2012 ongeveer op hetzelfde maximumniveau uit als in januari 2012. De jaargemiddelde afvoer over 2012 bedraagt 2.315 m³/s, wat strookt met het langjarige gemiddelde (2.290 m³/s).



Figuur 1: Daggemiddelde afvoer op de meetpunten Karlsruhe-Maxau (Duits-Franse Bovenrijn), Kaub (Middenrijn) en Rees (Duitse Nederrijn) in 2012

3.2 Nutriënten

Geregistreerd zijn de plantenvoedingsstoffen fosfor (totaal-P, orthofosfaat), stikstof (totaal-N, nitraat, ammonium) en silicium (opgelost kiezelzuur). Gelet op hun bijzondere relevantie voor de groei van fytoplankton worden hieronder de fosforconcentraties in de loop van de Rijn weergegeven (figuur 2).



Figuur 2: Concentraties van totaal-P (TP) en ortho PO₄-P in 2012 op een selectie van meetlocaties aan de Rijn

De concentraties totaal-P (TP) correleren in de loop van het jaar met de afvoer, en vertonen wellicht door erosie veroorzaakte maxima tijdens de hoge afvoeren in januari en december. Over de lengte van de Rijn stijgen de TP-concentraties van gemiddeld 21 µg/l in Reckingen naar 104 µg/l in Koblenz (seizoensgemiddelde, maart-oktober) om vervolgens weer te dalen naar iets lagere concentraties van 74 µg/l in Bimmen en 76 µg/l in Maassluis. In Öhningen, waar de afvoer uit het inmiddels opnieuw door oligotrofie gekenmerkte Bodenmeer wordt gemeten, liggen de concentraties orthofosfaat-P nagenoeg het gehele jaar onder de detectiegrens van 5 µg/l (gegevens niet weergegeven). In de loop van de rivier stijgen deze concentraties naar 65 µg/l in Koblenz en 51 µg/l in Maassluis.

In de planktonecologie is het gehalte van totaal-P als potentieel beschikbare plantenvoedingsstof een indicator voor de potentiële, maximale ontwikkeling van de biomassa. Opgelost orthofosfaat-P is daarentegen direct beschikbare plantenvoedingsstof, waarvan de concentratie zowel wordt beïnvloed door de emissies als door de opname van het fytoplankton. Daarom worden de laagste concentraties veelal tijdens de voorjaarsbloei van het fytoplankton gemeten (zie ook figuur 4). De groei van fytoplankton wordt doorgaans pas beperkt als de concentraties orthofosfaat-P duidelijk onder 20 µg/l vallen.

De concentraties van andere nutriënten (ammonium, nitraat, opgelost silicaat) zijn weergegeven in tabel 2. Tot in de jaren negentig van de vorige eeuw was silicaat bij grootschalige planktonbloei groeibeperkend voor kiezelalgen, maar in 2012 is het plankton over het geheel genomen minder tot ontwikkeling gekomen, waardoor het silicaat niet is opgebruikt. Het fytoplankton blijft de siliciumconcentraties echter sterk beïnvloeden. Gedurende de voorjaarsbloei van de kiezelalgen liggen de laagste concentraties in Koblenz bijvoorbeeld bij 0,57 mg/l SiO₂-Si en in Maassluis bij 0,47 mg/l, duidelijk onder het respectievelijke jaargemiddelde.

Tabel 2: Seizoensgemiddelde (maart-oktober 2012) van een selectie van nutriënten in de loop van de Rijn. De fosforgegevens zijn weergegeven in figuur 2.

Meetlocatie	NH ₄ -N (mg/l)	NO ₃ -N (mg/l)	TN (mg/l)	SiO ₂ -Si (mg/l)
Reckingen	0,03	1,0	1,2	1,1 (0,7 - 1,5)
Karlsruhe	0,03	1,2	1,5	1,4 (0,9 - 2,1)
Mainz*	0,02	1,44	1,7	1,4 (0,8 - 1,9)
Koblenz	0,02	1,47	1,96	1,60 (0,57 - 4,72)
Bimmen	<0,05	1,9	2,3	
Maassluis	0,08	1,68	2,23	1,36 (0,47 - 2,53)

* Monster uit leiding 1 op de meetlocatie Mainz, representatief voor de Rijn zonder invloed van de Main.

De gemiddelde concentraties van totaal-fosfor en totaal-stikstof zijn aan de monding van de grote zijrivieren duidelijk hoger dan op de overeenkomstige meetlocatie in de Rijn (zie tabel 3). In enkele zijrivieren is de minimumconcentratie van SiO₂-Si lager dan 0,5 mg/l, de grens waaronder silicium groeibeperkend begint te zijn voor kiezelalgen.

Tabel 3: Seizoensgemiddelde (maart-oktober 2012) van een selectie van parameters aan de monding van zijrivieren in de Rijn

Meetlocatie	TP (mg/l)	TN (mg/l)	SiO ₂ -Si (mg/l)
Aare	0,033		
Neckar	0,20	4,4	2,02 (<0,5 - 3,8)
Main	0,18	3,86	1,6 (1,1 - 3,1)*
Nahe	0,19	3,36	2,9 (0,7 - 4,3)
Lahn	0,18	2,96	4,7 (2,1 - 5,9)
Moezel	0,17	3,65	2,44 (0,17 - 3,58)

* Siliciummonster uit leiding 4 op de meetlocatie Mainz, over het geheel genomen representatief voor de Main.

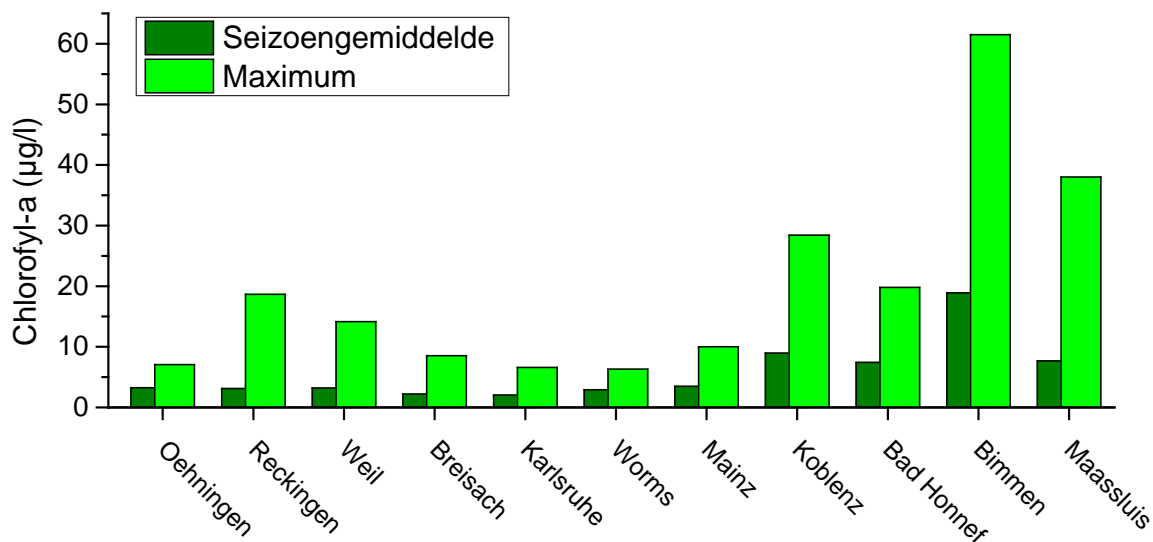
3.3 Fytoplankton

3.3.1 Ruimtelijke en seizoensdynamiek van het chlorofylgehalte

De chlorofyl-a-concentratie is een maat voor de biomassa van het fytoplankton. Weergegeven zijn de internationaal gebruikelijke, "gecorrigeerde" chlorofylconcentraties na aftrek van het aandeel faeopigment (vgl. MISCHKE & RIEDMÜLLER 2013). De chlorofylconcentratie wordt hier gebruikt om de fytoplanktondynamiek te beschrijven.

In figuur 3 wordt de ontwikkeling van de seizoensgemiddelde concentratie en de maximumconcentratie van fytoplankton in de loop van de Rijn weergegeven. Aan de uitloop uit het Bodensee drukt de Untersee nog haar stempel op de planktondynamiek en het soortenspectrum. Als gevolg van de inmiddels sterk oligotrofe toestand van het Bodensee zijn er maar vrij kleine hoeveelheden fytoplankton tot ontwikkeling gekomen (seizoensgemiddelde in de uitstroom in Öhningen: 3,3 µg/l Chla). Hoewel de seizoensgemiddelden in de verdere loop van de Hoogrijn amper veranderen, worden er op de meetlocatie Reckingen in de Hoogrijn toch maxima tot 20 µg/l gemeten. Ook in Karlsruhe zijn de fytoplanktonconcentraties nog zeer laag (seizoensgemiddelde van 2,0 µg/l Chla).

Stroomafwaarts stijgt de seizoensgemiddelde chlorofylconcentratie duidelijk naar 9,0 µg/l in Koblenz en 18,9 µg/l in Bimmen. De hoogste chlorofylconcentratie (61,5 µg/l) is in mei in Bimmen gemeten. In Maassluis zijn de Chla-concentraties weer iets lager, met een gemiddelde van 7,7 µg/l en een maximum van 38 µg/l (zie figuren 3 en 4).

