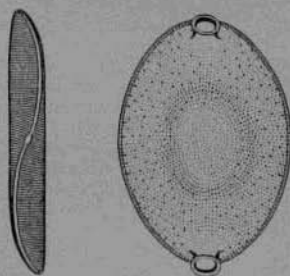


# DIATOMEDEDELINGEN



jaar

NVKD

van de ned-vlaamse kring van diatomisten

Nederlands Vlaamse Kring van Diatomisten**Bestuur:**

Herman van Dam	voorzitter
Gert van Ee	secretaris
Peter Vos	penningmeester
Cristine Cocquyt	conservatrix
Hein de Wolf	redacteur
Gerhard Cadée	bestuurslid

**Redactie-adres:**

Rijks Geologische Dienst  
t.a.v. H. de Wolf  
Afdeling Diatomeeën  
Postbus 157  
2000 AD HAARLEM

**Secretariaat:**

G. van Ee,  
Provincie Noord-Holland  
Dienst Ruimte en Groen  
Postbus 6090  
2001 HB Haarlem

## nr. 21, februari 1997

Verslag jubileumbijeenkomst van de NVKD in Roermond	4
Verslag van de algemene ledenvergadering van 31 mei 1996	6
Notulen van de ledenvergadering van 31 mei 1996	7
Kort jaaroverzicht van de NVKD over 1995	8
Ledenlijst NVKD 1996	9

Samenvattingen van lezingen gehouden op de jubileumbijeenkomst gehouden op  
31 mei 1996 in Roermond:

Herman van Dam Tien jaar Nederlands-Vlaamse Kring van Diatomisten	13
Bert Pex & Onneke Driessen Waterkwaliteitsonderzoek bij het Zuiveringschap Limburg	15
Wim Vyverman Taxonomie en ecologie van bentische diatomeeëngesellschaften en hun gebruik als indicatoren van vroegere milieuomstandigheden.	20
Christine Schmidt & Horst Lange-Bertalot Diatomeeën als indicatoren voor waterkwaliteit	25
Herman van Dam Vennen herstellen zich van verzuring	36
Katja Philippart & Gerhard C. Cadé Veranderingen in het phytoplankton van het Marsdiep, het meest westelijke zeegat van de Waddenzee in de periode 1974-1994.	47
Luc Denys Een paleolimnologische terugblik op de teloorgang van de Blankaart te Woumen (E-Vlaanderen, België)	49
-----	
Luc Denys Amphora hemicycla Stoermer & Yang - Potentiële dubbelganger van Amphora ovalis (Kütz.)Kütz.	74

## VERSLAG VAN DE NVKD JUBILEUMBIJEENKOMST IN ROERMOND

Gert van Ee

Tien jaar NVKD... daar moest iets bijzonders voor gebeuren. Niet de gewone bijeenkomsten zoals we twee keer per jaar hebben, maar een bijzondere dag... zoals bij het vijfjarig bestaan in 1991 in Antwerpen in de Keurvelszaal van de Koninklijke Maatschappij voor Dierkunde. Op de bestuursvergadering van 15 november 1995(!) begonnen de eerste ideeën gestalte te krijgen. Dat resulteerde in een tweedaagse bijeenkomst, één met lezingen en één met excursies. Nu nog een thema, een plaats en een programma en we kunnen aan de slag. Welnu, zo simpel gaat dat natuurlijk niet helemaal. Nadat ideeën zijn geboren moeten ze ook nog volwassen worden. Dit kan alleen met hulp van velen. En dat gebeurde ook.

Het Zuiveringschap Limburg in Roermond werd gebeld en Onneke Driessen en Bert Pex waren bereid de organisatie in Roermond te doen. Dus een plaats was geregeld. Een prachtige zaal, bleek op 31 mei, met mogelijkheid tot verduistering. Dit was een reeds lang gekoesterde wens, die mede door de organisatie van de NVKD-dag gestalte kreeg. Want vlak voor de NVKD bijeenkomst is dit allemaal nog geregeld.

