

Benthische diatomeeën in de Rijn in 2012/2013



Internationale
Kommission zum
Schutz des Rheins

Commission
Internationale
pour la Protection
du Rhin

Internationale
Commissie ter
Bescherming
van de Rijn

Rapport Nr. 226



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

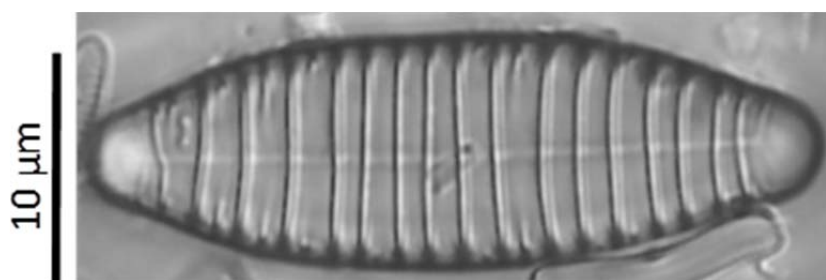
ISBN 3-941994-88-3

© IKSr-CIPR-ICBR 2015

Benthische diatomeeën in de Rijn in 2012/2013



De Rijn in Gamsheim (foto: D. Heudre)



Diatoma vulgaris (foto: D. Heudre)

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

Samenvatting	5
1. Inleiding	6
2. Methode	7
3. Taxonomie	8
3.1. Geïncventariseerde soorten	8
3.2. Soortensamenstelling in de Hoogrijn	14
3.3. Soortensamenstelling in de Duits-Franse Bovenrijn	16
3.4. Soortensamenstelling in de Middenrijn	18
3.5. Soortensamenstelling in de Duitse Nederrijn	20
3.6. Soortensamenstelling in de Rijndelta	21
4. Biologische eigenschappen	22
4.1. Milieuvariabelen (Van Dam <i>et al.</i> 1994)	24
4.2. Ecologische gilden & levenswijzen (Rimet <i>et al.</i> , 2012)	28
5. Beoordeling	32
6. Conclusie	34
7. Bibliografie	35
BIJLAGEN	39
A. Lijst van meetlocaties en bevoegde instanties	39
B. Lijst van in de Rijn aangetroffen taxa met de trajecten waarop ze voorkomen	41



De Rijn in Rhinau (foto: D. Heudre)

Samenvatting

Het onderhavige document geeft een geharmoniseerde samenvatting van de gegevens over benthische diatomeeën in de Rijn die zijn verzameld in het kader van het Rijnmeetprogramma biologie 2012/2013, onderdeel fyto-benthos.

In 2012/2013 zijn er in totaal 306 soorten vastzittende kiezelalgen (benthische diatomeeën) geïnventariseerd op de 47 onderzochte meetlocaties, wat zelfs voor een grote rivier als de Rijn neerkomt op een aanzienlijke taxonomische diversiteit. Veel soorten komen echter alleen op een klein aantal meetlocaties voor, terwijl relatief weinig taxa (25) op meer dan 50% van de onderzochte locaties worden aangetroffen.

De levensgemeenschappen van kiezelalgen die in de loop van de Rijn voorkomen, vertonen bepaalde indicatieve eigenschappen en vormen zogenaamde gilden. Deze gilden weerspiegelen de natuurlijke omstandigheden waarin de stroomsnelheid afneemt, terwijl het voedselaanbod en de hoeveelheid organisch afbreekbaar materiaal toenemen. De levensgemeenschappen in de Hoogrijn zijn typisch voor snel stromende milieus die weinig worden beïnvloed door nutriënten en organisch materiaal. Van de Duits-Franse Bovenrijn tot de Rijndelta nemen soorten die kenmerkend zijn voor voedselrijke milieus een belangrijke plaats in. In de Rijndelta komen er tevens planktonsoorten en halofiele (zoutminnende) soorten voor.

In 2012 worden alle delen van het Bodenmeer als goed beoordeeld. Ook de gehele Hoogrijn en de zuidelijke Duits-Franse Bovenrijn tot de stuw in Gamsheim zijn goed.

De rest van de Rijn tot de Duits-Nederlandse grens (noordelijke Bovenrijn, Middenrijn, Duitse Nederrijn) is als matig beoordeeld, op één waterlichaam in de Duitse Nederrijn na dat is beoordeeld als goed (waterlichaam van de monding van de Ruhr tot de monding van de Lippe).

In de Rijndelta hebben tal van waterlichamen wat het kwaliteitselement macrofyten/fytobenthos betreft het goede ecologische potentieel bereikt. Enkele waterlichamen in de Rijndelta zijn als matig beoordeeld, de Hollandsche IJssel als ontoereikend. De kust- en overgangswateren worden beoordeeld met zeegras en kwelder (kwaliteit en kwantiteit).

De vastelandskust van de Waddenzee is als matig beoordeeld, de Waddenzee als ontoereikend. De Hollandse kust is een ander type en kent geen beoordeling op macrofyten/fytobenthos.

Omdat benthische diatomeeën voor het eerst zijn onderzocht en beoordeeld in het Rijnmeetprogramma van 2006/2007 kan er niets worden gezegd over de trend op lange termijn in deze groep. Het is echter onomstreden dat de vermindering van de nutriëntenbelasting van de Rijn, net zoals bij het fytoplankton, heeft geleid tot een natuurlijkere levensgemeenschap.

1. Inleiding

Diatomeeën zijn microscopisch kleine, eencellige, heterokonte algen waarvan de grootte varieert van enkele micrometer (μm) tot meer dan 500 μm . Ze hebben enkele bijzondere eigenschappen, waaronder een uitwendig skelet van kiezelzuur. Het onderzoek van de bouw, de vorm en het patroon van dit kiezelwandje vormt de basis van hun taxonomie.

Diatomeeën komen in alle natte milieus voor, maar ontwikkelen zich vooral in waterlopen, waar ze een biofilm vormen op oppervlakken onder de waterlijn, d.w.z. een zelfgevormde matrix van extracellulaire polymere substanties waarin de diatomeeën leven. Hun grote specifieke diversiteit, brede geografische verspreiding en gevoeligheid voor de fysisch-chemische kenmerken van hun leefgebied maken van hen uitstekende bio-indicatoren. Ze zijn met name indicatief voor de milieuvariabelen pH-waarde, geleidingsvermogen, trofie (d.w.z. voedselrijkdom) en saprobie (d.w.z. organische belasting) (Van Dam & al. 1994, Rott & al. 1997). Op veranderingen in deze variabelen reageren ze met zowel kwalitatieve als kwantitatieve veranderingen in de lokale soortensamenstelling. Dankzij voortschrijdend inzicht in de ecologische voorkeuren van de taxa konden er eenvoudige methodes voor de beoordeling van de oppervlaktewaterkwaliteit worden ontwikkeld en gaandeweg verbeterd.

Diatomeeën maken in de Europese Kaderrichtlijn Water (richtlijn 2000/60/EG, KRW) een belangrijk deel uit van het biologische kwaliteitselement "macrofyten en fytobenthos", dat wordt gebruikt voor de beoordeling van de toestand van wateren (Europese Unie, 2000). De ecologische kwaliteit van een meetlocatie in een waterloop wordt bepaald door de aanwezige gemeenschap te vergelijken met de referentiegemeenschap die wordt verwacht in een waterloop van dat type (geologie, typologie, grootte, hydro-ecoregio, ...). De beoordeling is dus niet langer beperkt tot een simpele kwantificering van de belastingen, maar omvat een evaluatie van de vastgestelde afwijking ten opzichte van de referentietoestand.

Het onderhavige rapport geeft een geharmoniseerde samenvatting van de gegevens over benthische diatomeeën in de Rijn die in 2012 zijn verzameld door verschillende instanties en diensten die meewerken in de Internationale Commissie ter Bescherming van de Rijn (ICBR). De bestudering van de structuur van de gevonden gemeenschappen (aanwezigheid van soorten en dominantieverhoudingen) levert ecologische informatie op waaruit conclusies kunnen worden getrokken in verband met de ontwikkeling van bijvoorbeeld de trofie of de saprobie in de loop van de Rijn.

In de Oostenrijkse methode (Richtlijnen voor de verzameling van biologische kwaliteitselementen, deel A3 - fytobenthos, Lebensministerium Wenen, 2010) wordt er niet alleen rekening gehouden met diatomeeën, maar ook met andere fytobenthosalgen. Deze gegevens zijn niet verwerkt in het onderhavige rapport, omdat er is afgesproken om in het Rijnmeetprogramma biologie 2012/2013 alleen diatomeeën te inventariseren en evalueren.

Voorlopige informatie over de beoordeling van de ecologische toestand conform KRW (nog niet alle gegevens zijn gevalideerd) wordt verstrekt in hoofdstuk 5.

2. Methode

De beschikbare gegevens die in het onderhavige rapport worden gepresenteerd, zijn het resultaat van de analyse van monsters van benthische diatomeeën die zijn genomen op 47 meetlocaties, verdeeld over zes Rijntrajecten (zie onderstaande tabel 1).

Tabel 1: Verdeling van het aantal meetlocaties over de Rijntrajecten

Alpenrijn	Hoogrijn	Duits-Franse Bovenrijn	Middenrijn	Duitse Nederrijn	Rijndelta
1	4	23	4	4	11

De lijst van meetlocaties en bevoegde instanties is weergegeven in bijlage A. De meetlocaties dekken het gebied af van de Alpenrijn in Oostenrijk tot de Rijndelta in Nederland en zijn bemonsterd tussen april 2012 en februari 2013. 75% van de monsters is tussen juli en september 2012 genomen.

Over het bemonsterde substraat is maar weinig bekend: de meeste monsters lijken te zijn genomen op voorwerpen die in het zomerbed zijn geplaatst (stenen, kiezels, blokken). Echter, in Nederland zijn de monsters genomen op de verticale delen van rietstengels onder de waterlijn, gelet op de bijzondere hydromorfologische kenmerken van de Rijndelta.

Wat de taxonomische naamgeving betreft, zijn de gegevens voornamelijk gestandaardiseerd met behulp van het referentiewerk van Hofmann *et al.* (2011). Deze standaardisatie bleek nodig te zijn om de waargenomen variabiliteit te corrigeren die resulteert uit de verscheidenheid van betrokken actoren en de diversiteit van gebruikte determinatiewerken.¹

¹ Daar waar er niet met zekerheid uitsluitel kon worden gegeven over de gebruikte synoniemen is er gekozen voor taxa *sensu lato*, teneinde het risico op fouten te minimaliseren. Zo zijn bijvoorbeeld *Nitzschia inconspicua*, *N. frustulum* var. *inconspicua* en *N. abbreviata* gegroepeerd onder *Nitzschia inconspicua sensu lato*, omdat er bij de actoren niet kon worden achterhaald of *Nitzschia inconspicua* diende te worden begrepen in brede of in beperkte zin (d.w.z. *sensu* Krammer-Lange-Bertalot 1986-1991 of Hofmann *et al.* 2011), en of er rekening was gehouden met het artikel over de revisie van deze groep (Trobajo *et al.* 2013).

3. Taxonomie

3.1. Geïnteriseerde soorten

Op alle onderzochte meetlocaties samen zijn er 306 taxa geïnteriseerd, wat zelfs voor een grote rivier als de Rijn neerkomt op een aanzienlijke taxonomische diversiteit. In bijlage B is de volledige lijst van de taxa opgenomen, met de Rijntrajecten waar ze zijn gevonden.

Deze grote diversiteit moet echter worden gerelativeerd, omdat er veel taxa in zijn begrepen die niet wijd verspreid zijn in de Rijn: 208 taxa zijn elk slechts in 1 à 5 monsters gevonden en 105 daarvan elk slechts in een enkel monster (zie tabel 2).

Tabel 2: Verdeling van het aantal taxa over het aantal monsters waarin ze voorkomen

Aantal taxa	Aantal monsters
208*	1-5
38	6-10
19	11-15
10	16-20
12	21-25
8	26-30
6	31-35
2	36-40
2	41-45
1	46

*: waarvan er 105 elk slechts in een enkel monster zijn aangetroffen

Daartegenover staat dat een klein aantal taxa de plantengemeenschappen op het grootste deel van de Rijn lijkt te structureren: 25 taxa zijn in meer dan 50% van de monsters gevonden (zie tabel 3).

Tabel 3: Meest frequente taxa in de Rijn

(O = procentueel voorkomen van een taxon ten opzichte van alle monsters)

Taxa	O
<i>Nitzschia dissipata</i> (Kützing) Grunow ssp. <i>dissipata</i>	98%
<i>Navicula tripunctata</i> (O.F.Müller) Bory	96%
<i>Amphora pediculus</i> (Kützing) Grunow	94%
<i>Navicula cryptotenella</i> Lange-Bertalot	85%
<i>Melosira varians</i> Agardh	83%
<i>Navicula gregaria</i> Donkin	74%
<i>Nitzschia palea</i> (Kützing) W.Smith var. <i>palea</i>	72%
<i>Navicula antonii</i> Lange-Bertalot	70%
<i>Rhoicosphenia abbreviata</i> (C.Agardh) Lange-Bertalot	70%
<i>Diatoma vulgare</i> Bory	68%
<i>Navicula reichardtiana</i> Lange-Bertalot var. <i>reichardtiana</i>	66%
<i>Amphora copulata</i> (Kütz) Schoeman & Archibald	62%
<i>Achnantheidium minutissimum</i> (Kützing) Czarnecki	62%
<i>Navicula capitatoradiata</i> Germain	62%
<i>Gomphonema parvulum</i> (Kützing) Kützing var. <i>parvulum</i> f. <i>parvulum</i>	57%
<i>Navicula lanceolata</i> (Agardh) Ehrenberg	57%
<i>Cocconeis placentula</i> Ehrenberg var. <i>euglypta</i> (Ehr.) Grunow	55%
<i>Eolimna minima</i> (Grunow) Lange-Bertalot	55%
<i>Nitzschia fonticola</i> Grunow in Cleve et Möller	55%
<i>Gomphonema olivaceum</i> (Hornemann) Brébisson var. <i>olivaceum</i>	53%
<i>Nitzschia inconspicua</i> Grunow	53%
<i>Navicula recens</i> (Lange-Bertalot) Lange-Bertalot	53%
<i>Nitzschia sociabilis</i> Hustedt	53%
<i>Caloneis lancettula</i> (Schulz) Lange-Bertalot & Witkowski	51%
<i>Reimeria sinuata</i> (Gregory) Kociolek & Stoermer	51%
<i>Cymbella compacta</i> Ostrup	49%
<i>Cocconeis pediculus</i> Ehrenberg	49%
<i>Nitzschia paleacea</i> (Grunow) Grunow in van Heurck	49%
<i>Gyrosigma sciotense</i> (Sullivan et Wormley) Cleve	47%
<i>Achnantheidium pyrenaicum</i> (Hustedt) Kobayasi	45%
<i>Navicula germainii</i> Wallace	45%
<i>Cocconeis groupe placentula</i>	43%
<i>Fragilaria brevistriata</i> Grunow in Van Heurck	40%
<i>Gomphonema minutum</i> (Ag.)Agardh f. <i>minutum</i>	40%
<i>Planothidium rostratum</i> (Oestrup) Lange-Bertalot	40%
<i>Cocconeis placentula</i> Ehrenberg var. <i>lineata</i> (Ehr.)Van Heurck	38%
<i>Fallacia subhamulata</i> (Grunow in V. Heurck) D.G. Mann	38%
<i>Mayamaea atomus</i> var. <i>permitis</i> (Hustedt) Lange-Bertalot	36%
<i>Planothidium frequentissimum</i> (Lange-Bertalot)Lange-Bertalot	36%
<i>Kolbesia ploenensis</i> (Hust.) Kingston	34%
<i>Nitzschia recta</i> Hantzsch in Rabenhorst	34%
<i>Cocconeis pseudolineata</i> (Geitler) Lange-Bertalot	32%
<i>Nitzschia amphibia</i> Grunow f. <i>amphibia</i>	32%

Gelet op het voorgaande wordt in tabel 4 verduidelijkt dat de taxa die het wijdst verspreid zijn over de verschillende meetlocaties (m.a.w. die een grote kans van voorkomen hebben) niet altijd de taxa zijn met de grootste populaties. De taxa zijn geclassificeerd op basis van de gecumuleerde relatieve abundantie om de vertekening te voorkomen die zou ontstaan zijn als er gebruik was gemaakt van de werkelijke, absolute abundantie (immers, de telinspanning verschilt tussen de monsters).

Tabel 4: Meest abundante taxa in de Rijn
(ARC = gecumuleerde relatieve abundantie van een taxon ten opzichte van alle monsters)

Taxa	ARC
<i>Amphora pediculus</i> (Kützing) Grunow	524%
<i>Melosira varians</i> Agardh	368%
<i>Nitzschia dissipata</i> (Kützing) Grunow ssp. <i>dissipata</i>	356%
<i>Achnantheidium pyrenaicum</i> (Hustedt) Kobayasi	300%
<i>Navicula cryptotenella</i> Lange-Bertalot	166%
<i>Diatoma vulgare</i> Bory	147%
<i>Navicula tripunctata</i> (O.F.Müller) Bory	145%
<i>Achnantheidium minutissimum</i> (Kützing) Czarnecki	121%
<i>Navicula lanceolata</i> (Agardh) Ehrenberg	113%
<i>Navicula recens</i> (Lange-Bertalot) Lange-Bertalot	103%
<i>Nitzschia inconspicua</i> Grunow	97%
<i>Nitzschia fonticola</i> Grunow in Cleve et Möller	78%
<i>Nitzschia palea</i> (Kützing) W.Smith var. <i>palea</i>	77%
<i>Rhoicosphenia abbreviata</i> (C.Agardh) Lange-Bertalot	74%
<i>Amphora copulata</i> (Kütz) Schoeman & Archibald	68%
<i>Navicula gregaria</i> Donkin	68%
<i>Navicula antonii</i> Lange-Bertalot	65%
<i>Eolimna minima</i> (Grunow) Lange-Bertalot	61%
<i>Cocconeis groupe placentula</i>	59%
<i>Cocconeis placentula</i> Ehrenberg var. <i>euglypta</i> (Ehr.) Grunow	59%
<i>Nitzschia sociabilis</i> Hustedt	53%
<i>Nitzschia paleacea</i> (Grunow) Grunow in van Heurck	51%
<i>Achnantheidium</i> F.T. Kützing	48%
<i>Staurosirella</i> D.M. Williams & F.E. Round emend Morales	43%
<i>Navicula capitatoradiata</i> Germain	40%
<i>Achnantheidium delmontii</i> Peres, Le Cohu et Barthes	40%
<i>Skeletonema</i> R.K. Greville	34%
<i>Gomphonema olivaceum</i> (Hornemann) Brébisson var. <i>olivaceum</i>	33%
<i>Navicula germainii</i> Wallace	33%
<i>Nitzschia dissipata</i> (Kütz.)Grunow var. <i>media</i> (Hantzsch) Grunow in Van Heurck	32%
<i>Navicula rostellata</i> Kützing	32%
<i>Fragilaria vaucheriae</i> (Kützing) Petersen	31%
<i>Cymbella compacta</i> Ostrup	29%
<i>Nitzschia filiformis</i> (W.M.Smith) Van Heurck var. <i>filiformis</i>	26%
<i>Cocconeis placentula</i> Ehrenberg var. <i>lineata</i> (Ehr.)Van Heurck	25%
<i>Gomphonema parvulum</i> (Kützing) Kützing var. <i>parvulum</i> f. <i>parvulum</i>	25%
<i>Fragilaria brevistriata</i> Grunow in Van Heurck	22%
<i>Navicula cryptotenelloides</i> Lange-Bertalot	22%
<i>Navicula caterva</i> Hohn & Hellerman	21%
<i>Navicula reichardtiana</i> Lange-Bertalot var. <i>reichardtiana</i>	21%
<i>Caloneis lancettula</i> (Schulz) Lange-Bertalot & Witkowski	20%
<i>Tabularia fasciculata</i> (Agardh) Williams et Round	20%
<i>Bacillaria paxillifera</i> (O.F. Müller) T.Marsson	19%

De soorten die het wijdst verspreid zijn in de Rijn zijn *Nitzschia dissipata*, *Navicula tripunctata* en *Amphora pediculus*, die op nagenoeg alle meetlocaties worden aangetroffen. Ook *Navicula cryptotenella*, *Melosira varians*, *Navicula gregaria*, *Navicula antonii* en *Rhoicosphenia abbreviata* komen algemeen voor.