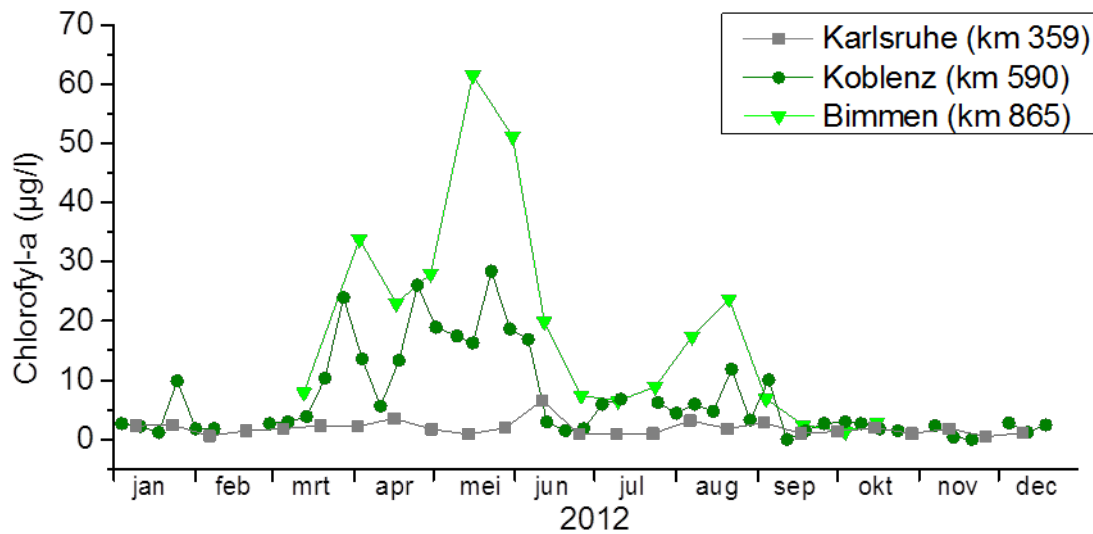


Figuur 3: Gemiddelde (seizoensgemiddelde van maart tot oktober) en maximale chlorofylconcentratie in de loop van de Rijn in 2012

In figuur 4 is de seizoensdynamiek van de chlorofylconcentratie in de Rijn weergegeven voor de meetlocaties Karlsruhe, Koblenz en Bimmen. De chlorofylconcentraties in Karlsruhe, die het hele jaar door zeer laag blijven, vormen het uitgangspunt voor de verdere ontwikkeling, die wordt gestuurd door groei- en verliesprocessen in de loop van de rivier en door de invloed van de zijrivieren.

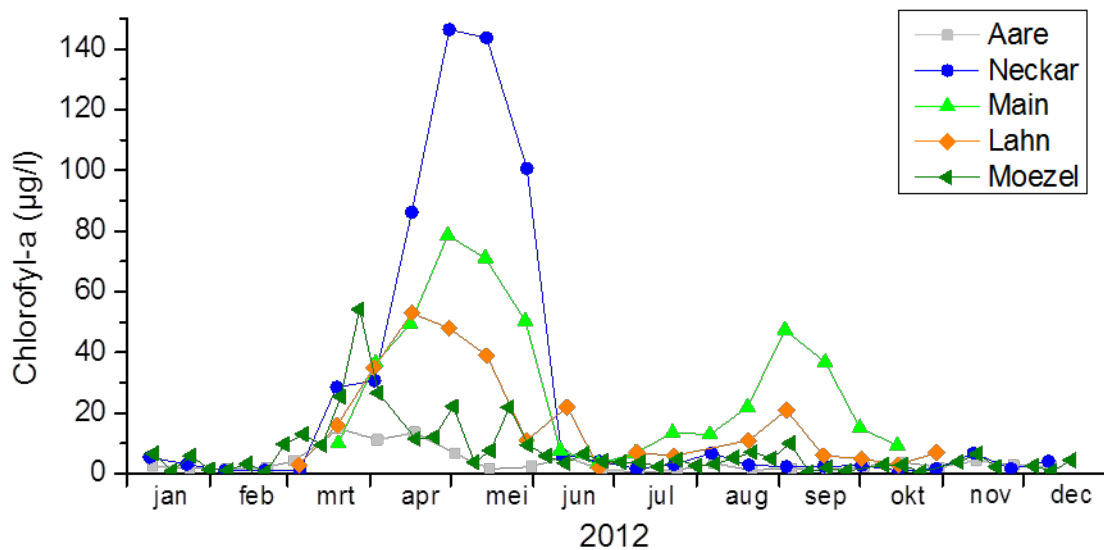
In Koblenz verschijnt eind maart al een eerste, duidelijke chlorofylpiek, die in april en mei wordt gevolgd door nog eens twee pieken van respectievelijk 26,1 en 28,4 µg/l Chla. Ook in Bimmen wordt de maximale chlorofylconcentratie (61,5 µg/l) in mei gemeten. Dit is tevens de hoogste waarde die in 2012 is geregistreerd in de Rijn. In Bimmen vormt er

zich tijdens de laagwaterperiode in augustus een zomerpiek in het fytoplankton die op andere meetlocaties in de Rijn en ook in de meeste zijrivieren niet in die mate wordt waargenomen.



Figuur 4: Seizoensontwikkeling van de chlorofylconcentratie op de meetlocaties Karlsruhe, Koblenz en Bimmen

In enkele zijrivieren van de Rijn is er meer plankton tot ontwikkeling gekomen dan in de Rijn zelf (zie figuur 5). De hoogste chlorofylconcentratie is gemeten in de Neckar en bedraagt ruim 140 µg/l Chla. Ook in de andere door stuwen gereguleerde zijrivieren van de Rijn is er sprake van een duidelijke voorjaarsbloei van het fytoplankton, met maxima tussen circa 50 µg/l Chla (Moezel, Lahn) en 80 µg/l Chla (Main). Terwijl de piek in de Moezel eind maart al verschijnt en maar van korte duur is, houden de maxima in de Neckar en de Main aan tot in juni. De Main is de enige zijrivier die ook in de late zomer (augustus en september) duidelijke fytoplanktonbloei laat zien.



Figuur 5: Chlorofyl-a-concentratie in zijrivieren van de Rijn: Aare, Neckar, Main, Lahn en Moezel. Steeds gegevens van het meetstation dat het dichtst bij de monding is gelegen.

3.3.2 Taxonomische samenstelling van het fytoplankton

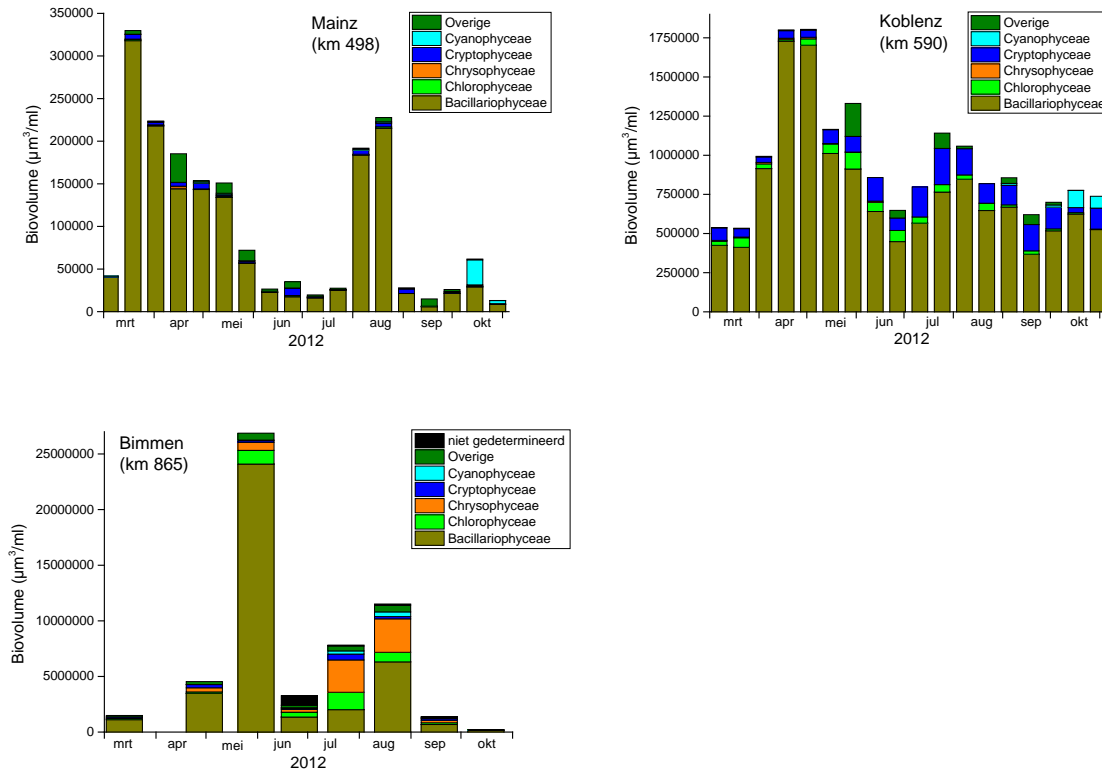
In figuur 6 wordt de taxonomische samenstelling van het fytoplankton op een selectie van meetlocaties weergegeven, uitgesplitst naar algenklassen. Kiezelalgen (klasse: Bacillariophyceae) leveren verreweg de grootste bijdrage aan de biomassa. Vooral tijdens de fytoplanktonmaxima in het voorjaar maken ze op de meetlocaties Mainz en Koblenz duidelijk meer dan 90% uit van het totale fytoplanktonbiovolume. In Bimmen ligt het aandeel van de kiezelalgen aan het totale volume bij de meting eind mei op precies 90%. In de loop van het jaar krimpt het aandeel van de kiezelalgen weliswaar, maar het blijft in de meeste metingen nog altijd ruimschoots boven 50%.