Nu nog een thema: lange-termijn ontwikkelingen in zoet- en zoutwater. Dan nog een speciale gastspreker. Waarom niet professor Horst Lange-Bertalot? Een enthousiaste en bovendien erg aardige persoon en natuurlijk niet de minste! Hij reageerde per omgaande positief, en wilde bovendien nog wel iets extra's vertellen over de eerste "Rote Liste" van diatomeeën. Bij de andere sprekers zien we bekende gezichten. Herman van Dam en Gerhard Cadée, bestuursleden en al zo lang wetenschappers dat ze ook iets te vertellen hebben over lange termijn ontwikkelingen. Luc Denys, op wie we al heel vaak, en bijna nooit tevergeefs een beroep doen en die zijn onderwerp altijd met enige onderkoelde humor zeer goed weet te brengen. En natuurlijk Wim Vijverman, een wereldreiziger op doorreis, die een prachtig stuk ongerepte natuur van Tasmanië liet zien met geheel nieuwe vormen van diatomeeën.

Zo verliep de eerste dag, die begon met een korte ledenvergadering, enigszins uitliep volgens traditie en (te laat) eindigde op een terras achter een heerlijk glaasje gerstenat. En daarna volgde 's avonds het diner, waar we, na een tijdje geduld oefenen, heerlijk hebben gegeten. Tenslotte eindigde de dag in de achtertuin van Bert Pex, waar nog gezellig werd nagebabbeld en waar we om middernacht Marike van Ee toezongen toen op 1 juni haar verjaardag begon. Daarna gingen we snel naar bed, de één in een hotel, de ander onder dak bij Onneke Driessen of Bert Pex. Bert had een heel huis vol diatomisten: Horst Lange-Bertalot, Pierre Compère, Hein en Ans de Wolf, Peter Vos en Gert en Marike van Ee.

De volgende ochtend ('s nachts trouwens ook al) regende het pijpenstelen (of is het pijpenstelen?). Dat was niet gepland. Vrijdags was het namelijk prachtig weer; toen zaten we binnen. Nadat Marike en Ans een paraplu hadden gekocht, stopte het gelukkig met regenen.... Zo zie je maar! Bij het station verzamelden de excursiegangers en werden de twee gidsen van vandaag opgewacht. Met Gijs Kurstjens van de stichting Ark en Wim Westerhof van de Rijks Geologische



Dienst (district Zuid) gingen we op pad. Allereerst naar natuurpark Koningssteen bij Thorn. Dit is een prachtig natuurontwikkelingsgebied in de uiterwaarden van de Maas. Het ligt als een schiereiland tussen Thorn en Kessenich bij Roermond en is 40 ha. groot. Na een flinke tippel onder leiding van Gijs Kurstjens kwamen we op een prachtig uitzichtpunt, waar Wim Westerhof ons aan de hand van het uitzicht en een meegebrachte kaart iets vertelde over de geologie van het gebied. Het gebied is rijk aan breuken (de Peelrandbreuk kwam bij de aardbeving in Roermond in het nieuws), en daardoor geologisch zeer interessant. Aan het begin van de middag gingen we onder leiding van Bert Pex naar het Meinweggebied. Na een korte lunch bezochten we de Bosbeek (met veel knutten of Ceratopogonidae) en de Rolvennen. In de Bosbeek hebben we monsters genomen van diatomeeën. Hierin zijn bijzondere soorten te vinden. *Mogelijk kunnen we hierop nog eens terugkomen als ik soortenlijsten mag ontvangen?*

Na deze prachtige excursiedag terug naar huis. Einde van een zeer geslaagde bijeenkomst. Zo geslaagd, dat het bestuur heeft besloten in 1997 ook een tweedaagse bijeenkomst te houden. U kunt dit alvast noteren: 3-4 oktober 1997 bij het RIZA in Lelystad. Vrijdag drie oktober: lezingen met als thema eutrofiëringsbestrijding. Zaterdag 4 oktober: excursiedag.