De bovengenoemde taxa behoren veelal tot de groep met de hoogste populatiedichtheden: *Amphora pediculus* (38% in Bacharach), *Melosira varians* (45% op de meetlocatie "Strand van Lochem zuid" km 13 lo), *Nitzschia dissipata* (20% in Karlsruhe), *Navicula cryptotenella* (18% in Rhinau), ... Op de lijst staat verder ook *Achnantheidium pyrenaicum*, een taxon dat gevoelig is voor vervuiling en in hoge abundanties voorkomt in de bovenloop van de Rijn, met een maximum van 58% op de meetlocatie Obersäckingen.

Verrassend genoeg wordt er in 72% van de monsters *Nitzschia palea* aangetroffen, een soort die erg tolerant is voor vervuiling. Deze constatering moet evenwel worden gerelativeerd: de abundantie in de monsters is zeer laag (een klein aantal exemplaren is met inkomende organische stofstromen in het milieu terechtgekomen) en het is mogelijk dat de variëteit *debilis*, die gevoeliger is voor vervuiling, niet altijd apart is gerapporteerd.

Ook de aanwezigheid van enkele zeer frequente soorten, zoals bijvoorbeeld *Navicula tripunctata*, kan worden gerelativeerd. Tabel 5 maakt namelijk duidelijk dat de soort weliswaar in 95% van de monsters voorkomt, maar haar gemiddelde abundantie slechts 3% bedraagt. Het gaat hier dus veeleer om een van de overal aanwezige soorten in de Rijn die de gemeenschappen niet echt structuur geven.

Tabel 5: Classificatie van taxa op basis van hun gemiddelde abundantie op de meetlocaties waar ze voorkomen

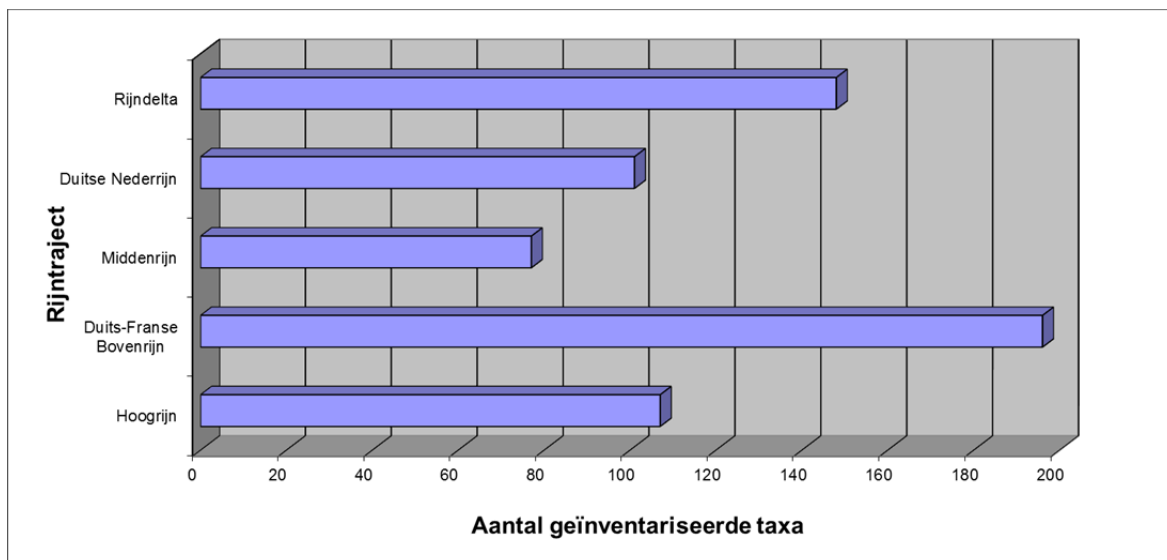
(N: aantal monsters waarin het taxon voorkomt (totaal = 47);

AMP: gemiddelde abundantie in de monsters waarin het taxon voorkomt)

Taxa	AMP	N
<i>Achnantheidium pyrenaicum</i> (Hustedt) Kobayasi	14%	21
<i>Amphora pediculus</i> (Kützing) Grunow	12%	44
<i>Staurosirella</i> D.M. Williams & F.E. Round emend Morales	11%	4
<i>Achnantheidium delmontii</i> Peres, Le Cohu et Barthes	10%	4
<i>Melosira varians</i> Agardh	9%	39
<i>Navicula perminuta</i> Grunow in Van Heurck	8%	1
<i>Nitzschia dissipata</i> (Kützing) Grunow ssp. <i>dissipata</i>	8%	46
<i>Skeletonema</i> R.K. Greville	7%	5
<i>Nitzschia costei</i> Tudesque, Rimet & Ector	7%	1
<i>Amphora indistincta</i> Levkov	6%	1
<i>Achnantheidium minutissimum</i> (Kütz.) Czarn. f. <i>inconspicuum</i> (Østrup) Compere & Riaux	6%	2
<i>Aulacoseira distans</i> (Ehr.) Simonsen var. <i>limnetica</i> (O.Muller) Simonsen	6%	1
<i>Gomphonemopsis obscurum</i> (Kraske) Lange-Bertalot	6%	1
<i>Diatoma vulgare</i> Bory	5%	32
<i>Achnantheidium minutissimum</i> (Kützing) Czarnecki	4%	29
<i>Navicula lanceolata</i> (Agardh) Ehrenberg	4%	27
<i>Navicula cryptotenella</i> Lange-Bertalot	4%	40
<i>Navicula recens</i> (Lange-Bertalot) Lange-Bertalot	4%	25
<i>Achnantheidium</i> F.T. Kützing	4%	12
<i>Eunotia formica</i> Ehrenberg	4%	1
<i>Nitzschia inconspicua</i> Grunow	4%	25
<i>Diatoma ehrenbergii</i> Kützing	4%	6
<i>Melosira nummuloides</i> (Dillwyn) C.A. Agardh	4%	1
<i>Pseudostaurosira trainorii</i> Morales	4%	1
<i>Navicula tripunctata</i> (O.F.Müller) Bory	3%	45

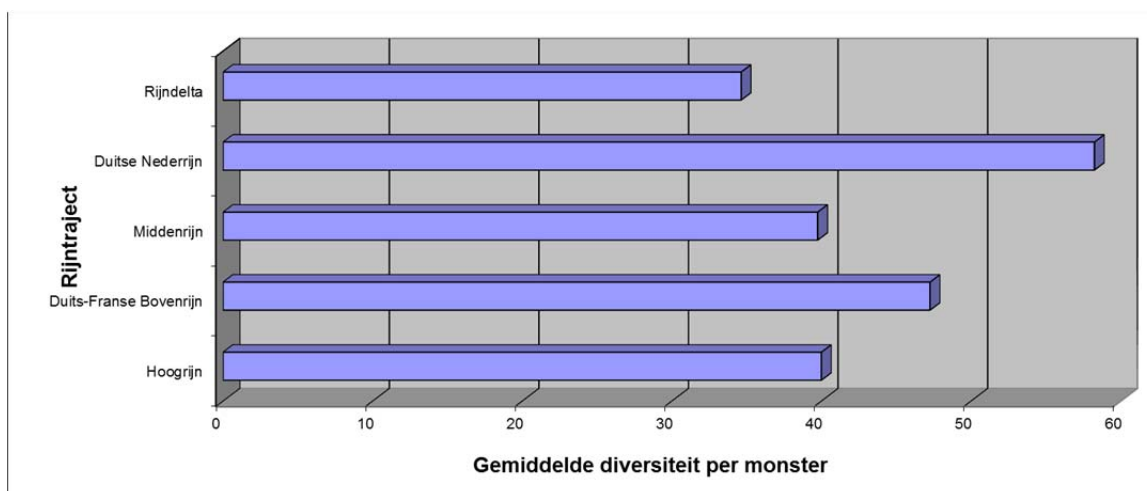
Figuur 1, waarin de verdeling van deze specifieke diversiteit over de Rijntrajecten is weergegeven, maakt duidelijk dat het aantal aangetroffen taxa in de Hoogrijn, de Middenrijn en de Duitse Nederrijn vrij vergelijkbaar is. Alleen de Rijndelta en de Duits-

Frans Bovenrijn springen eruit. Echter, deze bijzonderheid moet worden afgewogen tegen het veel grotere aantal meetlocaties op deze twee trajecten (zie tabel 1), waardoor de kans om nieuwe soorten te ontdekken natuurlijk ook groter is.



Figuur 1: Aantal geïnventariseerde taxa per Rijntraject

Ook de gemiddelde diversiteit per monster, die is weergegeven in de onderstaande figuur 2, levert een vergelijkbaar beeld op: het gemiddelde aantal taxa per monster wijkt nauwelijks af tussen de Rijntrajecten. Alleen de Duitse Nederrijn onderscheidt zich in termen van diversiteit door tien à vijftien taxa meer per monster. Dit kan deels worden verklaard door de telinspanning per monster, die op dit traject hoger was dan op de andere trajecten (zie tabel 6). Hoewel de Middenrijn op plaats twee staat bij de telinspanning, blijft dit traject toch in de middenmoot bij de diversiteit, wat zou kunnen worden geweten aan een zekere homogeniteit in het milieu rond de meetlocaties en aan het kleine aantal locaties.



Figuur 2: Gemiddelde diversiteit per monster op de verschillende Rijntrajecten

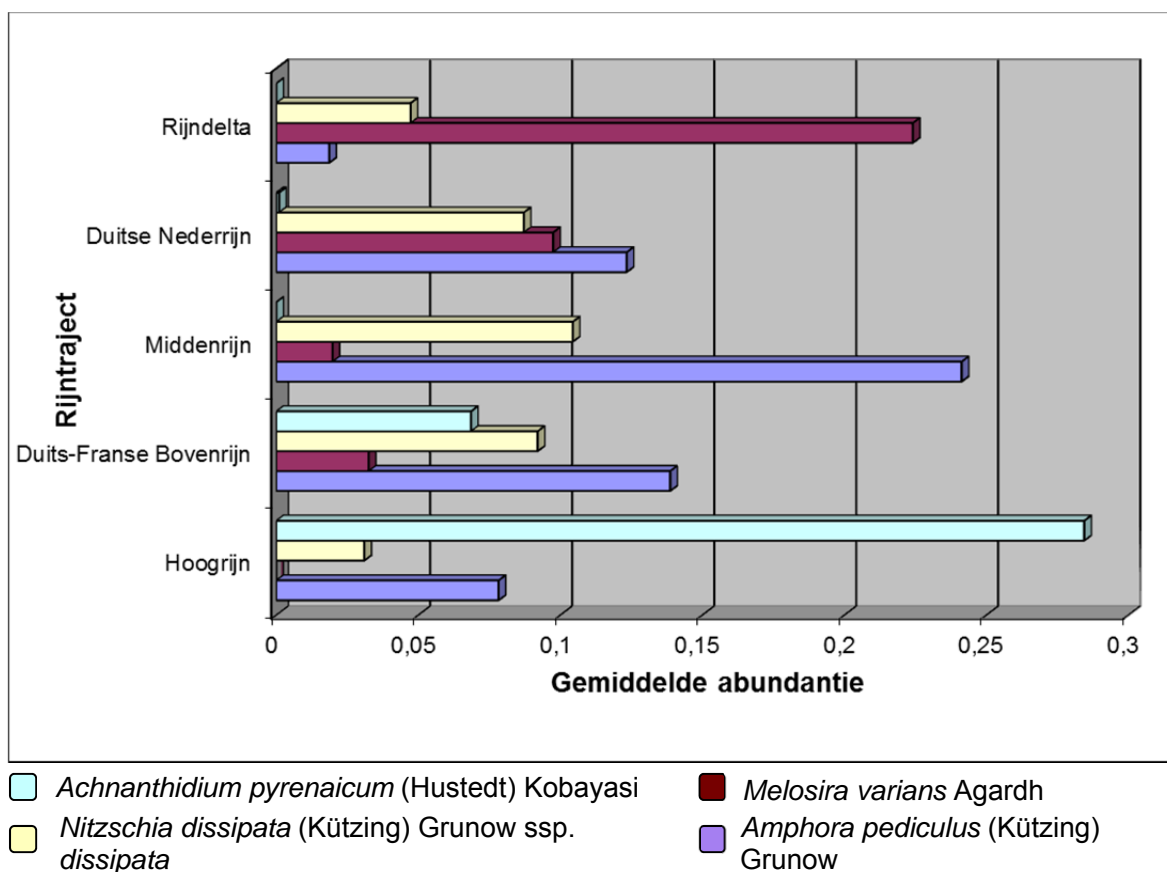
Tabel 6: Gemiddelde telinspanning per Rijntraject

Rijntraject	Hoogrijn	Duits-Franse Bovenrijn	Middenrijn	Duitse Nederrijn	Rijndelta
Gemiddeld aantal schaaltes in de telling	447	427	503	548	g.g. beschikbaar

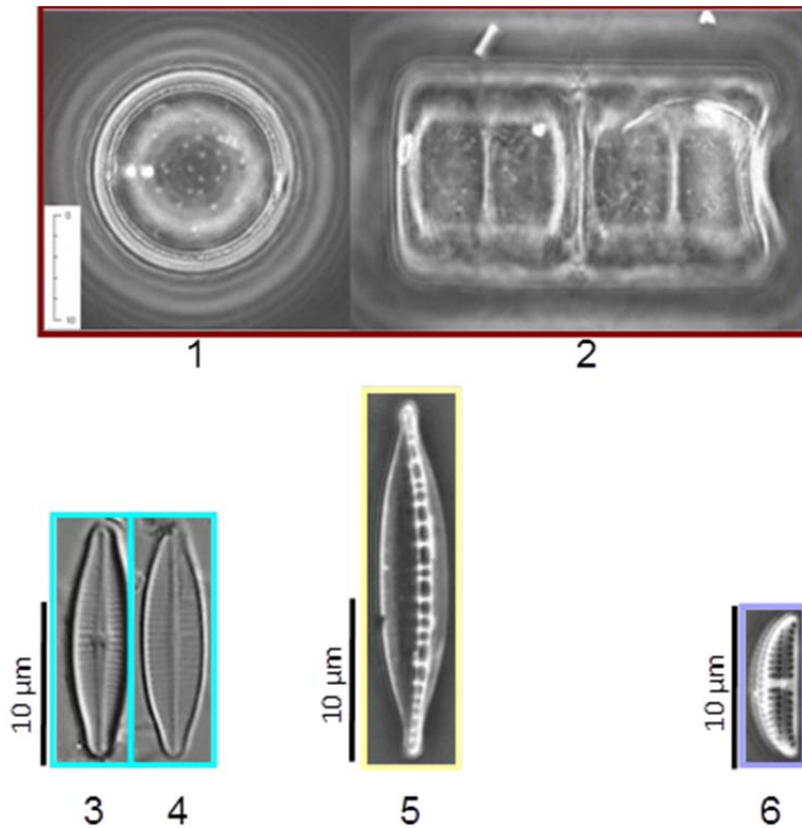
Vier van de aangetroffen soorten kunnen worden gebruikt om de verschillende Rijntrajecten te differentiëren, te weten: *Amphora pediculus*, *Melosira varians*, *Nitzschia dissipata* ssp. *dissipata* en *Achnantheidium pyrenaicum*.

Hun gemiddelde abundantie op de verschillende trajecten is weergegeven in figuur 3:

- ✓ *Achnantheidium pyrenaicum* is typisch voor de Hoogrijn. De soort lijkt ook voor te komen in de Duits-Franse Bovenrijn (maar wellicht is dit een artefact, zoals wordt toegelicht in paragraaf 3.3 verderop in de tekst).
- ✓ *Amphora pediculus* wordt weliswaar op alle trajecten aangetroffen, maar vertoont een bijna Gaussiaanse verdeling rondom de Middenrijn, die de voorkeurs habitat lijkt te zijn van de soort.
- ✓ *Nitzschia dissipata* ssp. *dissipata* is vergelijkbaar met *Amphora pediculus*, maar de voorkeur van deze soort voor een bepaalde habitat is minder geprononceerd. De soort is goed vertegenwoordigd van de Duits-Franse Bovenrijn tot de Duitse Nederrijn en komt aan de uiteinden van de rivier sporadisch voor.
- ✓ *Melosira varians* is amper aanwezig in de Duits-Franse Bovenrijn en de Middenrijn. Vanaf de Duitse Nederrijn komt de soort in noemenswaardige hoeveelheden voor en in de Rijndelta is ze dominant.



Figuur 3: Gemiddelde abundantie van de vier meest differentiërende soorten in de inventarisaties op de verschillende Rijntrajecten

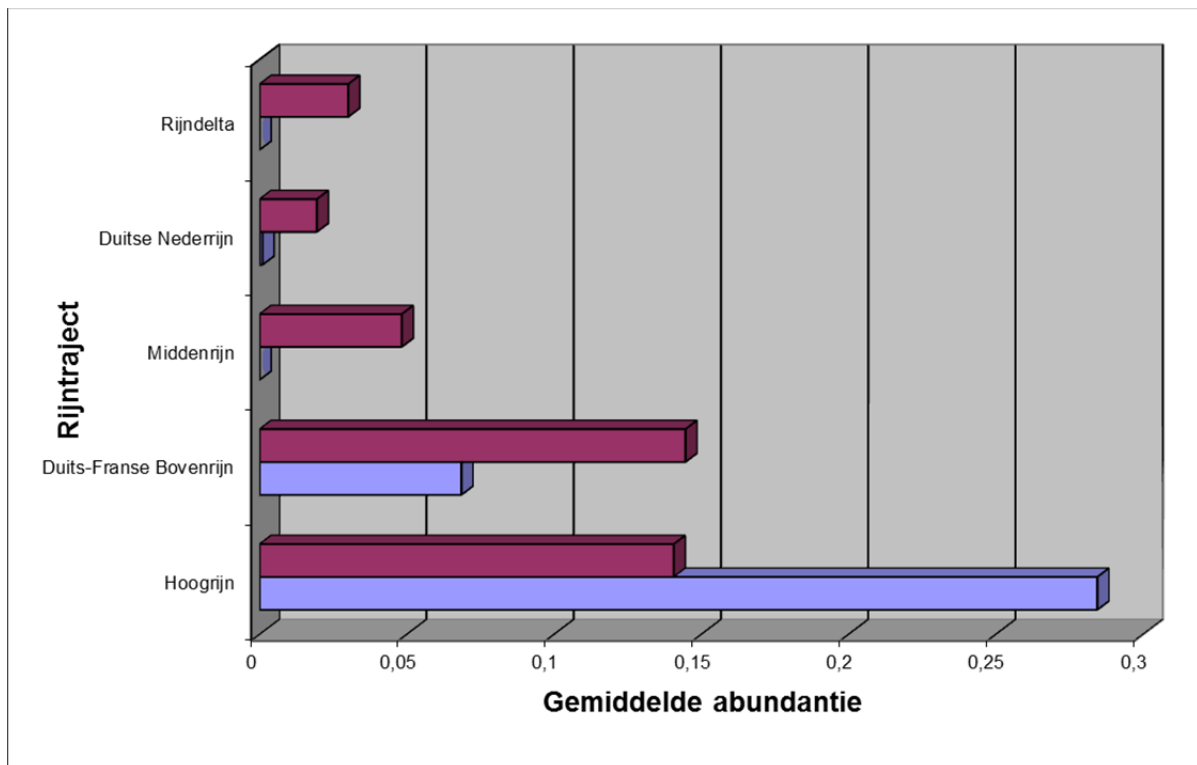


Figuur 4: Foto's van de vier meest differentiërende soorten op de verschillende Rijntrajecten (1-2: *Melosira varians* valvazijde (1) en pleurazijde (2); 3-4: *Achnanthydium pyrenaicum*; 5: *Nitzschia dissipata*; 6: *Amphora pediculus*; foto's D. Heudre)

De specifieke samenstelling en abundantie kan nauwkeuriger worden geanalyseerd door middel van een diepgaande beschouwing per Rijntraject.

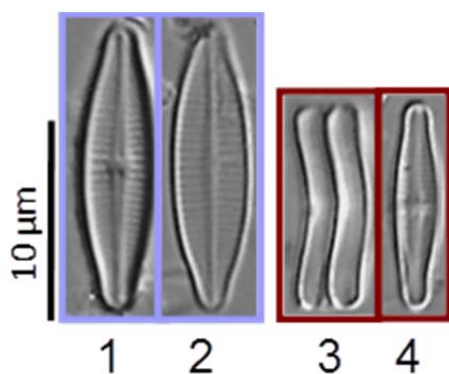
3.2. Soortensamenstelling in de Hoogrijn

Met een gemiddelde van veertig taxa per monster en een totaal van 107 geïdentificeerde soorten ligt de Hoogrijn in het middenveld van de soortensamenstelling in de Rijn. De twee meest karakteristieke soorten zijn *Achnanthydium pyrenaicum* en *Achnanthydium minutissimum*. Dit zijn soorten die gevoelig zijn voor vervuiling en tamelijk stromingsminnend, wat hen tot typische vertegenwoordigers van alpiene rivieren met een goede waterkwaliteit maakt.