In de zomer zijn de cryptomonaden (Cryptophyceae) in Koblenz goed voor een aandeel van niet minder dan 24%. Ook het aandeel groenalgen (Chlorophyceae) neemt in de zomer toe op de meetlocaties Koblenz en Bimmen. Goudalgen (Chrysophyceae) nemen tijdens de zomerbloei van het plankton in Bimmen wel 37% van het totale planktonvolume in. Blauwalgen (cyanobacteriën, Cyanophyceae) worden alleen in de herfst in noemenswaardige concentraties aangetroffen op de meetlocaties Mainz en Koblenz.

De taxa die tijdens de voorjaarsbloei op de meetlocatie Mainz domineren, zijn vooral centrische kiezelalgen, met hoge, maar in betekenis variërende aandelen van de soorten *Stephanodiscus hantzschii* en *Melosira varians*, evenals het pennate kiezelwier *Diatoma vulgare*. Later op het jaar zijn centrische kiezelalgen van het geslacht *Skeletonema* dominant (*S. subsalva* en *S. potamos*).

Ook in Koblenz overheersen in het voorjaar centrische kiezelalgen (*Stephanodiscus* spp., *Melosira varians* en *Cyclotella* spp.). Daarnaast levert ook *Diatoma vulgare* een aanzienlijke bijdrage aan de totale biomassa. Net als in Mainz komen in de zomer de twee *Skeletonema*-soorten en het pennate kiezelwier *Navicula* spp. vaker voor. Onder de Cryptophyceae vormt het geslacht *Cryptomonas* veruit de grootste biomassa, gevolgd door het geslacht *Rhodomonas*. Bij de groenalgen, die over het geheel genomen maar een klein aandeel aan de biomassa innemen, overheerst in de lente het geslacht *Chlamydomonas* en later op het jaar van tijd tot tijd het geslacht *Willea*. De blauwalgen, die alleen in de herfst zijn waargenomen, worden net als in Mainz gedomineerd door het geslacht *Oscillatoria*.

In Bimmen wordt de voorjaarsbloei van de diatomeeën gekenmerkt door dezelfde taxa die ook op de bovenstrooms gelegen meetlocaties voorkomen. *Stephanodiscus hantzschii* levert het overgrote deel van de biomassa, vooral tijdens de fytoplanktonpiek eind mei. Terzelfder tijd worden er vrij grote aandelen *Actinocyclus normanii* en *Cyclotella meneghiniana* waargenomen. De goudalgen behoren voornamelijk tot de groep van de niet-gedetermineerde Chrysophyceae (FRITSCH in G.S. WEST & FRITSCH, 1927).



Figuur 6: Biovolume van de verschillende algenklassen in de loop van het jaar op de meetlocaties Mainz, Koblenz en Bimmen

3.4 Zoöplankton

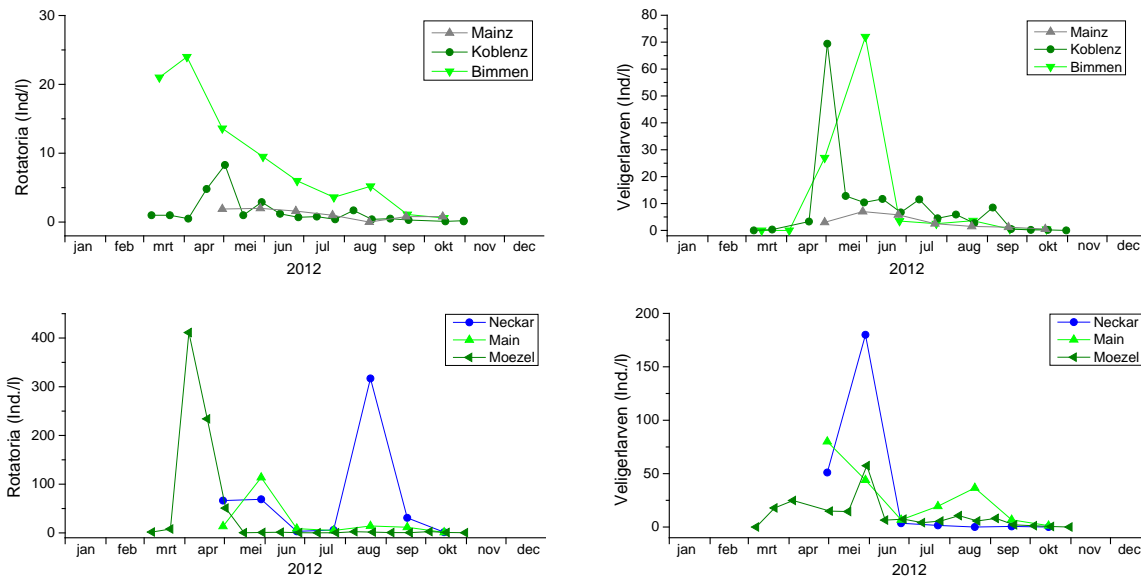
De meeste zoöplanktonorganismen in de Rijn en zijn zijrivieren voeden zich met bacteriën en fytoplankton. Zelf vallen ze ten prooi aan vissen, wat hen tot een belangrijke schakel in de voedselketen maakt, vooral in de oeverzone en in stilstaande wateren.

Er zijn over het geheel genomen maar zeer weinig zoöplanktonorganismen vastgesteld en hun biomassa is uiterst gering. Alleen op een klein aantal bemonsteringstijdstippen tijdens de voorjaarsbloei van het plankton zijn er in de zijrivieren meer dan honderd individuen per liter waargenomen. In de Rijn neemt het aantal zoöplanktonorganismen stroomafwaarts toe, maar ook in de Duitse Nederrijn (meetstation Bimmen) volstaat dit niet om de biomassa van het fytoplankton voelbaar te beïnvloeden.

De zoöplanktonorganismen die het vaakst voorkomen, zijn rotatoria ("raderdiertjes"). Ze worden doorgaans in het voorjaar, gelijk met de fytoplanktonpiek, waargenomen (zie figuur 7). De geslachten *Synchaeta*, *Brachionus* en *Keratella*, elk met meerdere soorten, zijn het talrijkst vertegenwoordigd. In de Neckar ontwikkelt het zoöplankton in de late zomer een tweede piek, die wordt gedomineerd door het geslacht *Cephalodella*. Het dieet van de genoemde geslachten bestaat uit fytoplankton; carnivore rotatoria komen slechts in zeer kleine aantallen voor.

Een tweede, dominante groep in het zoöplankton van de Rijn en zijn zijrivieren, naast rotatoria, zijn de in het water zwevende larven van de driehoeksmossel (zogenaamde veligerlarven). In het voorjaar halen ze de rotatoria zelfs in: in de Rijn zijn er maxima rond 70 individuen per liter gemeten. In de zijrivieren van de Rijn loopt het aantal op tot 180 veligerlarven per liter (zie figuur 7).

Planktonkreeftjes (watervlooien en roeipootkreeftjes, respectievelijk cladoceren en copepoden) komen slechts in uiterst geringe aantallen voor in de Rijn. Er worden nooit meer dan vijf individuen per liter geteld in monsters uit de Rijn. In de zijrivieren komen kreeftachtigen iets vaker voor: hier worden in het voorjaar tot dertig individuen per liter aangetoond, meestal jonge stadia van copepoden ("naupliuslarven").



Figuur 7: Concentratie van het zoöplankton (individuen/liter) in de Rijn en enkele zijrivieren van de Rijn in 2012

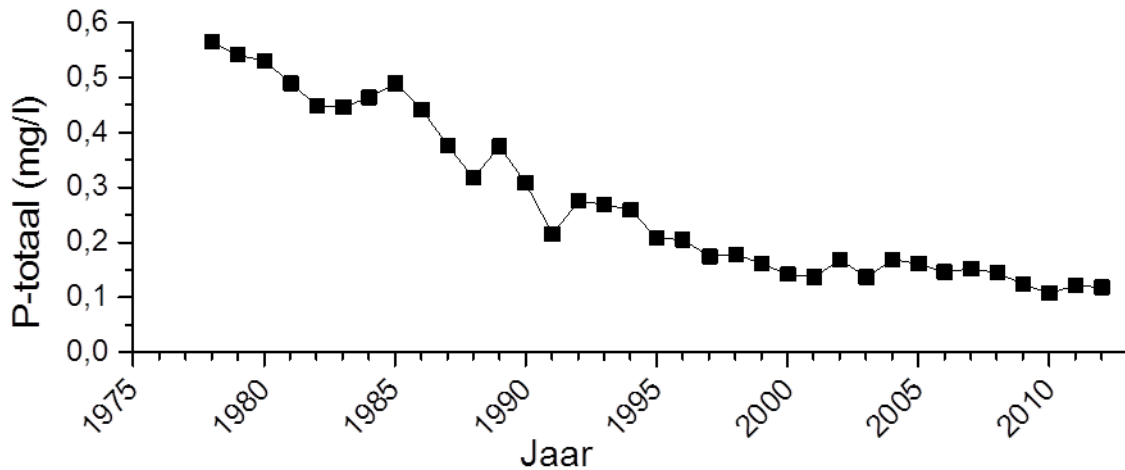
3.5 Vergelijking van de resultaten met vroeger onderzoek

De langetermijnontwikkeling van het fytoplankton in de Rijn wordt beschreven in FRIEDRICH & POHLMANN (2009) en HARDENBICKER et al. (2014). In beide onderzoeken wordt er gewezen op een duidelijke afname van de biomassa van het fytoplankton op lange termijn, die correleert met de daling van de concentratie totaal-P. Deze trend blijkt ook uit de figuren 8 en 9. Op de meetlocatie Koblenz is de jaargemiddelde concentratie totaal-P gedaald van 0,56 mg/l in 1978 naar 0,12 mg/l in 2012. Aan het begin van de jaren negentig van de twintigste eeuw werden hier nog fytoplanktonmaxima van 80 à 100 µg/l Chla bereikt, maar daaraan kwam snel een eind. Echter, wellicht heeft de achteruitgang van de hoeveelheden fytoplankton in de Rijn niet alleen te maken met de vermindering van de P-emissies, maar ook met de gereduceerde emissie uit het Bodensee en ook en vooral met de toegenomen begrazing door de uitheemse driehoeksmossel (*Dreissena sp.*) en korfmossel (*Corbicula sp.*) (WEITERE & ARNDT 2002, HARDENBICKER et al. 2014).