---

# **VOLGENDE BIJEENKOMST**

## **NVKD:**

**3-4 OKTOBER 1997**

**LELYSTAD**

**THEMA: EUTROFIERINGSBESTRIJDING**

## VERSLAG VAN DE ALGEMENE LEDENVERGADERING VAN DE NVKD IN 1996 GEHOUDEN TIJDENS DE JUBILEUMBIJEENKOMST OP 31 MEI 1996 BIJ HET ZUIVERINGSCHAP LIMBURG IN ROERMOND.

1. Voorzitter Herman van Dam opent de vergadering om 10.30 u, nadat koffie met Limburgse vlaai was genuttigd. Het Zuiveringschap heeft ons buitengewoon hartelijk ontvangen en alle medewerking verleent bij de voorbereidingen van deze dag. Hiervoor worden speciaal Bert Pex en Onneke Driessen van het Zuiveringschap hartelijk bedankt. Een speciaal welkom is er voor Professor Horst Lange-Bertalot. Hij is vandaag eregast en was op uitnodiging van de NVKD naar Roermond gekomen om een lezing te houden over diatomeeën als indicatoren voor waterkwaliteit.  
Een kleine programmawijziging wordt doorgegeven: na de middagpauze houdt Herman van Dam een korte toespraak over 10 jaar NVKD: historisch overzicht en korte vooruitblik.
2. De notulen van de vorige ledenvergadering in 1995 (Diatomededelingen 19:5-6) worden goedgekeurd onder dankzegging aan de secretaris.
3. De secretaris, ondergetekende, geeft een kort jaaroverzicht (elders in dit nummer afgedrukt) over 1995.
- 4a. Penningmeester Peter Vos geeft een korte toelichting over het jaaroverzicht 1995 en de begroting 1996. Er is veel geld in kas. Dit komt doordat er weinig geld wordt uitgegeven. De Rijks Geologische Dienst zorgt voor drukken en verspreiding van Diatomededelingen, wat anders jaarlijks een flinke som geld zou kosten. Dank zij het feit dat we altijd welkom zijn bij verschillende instanties om onze bijeenkomsten te houden, hoeven we ook geen huur voor zalen etc. te betalen. Peter dringt er wel op aan dat de leden zich actiever moeten opstellen om promotie te maken voor diatomeeënonderzoek. Hiervoor kan het bestuur geld beschikbaar stellen. Ideeën zijn welkom. "Het geld moet rollen", zegt onze penningmeester.
- 4b. Verslag van de kascommissie en verkiezing van een nieuw lid van deze commissie. Bert Pex heeft samen met Linda van den Hove de kas gecontroleerd. Alles werd in orde bevonden. De penningmeester Peter Vos wordt hartelijk dank gezegd voor zijn keurige verslag. Bert Pex treedt af als lid van de kascommissie en voor hem in de plaats treedt Adriëne Mertens aan. Zij zal samen met Linda van den Hove volgend jaar de kas controleren. Linda treedt volgend jaar af.
5. Hein de Wolf wordt na aftreden herkozen in het bestuur. Hein verzorgt naast allerlei contacten met diatomisten vanuit de geologische hoek al heel lang de uitgave van Diatomededelingen en doet dit op meer dan voortreffelijke wijze. We hopen dat hij dat nog lang kan blijven doen.

Tot zover de algemene ledenvergadering. Van het overige deel van deze dag en de excursiedag op 1 juni wordt elders in dit nummer verslag gedaan.

Mochten er naar aanleiding van dit verslag opmerkingen zijn, graag even een berichtje naar de secretaris.

Gert van Ee

## NOTULEN LEDENVERGADERING NVKD 31 MEI 1996 TE ROERMOND

De ledenvergadering was kort in verband met een drukke lezingendag. Op deze dag wordt het tienjarig bestaan van de NVKD gevierd. Als lokatie is Roermond gekozen, waar we hartelijk welkom waren bij het Zuiveringssschap Limburg.

De ledenvergadering begon om 11.00 u. en werd voorgezeten door Herman van Dam, voorzitter van de NVKD. De agenda met 7 vergaderpunten was bij de convocatie voor Roermond rondgestuurd.