■ *Achnanthydium pyrenaicum* (Hustedt) Kobayasi
 ■ *Achnanthydium minutissimum* (Kützing) Czarnecki

Figuur 5: Gemiddelde abundantie van *Achnanthydium pyrenaicum* en *Achnanthydium minutissimum* per Rijntraject



Figuur 6: Foto's van *Achnanthydium pyrenaicum* en *Achnanthydium minutissimum* (1-2: *Achnanthydium pyrenaicum*; 3-4: *Achnanthydium minutissimum*; foto's: D. Heudre)

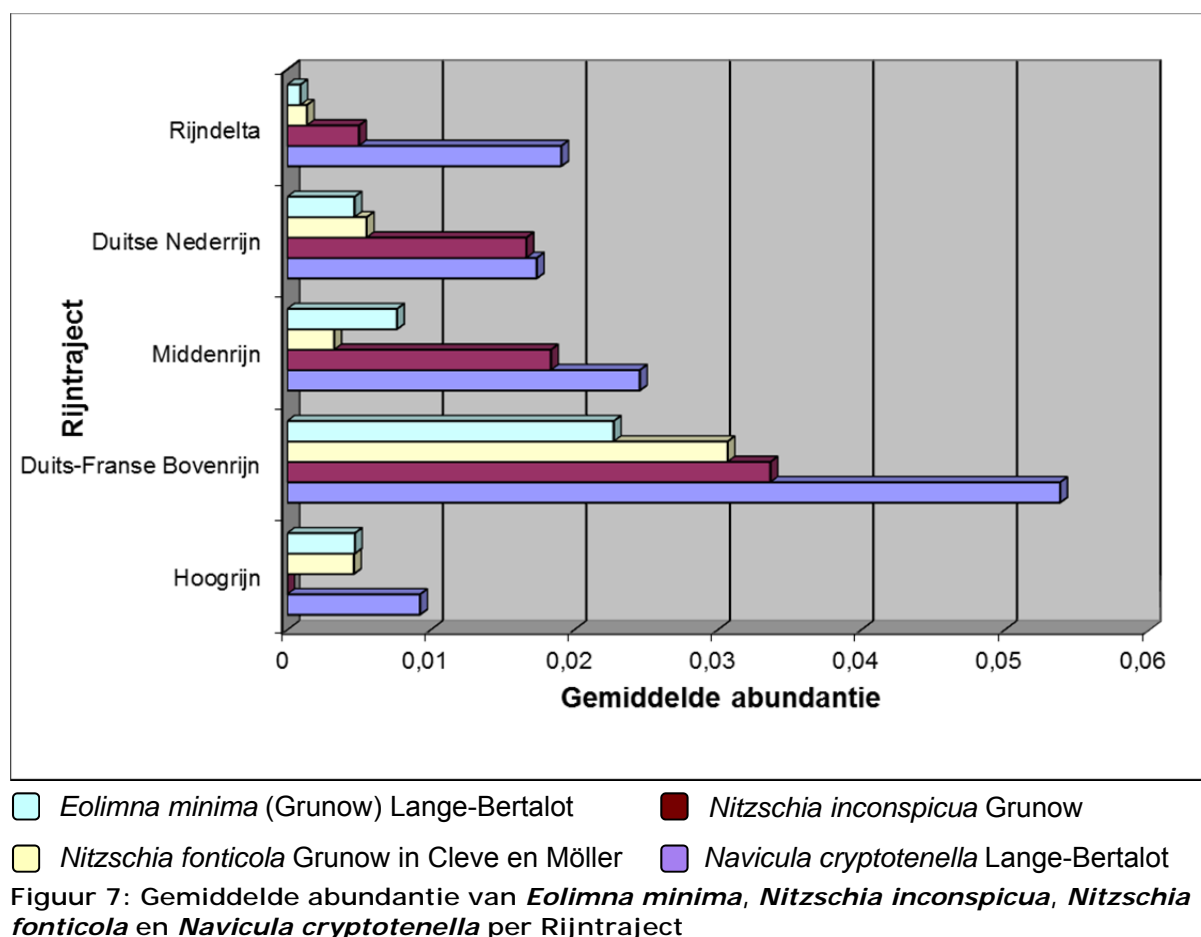
Tot de bijkomende, kenmerkende soorten van dit traject behoren *Diatoma ehrenbergii*, *Encyonema silesiacum* en *Encyonopsis microcephala*.

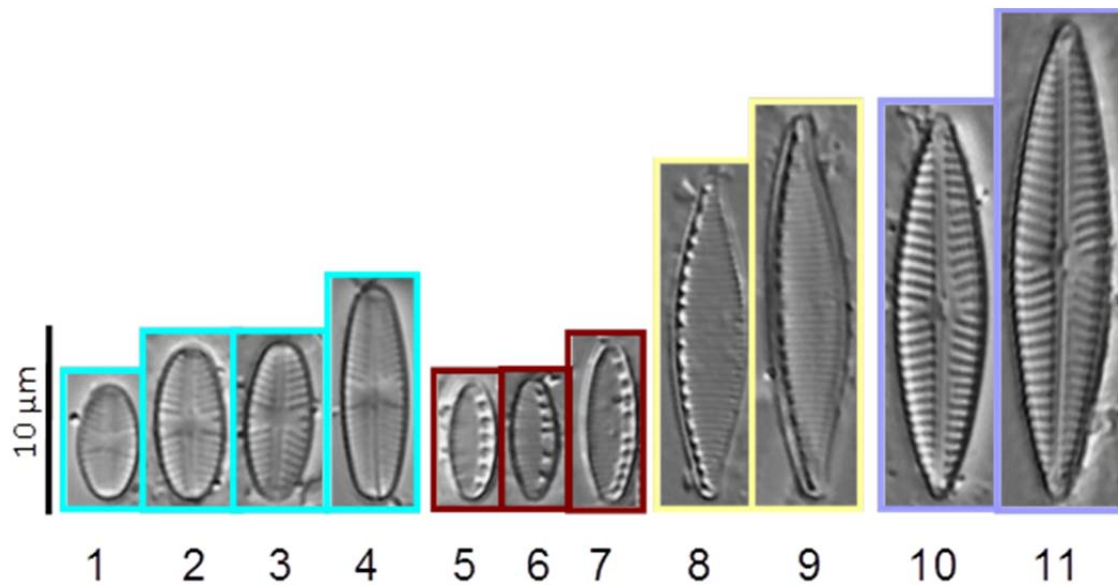
De aanwezigheid van *Diatoma moniliformis* is opmerkelijk, omdat dit taxon halofiel is. Daarbij dient wel te worden opgemerkt dat de soort alleen is aangetroffen in de Oostenrijkse inventarisatie van de Alpenrijn in Fußach. De bijzondere vondst kan samenhangen met het feit dat deze meetlocatie in de onmiddellijke nabijheid van het Bodenmeer ligt.

3.3. Soortensamenstelling in de Duits-Franse Bovenrijn

Met gemiddeld 47 taxa per monster neemt de Duits-Franse Bovenrijn met betrekking tot de diversiteit van de soortensamenstelling de tweede plaats in. Het totale aantal van 196 geïncventariseerde soorten maakt van de Duits-Franse Bovenrijn bovendien het traject waar verreweg de meeste taxa zijn aangetroffen. Dit houdt ongetwijfeld verband met de 23 meetlocaties op dit Rijntraject, die samen het dichtste monsternetwerk van het hele onderzoeksgebied vormen.

Hoewel *Amphora pediculus* en *Nitzschia dissipata* ssp. *dissipata* in het overgrote deel van de monsters in soms aanzienlijke abundanties zijn aangetroffen, zijn het toch niet de meest kenmerkende soorten van dit traject (zie figuur 3). Dat zijn namelijk eerder *Navicula cryptotenella*, *Nitzschia inconspicua*, *Nitzschia fonticola* en *Eolimna minima*. Echter, de lage gemiddelde abundantie van deze soorten (nooit meer dan 6%, zie onderstaande figuur 7) en het hieruit resulterende kleine verschil ten opzichte van de andere trajecten zijn geen tekenen van een robuuste representativiteit. Als gevolg van de grote taxonomische diversiteit en het grote aantal monsters kunnen er geen werkelijk karakteristieke soorten worden aangewezen voor de Duits-Franse Bovenrijn.





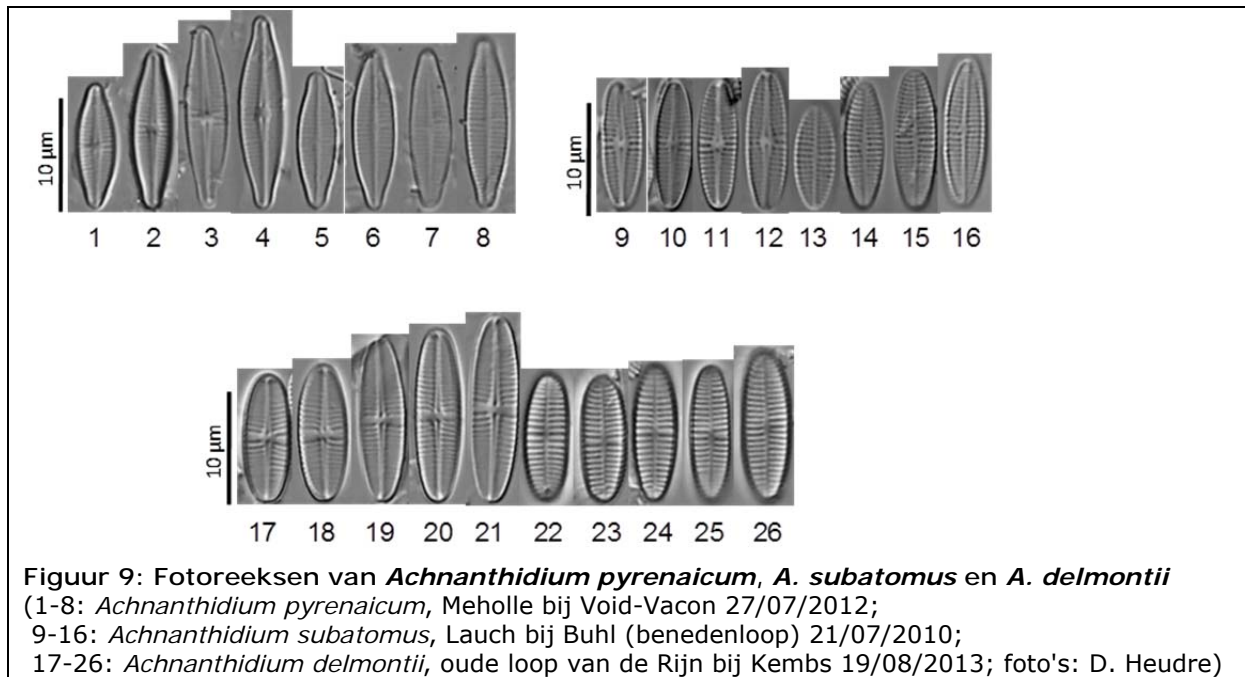
Figuur 8: Foto's van *Eolimna minima*, *Nitzschia inconspicua*, *Nitzschia fonticola* en *Navicula cryptotenella* (1-4: *Eolimna minima* sensu auct nonnull; 5-7: *Nitzschia inconspicua* sensu lato (hier *Nitzschia soratensis*); 8-9: *Nitzschia fonticola*; 10-11: *Navicula cryptotenella*; foto's: D. Heudre)

Achnanthydium delmontii Peres, Le Cohu en Barthes: een miskende soort?

Zoals blijkt uit paragraaf 3.1 en figuur 3 is *Achnanthydium pyrenaicum* op bepaalde locaties in de Duits-Franse Bovenrijn in grote abundanties aangetroffen, wat verbazingwekkend is gelet op zijn ecologische kenmerken. Dit taxon is waargenomen op de Duitse meetlocaties, terwijl op de tussenliggende Franse meetlocaties geen *A. pyrenaicum*, maar wel *Achnanthydium delmontii* is gevonden.

A. delmontii is een soort die morfologisch gezien dicht bij *A. pyrenaicum* staat, maar die volstrekt andere ecologische kenmerken heeft, waarin evenwel nog meer duidelijkheid moet worden gebracht. *A. delmontii* wordt voornamelijk aangetroffen in grote rivieren of kanalen, *A. pyrenaicum* daarentegen is een soort die gevoelig is voor vervuiling en tamelijk gebonden aan oligo- tot mesotrofe stromende wateren die rijk zijn aan carbonaten (Hofmann *et al.* 2011). De eerste detectie van *A. delmontii* in de Rijn gebeurde in 2009 op de meetlocaties in de oude loop van de Rijn bij Kembs en in de Rijn bij Lauterbourg-Karlsruhe. In 2011 werd ze als nieuwe soort beschreven (Pérès *et al.* 2012).

Het is goed mogelijk dat deze onlangs beschreven soort, die vermoedelijk nog niet erg bekend is bij taxonomen, op de Duitse locaties is geïdentificeerd als *A. pyrenaicum*. Op bepaalde locaties (bijv. Speyer, nr. 18) is ook *Achnanthydium subatomus* in lage abundanties gevonden: waarschijnlijk is hier sprake van hetzelfde probleem met de identificatie van *A. delmontii*, want *A. subatomus* is een taxon dat typisch is voor oligotrofe en oligosaprobe rivieren met een laag gehalte aan minerale stoffen en een kiezelhoudende ondergrond.

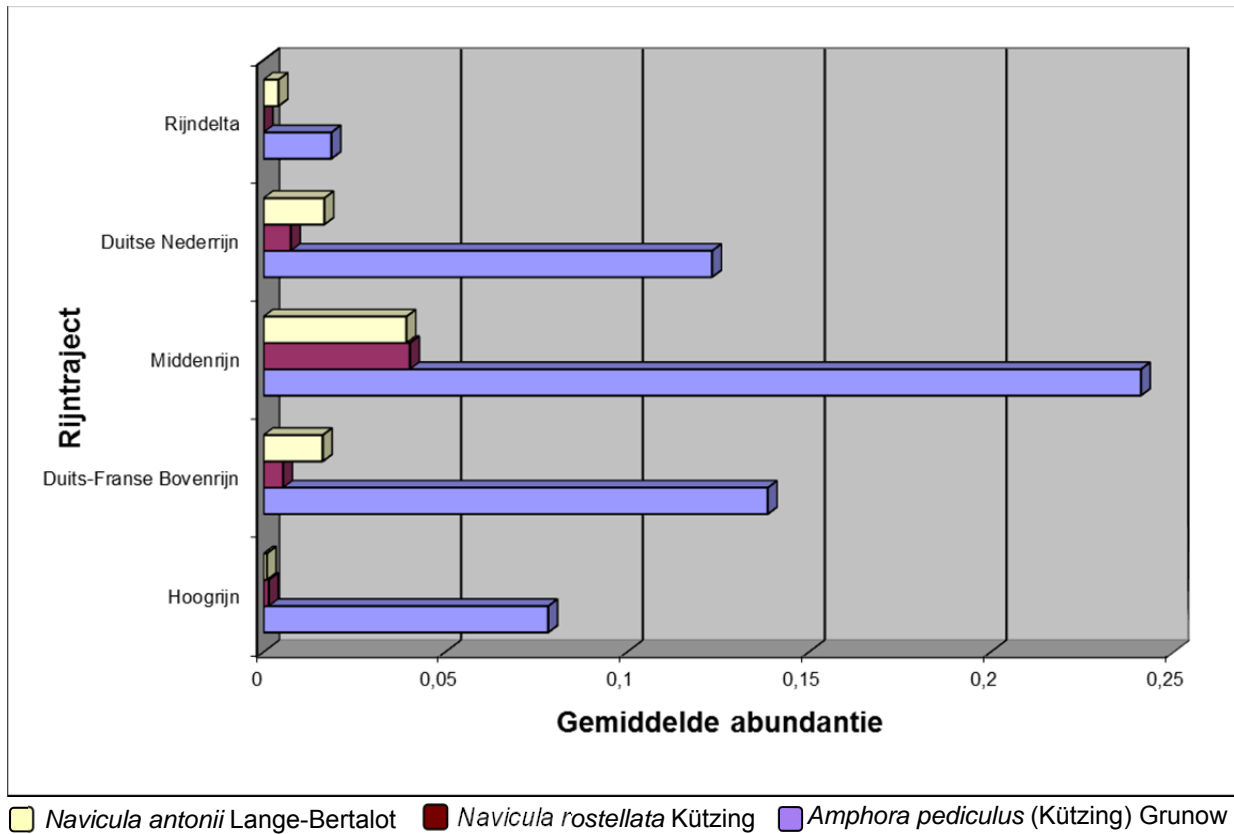


3.4. Soortensamenstelling in de Middenrijn

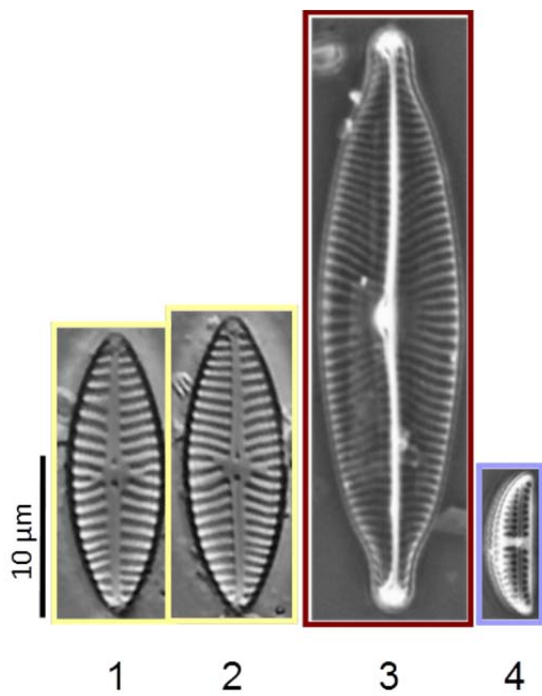
De Middenrijn vertoont een gemiddelde diversiteit van veertig taxa per monster. Met een totaal van 77 geïnventariseerde soorten is dit het meest homogene Rijntraject. Zoals eerder in figuur 3 is weergegeven, wordt de soortengemeenschap gedomineerd door *Amphora pediculus*, die in de Middenrijn haar hoogste abundanties bereikt in de monsters, en in mindere mate door *Nitzschia dissipata* ssp. *dissipata*.

De bijkomende soorten die een noemenswaardige abundantie bereiken, verschillen per monster. Als voorbeelden kunnen worden genoemd *Navicula rostellata* en *Navicula recens*, die elk in één enkel monster met een abundantie van ongeveer 15% voorkomen. De enige soorten die enigszins representatief lijken te zijn voor dit Rijntraject, zij het niet zeer uitgesproken, zijn *Navicula rostellata* en *Navicula antonii* (zie figuur 10).

Over het geheel genomen kan worden gesteld dat de soortengemeenschappen in de Middenrijn niet erg karakteristiek zijn en een coherente overgang lijken te vormen tussen de gemeenschappen in de Duits-Franse Bovenrijn en die in de Duitse Nederrijn.