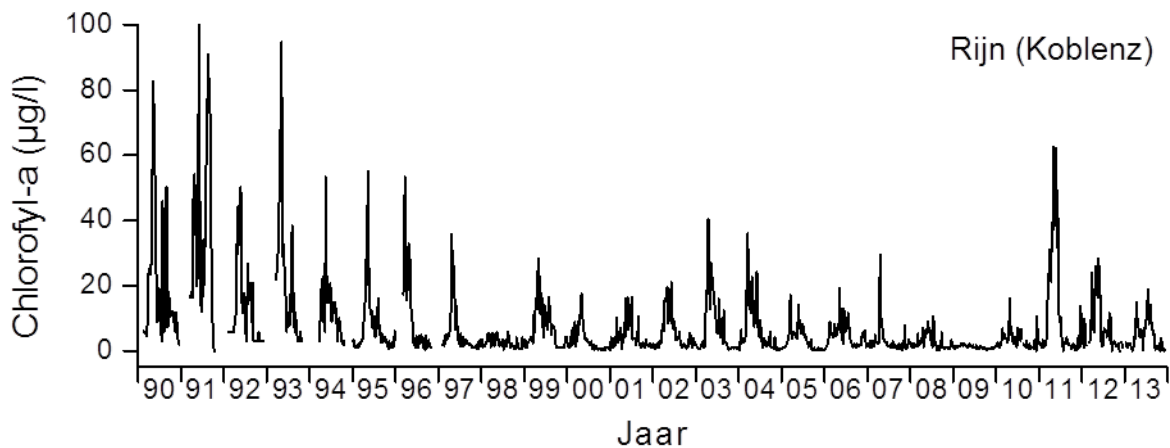
In figuur 9 wordt ook duidelijk dat de fytoplanktonbiomassa aanzienlijk schommelt van jaar tot jaar. De fytoplanktonontwikkeling is vooral gering als de lente wordt gekenmerkt door een hoge afvoer, zoals in 2009, terwijl een lente met lage afvoeren en veel zon, zoals in 2011, leidt tot een extreem hoge en aanhoudende fytoplanktonpiek. De hydrologische en meteorologische omstandigheden interfereren dus sterk met de trend op lange termijn.

Uit de vergelijking met de meetreeksen van 2000 en 2006/2007 blijkt dat er in 2012 iets meer fytoplanktonbiomassa tot ontwikkeling is gekomen dan in de vorige onderzoeksjaren (zie ICBR 2002; 2009). In figuur 9 is dit weergegeven voor de meetlocatie Koblenz. In 2006/2007 zijn er in Koblenz en Bimmen totaal-

pigmentconcentraties gemeten die min of meer rond de Chla-concentraties liggen die in 2012 zijn gemeten. Omdat in totaal-pigment ook faeofytine is inbegrepen, kan ervan worden uitgegaan dat de Chla-concentraties in de meetcampagne van 2006/2007 over het geheel genomen lager waren. Ook in 2000 waren de maximale Chla-concentraties iets lager dan in 2012. Een trend op lange termijn, zoals een hernieuwde stijging van de fytoplanktonbiomassa, kan hieruit echter niet worden afgeleid. Wat hier tot uitdrukking komt, is veeleer de variabiliteit in de fytoplanktonbiomassa over de jaren heen. Trends analyseren op basis van langetermijnmonitoring is daarom alleen mogelijk als er, zoals op de meetlocaties Koblenz en Düsseldorf-Flehe, elk jaar binnen een vrij strak tijdraster monsters worden genomen (zie gegevens in FRIEDRICH & POHLMANN 2009, HARDENBICKER et al. 2014).



Figuur 8: Ontwikkeling van de (jaargemiddelde) concentratie totaal-fosfor op de meetlocatie Koblenz in de periode 1978-2012



Figuur 9: Ontwikkeling van de chlorofyl-a-concentratie op de meetlocatie Koblenz sinds 1990

4. Beoordeling van het biologische kwaliteitselement fytoplankton conform KRW

De KRW-beoordeling van de ecologische toestand met betrekking tot het biologische element fytoplankton is in Duitsland uitgevoerd met de "Phytofluss"-methode (zie hieronder). De ruwe gegevens van de bemonsteringslocaties in de Duits-Zwitserse Hoogrijn zijn beoordeeld op basis van de Duitse methode. De kust- en overgangswateren zijn beoordeeld volgens de Nederlandse methode.

De Duitse beoordelingsmethode voor fytoplankton is sinds het vorige rapport (ICBR 2009) ingrijpend veranderd. In "PhytoFluss 3.0"¹ is de "typespecifieke indexwaarde potamoplankton" (TIP) vervangen door nieuwe indicatorlijsten die grotendeels werken op soortniveau en het gehalte aan totaal-fosfor moeten indiceren. Het beoordelingssysteem houdt nu in de maatlat "biomassa" niet meer alleen rekening met het gemiddelde, maar ook met de maximale biomassa van het fytoplankton. Naast andere veranderingen in bijvoorbeeld de weging van de afzonderlijke maatlaten voor verschillende algengroepen wordt de gecorrigeerde chlorofylwaarde nu als maat voor de biomassa genomen.

De beoordeling van de toestand dan wel het potentieel van de Rijn en zijn grote zijrivieren met betrekking tot het biologische kwaliteitselement fytoplankton is weergegeven in tabel 4. De gehele Hoogrijn en de Duits-Franse Bovenrijn verkeren wat het fytoplankton betreft in een zeer goede toestand, met uitzondering van de meetlocatie Mainz-Wiesbaden waar de toestand van de Rijn als goed is beoordeeld. Ook de Duitse Nederrijn bij Keulen en Düsseldorf is goed. Vanaf de meetlocatie Duisburg is de toestand van de Duitse Nederrijn matig.

Zoals bepaald in de Europese KRW is in de Rijndelta het fytoplankton wel beoordeeld in de kust- en overgangswateren, maar niet in de rivieren (zie hieronder).

¹ De Duitse deelstaten langs de Rijn zijn het eens geworden over de methode "PhytoFluss 3.0" (Mischke en Riedmüller 2013), omdat deze methode plausibeler leek dan de vroegere, nog steeds geldige versie 2.2. De resultaten van de twee versies verschillen amper.

Tabel 4: KRW-beoordeling van het fytoplankton in de Rijn voor het SGBP van 2009 en het concept-SGBP van 2014