1. Opening door Herman van Dam. De agenda werd ongewijzigd vastgesteld.
2. Notulen jaarvergadering 1995 in Haarlem (Diatomedelingen 19:5-6) werden onder dankzegging goedgekeurd. Geen opmerkingen en aanvullingen.
3. Gert van Ee geeft een kort jaaroverzicht over 1995 (zie elders in dit nummer).
- 4a. Peter Vos geeft een korte toelichting over het jaaroverzicht van 1995 en de begroting voor 1996. Hij deelt mee dat er veel geld in de kas is en blijft, omdat er weinig wordt uitgegeven. Wel is er geld uitgetrokken voor de jubileumbijeenkomst en is het de bedoeling om een brochure over de NVKD en diatomeeën(onderzoek) te maken. De contributie blijft ongewijzigd.
- 4b. De kascommissie (Bert Pex en Linda van den Hove) doet verslag over haar bevindingen. Het jaaroverzicht is in orde bevonden (na enige kleine correcties). De voorzitter vraagt hierop aan de vergadering de penningmeester te déchargeren en het jaaroverzicht 1995 goed te keuren. Dit gebeurt onder grote dankzegging aan Peter Vos, die dit nu al weer 10 jaar doet. Vervolgens treedt Bert Pex af als kascommissielid en blijft Linda van den Hove nog één jaar aan. In plaats van Bert Pex zal Adriëne Mertens de kas volgend jaar controleren.
5. (Her)verkiezing van Hein de Wolf. Hein de Wolf trad af als bestuurslid en heeft zich herkiesbaar gesteld. Aangezien niemand zich had gemeld als tegenkandidaat en iedereen unaniem op de vergadering vóór stemde, is Hein opnieuw in het bestuur gekozen. Voor diegenen die niet precies weten wat Hein zoal doet in het bestuur: hij zorgt iedere keer opnieuw voor de uitgave van Diatomedelingen, voor het rondsturen hiervan en van alle andere ledenpost (convocaties, etc.). Bovendien is hij een bekendheid in de diatomeeënwereld, waardoor hij goed op de hoogte is van allerlei nieuwtjes.
6. De rondvraag. Gerhard Cadée vraagt hoe het zit met mensen die hun contributie niet betalen (of achterstallige contributie niet en bijv. van een later jaar wel). Peter Vos antwoordt dat deze mensen herhaaldelijk worden aangeschreven. Bij herhaaldelijk niet betalen en het uitblijven van een reactie van de niet-betaler worden zij uiteindelijk geroyeerd als lid. Gerhard is met dit antwoord tevreden.
7. Sluiting om 11.15 u.

-----

## KORT JAAROVERZICHT VAN DE NVKD OVER 1995

Het jaar 1995 was tamelijk rustig verlopend. Er zijn twee bijeenkomsten geweest bij de Rijks Geologische Dienst: op 21 april (24 deelnemers) en op 3 november (20 deelnemers). Voor de lezing van 3 november verliep de organisatie enigszins moeizaam, doordat lezingen werden afgezegd en hiervoor op korte termijn vervangende lezingen moesten komen. Ook was op 3 november Herman van Dam verhinderd als voorzitter, maar dit werd uitstekend opgevangen door Gerhard Cadée. Achteraf was het als prettig ervaren dat er slechts 4 lezingen waren; er was meer tijd voor discussie en informele contacten (dit leverde uw secretaris nog een zeer zeldzame waterkeversoort uit Vlaanderen op met dank aan Bart Van den Vijver).

Er waren drie bestuursvergaderingen: op 17 februari, 1 juli en 24 november. De laatste twee vergaderingen stonden vooral in het teken van ons tienjarig jubileum en de organisatie daarvan.

Het aantal leden nam af met 9, maar inmiddels zijn er weer twee nieuwe leden bij. Vooral de amateurleden hebben bedankt. Dit stemt ons somber en hierover moeten we nog eens nadenken hoe we dit kunnen keren. Helaas is er ook dit jaar weer een sterfgeval: de heer C. van Duyn is in 1995 plotseling overleden.