Figuur 10: Gemiddelde abundantie van *Navicula antonii*, *Navicula rostellata* en *Amphora pediculus* per Rijntraject



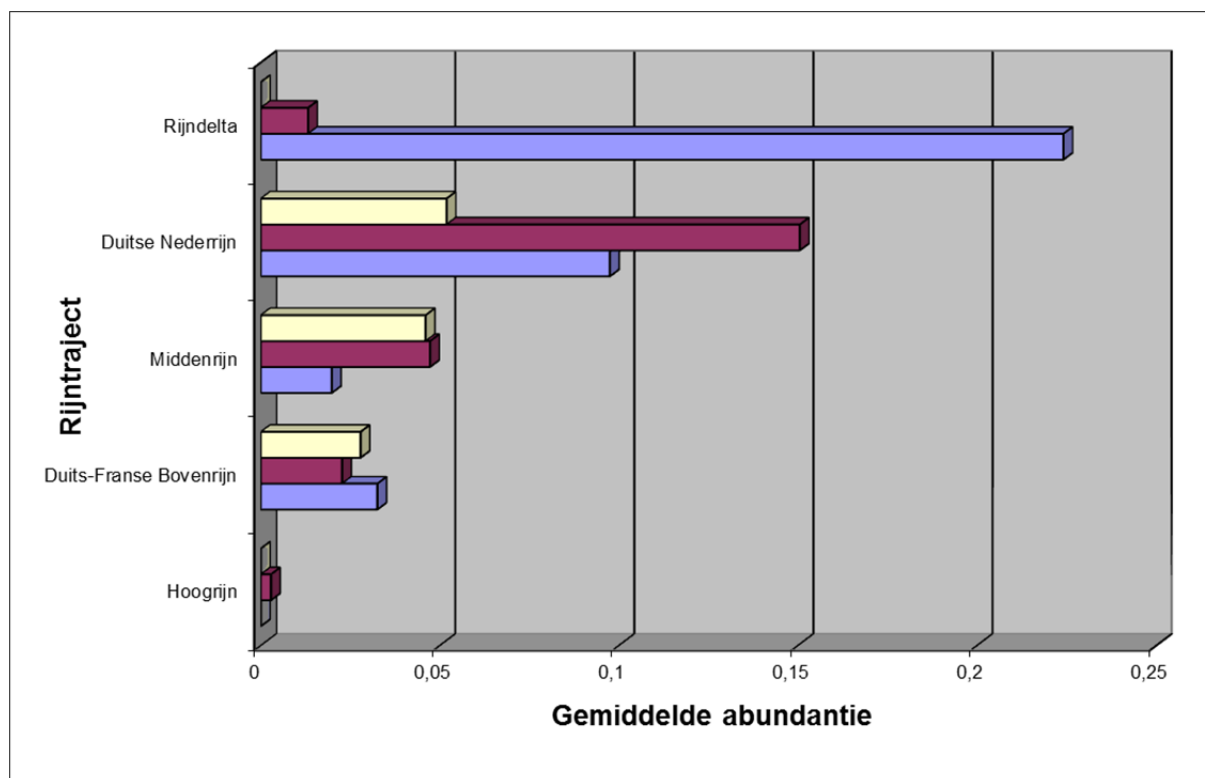
Figuur 11: Foto's van *Navicula antonii*, *Navicula rostellata* en *Amphora pediculus* (1-2: *Navicula antonii*; 3: *Navicula rostellata*; 4: *Amphora pediculus*; foto's: D. Heudre)

3.5. Soortensamenstelling in de Duitse Nederrijn

De monsters uit de Duitse Nederrijn vertonen met gemiddeld 58 taxa de grootste diversiteit. Zoals eerder al is aangegeven (zie paragraaf 3.1) kan dit deels worden verklaard door een grotere telinspanning op deze locaties tijdens de analyse. Echter, het is niet ongewoon om zeer diverse soortengemeenschappen aan te treffen in de benedenloop van grote rivieren. Het totale aantal geïnventariseerde soorten bedraagt 101, wat gemiddeld is.

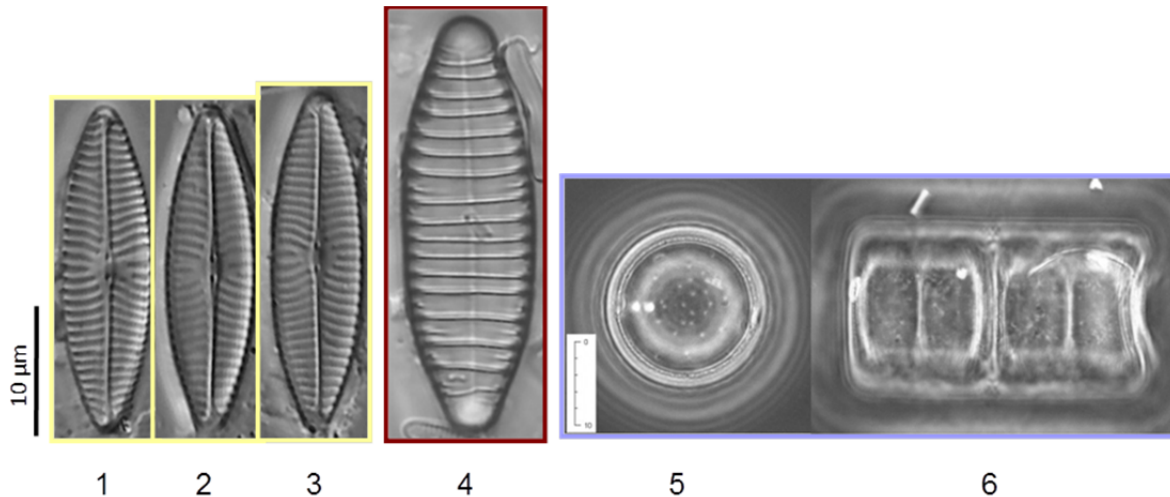
De gemeenschappen bestaan nog steeds voor een groot deel uit *Amphora pediculus* en in mindere mate uit *Nitzschia dissipata* ssp. *dissipata* (zie figuur 3).

De meest kenmerkende bijkomende soorten op dit traject zijn *Diatoma vulgare*, *Navicula recens* en tot slot *Melosira varians*, die in aanzienlijke hoeveelheden begint op te duiken in de monsters (zie figuur 12).



Navicula recens Lange-Bertalot
 Diatoma vulgare Bory
 Melosira varians Agardh

Figuur 12: Gemiddelde abundantie van *Navicula recens*, *Diatoma vulgare* en *Melosira varians* per Rijntraject



Figuur 13: Foto's van *Navicula recens*, *Diatoma vulgare* en *Melosira varians* (1-3: *Navicula recens*; 4: *Diatoma vulgare*; 5-6: *Melosira varians*; foto's: D. Heudre)

3.6. Soortensamenstelling in de Rijndelta

Met een gemiddelde van 35 taxa per monster en een totaal van 148 geïnventariseerde soorten is de Rijndelta vrij atypisch. Vergeleken met de andere trajecten zijn de soortengemeenschappen weinig divers, terwijl de taxonomische diversiteit de op één na grootste van de gehele Rijn is. Dit resulteert in soortengemeenschappen die per locatie uiterst verschillend zijn. Er worden bovendien ook veel soorten aangetroffen die alleen op dit traject voorkomen. Het bijzondere deltamilieau en het feit dat de monsters zijn genomen op helofyten kan de eigenaardigheid van de resultaten voor dit traject verklaren.

De soort die de gemeenschappen domineert, is *Melosira varians* (zie figuur 3), maar de meest representatieve taxa voor dit traject konden jammer genoeg niet specifiek worden gedetermineerd: dit is namelijk het enige traject waar slechts tot het geslacht gedetermineerde taxa van *Achnantheidium*, *Skeletonema* en *Staurosirella* zijn gevonden. Meer algemene, bijkomende soorten zijn *Navicula gregaria* en *Fragilaria vaucheriae*, die hier beter vertegenwoordigd zijn en regelmatig voorkomen dan in de rest van de Rijn.

4. Biologische eigenschappen

Bovenop de taxonomische beschrijving van de aanwezige soortengemeenschappen is er ook een analyse uitgevoerd van de biologische eigenschappen van de soorten, in een poging om meer zicht te geven op de ontwikkeling van de populaties in de loop van de Rijn en bijgevolg op de structurerende milieumomstandigheden.

Voor een betere leesbaarheid worden de meetlocaties in alle onderstaande figuren aangeduid met een numerieke code, die te vinden is in tabel 7. Voor meer informatie over deze locaties wordt er verwezen naar de tabel in bijlage A.

Tabel 7: Numerieke code van de meetlocaties in de Rijn

Traject	Identificatienummer	Meetlocatie	Rivierkilometer	Belangrijkste zijrivieren
Alpenrijn	1	Fußbach	<i>n.v.t.</i>	
Hoogrijn	2	Stein	25	{ Aare (rivierkilometer 102,5)
	3	Ellikon	64	
	4	Sisseln	120-126	
	5	Pratteln/Wyhlen	158	
	6	Kembs	<i>n.v.t.</i>	
Duits-Franse Bovenrijn	7	Neuenburg	199	{ Neckar (rivierkilometer 428)
	8	Breisach	220	
	9	Wyhl	245	
	10	Rhinau	261	
	11	Schwanau	272	
	12	Kehl	291	
	13	Gamsheim	309	
	14	Grauelsbaum	317	
	15	Steinmauern	345	
	16	Lauterbourg-Karlsruhe	350	
	17	Karlsruhe	361	
	18	Speyer	399	{ Main (rivierkilometer 496,5)
	19	Mannheim	435	
	20	Nordheim	451	
	21	Biblis	456	
	22	Veerboot Eich	461	
	23	Stockstadt	468	
	24	Leeheim	478	
	25	Ginsheim	491	
	Middenrijn	26	Wiesbaden	499
27		Eltville	509	
28		Heidenfahrt	516	{ Lahn (rivierkilometer 585,5), Moezel (rivierkilometer 592)
29		Bacharach	542	
Duitse Nederrijn	30	Lorchhausen	543	{ Sieg (rivierkilometer 659,5)
	31	Andernach	615	
	32	Hammerstein	618	— Ruhr (rivierkilometer 780) — Lippe (rivierkilometer 814,5)
	33	Niederkassel	665	
Duitse Nederrijn	34	Nierst	758	
	35	Walsum	794	
	36	Emmerik	855	

Traject	Identificatienummer	Meetlocatie	Rivierkilometer	Opmerkingen
Rijndelta	37	Waal	863	Rijn, hoofdstroom ¹
	38	Nederrijn	945,6	
	39	Hagestein	986	
	40	Twentekanalen	<i>n.v.t.</i>	Riviersysteem van de IJssel ²
	41	Vechtdelta Groot Salland	<i>n.v.t.</i>	
	42	IJssel	995,1	
	43	Randmeren-Zuid	<i>n.v.t.</i>	
	44	IJsselmeer	<i>n.v.t.</i>	
	45	Markermeer	<i>n.v.t.</i>	
	46	Noordzeekanaal	<i>n.v.t.</i>	³
47	Hollandsche IJssel	<i>n.v.t.</i>	⁴	

1: Hoofdstroom van de Rijn tussen Lobith en Rotterdam

2: Riviersysteem van de IJssel (de IJssel, zijn zijrivier de Vecht, het IJsselmeer en de randmeren)

3: Het Noordzeekanaal verbindt het Markermeer (een deel van het IJsselmeer) met de Noordzeekust.

4: De Hollandsche IJssel maakt geen deel uit van het riviersysteem van de IJssel, maar is een schakel in de verbinding tussen de Rijn (hoofdstroom: de Lek) en de Nieuwe Maas.

In de onderstaande figuren wordt het Rijnprofiel weergegeven van de bovenloop naar de benedenloop. Echter, dit profiel kan niet perfect zijn, omdat enkele meetlocaties niet aan de hoofdstroom liggen (bijvoorbeeld de locatie in de oude loop van de Rijn bij Kembs). Dit neemt niet weg dat er een interessant beeld ontstaat van de ontwikkeling van de gemeenschappen in de loop van de rivier tot de Duitse Nederrijn. De grenzen aan deze weergave worden duidelijk vanaf locatie 37: de locaties in de Rijndelta liggen verspreid over verschillende riviertakken en worden in het onderhavige rapport weergegeven in de volgorde waarin de Nederlandse gegevens zijn ingediend, wat betekent dat hier de opeenvolging bovenloop-benedenloop niet meer van toepassing is.

Verschillende auteurs hebben biologische eigenschappen gebruikt om de auto-ecologische karakteristieken van diatomeeën samen te vatten. Door middel van deze eigenschappen worden de voorkeuren van soorten gekwantificeerd: hetzij wat betreft de fysisch-chemische kenmerken van het milieu, zoals het trofie- of saprobieniveau, de pH-waarde, de zuurstofomstandigheden (zie bijvoorbeeld Van Dam, 1994 of Hofmann, 1994), hetzij wat betreft de levenswijze van diatomeeën, waarbij onderscheid kan worden gemaakt tussen kolonievormende soorten, pioniersoorten, reofiele soorten, ... (Rimet, 2012).

Er zijn tal van eigenschappen getest, die door verschillende auteurs zijn beschreven, maar slechts een klein aantal liet significante trends zien voor de Rijn. Dit zwakke resultaat is voornamelijk te wijten aan het feit dat de meeste naslagwerken verre van recent zijn: de taxonomie van diatomeeën is bijzonder dynamisch, waardoor veel thans bekende taxa niet bestonden ten tijde van de karakterisering, wat betekent dat er voor hen nog geen gecodeerde biologische eigenschappen zijn afgeleid. Als gevolg hiervan kan de categorie "niet aangegeven" grote proporties aannemen, wat een eventuele interpretatie jammer genoeg weinig robuust maakt.

Vastgestelde grenzen aan de toepassing van biologische eigenschappen:

* Locatie 6 (oude loop van de Rijn in Kembs) laat stelselmatig een piek zien in de categorie "niet aangegeven" als gevolg van de overvloedige aanwezigheid (abundantie >25%) van *Achnanthes delmontii*, een soort die pas onlangs is beschreven en waarvoor dus geen biologische eigenschappen zijn vastgesteld.

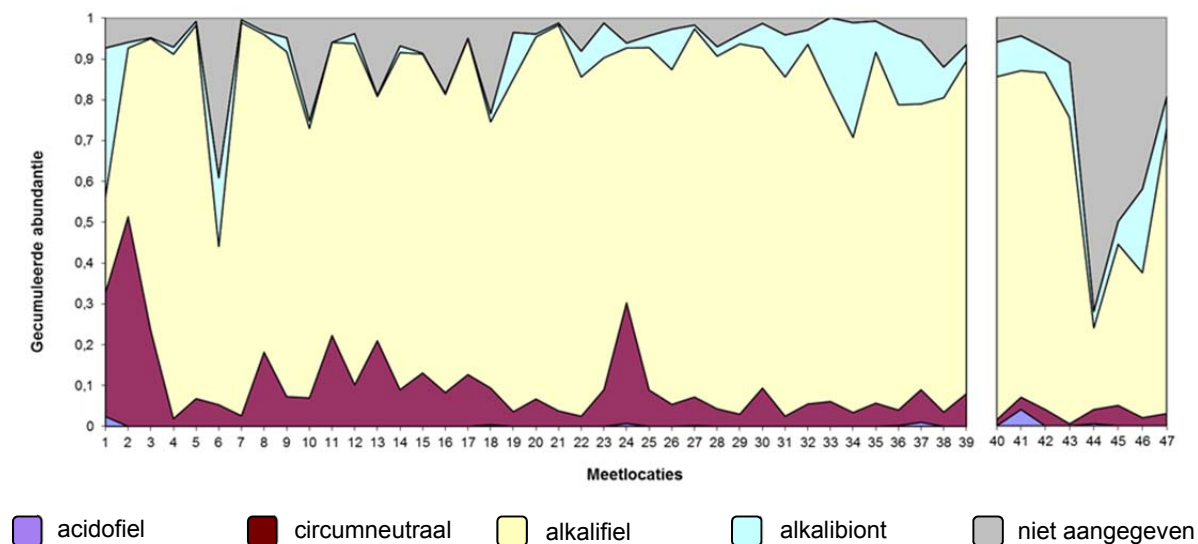
* Ook op de locaties 44 tot 46 is er in de meeste figuren sprake van een zichtbare piek in de categorie "niet aangegeven". Dit houdt deels verband met de aanwezigheid van soorten die zelden voorkomen in zoet water en waarover de auteurs niet genoeg informatie hadden om een gevoeligheid te kunnen bepalen. Ook zijn er op deze locaties soms grote abundanties van taxa op generiek niveau gedetermineerd, terwijl de auteurs slechts sporadisch ecologische informatie hadden over dit niveau.

Ongeacht het voorgaande leveren de verschillende geteste eigenschappen enkele interessante resultaten op, die navolgend worden beschreven.

4.1. Milieuvariabelen (Van Dam *et al.* 1994)

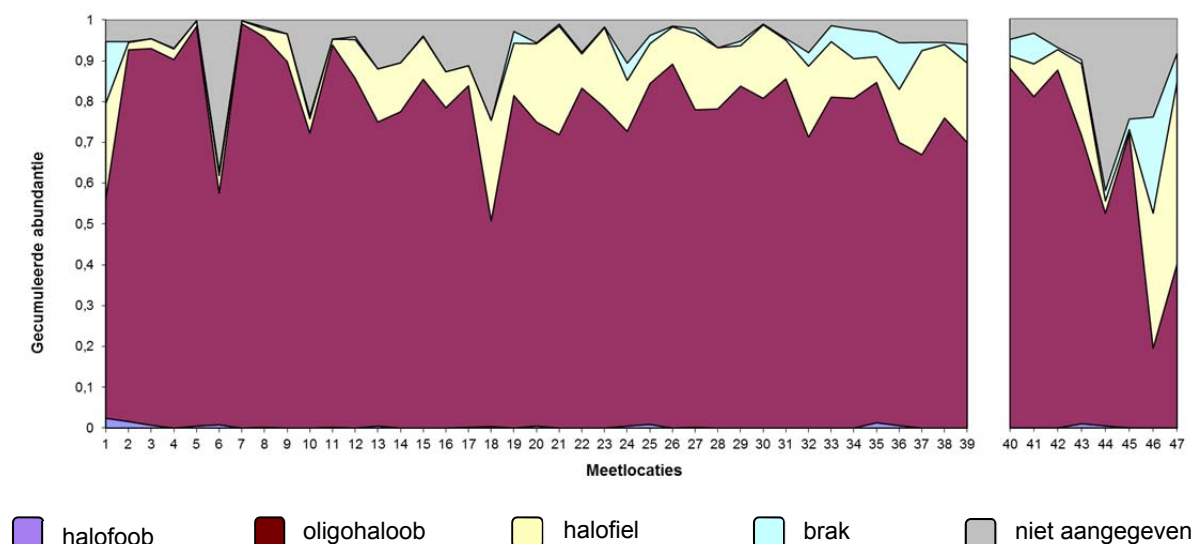
Deze publicatie uit 1994 bevat de eerste omvangrijke Nederlandse lijst van diatomeeën in zoet en zwak brak water. Ze omvat 948 taxa, die behoren tot 776 soorten, verdeeld over 56 geslachten. De geslachten *Navicula* (destijds *sensu lato*) en *Nitzschia* komen het vaakst voor. Per taxon wordt er een waarde voorgesteld voor de ecologische indicatoren pH, zoutgehalte, stikstofopname, zuurstofbehoefte, vochtbehoefte, trofie en saprobie. Deze al oudere publicatie moet met beleid worden gebruikt, omdat de bijzondere milieuomstandigheden in Nederland een enigszins vertekend beeld kunnen opleveren van de situatie in de andere landen. Toch blijft deze publicatie, die tot de volledigste van haar soort behoort, een van de meest gebruikte referentiewerken. Ze biedt daarenboven in tegenstelling tot andere classificaties het voordeel dat er milieus in worden bekeken die vergelijkbaar zijn met de milieus die in het onderhavige onderzoek worden behandeld (Van Dam, 1994).

Figuur 14 laat zien dat de soortengemeenschappen worden gedomineerd door alkalifiele soorten, waarbij de alkalibionte soorten vanaf de helft van de Rijn en verder stroomafwaarts een licht stijgende tendens vertonen. Er is ook sprake van een vrij constante basis van circumneutrale taxa, met een ietwat grotere abundantie op het eerste derde deel van het profiel en twee opmerkelijke pieken: locatie 2 Hemishofen (zeer ver bovenstrooms gelegen locatie waar het Rijnwater vermoedelijk nog niet zo veel minerale stoffen bevat) en in mindere mate locatie 24 Leeheim (hier bestaat bijna 20% van de gemeenschap uit *Nitzschia palea* var. *palea*, een taxon dat tolerant is voor vervuiling en is geclassificeerd als circumneutraal, hoewel het wellicht eerder indifferent is, aangezien het veeleer is gebonden aan organische vervuiling dan aan andere factoren). Acidofiele taxa komen slechts sporadisch voor.



Figuur 14: Gecumuleerde abundantie van soorten naargelang van hun pH-gevoeligheid (Van Dam 1994)

Figuur 15 laat zien dat de soortengemeenschappen in de Rijn over het geheel genomen grotendeels bestaan uit oligohalobe taxa. Echter, vanaf Kehl (locatie 12 in de Duits-Franse Bovenrijn) is er sprake van een noemenswaardige en aanhoudende aanwezigheid van halofiele soorten (soorten die vooral voorkomen in wateren met een verhoogd zoutgehalte en elektrisch geleidingsvermogen), die stabiel blijft op ongeveer 10%. In dezelfde lijn ligt dat brakwatertaxa pas merkbaar aanwezig zijn vanaf Niederkassel (locatie 33, eerste meetlocatie in de Duitse Nederrijn). Dit lijkt volledig te stroken met de progressieve toename van het gehalte aan opgeloste zouten in de loop van een grote rivier.