KRW-beoordeling van het fytoplankton in de Rijn voor het SGBP van 2009 en het concept-SGBP van 2014							zeer goed	1
							goed	2
Stand: mei 2015							matig	3
Beoordeling van het kwaliteitselement niet noodzakelijk		.					ontoereikend	4
Element niet onderzocht of beoordeeld / onvoldoende gegevens							slecht	5
Waterlichaam	Rivier-kilometer	ICBR-meetlocatie voor de toestand- en trendmonitoring in het waterlichaam	(Deel)staat	Categorie SGBP 2009	Categorie concept-SGBP 2014	SGBP 2009	Concept-SGBP 2014	
BODENMEER								
BOD-OS Bodenmeer-Obersee	geen kilometering	Fischbach-Uttwil	DE-BW	natuurlijk	natuurlijk	2	2	
BOD-USR Bodenmeer-Untersee-Rheinsee			DE-BW	natuurlijk	natuurlijk		2	
BOD-USZ Bodenmeer-Untersee-Zellersee		Zellersee	CH / St. Gallen	natuurlijk	natuurlijk	2	2	
HOOGRIJN Bodenmeer - Bazel	24-170							
Hoogrijn 1 - van het Bodenmeer tot de monding van de Aare	24-102,7	Uitloop van de Untersee bij Öhningen, Reckingen	CH / DE-BW	natuurlijk	natuurlijk		1	
Hoogrijn 2 - van de monding van de Aare tot Bazel	102,7-170		CH / DE-BW	sterk veranderd	natuurlijk		1	
BOVENRIJN Bazel - Bingen								
Bovenrijn 1 - OR 1 - Rijn 1 - Oude loop van de Rijn van Bazel tot Breisach	170-225	Weil am Rhein	CH / DE-BW	sterk veranderd	sterk veranderd		1	
Bovenrijn 2 - OR 2 - Rijn 2 - Meander van Breisach tot Straatsburg	225-292	Bovenstreams van Rhinau	DE-BW	sterk veranderd	sterk veranderd		1	
Bovenrijn 3 - OR 3 - Rijn 3 - Door stuw en gereuleerde Rijn van Straatsburg tot Iffezheim	292-352	Karlsruhe	DE-BW	sterk veranderd	sterk veranderd		1	
Bovenrijn 4 - OR 4 - Rijn 4 - Van de stuw van Iffezheim tot bovenstreams van de monding van de Lauter	352-428		DE-BW	sterk veranderd	sterk veranderd		1	
Bovenrijn 5 - OR 5 - Van de monding van de Lauter tot de monding van de Neckar	352-428		DE-BW	sterk veranderd	sterk veranderd	2	1	
Bovenrijn 6 - OR 6 - Van de monding van de Neckar tot de monding van de Main	428-497	Worms	DE-RP	sterk veranderd	sterk veranderd	2	1	
Bovenrijn 7 - OR 7 - Van de monding van de M	497-529	Mainz/Wiesbaden	DE-RP	sterk veranderd	sterk veranderd	2	2	
MIDDENRIJN Bingen - Bonn	529-639	Koblenz	DE-RP	sterk veranderd	sterk veranderd	2	2	
NEDERRIJN Bonn - Kleef-Bimmen / Lobith								
Nederrijn 1 - NR 1 - Van Bad Honnef tot Leverkusen	639-701	Keulen-Godorf	DE-NW	sterk veranderd	sterk veranderd	2	2	
Nederrijn 2 - NR 2 - Van Leverkusen tot Duisburg	701-764	Düsseldorf-haven	DE-NW	sterk veranderd	sterk veranderd	2	2	
Nederrijn 3 - NR 3 - Van Duisburg tot Wesel	764-811	Duisburg-Walsum / Orsoy	DE-NW	sterk veranderd	sterk veranderd	3	3	
Nederrijn 4 - NR 4 - Van Wesel tot Kleef	811-865	Niedermoermt / Rees	DE-NW	sterk veranderd	sterk veranderd	3	3	
RIJNDELTA Lobith - Hoek van Holland								
Maas-Waalkanaal	n.v.t.		NL	kunstmatig	kunstmatig	2	2	
Nieuwe Maas, Oude Maas (benedenstreams Hartelkanaal)	n.v.t.		NL	sterk veranderd	sterk veranderd	2	3	
Nieuwe Waterweg, Hartel-, Caland-, Beerkanaal	998-1013	Maassluis	NL	kunstmatig	kunstmatig	2	2	
Amsterdam-Rijnkanaal Betuwepand	n.v.t.		NL	kunstmatig	kunstmatig	2	2	
Amsterdam-Rijnkanaal Noordpand	n.v.t.		NL	kunstmatig	kunstmatig	2	2	
Noordzeekanaal	n.v.t.		NL	kunstmatig	kunstmatig	2	2	
Twentekanal	n.v.t.		NL	kunstmatig	kunstmatig	2	2	
Zwartemeer	n.v.t.		NL	sterk veranderd	sterk veranderd	3	2	
Ketelmeer + Vossemeer	n.v.t.		NL	sterk veranderd	sterk veranderd	3	2	
Markermeer	n.v.t.		NL	sterk veranderd	sterk veranderd	3	3	
Randmeren-Oost	n.v.t.		NL	sterk veranderd	sterk veranderd	3	2	
Randmeren-Zuid	n.v.t.		NL	sterk veranderd	sterk veranderd	3	2	
IJsselmeer	n.v.t.	Vrouwezand	NL	sterk veranderd	sterk veranderd	3	3	
Waddenzee vastelandskust	n.v.t.	Boomkensdiep	NL	sterk veranderd	sterk veranderd	3	2	
Waddenzee	n.v.t.	Dantziggat, Doovebalg west	NL	natuurlijk	natuurlijk	3	2	
Hollandse kust (kustwater)	n.v.t.	Noordwijk	NL	natuurlijk	natuurlijk	2	2	

Fytoplankton in kust- en overgangswateren

Voor kust- en overgangswateren is het fytoplankton het belangrijkste biologische kwaliteitselement, dat wordt beoordeeld op basis van de biomassa (als chlorofyl-a) en de taxasamenstelling (alleen schuimalgen van het geslacht *Phaeocystis*) (VAN DER MOLEN 2012). *Phaeocystis* indiceert vroegtijdig eutrofiëringsverschijnselen en wordt in dit opzicht beschouwd als een vroegtijdig waarschuwingssysteem.

Als definitie van *Phaeocystis*bloei wordt $> 10^6$ cellen/l gebruikt. Het aantal maanden met *Phaeocystis*bloei (in % uitgedrukt) bepaalt de klassengrenzen. Daarnaast wordt in de zomermaanden (maart-september) ook het 90-percentiel van de chlorofylconcentraties als indicator voor de totale biomassa gebruikt in de beoordeling.

De deelmaatlat voor chlorofyl-a geldt als eindoordeel, als deze lager scoort dan de maatlat voor soortensamenstelling (*Phaeocystis*bloei). De eindbeoordeling is uitgedrukt in Ecologische Kwaliteits Ratio's (EKR), waarbij de grens ontoereikend/matig 0,4, matig/goed 0,6 en goed/zeer goed 0,8 is.

Het fytoplankton heeft in de kustwateren en in de meeste gebieden van de Waddenzee een goede toestand bereikt (zie tabel 5), hoewel de toestand in de Waddenzee nog niet zo stabiel is als in de kustwateren. In het oostelijke deel van de Waddenzee is de toestand slechter dan in het westelijke deel.

Tabel 5: Eindbeoordeling na verwerking van de chlorofyl-a- en de *Phaeocystis*bloei-waardering van het kwaliteitselement fytoplankton op grond van het Nederlandse beoordelingssysteem op de meetlocaties voor toestand- en trendmonitoring in de kust- en overgangswateren van het Rijngebied

Meet-station	Water-lichaam	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
Noord-wijk 2	NL Kust	0,54	0,53	0,61	0,84	0,62	0,86	0,55	0,60	0,81	0,64	0,66	0,92
Ter-schelling 4	Wadden-kust	0,64	0,75	0,63	0,49	0,39	0,85	0,60	0,52	0,63	0,66	0,46	0,68
Dantzig-gat	Wadden-zee oost	0,41	0,48	0,47	0,47	0,54	0,51	0,52	0,24	0,52	0,44	0,50	0,48
Doove Balg West	Wadden-zee west						1,00	0,56	0,69	0,61	0,74	0,65	0,72
Marsdiep Noord	Wadden-zee west										0,68	0,56	0,74
	Wadden-zee totaal	0,41	0,48	0,47	0,47	0,54	0,76	0,54	0,47	0,57	0,62	0,57	0,65

Legenda: Ecologische toestand / ecologisch potentieel

zeer goed	
goed	
matig	
ontoereikend	

5. Bibliografie

FRIEDRICH, G. & M. POHLMANN (2009): Long-term plankton studies at the lower Rhine/Germany. – *Limnologica* 39, p. 14-39.

HARDENBICKER, P., ROLINSKI, S., WEITERE, M. & H. FISCHER (2014): Temporal trends in the phytoplankton dynamics of the rivers Rhine and Elbe. - *International Review of Hydrobiology* 99, p. 287-299. DOI: 10.1002/iroh.201301680

ICBR (2002): Plankton im Rhein. ICBR-rapport 129 (alleen beschikbaar in het Duits en het Frans)

ICBR (2009): Het fytoplankton in de Rijn. Rijnmeetprogramma biologie 2006/2007, deel II-A. ICBR-rapport 169

MISCHKE, U. & H. BEHRENDT (2007): Handbuch zum Bewertungsverfahren von Fließgewässern mittels Phytoplankton zur Umsetzung der EU-WRRL in Deutschland. Weißensee Verlag, Berlin

MISCHKE, U. & U. RIEDMÜLLER (2013): Überarbeitung des Phytoplanktonverfahrens nach WRRL für Fließgewässer und Tool PhytoFluss 3.0. FKZ 371024207. Niet gepubliceerd eindrapport.

MOLEN, VAN DER (2012): Referenties en maatlatten voor natuurlijke watertypen voor de kaderrichtlijn water 2015-2021. STOWA 2012-31

SPLUNDER, I. VAN, PELSMA, T.H.A.M. & A. BAK (2006) Richtlijnen Monitoring Oppervlaktewater Europese Kaderrichtlijn Water. Versie 1.3, augustus 2006. ISBN 9036957168.

WEITERE, M. & H. Arndt (2002) Top-down effects on pelagic heterotrophic nanoflagellates (HNF) in a large river (River Rhine): do losses to the benthos play a role? – *Freshwater Biology* 47, p. 1437-1450. DOI: 10.1046/j.1365-2427.2002.00875.x

Bijlage 1: Taxalijst van het fytoplankton in de Rijn in 2012 (zonder meetlocaties waar alleen chlorofyl-a is bemonsterd)