We werden als club uitgenodigd door de Nederlandse Entomologische Vereniging voor hun jubileum: zij bestonden in 1995 150 jaar! Uw voorzitter en secretaris zijn hier naartoe geweest met een felicitatiebrief en als cadeautje het speciale Van der Werff nummer. Dit werd in grote dank aanvaard; 's avonds was ik op het diner in Krasnapolsky (ik ben namelijk ook al enige jaren NEV lid) werden we speciaal door de voorzitter J. Krikken hiervoor bedankt.

GvE

## Ledenlijst NVKD 1996

*Mocht u opmerkingen of aanvullingen hebben: graag even een berichtje naar Gert van Ee.*

J.W.M. Baars  
Stampstraat 119  
6369 BC Simpelveld

J.G. Balkema  
Groenendaal 43  
9722 CP Groningen

A.J. van Bennekom  
N.I.O.Z.  
Postbus 59  
1790 AB DEN BURG TEXEL

L. Beyens  
Rijks Universitair Centrum Antwerpen  
Dienst Plantkunde  
Groenenborgerlaan 171  
B-2020 ANTWERPEN BELGIE

R.M. Biesheuvel  
Wilhelminastraat 16  
2991 BV BARENDRECHT

R. Bijkerk  
Kerklaan 51  
9751 NM Haren (Gr)  
postbus 14  
9750 AA Haren

G.C. Cadée  
N.I.O.Z.  
Postbus 59  
1790 AB DEN BURG TEXEL

Mw. C. Cocquyt  
Lab. v. Morf., Syst. & Ecol. van de Planten  
R.U.G.  
K.L.Ledeganckstraat 35  
B - 9000 Gent  
BELGIE

P. Compère  
Nationale Plantentuin van België  
Domein van Boechout  
B-1860 MEISE BELGIE

E. Daemen  
Voorburcht 6  
4421 EN KAPELLE

H. van Dam  
AquaSense  
Gen. Foulkesweg 72  
6703 BW Wageningen

H. Demiddele  
Alf. De Vlamyncklaan 9  
B - 8700 Tielt  
BELGIE

L. Denys  
De Lescluzestraat 68  
B-2600 BERCHEM ANTWERPEN  
BELGIE

Dr. E. van Donk  
Landbouwwuniversiteit Wageningen  
Vakgroep Natuurbeheer  
postbus 8080  
6700 DD Wageningen

Mw. M. Doorman/ Dhr. W. van den Broecke  
KNNV Waterwerkgroep  
p/a Prins Bernhardstraat 9  
3466 LR Waarder

O. Driessen  
Waterschap Zuiveringschap Limburg  
Postbus 314  
6040 AH ROERMOND

G. Duursema  
Zuiveringschap Drenthe  
Eemland 1  
Postbus 231  
9400 AE ASSEN

J.H. Ebbeng  
WBB Werkendam  
Postbus 61  
4250 DB Werkendam

G. van Ee  
Provincie Noord-Holland  
Dienst Ruimte en Groen  
Afdeling Onderzoek en Informatie  
Postbus 6090  
2001 HB HAARLEM  
e-mail ond\_info@euronet.nl

A.C. Ellis-Adam  
Hugo de Vries Laboratorium  
Vakgroep Bijzondere Plantkunde  
Kruislaan 318  
1098 SM AMSTERDAM

Drs. K. Everards  
Nieuweweg 32  
3962 EV WIJK BIJ DUURSTEDEN

T. & A. Frank  
Marwei 104  
8508 RH DELFSTRAHUIZEN

I. Geutskens  
RGD, Afd. Diatomeeën  
Postbus 157  
2000 AD Haarlem

W. Gieskes  
R.U.G.  
Biologisch Centrum  
Vakgroep Mariene Biologie  
Postbus 14  
9750 AA Haren  
Kerklaan 30  
9751 NN Haren (Gr.)