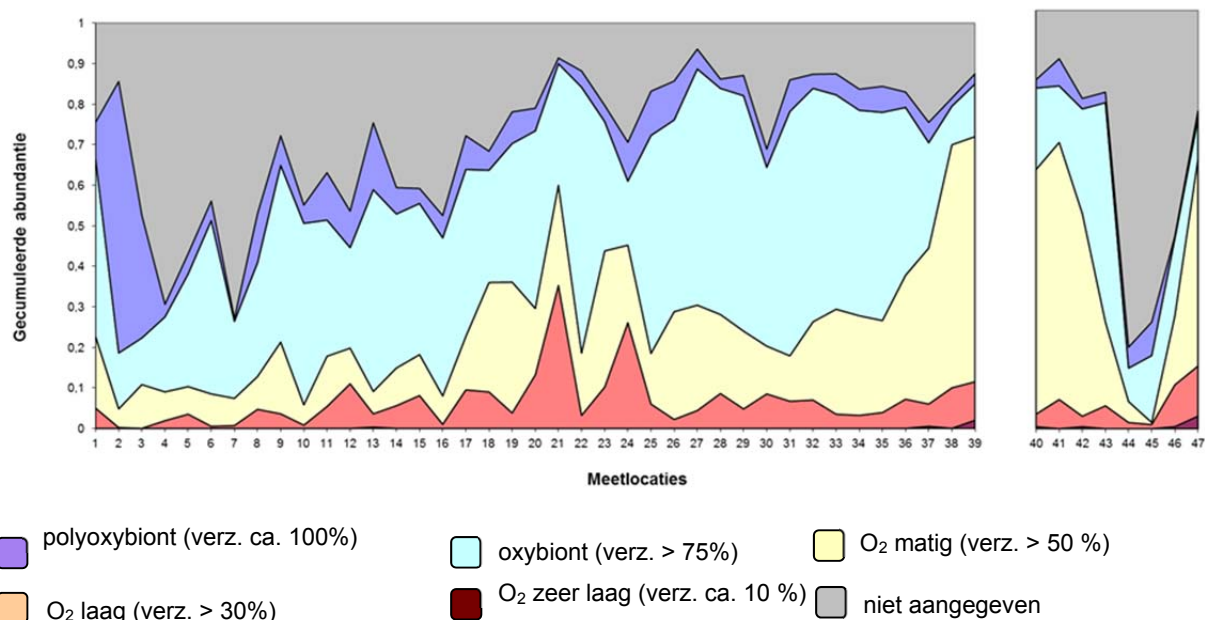


Figuur 15: Gecumuleerde abundantie van soorten naargelang van hun zoutgevoeligheid (Van Dam 1994)

Figuur 16, waarin de klassenverdeling voor de zuurstofgevoeligheid wordt weergegeven, geeft in het eerste derde van de Rijn geen uitsluitsel, omdat er voor een groot deel van de soorten geen informatie beschikbaar is over deze eigenschap. Echter, het middendeel dat gaat van Mannheim (locatie 19, "centraal" gelegen in de Duits-Franse Bovenrijn) tot Emmerik (locatie 36, laatste meetlocatie in de Duitse Nederrijn) wordt gedomineerd door

oxybinte taxa en in mindere mate door taxa die een matige zuurstofverzadiging indiceren (50 à 75%). Dit wijst op een goede zuurstofvoorziening van het milieu, zeker voor een rivier van deze omvang. Verder benedenstrooms, in de Rijndelta, is er een duidelijke toename van taxa met een matige zuurstofbehoefte, wat logisch is aangezien het milieu hier ook stilstaande wateren omvat.

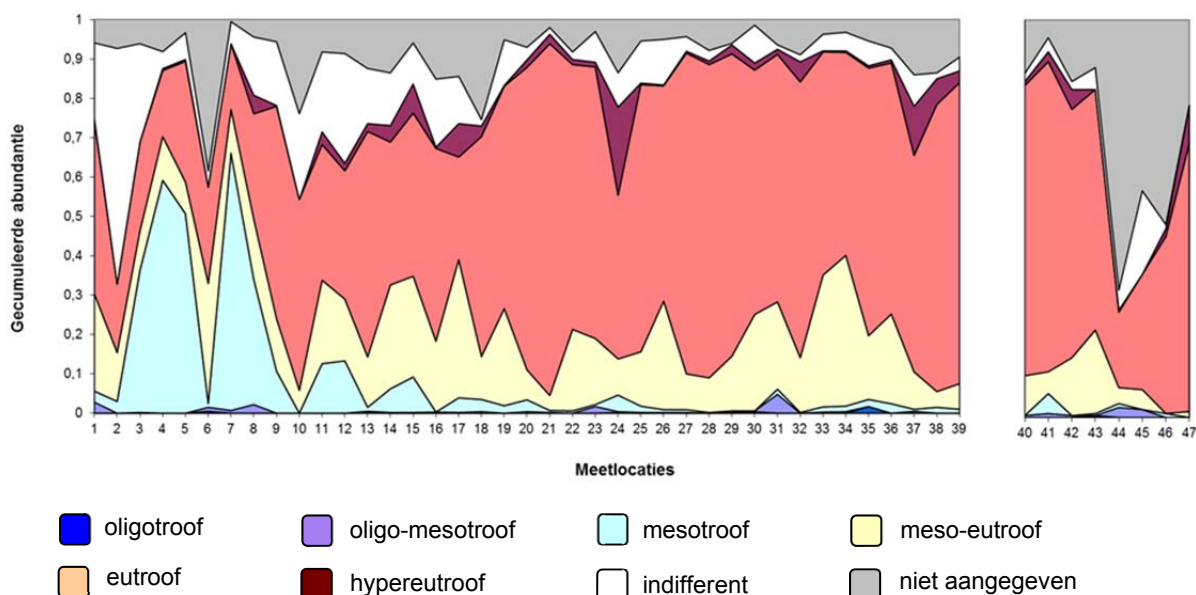
Er zijn twee pieken met een lagere zuurstofverzadiging: Biblis (locatie 21) en Leeheim (locatie 24). Dit houdt verband met een grote abundantie (27%) van *Eolimna minima* in de inventarisatie in Biblis en, iets minder geprononceerd, van *Nitzschia palea* var. *palea* (19%) in Leeheim. Deze taxa zijn tolerant voor vervuiling en fungeren als indicator voor kwalitatief slechtere en dus zuurstofarmere milieus. In figuur 18 verderop in de tekst, waarin de saprobieklassen worden weergegeven, is de stijgende abundantie van α -meso-/polysaprobe klassen in Biblis en polysaprobe klassen in Leeheim gerelateerd aan de aanwezigheid van dezelfde taxa. Bovendien zijn er ook onder de begeleidende soorten nog indicatortaxa te vinden voor milieus met een lagere zuurstofverzadiging, wat de twee pieken verklaart. Bij gebrek aan informatie over de milieumomstandigheden op deze twee locaties kan er niet met zekerheid worden geconcludeerd dat het voorkomen van deze taxa wijst op een verslechtering van het milieu of dat het gaat om artefacten in de bemonstering.



Figuur 16: Gecumuleerde abundantie van soorten naargelang van hun zuurstofgevoeligheid (Van Dam 1994), verz.: zuurstofverzadiging

Wat de trofie betreft (gelijk te stellen aan het nutriëntengehalte van het milieu) vertonen de Hoogrijn en de eerste locaties in de Duits-Franse Bovenrijn voornamelijk mesotrofe kenmerken. Naast de situatie op locatie 6 (Kembs aan de oude loop van de Rijn), waar meer dan 40% van de taxa tot de categorie "niet aangegeven" behoort (zie paragraaf 4.1), laat de onderstaande figuur 17 nog een anomalie zien, te weten het grote aandeel "indifferente" taxa op locatie 2 (Hemishofen). Dit kan worden toegeschreven aan een abundantie van nagenoeg 50% van *Achnanthydium minutissimum*. Dit taxon is geclassificeerd als indifferent, omdat er ten tijde van de publicatie van Van Dam onder dit taxon sensu latissimo een heel complex van soorten met uiteenlopende ecologische eigenschappen werd samengevat. Op deze locatie, die direct benedenstrooms van het Bodensee is gelegen, kan er geen uitspraak worden gedaan over de eigenschappen van *A. minutissimum* sensu stricto (oligo-mesotroof tot mesotroof) dan wel sensu lato. De subdominante soorten tonen eerder een tendens tot eutrofiëring, één belangrijke uitzondering daargelaten, namelijk *Encyonema minuta*.

Hoe verder stroomafwaarts, hoe eutrofer de Rijn, wat gepaard gaat met een toename van de abundantie van meso-eutrofe en eutrofe taxa, om vanaf Biblis (locatie 21) uit te lopen op een duidelijke dominantie van eutrofe soorten.



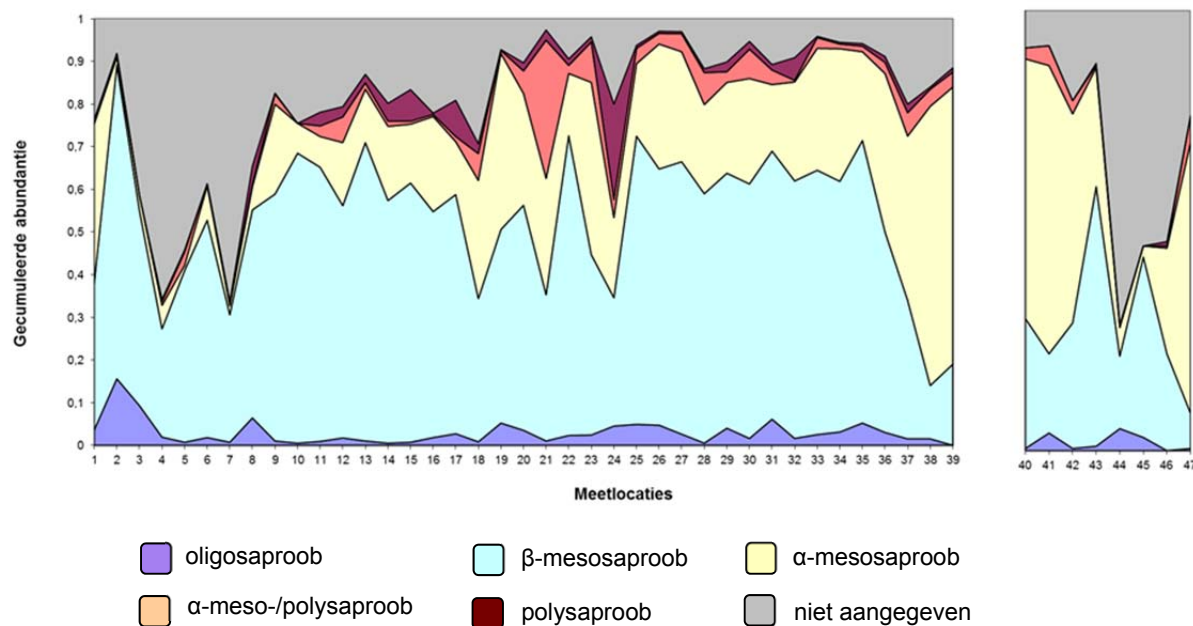
Figuur 17: Gecumuleerde abundantie van soorten naargelang van hun trofiegevoeligheid (Van Dam 1994)

Tot slot wordt de saprobie bekeken (gelijk te stellen aan het gehalte van organisch afbreekbaar materiaal in het milieu). Figuur 18 laat zien dat de Rijn vrijwel over zijn gehele lengte min of meer wordt gedomineerd door β -mesosaprobe taxa, wat wijst op een eerder kleine invloed van organisch afbreekbaar materiaal. Het belang van α -mesosaprobe taxa neemt progressief toe. Vanaf het einde van de Duits-Franse Bovenrijn in de buurt van Ginsheim (locatie 25) en in de Duitse Nederrijn neemt hun aanwezigheid duidelijke vormen aan. In de meerderheid zijn deze taxa echter pas in de Rijndelta, wat normaal is gelet op de eigenschappen van het hier typisch voorkomende, stilstaande milieu met grote rietkragen en andere moerassige vegetaties.

Het voorgaande neemt niet weg dat er vanaf Speyer (locatie 18) een traject aanbreekt dat sterker is beïnvloed en twee pieken vertoont, te weten Biblis (locatie 21) en Leeheim (locatie 24) (zie eerdere paragraaf over zuurstofverzadiging). De populaties op dit traject worden gedomineerd door *Amphora pediculus*, een taxon dat is geclassificeerd als zijnde β -mesosaprobe, maar dat in werkelijkheid eerder eurytoop en ubiquitair is. De abundantie van de taxa in deze zone die redelijk tolerant zijn voor vervuiling, zoals

Eolimna minima of *Nitzschia inconspicua*, is aanzienlijk. Dit zou getuigen van een significante toename van de organische belasting op dit traject - die te wijten zou kunnen zijn aan de steden Ludwigshafen en Mannheim of aan de monding van de Neckar - ware het niet dat het milieu zich vanaf Ginsheim (locatie 25) lijkt te herstellen.

Het profiel is niet erg robuust voor de Hoogrijn, omdat de categorie "niet aangegeven" daar een abundantie van bijna 60% kan bereiken. Echter, aangezien de niet-gekaracteriseerde soorten gevoelig zijn voor vervuiling, zoals is uitgelegd in paragraaf 3.2, is er geen reden om de goede kwaliteit van dit traject op grond van de saprobie in twijfel te trekken.



Figuur 18: Gecumuleerde abundantie van soorten naargelang van hun saprobiegevoeligheid (Van Dam 1994)

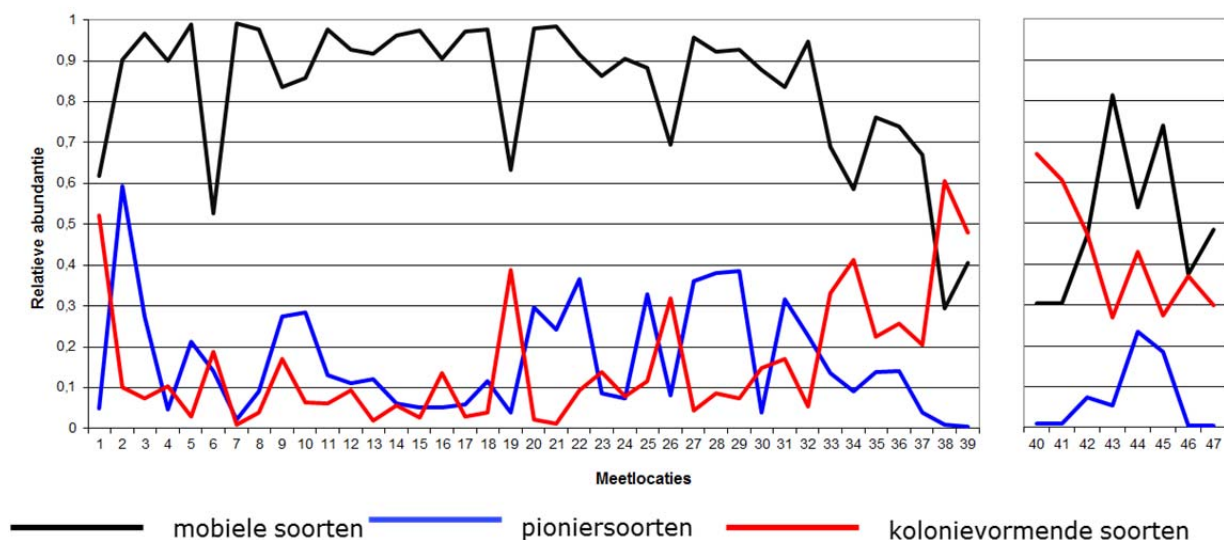
4.2. Ecologische gilden & levenswijzen (Rimet *et al.*, 2012)

De meeste op diatomeeën gebaseerde, biotische indices zijn opgebouwd rond de gevoeligheid van soorten voor vervuiling. Recent onderzoek toont echter het belang aan van aanvullende maatlatten voor de bioindicatie, namelijk: levensvormen, celgroottes en ecologische gilden. Jammer genoeg is de informatie over de indeling van taxa bij deze verschillende maatlatten vaak alleen versnipperd aanwezig in talloze artikelen en geschriften. Bovendien verwijzen de studies waarin dergelijke maatlatten worden gebruikt dikwijls naar grijze literatuur en niet-gepubliceerde lijsten. Het doel van het hier beschreven artikel was het beschikbaar maken van een lange lijst van vaak voorkomende taxa in Europese rivieren inclusief hun indeling bij de verschillende maatlatten. Er zijn 1.115 taxa gesystematiseerd in een Excel-bestand. Het is duidelijk dat de taxonomie leidend is geweest bij indeling van taxa bij de maatlatten (Rimet *et al.*, 2012).

In figuur 19 is de abundantie van taxa weergegeven met betrekking tot de biologische eigenschappen van mobiele, kolonievormende en pioniersoorten. Tussen de mobiele en de kolonievormende soorten bestaat er een duidelijke omgekeerde correlatie. De populaties in de Rijn worden over het geheel genomen gedomineerd door mobiele taxa, die afnemen zodra de kolonievormende soorten toenemen in abundantie: dit is kenmerkend voor de meetlocaties in veeleer lentische zones, waarvan de Rijndelta een schoolvoorbeeld is. De enige uitzondering is de meetlocatie in de oude loop van de Rijn bij Kembs (nummer 6), waar de plotselinge daling van de mobiele taxa te wijten is aan e

aanwezigheid van *Achnanthydium delmontii*, een onlangs beschreven taxon waarmee nog geen rekening is gehouden in de publicatie.

Pioniersoorten behoren tot de eerste die uitgezet substraat koloniseren, dankzij adaptaties zoals het vermogen om zich vast te zetten op substraat dat vrij is van biofilm of een snelle voortplanting. Dit maakt hen ook kenmerkend voor milieus waar aangroei aan veel schurende krachten onderhevig is. Hun abundantie bereikt een piek in de Hoogrijn en in het middengedeelte van de Rijn tussen Nordheim (meetlocatie 20) en Andernach (meetlocatie 31) om daarna geleidelijk af te nemen. De eerste piek van 59% op de meetlocatie Hemishofen houdt verband met de grote aanwezigheid van *Achnanthydium minutissimum*, een pioniersoort in stromende wateren waar substraat is blootgesteld aan bewegend bodemmateriaal en aangroei veelal wordt weggespoeld. De hoge abundantie in het tweede gebied, dat zich halverwege de rivier bevindt, kan worden toegeschreven aan grote aantallen *Amphora pediculus*, een pioniersoort in milieus die te maken hebben met sterke begrazing (door bijv. slakken of vissen).

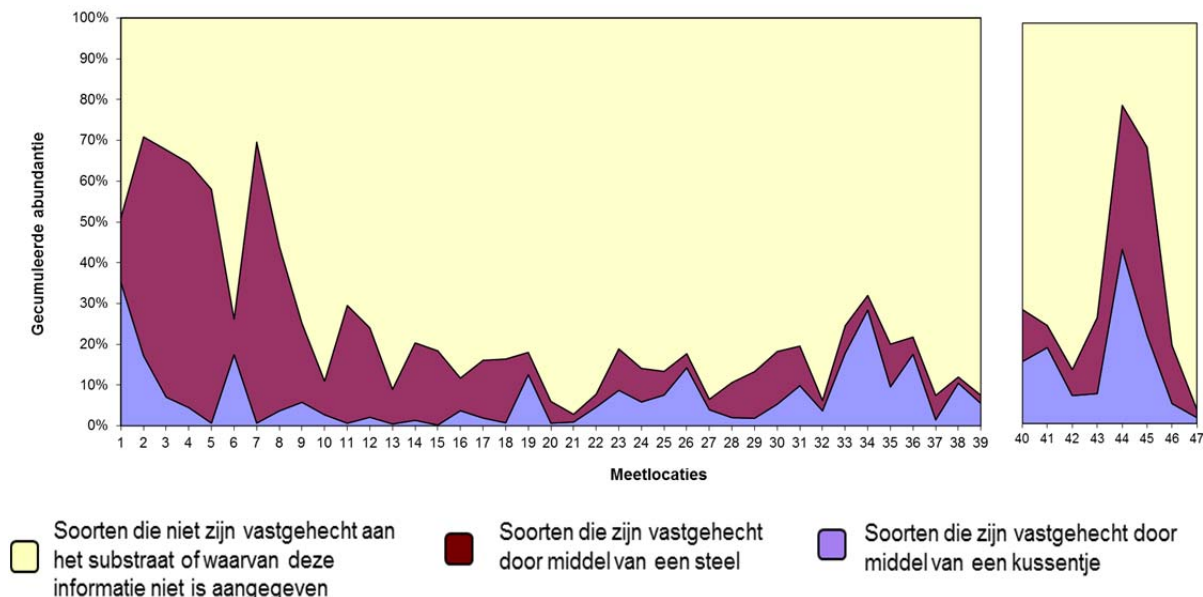


Figuur 19: Relatieve abundantie van mobiele soorten, kolonievormende soorten en pioniersoorten (Rimet 2012)

In figuur 20 is de gecumuleerde abundantie van taxa weergegeven naargelang van hun aangehechte of niet-aangehechte karakter en de wijze van aanhechting aan het substraat. In de Hoogrijn en het begin van de Duits-Franse Bovenrijn is er sprake van een piek in soorten met geleistelen, wat te maken heeft met de sterke aanwezigheid van *Achnanthydium minutissimum* en *A. pyrenaicum*, soorten die zijn aangepast aan stromende wateren. De scherpe daling in Kembs (meetlocatie 6) kan wederom worden geweten aan *Achnanthydium delmontii*, een onlangs beschreven soort waarvan de ecologie nog moet worden gepreciseerd.