Taxa/mmeetlocaties	ÖH	RE	WE	VO	KA	WO	MA	KO	BA	BI	AA	NE	MA	MO
BACILLARIOPHYCEAE														
<i>Achnanthes lanceolata</i>						x	x							
<i>Achnanthes sp.</i>	x		x			x	x			x				
<i>Achnantheidium catenatum</i>	x	x	x	x										
<i>Achnantheidium eutrophilum</i>					x									
<i>Achnantheidium minutissimum</i>	x	x	x	x	x		x				x			
<i>Achnantheidium minutissimum ssp. scotia</i>	x													
<i>Achnantheidium pyrenaicum</i>	x	x	x		x						x			
<i>Achnantheidium straubianum</i>					x									
<i>Actinocyclus normanii</i>	x		x	x			x		x	x		x	x	
<i>Amphora copulata</i>						x	x							
<i>Amphora inariensis</i>	x	x	x	x							x			
<i>Amphora indistincta</i>	x	x			x						x	x		
<i>Amphora ovalis</i>			x		x		x				x	x		
<i>Amphora pediculus</i>		x	x	x	x				x		x	x		
<i>Amphora sp.</i>		x		x	x	x	x	x			x			x
<i>Asterionella formosa</i>	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
<i>Aulacoseira ambigua</i>			x									x		
<i>Aulacoseira granulata</i>				x		x	x	x	x	x			x	x
<i>Aulacoseira muzzanensis</i>									x	x				
<i>Aulacoseira subarctica</i>						x						x		
<i>Aulacoseira sp.</i>	x	x	x		x		x			x		x	x	
<i>Bacillaria paxillifer</i>												x	x	
<i>Bumilleria sp.</i>						x								
<i>Caloneis bacillum</i>			x											
<i>Caloneis sp.</i>		x												
<i>Cocconeis pediculus</i>	x	x	x	x	x		x	x	x		x	x		x
<i>Cocconeis placentula</i>	x	x	x	x	x		x		x		x	x		
<i>Cocconeis pseudolineata</i>					x									
<i>Cocconeis sp.</i>		x					x	x						x
<i>Cyclostephanos delicatus</i>				x	x	x	x							
<i>Cyclostephanos dubius</i>		x	x	x	x	x	x		x	x	x	x	x	
<i>Cyclostephanos invisitatus</i>	x	x	x	x	x		x		x	x		x	x	
<i>Cyclotella atomus</i>	x		x	x	x				x	x	x	x	x	
<i>Cyclotella bodanica</i>	x		x											
<i>Cyclotella comensis</i>		x	x	x	x						x	x		
<i>Cyclotella costei</i>	x	x	x	x	x	x	x				x	x		
<i>Cyclotella cyclopuncta</i>									x	x				
<i>Cyclotella distinguenda</i>		x	x				x				x			
<i>Cyclotella kuetzingiana</i>						x								
<i>Cyclotella meneghiniana</i>	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
<i>Cyclotella ocellata</i>	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x			
<i>Cyclotella radiosa</i>	x	x	x	x	x	x	x		x		x			
<i>Cyclotella sp.</i>								x						x
<i>Cymatopleura elliptica</i>					x								x	
<i>Cymatopleura solea</i>				x		x	x	x		x	x	x		x
<i>Cymbella affinis</i>	x	x	x	x							x			
<i>Cymbella compacta</i>		x	x	x	x						x	x		
<i>Cymbella lanceolata</i>														

Taxa/meetlocaties	ÖH	RE	WE	VO	KA	WO	MA	KO	BA	BI	AA	NE	MA	MO
<i>Cymbella</i> sp.	x					x	x	x	x	x	x			x
<i>Cymbopleura inaequalis</i>					x									
<i>Diatoma ehrenbergii</i>	x	x	x	x	x	x	x				x			
<i>Diatoma hyemalis</i>										x				
<i>Diatoma monilliformis</i>		x	x	x							x			
<i>Diatoma tenuis</i>				x				x		x			x	x
<i>Diatoma vulgare</i>		x	x	x	x	x	x	x	x	x	x		x	x
<i>Diatoma</i> sp.			x		x									
<i>Diploneis elliptica</i>	x													
<i>Diploneis</i> sp.			x											
<i>Discostella pseudostelligera</i>	x	x	x	x	x	x	x		x	x	x	x	x	
<i>Encyonema minutum</i>		x	x	x										
<i>Encyonema prostratum</i>			x									x		
<i>Encyonema silesiacum</i>	x	x	x	x	x						x			
<i>Epithemia adnata</i>		x												
<i>Epithemia</i> sp.	x													
<i>Eunotia</i> sp.			x								x			
<i>Fragilaria acus</i>	x		x	x		x	x					x	x	
<i>Fragilaria capucina</i>	x	x	x			x	x	x			x			
<i>Fragilaria capucina</i> var. <i>vaucheriae</i>		x	x	x	x						x	x		
<i>Fragilaria constricta</i>						x								
<i>Fragilaria construens</i>						x								
<i>Fragilaria crotonensis</i>	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x			
<i>Fragilaria cyclopus</i>		x	x	x	x							x	x	
<i>Fragilaria delicatissima</i>	x													
<i>Fragilaria nanana</i>	x	x												
<i>Fragilaria pinnata</i>	x	x									x			
<i>Fragilaria tenera</i>	x												x	
<i>Fragilaria ulna</i>								x	x					x
<i>Fragilaria ulna</i> var. <i>acus</i>								x						x
<i>Fragilaria ulna</i> var. <i>angustissima</i>	x	x	x	x	x	x	x		x	x	x	x		
<i>Fragilaria ulna</i> var. <i>ulna</i>		x	x	x	x	x	x		x	x	x	x	x	
<i>Fragilaria</i> sp.	x	x	x	x	x	x			x	x	x			x
<i>Frustulia</i> sp.					x									
<i>Gomphonema micropus</i>	x				x									
<i>Gomphonema minutum</i>		x												
<i>Gomphonema olivaceum</i>	x	x	x	x	x						x			
<i>Gomphonema parvulum</i>		x	x	x							x			
<i>Gomphonema pumilum</i>	x	x	x	x	x						x			
<i>Gomphonema supertergestinum</i>											x			
<i>Gomphonema tergestinum</i>		x	x	x							x			
<i>Gomphonema</i> sp.	x	x	x	x		x	x	x	x	x	x	x		
<i>Gyrosigma acuminatum</i>						x	x							
<i>Gyrosigma attenuatum</i>		x	x	x	x		x		x	x	x		x	
<i>Gyrosigma sciotoense</i>		x	x		x						x	x	x	
<i>Gyrosigma</i> sp.		x				x	x	x			x			x
<i>Hantzschia amphioxys</i>											x			
<i>Hippodonta capitata</i>							x				x			
<i>Melosira varians</i>		x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
<i>Meridion circulare</i>			x								x			
<i>Navicula antonii</i>	x	x	x	x	x						x	x		

Taxa/meetlocaties	ÖH	RE	WE	VO	KA	WO	MA	KO	BA	BI	AA	NE	MA	MO
<i>Navicula capitata</i>							x							
<i>Navicula capitatoradiata</i>	x	x	x	x	x	x	x				x	x		
<i>Navicula caterva</i>			x	x							x			
<i>Navicula cincta</i>											x			
<i>Navicula cryptotenella</i>		x	x	x	x						x	x	x	
<i>Navicula cryptotenelloides</i>				x										
<i>Navicula gregaria</i>	x	x	x	x	x				x	x	x	x	x	
<i>Navicula lanceolata</i>	x	x	x	x	x	x	x		x	x	x		x	x
<i>Navicula menisculus</i>						x	x				x			
<i>Navicula radiosa</i>	x						x							
<i>Navicula recens</i>	x				x							x	x	
<i>Navicula reichardtiana</i>		x	x											
<i>Navicula reinhardtii</i>	x		x								x			
<i>Navicula rhynchocephala</i>					x	x								
<i>Navicula seibigiana</i>											x			
<i>Navicula slesvicensis</i>											x			
<i>Navicula splendidula</i>		x									x			
<i>Navicula tripunctata</i>	x	x	x	x	x	x	x				x	x		
<i>Navicula trivialis</i>					x									
<i>Navicula veneta</i>											x	x		
<i>Navicula viridula</i>			x		x						x	x		
<i>Navicula sp.</i>	x		x	x		x	x	x	x	x				x
<i>Neidium sp.</i>													x	
<i>Nitzschia acicularis</i>	x	x	x	x	x	x		x	x	x		x	x	x
<i>Nitzschia acicularis var. acicularis</i>						x	x							
<i>Nitzschia amphibia</i>		x										x	x	
<i>Nitzschia angustata</i>											x			
<i>Nitzschia capitellata</i>											x			
<i>Nitzschia constricta</i>					x							x		
<i>Nitzschia dissipata</i>	x	x	x	x	x	x	x		x	x	x	x	x	
<i>Nitzschia flexa</i>													x	
<i>Nitzschia fonticola</i>		x	x	x	x	x					x			
<i>Nitzschia frustulum</i>		x			x						x			
<i>Nitzschia frustulum var. inconspicua</i>		x			x									
<i>Nitzschia fruticosa</i>										x			x	x
<i>Nitzschia heufferliana</i>		x	x	x	x		x				x	x	x	
<i>Nitzschia levidensis</i>							x							
<i>Nitzschia linearis</i>					x			x			x	x	x	x
<i>Nitzschia palea</i>	x	x	x		x				x	x	x	x	x	
<i>Nitzschia recta</i>	x	x	x	x	x	x	x				x	x		
<i>Nitzschia sigmoidea</i>		x	x		x	x	x	x	x	x	x	x		x
<i>Nitzschia sociabilis</i>				x	x						x	x		
<i>Nitzschia supralitorea</i>					x									
<i>Nitzschia vermicularis</i>			x	x		x	x				x	x	x	
<i>Nitzschia sp.</i>	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x		x	x
<i>Pinnularia sp.</i>	x	x	x								x			
<i>Planothidium frequentissimum</i>			x											
<i>Planothidium lanceolatum</i>		x									x			
<i>Reimeria sinuata</i>			x								x			
<i>Rhoicosphenia abbreviata</i>		x	x	x	x	x	x	x	x		x			x
<i>Rhoicosphenia curvata</i>								x						