M. Hokken/G. de Jong  
Hoogheemraadschap van Schieland  
Maasboulevard 123  
Postbus 4059  
3006 AB ROTTERDAM

Mw. M. T. Hooft van Huysduynen  
Zuiveringschap West-Overijssel  
afd. Zuiverings Technologie  
postbus 60  
8000 AB Zwolle

P.M. Houpt  
Timorstraat 123  
2585 SE DEN HAAG

dhr. J. van der Hout  
RIZA  
postbus 17  
8200 AA Lelystad

J. van Iperen  
N.I.O.Z.  
Postbus 59  
1790 AB DEN BURG TEXEL

Drs. N. Ivorra  
Universiteit van Amsterdam  
Aquatische Ecotoxicologie  
Kruislaan 320  
1098 SM Amsterdam

M. Kat  
Maerelaan 180  
1963 KG HEEMSKERK

R. Koeman  
Kerklaan 30  
Postbus 14  
9750 HA HAREN

J.L. Koremans  
Hobbemalaan 153  
1816 GC ALKMAAR

F.A. Kouwe  
Gemeenschappelijke Technologische Dienst  
Oost-Brabant  
Postbus 10001  
5280 DA BOXTEL  
Molenpad 8  
5281 JV Boxtel

J.C. Kros  
De Hydra 1  
3224 GL Hellevoetsluis

J.J. Lobenstein  
Landréstraat 117  
2551 AD Den Haag

A. Mertens  
AquaSense  
Gen. Foulkesweg 72  
6703 BW Wageningen

J. van der Molen  
c/o University of Port Elizabeth  
Botany Departement  
P.O.Box 1600  
Port Elizabeth 6000  
Republic of South Africa  
e-mail BTBJSJSM@upe.ac.za

J. Muilwijk  
Aeolusweg 133  
3731 XE DE BILT

K. Muylaert  
Lab. v. Morf., Syst. & Ecol. van de Planten  
R.U.G.  
K.L.Ledeganckstraat 35  
B - 9000 Gent  
BELGIE

B. Pex  
Waterschap Zuiveringschap Limburg  
Postbus 314  
6040 AH ROERMOND

N. Podoor  
Plantkunde Instituut KVL  
Kardinaal Mercierlaan 92  
3030 LEUVEN  
BELGIE

Dr. W. Prud'homme van Reine  
Rijksherbarium  
Postbus 9514  
2300 RA Leiden

M. Rademaker  
Nordstranderstrasse 6  
25761 Zúsum  
Duitsland

S. Redeker-de Gelder  
Provinciaal Waterleidingbedrijf Noord-  
Holland  
Dijkweg 12  
1619 HA ANDIJK

R. Roijackers  
Landbouwwuniversiteit Wageningen  
Vakgroep Natuurbeheer  
Sectie Waterkwaliteitsbeheer  
Postbus 8080  
6700 DD WAGENINGEN

M. Rosielle  
Rijksstraatweg 580  
2026 RB Haarlem

K. Sabbe  
Lab. v. Morf., Syst. & Ecol. van de Planten  
R.U.G.  
K.L.Ledeganckstraat 35  
B - 9000 Gent  
BELGIE

J.C. Schmale  
Statenlaan 109b  
2582 GH DEN HAAG

P. Slangen  
29 Coneston Avenue  
OX 30 AN Oxford  
Engeland

J.A. Sinkeldam  
IBN-DLO  
Postbus 23  
6700 AA Wageningen

P. Snoeij  
Uppsala Universiteit  
Box 559  
S-751 22 UPPSALA SWEDEN

I.E. Spica  
Heihof 3a  
6373 AB LANDGRAAF

F.J.G. Sterrenburg  
Cederstraat 78  
2565 JS Den Haag

Mw. ing. M. Thannhauser  
Waterschap Friesland  
Afd. Laboratorium  
Gedempte Keizersgracht 38  
Postbus 36  
8900 AA Leeuwarden

Dr. D. Tubbing  
Universiteit van Amsterdam  
Aquatische Ecotoxicologie  
Kruislaan 320  
1098 SM Amsterdam