De figuur toont voor de eerste twee locaties en ook in de benedenloop van de Rijn, met name in de Rijndelta, een hoge abundantie van soorten die zijn vastgehecht door middel van kussentjes. In beide gebieden kan dit worden verklaard door het voorkomen van soorten van het geslacht *Fragilaria* sensu lato die zijn aangepast aan lentiche zones (d.w.z. *Fragilaria* sensu stricto, *Staurosira*, *Pseudostaurosira*, enz.). Daarbij is in de bovenloop de invloed van het Bodenmeer bepalend en in de benedenloop de geleidelijke vertraging van de stroomsnelheid van de Rijn, de invloed van kunstwerken zoals stuwen, en het typisch lentiche milieu in de Rijndelta. Op de meetlocaties IJsselmeer (nummer 44) en Markermeer (nummer 45) is er ook een toename in de abundantie van gesteelde vormen zichtbaar, wat te maken heeft met de grote aanwezigheid van *Achnanthydium* sp. en *Achnanthydium* uit de *minutissimum*-groep. Omdat de meeste soorten van het geslacht *Achnanthydium* zijn vastgehecht door middel van een steel heeft de auteur dezes

besloten om hun deze eigenschap toe te kennen. Echter, gelet op het feit dat er enkele uitzonderingen bestaan, zoals *Achnanthydium catenatum* (Bily & Marvan) Lange-Bertalot, een planktonsoort, heeft de auteur er eerder in het document voor gekozen om deze eigenschap niet toe te kennen aan *Achnanthydium delmontii*, waarvan de ecologie en de levenswijze tot dusver amper bekend zijn.



Figuur 20: Gecumuleerde abundantie van soorten naargelang van hun aanhechting aan het substraat (Rimet 2012)

Tot slot worden de soorten in deze publicatie afhankelijk van hun levenswijze onderverdeeld in vier grote ecologische gilden:

- ✓ Het "Low profile"-gilde verenigt lage soorten bestaande uit plat aangehechte en staande kiezelwieren. Een dergelijke groep omvat voornamelijk taxa die bestand zijn tegen fysieke verstoringen (turbulenties) en gewoonlijk niet tolerant zijn voor vermessing. Als voorbeeld wordt *Achnanthydium minutissimum* genoemd.
- ✓ Het "High profile"-gilde bestaat uit grote soorten of soorten die neigen tot kolonievorming. Deze groep is niet bestand tegen turbulentie en geeft de voorkeur aan traag stromende wateren. Ze profiteert van toenemende nutriëntconcentraties in het milieu.
- ✓ Het "mobiele" gilde wordt gevormd door taxa die zich snel kunnen voortbewegen (bijv. de geslachten *Navicula* en *Nitzschia*) en zijn aangepast aan turbulente milieus en hoge nutriëntconcentraties.
- ✓ Het "plankton"-gilde is samengesteld uit taxa die hoofdzakelijk planktonisch leven.

Deze classificatie is problematisch voor bepaalde, ietwat complexe soorten. Denk bijvoorbeeld aan *Amphora pediculus*, die is geclassificeerd als zijnde "Low profile", aangezien het een lage soort is, maar die ook pioniereigenschappen vertoont in eutroof milieu en resistent is tegen begrazing. De *Eunotia*'s verdienen als "High profile"-groep nader onderzoek. Immers, dit geslacht omvat weliswaar veel grote soorten die ketens vormen, maar het is redelijk gebonden aan neutrale tot zure, oligotrofe en oligosaprobe wateren. Daarnaast bestaan er ook kleine, lage soorten, zoals *Eunotia exigua*.

Hoewel de classificatie dus niet vrij is van fouten biedt ze toch een interessante visie op de opeenvolging van structurele diatomeepopulaties in de loop van een rivier. Deze opeenvolging is weergegeven in de onderstaande figuur 21. Opnieuw vormt de meetlocatie Fußach met een soortensamenstelling die eerder typisch is voor traag

stromende wateren een anomalie in de Alpenrijn. De bovenloop van de Rijn wordt gedomineerd door "Low profile"-soorten met een maximum van 82% in Wyhlen (meetlocatie 5), wat dit energierijke, snel stromende en turbulente traject goed karakteriseert. Om de reeds genoemde redenen vormt de oude loop van de Rijn bij Kembs ook hier weer een uitzondering.

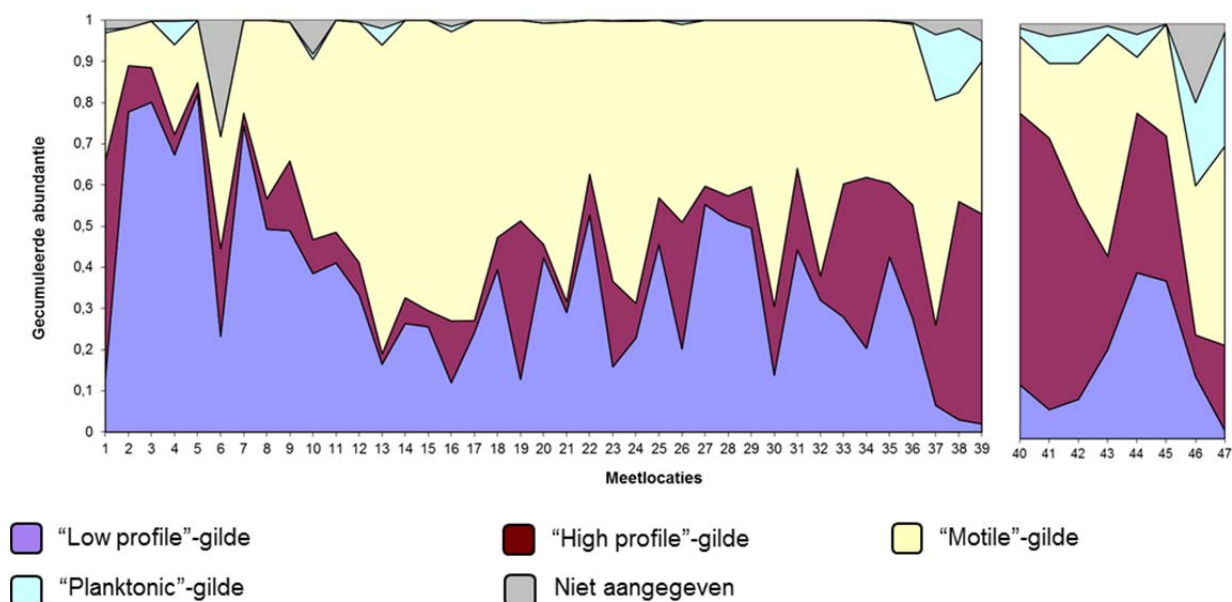
Van Neuenburg (meetlocatie 7) tot Karlsruhe (meetlocatie 17) neemt dit gilde af en wordt geleidelijk vervangen door het "mobiele" gilde, dat in Gamsheim (meetlocatie 13) zijn maximum van 75% bereikt. De Rijn blijft inderdaad een energierijk milieu, maar begint aanzienlijke nutriëntenconcentraties te vertonen (zie figuur 17 in verband met de trofie volgens Van Dam, 1994).

Benedenstrooms van dit traject is er tot de meetlocatie Hammerstein (nummer 32), die het einde van de Middenrijn markeert, sprake van een heroplevende abundantie van het "Low profile"-gilde als gevolg van het overwicht van *Amphora pediculus* (zie figuur 3). In het eutrofe en wellicht minder turbulente milieu wordt deze pioniersoort die bestand is tegen begrazing een essentieel element van de levensgemeenschap op de plekken waar het substraat is bemonsterd.

Vanaf de Duitse Nederrijn neemt de abundantie van het "High profile"-gilde gaandeweg toe om op de meetlocaties 40 (Twentekanal) en 41 (Vechtdelta Groot Salland) zijn maximum van 66% te bereiken: het milieu wordt steeds lenticser en de nutriëntenbelasting neemt ongetwijfeld ook toe.

In de benedenloop, meer bepaald in de Rijndelta, verschijnt er tevens een noemenswaardige abundantie van planktonsoorten, hoewel er elders ook enkele artefacten kunnen worden aangewezen, zoals in Obersäckingen (meetlocatie 4) en Gamsheim (meetlocatie 13). Deze bijzonderheden kunnen vermoedelijk worden verklaard doordat er is bemonsterd in minder snel stromende zones, waar er gunstige omstandigheden voor sedimentatie heersen, of doordat de meetlocaties benedenstrooms van stuwen zijn gelegen.

Kortom, de gildes volgen elkaar Rijnafwaarts keurig en logisch op naarmate de stroomsnelheid afneemt en tegelijkertijd de nutriëntenconcentratie toeneemt.



Figuur 21: Gecumuleerde abundantie van soorten naargelang van hun ecologische gilde (Rimet 2012)

5. Beoordeling

De beoordeling van de toestand dan wel het potentieel van de Rijn en zijn grote zijrivieren met betrekking tot het biologische kwaliteitselement macrofyten/fytobenthos is weergegeven in tabel 8.

De meeste Rijnsoeverstaten baseren hun beoordeling uitsluitend op benthische diatomeeën. Echter, in de Duitse deelstaten Baden-Württemberg (DE-BW) en Noordrijn-Westfalen (DE-NW) wordt er ook rekening gehouden met het overige fytobenthos.

In 2012 worden alle delen van het **Bodenmeer** als goed beoordeeld. Ook de gehele Hoogrijn en de **zuidelijke Duits-Franse Bovenrijn** tot de stuw in Gamsheim zijn goed².

De rest van de Rijn tot de Duits-Nederlandse grens (**noordelijke Bovenrijn, Middenrijn, Duitse Nederrijn**) is als matig beoordeeld, op één waterlichaam in de Duitse Nederrijn na dat is beoordeeld als goed (waterlichaam van de monding van de Ruhr tot de monding van de Lippe).

In de **Rijndelta** hebben tal van waterlichamen wat het kwaliteitselement macrofyten/fytobenthos betreft het goede ecologische potentieel bereikt: de Boven-Rijn / Waal, de Nieuwe Waterweg, de IJssel, de Oostelijke Randmeren, het Ketelmeer / Vossemeer, het Zwarte Meer en alle grote kanalen. De Nederrijn / Lek, de Dordtse Biesbosch, de Oude Maas, het IJsselmeer, het Markermeer en de Zuidelijke Randmeren zijn als matig beoordeeld, de Hollandsche IJssel als ontoereikend.

Omdat benthische diatomeeën voor het eerst zijn onderzocht en beoordeeld in het Rijnmeetprogramma van 2006/2007 kan er niets worden gezegd over de trend op lange termijn in deze groep. Het is echter onomstreden dat de vermindering van de nutriëntenbelasting van de Rijn, net zoals bij het fytoplankton, heeft geleid tot een natuurlijkere levensgemeenschap.

² Resultaat van de beoordeling van het Bodenmeer op basis van de gegevens die zijn aangeleverd voor bijlage 1 bij het concept van het tweede SGBP Rijn. Doordat Baden-Württemberg ook rekening houdt met macrofyten, komt deze deelstaat voor alle waterlichamen in de Duits-Franse Bovenrijn tot een matig resultaat. Echter, na bilateraal overleg is besloten dat de goede beoordeling van Frankrijk voor de waterlichamen 1 t/m 3 kan worden overgenomen.

Tabel 8: KRW-beoordeling van het biologische kwaliteitselement macrofyten/fytobenthos in de Rijn voor het SGBP van 2009 en het concept-SGBP van 2014

KRW-beoordeling van het biologische kwaliteitselement macrofyten/fytobenthos in de Rijn voor het SGBP van 2009 en het concept-SGBP van 2014	J.	Beoordeling van het kwaliteitselement niet noodzakelijk	zeer goed	1	Ecologisch potentieel	
		Element niet onderzocht of beoordeeld / onvoldoende gegevens	goed	2	2	
		Macrofyten / fytobenthos: In de Duitse deelstaat Baden-Württemberg heeft dit resultaat betrekking op het biologische element als geheel. Frankrijk heeft alleen diatomeeën beoordeeld.	matig	3	3	
			ontoeikend	4	4	
			slecht	5	5	
Stand: mei 2015						
Waterlichaam	Rivierkilometer	ICBR-meetlocatie voor de toestand- en trendmonitoring in het waterlichaam	(Deel)staat	SGBP 2009	concept-SGBP 2014	
ALPENRIJN Reichenau - Bodenmeer						
AR 3 Alpenrijn, OWK AT 10109000		Fussach	AT / Vorarlberg/CH (SG)	2	2	
BODENMEER						
BOD-OS Bodenmeer-Obersee	geen kilometrering	Fischbach-Uttwil	DE-BW	2	2	
BOD-USZ Bodenmeer-Untersee-Zellersee		Zellersee	CH / St. Gallen	2	2	
HOOGRIJN Bodenmeer - Bazel						
Hoogrijn 1 - van het Bodenmeer tot de monding van de Aare	24-102,7	Stein, Ellikon	CH / DE-BW	1	2	
Hoogrijn 2 - van de monding van de Aare tot Bazel	102,7-170	Sisseln, Pratteln/Wyhlen	CH / DE-BW	1	2	
BOVENRIJN Bazel - Bingen						
Bovenrijn 1 - OR 1 - Rijn 1 - Oude loop van de Rijn van Bazel tot Breisach	170-225	Weil am Rhein	DE-BW	1	3	
			FR	2	2	
			<i>Resultaat van de afstemming</i>		2	
Bovenrijn 2 - OR 2 - Rijn 2 - Meander van Breisach tot Straatsburg	225-292	Bovenstrooms van Rhinau	DE-BW	2	3	
			FR	2	2	
			<i>Resultaat van de afstemming</i>		2	
Bovenrijn 3 - OR 3 - Rijn 3 - Door stuwen gereguleerde Rijn van Straatsburg tot Iffezheim	292-352	Bovenstrooms van Gamsheim	DE-BW	2	3	
			FR	3	2	
			<i>Resultaat van de afstemming</i>		2	
Bovenrijn 4 - OR 4 - Rijn 4 - Van de stuw van Iffezheim tot bovenstrooms van de monding van de Lauter	352-428	Karlsruhe	DE-BW	2	3	
			Bovenstrooms van Lauterbourg/K	FR		3
			<i>Resultaat van de afstemming</i>		3	
Bovenrijn 5 - OR 5 - Van de monding van de Lauter tot de monding van de Neckar	352-428		DE-BW	2	3	
			DE-RP		3	
Bovenrijn 6 - OR 6 - Van de monding van de Neckar tot de monding van de Main	428-497	Worms	DE-BW	3	3	
			DE-HE		3	
			DE-RP	3	3	
Bovenrijn 7 - OR 7 - Van de monding van de Main tot de monding van de Nahe	497-529	Mainz/Wiesbaden	DE-HE		3	
			DE-RP	3	3	
MIDDENRIJN Bingen - Bonn						
Middenrijn (MR)	529-639	Koblenz	DE-HE		3	
			DE-RP	3	3	
NEDERRIJN Bonn - Kleef-Bimmen / Lobith						
Nederrijn 1 - NR 1 - Van Bad Honnef tot Leverkusen	639-701	Keulen-Godorf	DE-NW	3	3	
Nederrijn 2 - NR 2 - Van Leverkusen tot Duisburg	701-764	Düsseldorf-haven	DE-NW	2	4	
Nederrijn 3 - NR 3 - Van Duisburg tot Wesel	764-811	Duisburg-Walsum / Orsoy	DE-NW	3	3	
Nederrijn 4 - NR 4 - Van Wesel tot Kleef	811-865	Niedermerter / Rees	DE-NW	2	3	
RIJNDELTA Lobith - Hoek van Holland						
Boven-Rijn, Waal	880-930	Lobith	NL	2	2	
Nederrijn/Lek	954-980		NL	2	3	
Dordtse Biesbosch	972-982		NL	2	3	
Oude Maas	977-998		NL	2	2	
Nieuwe Waterweg	998-1013	Maassluis	NL	2	2	
IJsselmeer	n.v.t.	Vrouwezand	NL	2	2	
Waddenzee vastelandskust	n.v.t.	Boomkensdiep	NL	5	3	
Waddenzee	n.v.t.	Dantziggat, Doovebalg west	NL	4	4	
Hollandse kust (kustwater)	n.v.t.	Noordwijk	NL			
De waterlichamen Waddenzee en Waddenzee vastelandskust zijn niet beoordeeld op fytobenthos, maar op kwelder en zeegras (beide kwaliteit en kwantiteit).						
De maatlaten voor macrofyten (en vissen) zijn in Nederland in 2012 verbeterd, waardoor de EKR-waarden soms behoorlijk zijn veranderd. Om een vergelijking te kunnen maken tussen de oude en de verbeterde maatlaten zijn de gegevens van 2012 aan beide maatlaten getoetst. Het goede ecologische potentieel is vervolgens aangepast, zodat de oordelen van 2009 en 2012 alsnog goed met elkaar vergeleken kunnen worden.						

6. Conclusie

De bestudering van de structuur van de diatomeeëngemeenschappen levert informatie op in verband met de ontwikkeling van de ecologische omstandigheden in de loop van de Rijn.

Zo zijn de levensgemeenschappen in de Hoogrijn typisch voor snel stromende milieus die weinig worden beïnvloed door nutriënten, oxideerbaar organisch materiaal of mineralisatie. In de loop van de rivier ontwikkelt deze situatie zich: vanaf de Duits-Franse Bovenrijn nemen soorten die kenmerkend zijn voor eutrofe milieus een belangrijke plaats in; aan de overgang naar het volgende traject maken ze de meerderheid uit. De opeenvolging van de soortengemeenschappen in de rivier drukt uit dat de hoeveelheid organisch materiaal en de mineralisatie minder sterk en minder snel toenemen.

De soorten in de Rijndelta indiceren een milieu met bijzondere hydromorfologische kenmerken: immers, er verschijnen aanzienlijke hoeveelheden planktonsoorten en halofiele soorten, evenals soorten die typisch zijn voor zuurstofarme, stilstaande wateren met een natuurlijke accumulatie van organisch materiaal.

Kortom, de diatomeeëngemeenschappen volgen elkaar Rijnafwaarts keurig op naarmate de stroomsnelheid af- en de voedselrijkdom toeneemt.

7. Bibliografie

AFNOR T90-354 (december 2007). Qualité de l'eau – Détermination de l'Indice Biologique Diatomées (IBD). Paris, 79 p.

Coste *in* CEMAGREF (1982). Etude des méthodes biologiques quantitatives d'appréciation de la qualité des Eaux. Rapport Q.E. Lyon, A.F.B. Rhône-Méditerranée-Corse, 218 p.

Coste, M., Boutry, S., Tison Rosebery, J., Delmas, F. (2009). "Improvements of the Biological Index (BDI): description and efficiency of the new version (BDI-2006)." Ecological indicators, vol. 9, no. 4, pp. 621-650

Dam, H. van Mertens, A., Sinkeldam, J., (1994). A coded checklist and ecological indicator values of freshwater diatoms from The Netherlands. Neth. J. Aquat. Ecol. 28, 117-133.

Dam, H. van (2007). Een herziene KRW-maatlat voor het fyto bentos in stromende wateren (A revised WFD-metric for river phyto bentos in The Netherlands). In opdracht van (commissioned by): Rijkswaterstaat RIZA. Herman van Dam, Adviseur Water en Natuur. Amsterdam. 47p.