Taxa/meetlocaties	ÖH	RE	WE	VO	KA	WO	MA	KO	BA	BI	AA	NE	MA	MO
<i>Sellaphora pupula</i>	x			x										
<i>Sellaphora sp.</i>		x	x	x							x	x		
<i>Skeletonema potamos</i>			x	x	x		x	x	x	x	x	x	x	x
<i>Skeletonema subsalsum</i>			x	x		x	x	x	x	x			x	x
<i>Stauroneis sp.</i>						x								
<i>Stephanodiscus alpinus</i>	x	x	x	x	x	x	x				x		x	
<i>Stephanodiscus hantzschii</i>	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
<i>Stephanodiscus minutulus</i>	x	x	x	x	x	x	x		x	x	x	x	x	
<i>Stephanodiscus neoastraea</i>	x	x	x	x	x	x	x		x	x	x		x	
<i>Stephanodiscus sp.</i>							x	x						x
<i>Surirella brebissonii</i>		x	x	x	x		x				x	x	x	
<i>Surirella minuta</i>											x			
<i>Surirella ovalis</i>												x		
<i>Surirella sp.</i>		x	x			x	x	x			x	x		x
<i>Tabellaria flocculosa</i>	x	x	x		x	x	x				x			
<i>Tabularia fasciculata</i>							x							
<i>Thalassiosira lacustris</i>			x						x	x		x	x	
<i>Thalassiosira weissflogii</i>	x			x					x	x				
<i>unb. pennate Diatomee</i>			x						x	x	x			
<i>unb. zentrale Diatomee</i>	x	x	x	x	x	x	x		x	x	x	x	x	
BICOSOECOPHYCEA (HNF)														
<i>Bicosoeca sp.</i>			x											
CHLORODENDROPHYCEAE														
<i>Scherffelia sp.</i>					x									
CHLOROPHYCEAE														
<i>Actinastrum hantzschii</i>							x	x	x	x		x	x	x
<i>Ankistrodesmus falcatus</i>									x	x				
<i>Ankyra judayi</i>				x					x	x				
<i>Ankyra lanceolata</i>						x								
<i>Ankyra sp.</i>									x	x				
<i>Carteria sp.</i>			x	x					x	x				
<i>Characium sp.</i>											x			
<i>Chlamydocapsa sp.</i>				x										
<i>Chlamydomonas sp.</i>	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
<i>Chlorogonium sp.</i>				x										
<i>Coelastrum astroideum</i>				x		x	x					x	x	
<i>Coelastrum microporum</i>	x	x	x	x	x			x	x	x	x	x	x	x
<i>Coelastrum polychordum</i>											x			
<i>Coelastrum reticulatum</i>				x			x				x		x	
<i>Coelastrum sp.</i>								x						
<i>Crucigenia fenestrata</i>									x	x				
<i>Crucigenia tetrapedia</i>	x	x		x							x	x	x	
<i>Crucigeniella apiculata</i>	x													
<i>Crucigeniella crucifera</i>				x										
<i>Crucigeniella pulchra</i>							x							
<i>Crucigeniella rectangularis</i>												x	x	
<i>Crucigenia sp.</i>										x				x
<i>Dictyosphaerium pulchellum</i>											x			
<i>Dictyosphaerium sp.</i>	x	x	x	x					x			x	x	
<i>Didymocystis planctonica</i>												x		
<i>Elakatothrix genevensis</i>	x			x							x			

Taxa/meetlocaties	ÖH	RE	WE	VO	KA	WO	MA	KO	BA	BI	AA	NE	MA	MO
<i>Elakatothrix sp.</i>								x	x					
<i>Eudorina elegans</i>										x				
<i>Eudorina sp.</i>										x				
<i>Eutetramorus fottii</i>	x						x						x	
<i>Eutetramorus sp.</i>						x								
<i>Gonium sp.</i>								x		x				
<i>Golenkinia radiata</i>													x	
<i>Granulocystis helenae</i>												x		
<i>Kirchneriella aperta</i>											x			
<i>Kirchneriella cf. subcapitata</i>					x									
<i>Kirchneriella contorta</i>					x				x	x			x	
<i>Kirchneriella lunaris</i>									x	x				
<i>Kirchneriella obesa</i>					x									
<i>Kirchneriella sp.</i>	x	x	x					x	x	x				
<i>Lobomonas sp.</i>					x									
<i>Monoraphidium arcuatum</i>	x			x		x	x	x	x	x	x		x	x
<i>Monoraphidium contortum</i>	x			x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
<i>Monoraphidium griffithii</i>	x	x						x						x
<i>Monoraphidium komarkovae</i>						x	x					x		
<i>Monoraphidium tortile</i>		x											x	
<i>Monoraphidium sp.</i>									x	x				
<i>Neodesmus danubialis</i>									x	x				
<i>Nephrocytium sp.</i>										x				
<i>Pandorina morum</i>	x			x			x			x			x	x
<i>Pediastrum boryanum</i>	x	x	x	x		x	x					x	x	x
<i>Pediastrum boryanum var. longicorne</i>										x				
<i>Pediastrum duplex</i>		x					x		x	x		x	x	
<i>Pediastrum tetras</i>		x												
<i>Phacotus lendneri</i>				x							x			
<i>Phacotus lenticularis</i>								x						
<i>Planktonema lauterbornii</i>		x	x	x			x				x			
<i>Planktosphaeria gelatinosa</i>				x						x				
<i>Pseudodictyosphaerium (Dactylococcus) jurisii</i>				x								x	x	
<i>Pseudosphaerocystis lacustris</i>										x				
<i>Pteromonas sp.</i>														x
<i>Quadrichloris sp.</i>		x												
<i>Quadrigula pfitzeri</i>												x		
<i>Scenedesmus acuminatus</i>		x							x	x		x	x	
<i>Scenedesmus acutus</i>						x						x		
<i>Scenedesmus armatus</i>		x		x	x						x	x	x	
<i>Scenedesmus arthrodesmiformis</i>				x										
<i>Scenedesmus bicaudatus</i>		x	x											
<i>Scenedesmus costato-granulatus</i>				x					x	x		x		
<i>Scenedesmus dimorphus</i>				x			x	x				x		x
<i>Scenedesmus dispar</i>				x										
<i>Scenedesmus falcatus</i>								x						x
<i>Scenedesmus grahneisii</i>		x												
<i>Scenedesmus intermedius</i>													x	
<i>Scenedesmus lefevrii</i>											x			
<i>Scenedesmus linearis</i>				x						x				
<i>Scenedesmus longispina</i>						x								

Taxa/meetlocaties	ÖH	RE	WE	VO	KA	WO	MA	KO	BA	BI	AA	NE	MA	MO
<i>Scenedesmus magnus</i>													x	
<i>Scenedesmus nanus</i>			x											
<i>Scenedesmus opoliensis</i>						x	x	x				x	x	x
<i>Scenedesmus quadricauda</i>			x	x		x	x	x				x		x
<i>Scenedesmus sempervirens</i>				x				x	x	x		x	x	x
<i>Scenedesmus smithii</i>													x	
<i>Scenedesmus tenuispina</i>								x						x
<i>Scenedesmus sp.</i>					x	x	x	x	x	x	x			x
<i>Schroederia setigera</i>				x		x					x	x	x	
<i>Schroederia/ Pseudoschroederia sp.</i>								x						x
<i>Scourfieldia cordiformis</i>										x				
<i>Spermatozopsis exsultans</i>									x	x		x	x	
<i>Sphaerocystis schroeteri</i>									x					
<i>Sphaerocystis sp.</i>									x	x				
<i>Tetraedron caudatum</i>								x				x	x	x
<i>Tetraedron minimum</i>	x		x	x						x	x	x	x	x
<i>Tetraedron triangulare</i>		x					x					x		
<i>Tetrastrum glabrum</i>									x	x				
<i>Tetrastrum staurogeniaeforme</i>			x						x	x		x	x	x
<i>Tetrastrum triangulare</i>			x								x			
<i>Tetrastrum sp.</i>								x	x					
<i>Treubaria schmidlei</i>				x										
<i>Treubaria cf. planktonica</i>													x	
<i>Willea irregularis</i>									x					
<i>Willea sp.</i>								x						
unb. Chlorococcale										x	x			
unb. Chlorophyceae									x	x				
unb. Volvocale	x		x								x			
CHOANOFLAGELLATEA														
<i>Codosiga botrytis</i>			x											
<i>Salpingoeca gracilis</i>	x	x												
CHRYSOPHYCEAE														
<i>Bitrichia chodatii</i>	x		x								x			
<i>Chromulina sp.</i>	x				x						x			
<i>Chrysamoeba sp.</i>	x													
<i>Chrysococcus biporus</i>									x	x			x	
<i>Chrysococcus diaphanus</i>									x	x				
<i>Chrysococcus minutus</i>			x	x	x	x	x		x	x		x	x	
<i>Chrysococcus rufescens</i>						x	x							
<i>Chrysococcus rufescens f. tripora</i>									x	x				
<i>Chrysococcus sp.</i>									x	x	x			
<i>Chrysoflagellaten</i>									x	x				
<i>Chrysolykos planctonicus</i>	x	x										x		
<i>Dinobryon bavaricum</i>			x	x							x			
<i>Dinobryon crenulatum</i>	x		x	x							x			
<i>Dinobryon cylindricum</i>	x		x								x			
<i>Dinobryon divergens</i>	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x			x
<i>Dinobryon petiolatum</i>	x			x										
<i>Dinobryon sertularia</i>		x												
<i>Dinobryon sociale</i>	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x			x	x
<i>Dinobryon sociale var. stipitatum</i>	x	x												