H. Vallenduik  
De Cock van Neerijnenstraat 9  
5482 GR Schijndel

B. van de Vijver  
RUCA  
Dienst Plantkunde  
Groenenborgerlaan 171  
2020 Antwerpen  
België

W. Vyverman  
Kraaiwinkel 30  
3450 HAALTERN BELGIE

P. Vos  
Singel 9  
1012 VC AMSTERDAM  
e-mail: P.C.VOS@RGD.NL

B. de Vries  
Oude Waelweg 57  
1111 SW Diemen

R. Wellner  
Kapittelweg 216  
1216 JL HILVERSUM

H. de Wolf  
Rijks Geologische Dienst  
Afdeling Diatomeeën  
Postbus 157  
2000 AD HAARLEM

G.J.J. Zonneveld-de Boer  
Kerkweg 36  
2071 NE SANTPOORT

Dhr. en Mevr. Van Zwijnsvoorde  
Ekkergemstraat 111  
B - 9000 GENT BELGIE

AquaSense  
Drs. M. Soesbergen  
Dr. J.T. Meulemans  
Postbus 95125  
1090 HC AMSTERDAM

Hoogheemraadschap van de Uitwaterende  
Sluizen in West-Friesland en Kennemerland  
A. Kreike-Kuiper  
Postbus 15  
1135 ZH EDAM

Hoogheemraadschap van Rijnland  
t.a.v. Documentaliste  
Postbus 156  
2300 AD LEIDEN  
Breestraat 48  
Leiden

Provinciaal Waterleidingbedrijf Noord-  
Holland  
t.a.v. Mw. J. de Roos  
J.W. Lucasweg 2  
2031 BE HAARLEM

Zuiveringsschap Hollandse Eilanden en  
Waarden  
afd. OW  
Postbus 469  
3300 AL Dordrecht

Zuiveringschap Amstel & Gooiland  
Mw. Drs. Y. Scheffer  
Postbus 1061  
1200 BB Hilversum



## TIEN JAAR NEDERLANDS-VLAAMSE KRING VOOR DIATOMISTEN

Herman van Dam

*AquaSense TEC, Generaal Foulkesweg 72, 6703 BW Wageningen*

Op het Achtste Internationale Diatomeeënsymposium, dat in 1984 te Parijs werd gehouden waren acht Nederlandse deelnemers, die elkaar nog niet allemaal bleken te kennen. Enkele van deze deelnemers besloten daarop een club op te richten voor allen in het Nederlandse taalgebied, die zich beroepsmatig of uit liefhebberij met diatomeeën bezig houden. Het voornaamste doel van zo'n vereniging zou moeten zijn om het contact tussen de Nederlandse en Vlaamse diatomisten te bevorderen. Dergelijke organisaties bestonden binnen Europa al voor de Engelse, Franse en Scandinavische taalgebieden.

Er werd hard gewerkt om de club van de grond te krijgen. Een aantal potentiële leden werd benaderd en op zaterdag 9 februari 1985 vond op het Rijksinstituut voor Natuurbeheer (thans DLO-Instituut voor Bos- en Natuuronderzoek) in Kasteel Broekhuizen te Leersum een eerste vergadering plaats, die door 39 belangstellenden werd bezocht. Naast discussies over de organisatievorm waren er zes lezingen over eigen werk van de leden, waarvan een met film. Van de voordrachten verschenen in april 1985 samenvattingen in Mededelingen nr 1 van de Nederlands-Vlaamse Kring van Diatomisten i.o. In september was er weer een goed bezochte vergadering, waar zeven voordrachten werden gehouden. Kennelijk voorzagen de activiteiten in een behoefte, zodat op 8 januari 1986 de Nederlands-Vlaamse Kring van Diatomisten (NVKD) als vereniging officieel werd opgericht door het passeren van de statuten.

In het eerste jaar waren er meteen al ruim 40 leden. Tussen 1986 en 1994 waren er tussen de 65 en 70 leden, waarvan ongeveer 45 professionals, 20 amateurs en 5 instituten en bibliotheken. Op dit moment telt de Kring 61 leden. De afname is het gevolg van de vermindering van het aantal amateurleden. De meeste leden die zich beroepshalve met diatomeeën bezig houden zijn werkzaam bij waterbeheerders, waterleidingbedrijven en adviesbureaus. Zij gebruiken diatomeeën, vaak naast andere waterorganismen, als indicatoren voor de waterkwaliteit. Een aantal leden is werkzaam aan universiteiten en onderzoeksinstituten. Zij bestuderen de diatomeeën daar vaak als onderdeel van een groter geheel, zoals het ecosysteem.