Europese Unie (2000): Richtlijn 2000/60/EG van het Europees Parlement en de Raad van 23 oktober 2000 tot vaststelling van een kader voor communautaire maatregelen betreffende het waterbeleid, Europees Publicatieblad, L 32771/1, 22 december 2002.

Hofmann, G. (1994): Aufwuchs-Diatomeen in Seen und ihre Eignung als Indikatoren der Trophie.- Bibliotheca Diatomologica 30: 1-241.

Hofmann G., Werum M., Lange-Bertalot H. (2011). Diatomeen im Süßwasser - Benthos von Mitteleuropa. Lange - Bertalot, Horst (ed.). 3522 Fig. auf 133 Tafeln. 908p.

Krammer K., Lange-Bertalot H. (1986). Bacillariophyceae 1. Teil: Naviculaceae. In H. Ettl, J. Gerloff, H. Heynig, D. Moltenhauer (Eds). Süßwasserflora von Mitteleuropa. Stuttgart, Gustav Fischer Verlag, 1986, 876 p.

Krammer K., Lange-Bertalot H. (1988). Bacillariophyceae 2. Teil: Bacillariaceae, Epithemiaceae, Surirellaceae. In H. Ettl, J. Gerloff, H. Heynig, D. Moltenhauer (Eds). Süßwasserflora von Mitteleuropa. Stuttgart, Gustav Fischer Verlag, 1988, 610p.

Krammer K., Lange-Bertalot H. (1991a). Bacillariophyceae 3. Teil: Centrales, Fragilariaceae, Eunotiaceae. In : H. Ettl, J. Gerloff, H. Heynig, D. Moltenhauer (Eds) Süßwasserflora von Mitteleuropa. Stuttgart, Gustav Fischer Verlag, 1991a, 576 p.

Krammer K., Lange-Bertalot H. (1991b). Bacillariophyceae 4. Teil: Achnantheaceae. Kritische Ergänzungen zu Navicula (Lineolatae) und Gomphonema. Gesamtliteraturverzeichnis Teil 4. Süßwasserflora von Mitteleuropa. Stuttgart, Gustav Fischer Verlag, 1991b, 468 p.

Leitfaden zur Erhebung der biologischen Qualitätselemente Teil A3 - Phytobenthos, Lebensministerium Wien, 2010

MEEDEEM (2010). Arrêté du 25 janvier 2010 relatif aux méthodes et critères d'évaluation de l'état écologique, de l'état chimique et du potentiel écologique des eaux de surface pris en application des articles R. 212-10, R. 212-11 et R. 212-18 du code de l'environnement. NOR : DEVO1001032A. 55p

MEDDE (2012). Guide technique : Évaluation de l'état des eaux de surface continentales (cours d'eau, canaux, plans d'eau). Edité par le Ministère de l'Écologie, du Développement durable et de l'Énergie. 84p.

Pérès F., Barthès A., Ponton E., Coste M., Ten-Hage L. & Le-Cohu R. (2012). *Achnantheidium delmontii* sp. nov., a new species from French rivers - *Fottea*, Olomouc, 12(2): 189–198

Rimet F. and Bouchez A. (2012). Life-forms, cell-sizes and ecological guilds of diatoms in European rivers. *Knowledge and Management of Aquatic Ecosystems*. 406: 1-14.

Rott, E.; H, G.; Pall, K.; Pfister, P. & Pipp, E. (1997): Indikationslisten für Aufwuchsalgen. Teil 1: Saprobielle Indikation.- Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft Wien: 1-73.

Rott, E.; Binder, N.; Van Dam, H.; Ortler, K.; Pall, K.; Pfister, P. & Pipp, E. (1999): Indikationslisten für Aufwuchsalgen. Teil 2: Trophieindikation und autökologische Anmerkungen.- Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft Wien: 1-248.

Trobajo R., Rovira L., Ector L., Wetzel C. E., Kelly M. & Mann D.G. (2013): Morphology and identity of some ecologically important small *Nitzschia* species, *Diatom Research*, 28:1, 37-59

Zelinka M., Marvan P., (1961). Zur Präzisierung der biologischen Klassifikation der Rheinheit fließender Gewässer. *Archiv. Hydrobiol.*, 57, 389-407.

Lijst van figuren

Figuur 1: Aantal geïnventariseerde taxa per Rijntraject.....	12
Figuur 2: Gemiddelde diversiteit per monster op de verschillende Rijntrajecten	12
Figuur 3: Gemiddelde abundantie van de vier meest differentiërende soorten in de inventarisaties op de verschillende Rijntrajecten	13
Figuur 4: Foto's van de vier meest differentiërende soorten op de verschillende Rijntrajecten.....	14
Figuur 5: Gemiddelde abundantie van <i>Achnanthydium pyrenaicum</i>	15
Figuur 6: Foto's van <i>Achnanthydium pyrenaicum</i> en <i>Achnanthydium minutissimum</i>	15
Figuur 7: Gemiddelde abundantie van <i>Eolimna minima</i> , <i>Nitzschia inconspicua</i> , <i>Nitzschia fonticola</i> en <i>Navicula cryptotenella</i> per Rijntraject	16
Figuur 8: Foto's van <i>Eolimna minima</i> , <i>Nitzschia inconspicua</i> ,	17
Figuur 9: Fotoreeksen van <i>Achnanthydium pyrenaicum</i> , <i>A. subatomus</i> en <i>A. delmontii</i> ..	18
Figuur 10: Gemiddelde abundantie van <i>Navicula antonii</i> , <i>Navicula rostellata</i> en <i>Amphora pediculus</i> per Rijntraject.....	19
Figuur 11: Foto's van <i>Navicula antonii</i> , <i>Navicula rostellata</i> en <i>Amphora pediculus</i>	19
Figuur 12: Gemiddelde abundantie van <i>Navicula recens</i> , <i>Diatoma vulgaris</i> en <i>Melosira varians</i> per Rijntraject.....	20
Figuur 13: Foto's van <i>Navicula recens</i> , <i>Diatoma vulgaris</i> en <i>Melosira varians</i>	21
Figuur 14: Gecumuleerde abundantie van soorten naargelang van hun pH-gevoeligheid (Van Dam 1994)	25
Figuur 15: Gecumuleerde abundantie van soorten naargelang van hun zoutgevoeligheid (Van Dam 1994)	25
Figuur 16: Gecumuleerde abundantie van soorten naargelang van hun zuurstofgevoeligheid.....	26
Figuur 17: Gecumuleerde abundantie van soorten naargelang van hun trofiegevoeligheid (Van Dam 1994)	27
Figuur 18: Gecumuleerde abundantie van soorten naargelang van hun saprobiegevoeligheid (Van Dam 1994)	28
Figuur 19: Relatieve abundantie van mobiele soorten,	29
Figuur 20: Gecumuleerde abundantie van soorten naargelang van hun aanhechting aan het substraat (Rimet 2012).....	30
Figuur 21: Gecumuleerde abundantie van soorten naargelang van hun ecologische gilde (Rimet 2012).....	31

Lijst van tabellen

Tabel 1: Verdeling van het aantal meetlocaties over de Rijntrajecten.....	7
Tabel 2: Verdeling van het aantal taxa over het aantal monsters waarin ze voorkomen .	8
Tabel 3: Meest frequente taxa in de Rijn.....	9
Tabel 4: Meest abundante taxa in de Rijn.....	10
Tabel 5: Classificatie van taxa op basis van hun gemiddelde abundantie op de meetlocaties waar ze voorkomen	11
Tabel 6: Gemiddelde telinspanning per Rijntraject.....	12
Tabel 7: Numerieke code van de meetlocaties in de Rijn.....	22
Tabel 8: KRW-beoordeling van het biologische kwaliteitselement macrofyten/fytobenthos in de Rijn voor het SGBP van 2009 en het concept-SGBP van 2014	33

BIJLAGEN

A. Lijst van meetlocaties en bevoegde instanties

Code van de meetlocatie*	Traject	Rivier	Meetlocatie	Bevoegdheid	Rivier-kilometer
1	Alpenrijn	Alpenrijn	Fußach	Oostenrijk	<i>n.v.t.</i>
2	Hoogrijn	Rijn	Stein	Zwitserland	25
3	Hoogrijn	Rijn	Ellikon	Baden-Württemberg, Zwitserland	64
4	Hoogrijn	Rijn	Sisseln	Baden-Württemberg, Zwitserland	120-126
5	Hoogrijn	Rijn	Pratteln/Wyhlen	Baden-Württemberg, Zwitserland	158
6	Duits-Franse Bovenrijn	Oude loop van de Rijn	Kembs	Frankrijk	<i>n.v.t.</i>
7	Duits-Franse Bovenrijn	Rijn	Neuenburg	Baden-Württemberg	199
8	Duits-Franse Bovenrijn	Rijn	Breisach	Baden-Württemberg	220
9	Duits-Franse Bovenrijn	Rijn	Wyhl	Baden-Württemberg	245
10	Duits-Franse Bovenrijn	Rijn	Rhinau	Frankrijk	261
11	Duits-Franse Bovenrijn	Rijn	Schwanau	Baden-Württemberg	272
12	Duits-Franse Bovenrijn	Rijn	Kehl	Baden-Württemberg	291
13	Duits-Franse Bovenrijn	Rijn	Gambshheim	Frankrijk	309
14	Duits-Franse Bovenrijn	Rijn	Grauelsbaum	Baden-Württemberg	317
15	Duits-Franse Bovenrijn	Rijn	Steinmauern	Baden-Württemberg	345
16	Duits-Franse Bovenrijn	Rijn	Lauterbourg-Karlsruhe	Frankrijk	350
17	Duits-Franse Bovenrijn	Rijn	Karlsruhe	Baden-Württemberg	361
18	Duits-Franse Bovenrijn	Rijn	Speyer	Rijnland-Palts	399
19	Duits-Franse Bovenrijn	Rijn	Mannheim	Baden-Württemberg	435
20	Duits-Franse Bovenrijn	Rijn	Nordheim	Hessen	451
21	Duits-Franse Bovenrijn	Rijn	Biblis	Hessen	456
22	Duits-Franse Bovenrijn	Rijn	Veerboot Eich	Rijnland-Palts	461
23	Duits-Franse Bovenrijn	Rijn	Stockstadt	Hessen	468
24	Duits-Franse Bovenrijn	Rijn	Leeheim	Hessen	478
25	Duits-Franse Bovenrijn	Rijn	Ginsheim	Hessen	491
26	Duits-Franse Bovenrijn	Rijn	Wiesbaden	Hessen	499
27	Duits-Franse Bovenrijn	Rijn	Eltville	Hessen	509
28	Duits-Franse Bovenrijn	Rijn	Heidenfahrt	Rijnland-Palts	516
29	Middenrijn	Rijn	Bacharach	Rijnland-Palts	542
30	Middenrijn	Rijn	Lorchhausen	Hessen	543
31	Middenrijn	Rijn	Andernach	Rijnland-Palts	615
32	Middenrijn	Rijn	Hammerstein	Rijnland-Palts	618
33	Duitse Nederrijn	Rijn	Niederkassel	Noordrijn-Westfalen	665
34	Duitse Nederrijn	Rijn	Nierst	Noordrijn-Westfalen	758
35	Duitse Nederrijn	Rijn	Walsum	Noordrijn-Westfalen	794
36	Duitse Nederrijn	Rijn	Emmerik	Noordrijn-Westfalen	855

Code van de meetlocatie*	Traject	Rivier	Meetlocatie	Bevoegdheid	Rivierkilometer
37	Rijndelta	Rijn	Waal	Nederland	863
38	Rijndelta	Lek	Nederrijn	Nederland	946
39	Rijndelta	Oude Maas	Hagestein	Nederland	986
40	Rijndelta	Twentekanaal	Twentekanalen	Nederland	<i>n.v.t.</i>
41	Rijndelta	Zwarte Water	Vechtdelta Groot Salland	Nederland	<i>n.v.t.</i>
42	Rijndelta	IJssel	IJssel	Nederland	995
43	Rijndelta	Eemmeer	Randmeren-Zuid	Nederland	<i>n.v.t.</i>
44	Rijndelta	IJsselmeer	IJsselmeer	Nederland	<i>n.v.t.</i>
45	Rijndelta	Markermeer	Markermeer	Nederland	<i>n.v.t.</i>
46	Rijndelta	Noordzeekanaal	Noordzeekanaal	Nederland	<i>n.v.t.</i>
47	Rijndelta	Hollandsche IJssel	Hollandsche IJssel	Nederland	<i>n.v.t.</i>

*: m.b.t. het onderhavige rapport

N.v.t.: Geen rivierkilometer, want niet aan de hoofdstroom van de Rijn gelegen

Hoofdstroom van de Rijn tussen Lobith en Rotterdam
Riviersysteem van de IJssel (de IJssel, zijn zijrivier de Vecht, het IJsselmeer en de randmeren)
Het Noordzeekanaal verbindt het Markermeer (een deel van het IJsselmeer) met de Noordzeekust.
De Hollandsche IJssel maakt geen deel uit van het riviersysteem van de IJssel, maar is een schakel in de verbinding tussen de Rijn (hoofdstroom: de Lek) en de Nieuwe Maas.

B. Lijst van in de Rijn aangetroffen taxa met de trajecten waarop ze voorkomen

Taxa	Hoogrijn	Duits-Franse Bovenrijn	Middenrijn	Duitse Nederrijn	Rijndelta
<i>Achnantheidium affine</i> (Grun) Czarnecki		X			
<i>Achnantheidium</i> F.T. Kützing		X			X
<i>Amphora copulata</i> (Kütz) Schoeman & Archibald	X	X	X	X	X
<i>Achnantheidium catenatum</i> (Bily & Marvan) Lange-Bertalot	X				
<i>Achnantheidium eutrophilum</i> (Lange-Bertalot) Lange-Bertalot		X			X
<i>Aulacoseira distans</i> (Ehr.) Simonsen var. <i>limnetica</i> (O.Muller) Simonsen	X				
<i>Achnantheidium minutissimum</i> (Kützing) Czarnecki	X	X	X	X	
<i>Achnantheidium delmontii</i> Peres, Le Cohu et Barthes		X			
<i>Achnantheidium pyrenaicum</i> (Hustedt) Kobayasi	X	X		X	
<i>Achnantheidium rivulare</i> Potapova & Ponader		X			
<i>Achnantheidium saprophilum</i> (Kobayasi et Mayama) Round & Bukhtiyarova		X			
<i>Achnantheidium straubianum</i> (Lange-Bertalot) Lange-Bertalot	X	X			
<i>Achnantheidium subatomus</i> (Hustedt) Lange-Bertalot		X			
<i>Asterionella formosa</i> Hassall					X
<i>Amphora inariensis</i> Krammer					X
<i>Achnanthes lanceolata</i> (Breb.) Grunow ssp. <i>dubia</i> (Grunow) Lange-Bertalot	X	X			X
<i>Amphora indistincta</i> Levkov		X			
<i>Achnantheidium minutissimum</i> (Kütz.) Czarn. f. <i>inconspicuum</i> (Østrup) Compere & Riaux					X
<i>Achnanthes minuscula</i> Hustedt	X				
<i>Amphora</i> C.G. Ehrenberg ex F.T. Kützing					X
<i>Amphora neglectiformis</i> Levkov & Edlund					X
<i>Amphora ovalis</i> (Kützing) Kützing var. <i>ovalis</i>	X	X	X	X	
<i>Amphora pediculus</i> (Kützing) Grunow	X	X	X	X	X
<i>Aulacoseira granulata</i> (Ehr.) Simonsen					X

Taxa	Hoogrijn	Duits-Franse Bovenrijn	Middenrijn	Duitse Nederrijn	Rijndelta
<i>Berkeleya</i> R.K. Greville					X
<i>Bacillaria paxillifera</i> (O.F. Müller) T.Marsson		X	X	X	X
<i>Cymbella excisa</i> Kützing var. <i>excisa</i>	X	X			X
<i>Cyclotella atomus</i> var. <i>gracilis</i> Genkal & Kiss					X
<i>Cyclotella atomus</i> Hustedt					X
<i>Cymatosira belgica</i> Grunow in Van Heurck					X
<i>Cyclotella cyclopuncta</i> Hakansson & Carter		X			
<i>Cymbella compacta</i> Ostrup	X	X	X	X	X
<i>Cyclotella cryptica</i> Reimann, Lewin & Guillard					X
<i>Cyclostephanos dubius</i> (Fricke) Round					X
<i>Cymatopleura elliptica</i> (Brebisson)W.Smith var. <i>elliptica</i>		X		X	
<i>Cymbella helvetica</i> Kützing	X	X			
<i>Cyclostephanos invisitatus</i> (Hohn & Hellerman)Theriot Stoermer & Hakansson					X
<i>Cymbella lanceolata</i> (Agardh ?) Agardh var. <i>lanceolata</i>			X	X	X
<i>Cymbella lange-bertalotii</i> Krammer		X			
<i>Caloneis lancettula</i> (Schulz) Lange-Bertalot & Witkowski	X	X	X	X	X
<i>Cyclotella meneghiniana</i> Kützing					X
<i>Craticula molestiformis</i> (Hustedt) Lange-Bertalot		X			X
<i>Cymbella neoleptoceros</i> Krammer var. <i>neoleptoceros</i>		X			
<i>Cocconeis neothumensis</i> Krammer	X	X		X	
<i>Cyclotella ocellata</i> Pantocsek					X
<i>Cocconeis</i> groupe <i>placentula</i> C.G. Ehrenberg	X	X	X		X
<i>Cocconeis pseudolineata</i> (Geitler) Lange-Bertalot	X	X		X	
<i>Cymbella parva</i> (W.Sm.) Kirchner in Cohn	X	X			
<i>Craspedostauros</i> E.J. Cox					X
<i>Cocconeis pediculus</i> Ehrenberg	X	X	X	X	X
<i>Cocconeis placentula</i> Ehrenberg var. <i>placentula</i>	X	X			
<i>Cocconeis placentula</i> Ehrenberg var. <i>euglypta</i> (Ehr.) Grunow	X	X	X	X	
<i>Cocconeis placentula</i> Ehrenberg var. <i>lineata</i> (Ehr.) Van Heurck	X	X	X	X	

Taxa	Hoogrijn	Duits-Franse Bovenrijn	Middenrijn	Duitse Nederrijn	Rijndelta
<i>Cyclotella polymorpha</i> Meyer & Håkansson		X			
<i>Cyclotella rossii</i> Håkansson		X			
<i>Cymatopleura solea</i> (Brebisson) W.Smith var. <i>apiculata</i> (W.Smith) Ralfs in Pritchard		X			
<i>Caloneis schumanniana</i> (Grunow in Van Heurck) Cleve				X	
<i>Caloneis silicula</i> (Ehr.) Cleve			X		
<i>Cymatopleura solea</i> (Brebisson in Breb. & Godey) W.Smith var. <i>solea</i>		X		X	
<i>Ctenophora pulchella</i> (Ralfs ex Kütz.) Williams et Round					X
<i>Cymbella tumida</i> (Brebisson) Van Heurck		X	X	X	
<i>Cymbella</i> C. Agardh		X			
<i>Diatoma ehrenbergii</i> Kützing	X	X			
<i>Delphineis minutissima</i> (Hustedt) Simonsen					X
<i>Diademsis gallica</i> var. <i>perpusilla</i> (Grunow) Lange-Bertalot		X	X		
<i>Diatoma</i> J.B.M. Bory de St. Vincent		X			
<i>Diatoma tenuis</i> Agardh					X
<i>Diatoma mesodon</i> (Ehrenberg) Kützing		X			
<i>Diatoma moniliformis</i> (moniliforme) Kützing	X	X			X
<i>Diploneis oculata</i> (Brebisson in Desmazières) Cleve		X	X		
<i>Discostella pseudostelligera</i> (Hustedt) Houk et Klee					X
<i>Denticula tenuis</i> Kützing	X	X			
<i>Diatoma vulgare</i> Bory	X	X	X	X	X
<i>Discostella woltereckii</i> (Hustedt) Houk & Klee					X
<i>Encyonema caespitosum</i> Kützing var. <i>caespitosum</i>	X	X	X		
<i>Eunotia formica</i> Ehrenberg					X
<i>Encyonopsis microcephala</i> (Grunow) Krammer	X	X			X
<i>Encyonema</i> F.T. Kützing		X			
<i>Encyonema minutum</i> (Hilse in Rabh.) D.G. Mann in Round Crawford & Mann	X	X			
<i>Encyonema ventricosum</i> (Kützing) Grunow in Schmidt & al.	X	X			X