Taxa/meetlocaties	ÖH	RE	WE	VO	KA	WO	MA	KO	BA	BI	AA	NE	MA	MO
<i>Dinobryon sociale</i> var. <i>americana</i>		x	x								x			
<i>Erkenia subaequiciliata</i>				x					x	x	x			
<i>Kephyrion</i> cf. <i>petasatum</i>	x													
<i>Kephyrion</i> cf. <i>spirale</i>											x			
<i>Kephyrion</i> <i>francevii</i>				x										
<i>Kephyrion</i> <i>littorale</i>	x	x			x								x	
<i>Kephyrion</i> <i>ovale</i>				x										
<i>Kephyrion</i> <i>planctonicum</i>					x									
<i>Kephyrion</i> sp.					x			x	x	x				x
<i>Ochromonas</i> sp.	x	x	x	x	x				x	x	x	x	x	
<i>Pseudokephyrion circumvallatum</i>					x									
<i>Pseudokephyrion entzii</i>	x	x	x		x						x			
<i>Pseudokephyrion ovum</i>						x								
<i>Pseudokephyrion pseudospirale</i>	x		x		x									
<i>Pseudokephyrion</i> sp.					x	x	x	x	x	x				x
<i>Uroglena</i> sp.	x	x	x											
unb. <i>Chrysophyceae</i>						x			x	x				
<i>Chrysophyceencyste</i>		x	x	x	x						x	x		
CRYPTOPHYCEAE														
<i>Cryptomonas erosa/ovata</i>	x	x	x	x	x						x	x	x	
<i>Cryptomonas marssonii</i>	x	x	x	x	x							x	x	
<i>Cryptomonas reflexa</i>												x		
<i>Cryptomonas rostratiformis</i>											x			
<i>Cryptomonas</i> sp.	x		x			x	x	x	x	x	x			x
<i>Rhodomonas lacustris</i>				x	x	x	x					x	x	
<i>Rhodomonas lacustris</i> var. <i>lacustris</i>	x	x	x	x	x				x	x	x	x	x	
<i>Rhodomonas lacustris</i> var. <i>nannoplanctica</i>		x			x				x	x				
<i>Rhodomonas lens</i>	x	x	x	x	x	x	x		x	x	x	x	x	
<i>Rhodomonas</i> sp.								x						x
unb. <i>Cryptophyceae</i>		x												
CYANOPHYCEAE														
<i>Anabaena bergii</i>	x	x												
<i>Anabaena circinalis</i>									x					
<i>Anabaena flos-aquae</i>	x						x			x	x			
<i>Anabaena lemmermannii</i>	x	x												
<i>Anabaena sigmoidea</i>											x			
<i>Anabaena viguieri</i>											x			
<i>Anabaena</i> sp.							x						x	
<i>Aphanizomenon flos-aquae</i>			x						x	x	x			
<i>Aphanizomenon gracile</i>				x			x	x				x		
<i>Aphanocapsa delicatissima</i>				x										
<i>Aphanocapsa</i> sp.									x	x	x			
<i>Aphanothece clathrata</i>										x		x		
<i>Aphanothece minutissima</i>												x		
<i>Aphanothece</i> sp.									x	x				
<i>Chroococcus minutus</i>			x		x								x	
<i>Chroococcus turgidus</i>									x					
<i>Chroococcus</i> sp.			x											
<i>Cyanodiction filliforme</i>					x									
<i>Geitlerinema</i> sp.						x								
<i>Gloeocapsa</i> sp.											x			

Taxa/meetlocaties	ÖH	RE	WE	VO	KA	WO	MA	KO	BA	BI	AA	NE	MA	MO
<i>Gloeocapsopsis</i> sp.											x			
<i>Komvophoron constrictum</i>						x								
<i>Leptolyngbya</i> sp.											x			
<i>Limnothrix obliqueacuminata</i>						x								
<i>Limnothrix planctonica</i>									x					
<i>Limnothrix redekei</i>									x	x				
<i>Limnothrix</i> sp.						x								
<i>Lyngbya</i> sp.								x						
<i>Microcystis aeruginosa</i>			x											
<i>Microcystis wesenbergii</i>		x				x								
<i>Microcystis</i> sp.														x
<i>Nodularia</i> sp.	x													
<i>Oscillatoria agardhii</i>								x						x
<i>Oscillatoria limnetica</i>								x						x
<i>Oscillatoria limosa</i>			x	x			x				x	x		
<i>Oscillatoria tenuis</i>				x										
<i>Oscillatoria</i> sp.						x								
<i>Phormidium</i> sp.		x									x			
<i>Planktothrix agardhii</i>	x	x	x	x	x	x	x		x	x		x	x	
<i>Planktothrix clathrata</i>				x										
<i>Planktothrix compressa</i>												x		
<i>Planktothrix isothrix</i>				x										
<i>Planktothrix rubescens</i>		x	x								x			
<i>Pseudanabaena catenata</i>				x		x	x				x			
<i>Pseudanabaena limnetica</i>	x	x	x			x	x		x	x	x			
<i>Pseudanabaena</i> sp.						x	x		x	x				
<i>Romeria</i> sp.										x				
<i>Snowella lacustris</i>													x	
<i>Snowella</i> sp.										x				
<i>Synechocystis aquatilis</i>			x											
<i>Synechocystis</i> sp.											x			
<i>Woronichinia elorantae</i>				x										
<i>Woronichinia</i> sp.							x							
unb. Chroococcales									x					
unb. Cyanobacteria									x	x				
unb. Oscillatoriales									x	x				
DESMIDIACEAE														
<i>Cosmarium bioculatum</i>	x	x			x									
<i>Cosmarium depressum</i>	x	x	x											
<i>Cosmarium depressum</i> var. <i>planctonicum</i>				x							x			
<i>Cosmarium laeve</i>			x											
<i>Cosmarium obtusatum</i>		x												
<i>Cosmarium subcostatum</i>			x											
<i>Cosmarium</i> sp.								x			x			
<i>Cosmarium Zygospora</i>											x			
DICTYOCOPHYCEAE														
<i>Pseudopedinella erkensis</i>	x	x	x				x		x	x	x			
DINOPHYCEAE														
<i>Ceratium hirundinella</i>	x	x	x	x		x	x	x			x			
<i>Gymnodinium helveticum</i>	x	x	x	x			x				x			
<i>Gymnodinium lantzschii</i>	x	x	x		x								x	

Taxa/meetlocaties	ÖH	RE	WE	VO	KA	WO	MA	KO	BA	BI	AA	NE	MA	MO
<i>Gymnodinium uberrimum</i>	x		x		x									
<i>Gymnodinium sp.</i>	x			x	x	x	x		x	x	x			
<i>Peridinium umbonatum</i>	x		x			x					x			
<i>Peridinium willei</i>											x			
<i>Peridinium sp.</i>		x	x	x	x	x	x	x			x		x	x
EUGLENIDA														
<i>Colacium sp.</i>				x										
<i>Euglena sp.</i>					x			x			x	x	x	x
<i>Phacus sp.</i>						x			x	x				
<i>Trachelomonas volvocinopsis</i>						x								
<i>Trachelomonas sp.</i>							x		x	x				
KATABLEPHARIDACEAE														
<i>Katablepharis ovalis</i>	x	x	x	x	x							x	x	
<i>Katablepharis sp.</i>									x	x				
KLEBSORMIDIOPHYCEAE														
<i>Koliella longiseta</i>					x						x			
PRYMNESIOPHYCEAE														
<i>Chrysochromulina parva</i>	x	x	x		x	x	x		x	x				x
PRASINOPHYCEAE														
<i>Nephroselmis sp.</i>											x			
<i>Pyramimonas inconstans</i>												x		
<i>Pyramimonas sp.</i>			x		x						x			
<i>Tetraselmis cordiformis</i>									x	x				
<i>Tetraselmis sp.</i>									x					
STAMENOPILE														
<i>Mallomonas akrokomos</i>				x					x			x	x	
<i>Mallomonas caudata</i>											x		x	
<i>Mallomonas sp.</i>	x	x	x	x		x		x	x	x	x		x	
SYNUROPHYCEAE														
<i>Synura sp.</i>	x		x	x	x		x	x		x	x			x
TREBOUXIOPHYCEAE														
<i>Chlorella sp.</i>								x						
<i>Coenocystis planctonica</i>							x							
<i>Gloeotila pelagica</i>					x									
<i>Lagerheimia balatonica</i>													x	
<i>Lagerheimia genevensis</i>								x						x
<i>Lagerheimia ciliata</i>							x					x		
<i>Lagerheimia genevensis</i>			x						x	x	x	x		
<i>Nephrochlamys subsolitaria</i>											x	x	x	
<i>Oocystis marssonii</i>									x	x				
<i>Oocystis sp.</i>	x	x	x	x	x		x	x			x	x	x	x
<i>Siderocelis kolkwitzii</i>				x								x		
<i>Tetrachlorella ornata</i>													x	
ULOTRICHACEAE														
<i>Ulothrix sp.</i>		x	x		x	x	x				x			
ULVOPHYCEAE														
diverse Ulotrichales											x			
XANTHOPHYCEAE														
<i>Goniochloris pulchra</i>												x		
<i>Tetraedriella sp.</i>		x												
<i>Tribonema sp.</i>								x						

Taxa/meetlocaties	ÖH	RE	WE	VO	KA	WO	MA	KO	BA	BI	AA	NE	MA	MO
ZYGNEMOPHYCEAE														
<i>Closteriopsis acicularis</i>												x		x
<i>Closterium aciculare</i>		x												
<i>Closterium acutum</i>											x			
<i>Closterium acutum var. linea</i>			x										x	
<i>Closterium acutum var. variabile</i>	x	x	x								x			
<i>Closterium gracile</i>						x	x							
<i>Closterium leibleinii</i>				x										
<i>Closterium limneticum</i>			x										x	
<i>Closterium parvulum</i>			x											
<i>Closterium sp.</i>						x		x		x	x			
<i>Mougeotia sp.</i>						x	x				x	x		
<i>Staurastrum cingulum</i>											x			

ÖH = Öhningen, Rijnkm 23

RE = Reckingen, Rijnkm 90

WE = Weil, Rijnkm173

VO = Vogelgrün, Rijnkm 224

KA = Karlsruhe, Rijnkm 359

WO = Worms, Rijnkm 443

MA = Mainz, Rijnkm 499

KO = Koblenz, Rijnkm 590

BA = Bad Honnef, Rijnkm 640

BI = Bimmen, Rijnkm 865

AA = Aare, monding bij Rijnkm 102

NE = Neckar, monding bij Rijnkm 428

MA = Main, monding bij Rijnkm 497

MO = Moezel, monding bij Rijnkm 592