Taxa	Hoogrijn	Duits-Franse Bovenrijn	Middenrijn	Duitse Nederrijn	Rijndelta
<i>Eolimna minima</i> (Grunow) Lange-Bertalot	X	X	X	X	X
<i>Encyonema prostratum</i> (Berkeley) Kützing		X	X	X	X
<i>Eolimna subminuscula</i> (Manguin) Moser Lange-Bertalot & Metzeltin		X	X	X	
<i>Encyonema silesiacum</i> (Bleisch in Rabh.) D.G. Mann	X	X		X	
<i>Fallacia</i> A.J. Stickle & D.G. Mann				X	
<i>Fragilaria brevistriata</i> Grunow in Van Heurck	X	X		X	
<i>Fragilaria capucina</i> Desmazieres var. <i>capucina</i>	X				
<i>Fragilaria construens</i> f. <i>binodis</i> (Ehr.) Hustedt	X	X		X	
<i>Fragilaria construens</i> (Ehr.) Grunow f. <i>construens</i>	X	X	X	X	
<i>Fallacia cryptolyra</i> (Brockman) Stickle & Mann in Round & al.		X			
<i>Fragilaria construens</i> (Ehr.) Grunow f. <i>venter</i> (Ehr.) Hustedt	X	X			
<i>Fragilaria famelica</i> (Kützing) Lange-Bertalot var. <i>famelica</i>					X
<i>Fragilariforma bicapitata</i> (A.Mayer) Williams & Round					X
<i>Fragilaria gracilis</i> Østrup	X				X
<i>Fragilaria leptostauron</i> (Ehr.) Hustedt var. <i>dubia</i> (Grunow) Hustedt				X	
<i>Fallacia lenzi</i> (Hustedt) Lange-Bertalot	X	X	X	X	
<i>Fragilaria mesolepta</i> Rabenhorst	X				
<i>Fragilaria nitzschioides</i> Grunow in Van Heurck					X
<i>Fragilaria parasitica</i> (W.Sm.) Grunow in Van Heurck		X		X	
<i>Fragilaria perminuta</i> (Grunow) Lange-Bertalot	X			X	X
<i>Fragilaria pinnata</i> Ehrenberg var. <i>pinnata</i>	X	X		X	
<i>Fragilaria pararumpens</i> Lange-Bertalot, Hofmann & Werum in Hofmann & al.	X				
<i>Fallacia pygmaea</i> (Kützing) Stickle & Mann ssp. <i>pygmaea</i> in Lange-Bertalot & al				X	
<i>Fragilaria</i> H.C. Lyngbye	X	X			X
<i>Fragilaria rumpens</i> (Kütz.) G.W.F. Carlson		X		X	
<i>Fistulifera saprophila</i> (Lange-Bertalot & Bonik) Lange-Bertalot					X

Taxa	Hoogrijn	Duits-Franse Bovenrijn	Middenrijn	Duitse Nederrijn	Rijndelta
<i>Fallacia subhamulata</i> (Grunow in V. Heurck) D.G. Mann	X	X	X	X	X
<i>Fragilaria tenera</i> (W.Smith) Lange-Bertalot		X			X
<i>Fragilaria ulna</i> (Nitzsch.) Lange-Bertalot var. <i>acus</i> (Kütz.) Lange-Bertalot	X	X		X	X
<i>Fragilaria ulna</i> (Nitzsch.) Lange-Bertalot var. <i>ulna</i>	X	X		X	
<i>Fragilaria vaucheriae</i> (Kützing) Petersen	X	X			X
<i>Frustulia vulgaris</i> (Thwaites) De Toni					X
<i>Gomphonema acuminatum</i> Ehrenberg var. <i>acuminatum</i>		X		X	
<i>Gomphonema affine</i> Kützing					X
<i>Gomphonema angustivalva</i> E. Reichardt		X			
<i>Gomphonema augur</i> Ehrenberg		X			X
<i>Gomphonema cuneolus</i> E. Reichardt		X			
<i>Geissleria cummerowi</i> (L.Kalbe) Lange-Bertalot	X			X	
<i>Geissleria decussis</i> (Ostrup) Lange-Bertalot & Metzeltin		X	X	X	X
<i>Gomphonema exilissimum</i> (Grun.) Lange-Bertalot & Reichardt		X			
<i>Gomphonema gracile</i> Ehrenberg		X			
<i>Gomphonema minutum</i> (Ag.) Agardh f. <i>minutum</i>	X	X	X	X	X
<i>Gomphonema minusculum</i> Krasske					X
<i>Gomphoneis</i> P.T. Cleve		X			
<i>Gomphonema olivaceoides</i> Hustedt		X			
<i>Gomphonema olivaceum</i> (Hornemann) Brébisson var. <i>olivaceum</i>	X	X	X	X	X
<i>Gomphonema</i> C.G. Ehrenberg	X	X	X		
<i>Gomphonemopsis obscurum</i> (Krasske) Lange-Bertalot					X
<i>Gomphonema parvulum</i> (Kützing) Kützing var. <i>parvulum</i> f. <i>parvulum</i>	X	X	X	X	X
<i>Gomphosphenia lingulatiformis</i> (Lange-Bertalot & Reichardt) Lange-Bertalot		X			
<i>Gomphonema pumilum</i> var. <i>rigidum</i> Reichardt & Lange-Bertalot		X			X
<i>Gomphonema pumilum</i> (Grunow) Reichardt & Lange-Bertalot	X	X			X

Taxa	Hoogrijn	Duits-Franse Bovenrijn	Middenrijn	Duitse Nederrijn	Rijndelta
<i>Gyrosigma sciotense</i> (Sullivan et Wormley) Cleve	X	X	X	X	X
<i>Gomphonema subclavatum</i> Grunow					X
<i>Gomphonema tergestinum</i> Fricke		X	X		X
<i>Gomphonema truncatum</i> Ehr.		X			X
<i>Gyrosigma acuminatum</i> (Kützing) Rabenhorst		X	X		
<i>Gyrosigma attenuatum</i> (Kützing) Rabenhorst		X	X	X	
<i>Halamphora</i> (Cleve) Levkov					X
<i>Hippodonta capitata</i> (Ehr.) Lange-Bert. Metzeltin & Witkowski		X	X	X	
<i>Hippodonta costulata</i> (Grunow) Lange-Bertalot Metzeltin & Witkowski	X	X	X		X
<i>Hippodonta hungarica</i> (Grunow) Lange-Bertalot Metzeltin & Witkowski					X
<i>Hippodonta linearis</i> (Østrup) Lange-Bertalot Metzeltin & Witkowski				X	
<i>Halamphora montana</i> (Krasske) Levkov		X			
<i>Hippodonta neglecta</i> Lange-Bertalot Metzeltin & Witkowski		X			X
<i>Halamphora veneta</i> (Kützing) Levkov				X	
<i>Karayevia ploenensis</i> (Hustedt) Bukhtiyarova var. <i>gessneri</i> (Hust.) Bukhtiyarova					X
<i>Karayevia clevei</i> (Grunow) Bukhtiyarova var. <i>clevei</i>		X	X	X	
<i>Kolbesia kolbei</i> (Hust.) Round & Bukhtiyarova				X	
<i>Kolbesia ploenensis</i> (Hust.) Kingston	X	X	X	X	
<i>Luticola goeppertiana</i> (Bleisch in Rabenhorst) D.G. Mann in Round Crawford & Mann	X	X			
<i>Lemnicola hungarica</i> (Grunow) Round & Basson		X	X	X	
<i>Luticola mutica</i> (Kützing) D.G. Mann in Round Crawford & Mann		X			X
<i>Luticola ventricifusa</i> Lange-Bertalot					X
<i>Luticola ventricosa</i> (Kützing) D.G. Mann in Round Crawford & Mann	X				
<i>Mayamaea atomus</i> var. <i>permitis</i> (Hustedt) Lange-Bertalot	X	X	X		

Taxa	Hoogrijn	Duits-Franse Bovenrijn	Middenrijn	Duitse Nederrijn	Rijndelta
<i>Martyana atomus</i> (Hustedt) Snoeijs					X
<i>Meridion circulare</i> (Greville) C.A.Agardh var. <i>circulare</i>	X				
<i>Melosira lineata</i> (Dillwyn) Agardh					X
<i>Melosira moniliformis</i> (O.F.Muller) Agardh					X
<i>Melosira nummuloides</i> (Dillwyn) C.A. Agardh					X
<i>Melosira varians</i> Agardh	X	X	X	X	X
<i>Nitzschia acula</i> Hantzsch ex Cleve & Grunow	X				
<i>Nitzschia agnita</i> Hustedt		X			X
<i>Nitzschia alicae</i> Hlubikova & Ector	X				
<i>Nitzschia amphibia</i> Grunow f. <i>amphibia</i>		X	X		
<i>Navicula antonii</i> Lange-Bertalot	X	X	X	X	X
<i>Navicula</i> J.B.M. Bory de St. Vincent		X			
<i>Nitzschia brevissima</i> Grunow in Van Heurck					X
<i>Navicula cari</i> Ehrenberg	X	X			
<i>Navicula cincta</i> (Ehr.) Ralfs in Pritchard		X			
<i>Nitzschia clausii</i> Hantzsch		X			
<i>Nitzschia communis</i> Rabenhorst					X
<i>Nitzschia constricta</i> (Kützing) Ralfs in Pritchard		X	X	X	X
<i>Nitzschia capitellata</i> Hustedt in A.Schmidt & al.		X	X		
<i>Navicula capitatoradiata</i> Germain	X	X	X	X	
<i>Navicula cryptocephala</i> Kützing		X	X		X
<i>Navicula cryptotenella</i> Lange-Bertalot	X	X	X	X	X
<i>Navicula cryptotenelloides</i> Lange-Bertalot	X	X	X		X
<i>Navicula cataracta-rheni</i> Lange-Bertalot		X			
<i>Navicula caterva</i> Hohn & Hellerman	X	X			
<i>Nitzschia dissipata</i> (Kützing) Grunow ssp. <i>dissipata</i>	X	X	X	X	X
<i>Nitzschia dissipata</i> (Kütz.) Grunow var. <i>media</i> (Hantzsch) Grunow in Van Heurck	X	X			X
<i>Nitzschia dissipata</i> ssp. <i>oligotrappenta</i> Lange-Bertalot					X
<i>Nitzschia draveillensis</i> Coste & Ricard					X
<i>Navicula erifuga</i> Lange-Bertalot in Krammer & Lange-Bertalot		X		X	

Taxa	Hoogrijn	Duits-Franse Bovenrijn	Middenrijn	Duitse Nederrijn	Rijndelta
<i>Nitzschia filiformis</i> (W.M.Smith) Van Heurck var. <i>filiformis</i>		X	X	X	X
<i>Nitzschia fonticola</i> Grunow in Cleve et Möller	X	X	X	X	X
<i>Navicula germainii</i> Wallace		X	X	X	
<i>Nitzschia gessneri</i> Hustedt		X			
<i>Navicula gregaria</i> Donkin	X	X	X	X	X
<i>Nitzschia heufferiana</i> Grunow	X	X		X	X
<i>Nitzschia angustata</i> (W.Smith) Grunow		X			
<i>Nitzschia archibaldii</i> Lange-Bertalot	X	X	X		
<i>Nitzschia bulnheimiana</i> (Rabenhorst) H.L.Smith		X			
<i>Nitzschia frequens</i> Hustedt		X			
<i>Nitzschia frustulum</i> (Kützing)Grunow var. <i>frustulum</i>		X	X	X	X
<i>Nitzschia hungarica</i> Grunow				X	X
<i>Nitzschia lacuum</i> Lange-Bertalot	X	X			
<i>Nitzschia inconspicua</i> Grunow		X	X	X	X
<i>Nitzschia intermedia</i> Hantzsch ex Cleve & Grunow		X			
<i>Nitzschia oligotraphenta</i> (Lange-Bertalot) Lange-Bertalot in Hofmann & al.	X				
<i>Nitzschia pusilla</i> (Kützing) Grunow emend Lange-Bertalot		X			X
<i>Nitzschia solita</i> Hustedt		X			
<i>Nitzschia subtilis</i> Grunow in Cleve et Grunow		X			X
<i>Nitzschia</i> A.H. Hassall	X	X			X
<i>Navicula jakovljevicii</i> Hustedt	X				
<i>Navicula kotschyi</i> Grunow					X
<i>Navicula lanceolata</i> (Agardh) Ehrenberg	X	X	X	X	X
<i>Nitzschia levidensis</i> (W.Smith) Grunow in Van Heurck		X		X	
<i>Nitzschia linearis</i> (Agardh) W.M.Smith var. <i>linearis</i>	X	X	X		
<i>Nitzschia levidensis</i> (W.Smith) Grunow <i>salinarum</i> -Sippen in Krammer & Lange-Bertal					X
<i>Nitzschia microcephala</i> Grunow in Cleve & Moller		X	X		
<i>Navicula moskalii</i> Witkowski & Lange-Bertalot		X			
<i>Navicula novaesiberica</i> Lange-Bertalot		X		X	
<i>Navicula oppugnata</i> Hustedt		X		X	

Taxa	Hoogrijn	Duits-Franse Bovenrijn	Middenrijn	Duitse Nederrijn	Rijndelta
<i>Nitzschia palea</i> (Kützing) W.Smith var. <i>debilis</i> (Kützing) Grunow in Cl. & Grun		X		X	
<i>Nitzschia paleacea</i> (Grunow) Grunow in van Heurck	X	X	X	X	X
<i>Nitzschia palea</i> (Kützing) W.Smith var. <i>palea</i>	X	X	X	X	X
<i>Navicula phylleptosoma</i> Lange-Bertalot					X
<i>Navicula perminuta</i> Grunow in Van Heurck					X
<i>Navicula radiosa</i> Kützing					X
<i>Navicula reichardtiana</i> Lange-Bertalot var. <i>reichardtiana</i>	X	X	X	X	X
<i>Navicula recens</i> (Lange-Bertalot) Lange-Bertalot		X	X	X	
<i>Nitzschia recta</i> Hantzsch in Rabenhorst	X	X	X	X	X
<i>Navicula rhynchotella</i> Lange-Bertalot		X			
<i>Navicula rostellata</i> Kützing	X	X	X	X	
<i>Nitzschia sublinearis</i> Hustedt	X	X			X
<i>Nitzschia sigma</i> (Kützing) W.M.Smith	X				
<i>Nitzschia sigmoidea</i> (Nitzsch)W. Smith		X		X	
<i>Navicula slesvicensis</i> Grunow					X
<i>Nitzschia siliqua</i> Archibald					X
<i>Nitzschia sociabilis</i> Hustedt	X	X		X	X
<i>Nitzschia solgensis</i> Cleve-Euler		X			
<i>Nitzschia subacicularis</i> Hustedt in A.Schmidt et al.		X			X
<i>Navicula tripunctata</i> (O.F.Müller) Bory	X	X	X	X	X
<i>Navicula trivialis</i> Lange-Bertalot var. <i>trivialis</i>		X		X	
<i>Navicula upsaliensis</i> (Grunow) Peragallo		X			
<i>Navicula utermoehlii</i> Hustedt	X	X		X	
<i>Navicula vandamii</i> Schoeman & Archibald var. <i>vandamii</i>		X			
<i>Navicula veneta</i> Kützing		X		X	
<i>Nitzschia vermicularis</i> (Kützing) Hantzsch in Rabenhorst					X
<i>Navicula viridula</i> (Kützing) Ehrenberg		X	X		
<i>Navicula witkowskii</i> Lange-Bertalot Iserentant & Metzeltin					X
<i>Nitzschia wuellerstorffii</i> Lange-Bertalot		X			
<i>Navicula associata</i> Lange-Bertalot	X	X			

Taxa	Hoogrijn	Duits-Franse Bovenrijn	Middenrijn	Duitse Nederrijn	Rijndelta
<i>Nitzschia costei</i> Tudesque, Rimet & Ector		X			
<i>Nitzschia abbreviata</i> Hustedt in Schmidt & al.		X			
<i>Nitzschia adamata</i> Hustedt					X
<i>Nitzschia angustatula</i> Lange-Bertalot					X
<i>Nitzschia supralitorea</i> Lange-Bertalot		X			X
<i>Opephora krumbeyi</i> Witkowski, Witak & Stachura					X
<i>Placoneis clementis</i> (Grun.) Cox			X		
<i>Planothidium frequentissimum</i> var. <i>magnum</i> (Straub) Lange-Bertalot					X
<i>Planothidium granum</i> (Hohn & Hellerman) Lange-Bertalot		X			
<i>Psammothidium lauenburgianum</i> (Hustedt) Bukhtiyarova et Round		X			
<i>Planothidium engelbrechtii</i> (Choln.) Round & Bukhtiyarova		X			
<i>Planothidium frequentissimum</i> (Lange-Bertalot) Lange-Bertalot	X	X	X	X	
<i>Platessa holsatica</i> (Hustedt) Lange-Bertalot		X			
<i>Planothidium minutissimum</i> (Krasske) Morales		X		X	
<i>Psammothidium oblongellum</i> (Oestrup) Van de Vijver		X			X
<i>Parlibellus protracta</i> (Grunow) Witkowski Lange-Bertalot & Metzeltin		X			
<i>Placoneis pseudanglica</i> (Lange-Bertalot) Cox		X		X	
<i>Pinnularia parvulissima</i> Krammer					X
<i>Planothidium rostratum</i> (Oestrup) Lange-Bertalot	X	X	X	X	
<i>Psammothidium subatomoides</i> (Hustedt) Bukhtiyarova et Round	X	X			
<i>Platessa bavarica</i> Lange Bertalot et Hofmann	X				
<i>Platessa conspicua</i> (A.Mayer) Lange-Bertalot	X				
<i>Planothidium delicatulum</i> (Kütz.) Round & Bukhtiyarova		X	X	X	X
<i>Planothidium lanceolatum</i> (Brebisson ex Kützing) Lange-Bertalot	X	X	X	X	X
<i>Pseudostaurosira trainorii</i> Morales					X
<i>Rhoicosphenia abbreviata</i> (C.Agardh) Lange-Bertalot	X	X	X	X	X

Taxa	Hoogrijn	Duits-Franse Bovenrijn	Middenrijn	Duitse Nederrijn	Rijndelta
<i>Reimeria sinuata</i> (Gregory) Kociolek & Stoermer	X	X	X	X	X
<i>Reimeria uniseriata</i> Sala Guerrero & Ferrario	X				
<i>Stephanodiscus agassizensis</i> Hakansson & Kling					X
<i>Surirella angusta</i> Kützing		X	X	X	
<i>Surirella brebissonii</i> var. <i>kuetzingii</i> Krammer et Lange-Bertalot	X	X			X
<i>Surirella brebissonii</i> Krammer & Lange-Bertalot var. <i>brebissonii</i>		X	X	X	
<i>Sellaphora bacillum</i> (Ehrenberg) D.G.Mann				X	
<i>Sellaphora mutata</i> (Krasske) Lange-Bertalot	X				
<i>Stephanodiscus hantzschii</i> Grunow in Cleve & Grunow					X
<i>Surirella helvetica</i> Brun				X	
<i>Simonsenia delognei</i> Lange-Bertalot	X	X			
<i>Skeletonema</i> R.K. Greville					X
<i>Skeletonema potamos</i> (Weber) Hasle					X
<i>Stephanodiscus medius</i> Håkansson					X
<i>Sellaphora mutatooides</i> Lange-Bertalot & Metzeltin				X	
<i>Surirella ovalis</i> Brebisson				X	
<i>Stephanodiscus parvus</i> Stoermer et Hakansson					X
<i>Sellaphora pupula</i> (Kützing) Mereschkowksy	X	X		X	
<i>Sellaphora seminulum</i> (Grunow) D.G. Mann					X
<i>Surirella suecica</i> Grunow in Van Heurck					X
<i>Surirella terricola</i> Lange-Bertalot & Alles					X
<i>Stauroneis thermicola</i> (Petersen) Lund	X				
<i>Stausosirella</i> D.M. Williams & F.E. Round emend Morales					X
<i>Stephanodiscus tenuis</i> Hustedt					X
<i>Surirella minuta</i> Brebisson		X			
<i>Surirella</i> P. J.F. Turpin		X			
<i>Surirella robusta</i> Ehrenberg		X			
<i>Tabularia fasciculata</i> (Agardh) Williams et Round		X	X	X	X
<i>Tabellaria flocculosa</i> (Roth) Kützing				X	

Taxa	Hoogrijn	Duits-Franse Bovenrijn	Middenrijn	Duitse Nederrijn	Rijndelta
<i>Thalassiosira guillardii</i> Hasle					X
<i>Thalassiosira</i> P.T. Cleve					X
<i>Thalassiosira pseudonana</i> Hasle et Heimdal					X
<i>Ulnaria ulna</i> (Nitzsch.) Compère					X
Diatomée non identifiée (indéterminée)		X			