De belangrijkste activiteit van de Vereniging is het organiseren van halfjaarlijkse wetenschappelijke bijeenkomsten, die meestal door enkele tientallen leden en andere belangstellenden worden bezocht. Veel van deze vergaderingen waren op Kasteel Broekhuizen, maar veel waren er ook op andere plaatsen in Nederland en België bij instituten en diensten waar diatomisten werkzaam zijn. Ruim een kwart van de lezingen ging over de ecologie van zoetwaterdiatomeeën. Iets minder dan een kwart van de bijdragen ging over morfologie, taxonomie, systematiek en historische aspecten. Slechts ongeveer tien procent ging over biologie, fysiologie en productie van toxische stoffen. Een kleine vijftien procent had betrekking op methoden van onderzoek, voornamelijk fotografie, prepareren en microscopiseren. Op deze bijeenkomsten was niet alleen plaats voor lezingen, vaak was er ook gelegenheid om gezamenlijk te microscopiseren en om determinatieproblemen op te lossen.

De tekst van de meeste lezingen, of een samenvatting daarvan, werd gepubliceerd in het verenigingsblad. De Mededelingen 1 werden opgevolgd door Diatom-Times 1(1), maar vanwege de wat al te weinig Nederlandse naam werden deze omgedoopt tot Diatomemedelingen. Dit eenvoudig uitgevoerde contactblad verschijnt ongeveer twee maal per jaar en nummer 22 ligt nu voor u.

Een van de activiteiten van de Vereniging is het bijhouden van een collectie. Die bevat enkele preparaten, maar het grootste deel bestaat uit boeken, rapporten en overdrukken van tijdschriftartikelen die door de leden zijn geschreven. In een aantal nummers van

Diatomedelingen zijn aanwinstenlijsten afgedrukt en ter gelegenheid van het tienjarig jubileum gaat een volledige inventarislijst als bijlage bij dit nummer.

Er werden enkele excursies georganiseerd, o.a. naar Texel, Zeeland, de Hautes Fagnes en Zuid-Limburg, maar veel belangstelling is daarvoor onder de leden nooit geweest. Eenmaal moest zelfs een geplande excursie naar Terschelling wegens gebrek aan belangstelling worden afgelast. Voor de excursie naar de Grensmaas ter gelegenheid van dit jubileum is gelukkig voldoende belangstelling.

Een absoluut hoogtepunt in het bestaan van de Vereniging was de organisatie van het Twelfth International Diatom Symposium, onder auspiciën van de International Society for Diatom Research. Met de organisatie werd in het voorjaar van 1991 begonnen. Het symposium vond plaats van 30 augustus tot en met 5 september 1992 te Renesse, terwijl de proceedings eind 1993 in *Hydrobiologia* 269-270 / *Developments in Hydrobiology* 90 werden gepubliceerd. Het was een zeer vruchtbaar symposium, dat 160 bezoekers telde. Voorts timmerde de Vereniging aan de weg door de gecombineerde uitgave van Diatomedelingen nr. 16 met het *Netherlands Journal of Aquatic Ecology* 28(1), met een serie artikelen over diatomeeën en andere onderwerpen, ter nagedachtenis van Albert Van der Werff (1903-1991), die kort na de oprichting van de Vereniging in 1986 tot erelid werd benoemd, wegens zijn verdiensten voor de studie van de diatomeeën in Nederland.

Algen in het algemeen en diatomeeën in het bijzonder zijn bij het grote publiek, maar ook bij waterkwaliteitsbeheerders en natuurbeschermers weinig bekend en bemind. Er wordt meestal pas serieus naar algen gekeken als ze overlast veroorzaken door hun grote aantal of door hun giftigheid. Daarom mag de NVKD best trots zijn op haar zestig leden. In de andere taalgebieden zijn er in verhouding tot het Nederlandse taalgebied vaak veel minder diatomisten. Het is wel zorgelijk dat het merendeel van de leden werkzaam is in de toegepaste sector en niet in het fundamentele onderzoek. Daardoor worden er te weinig diatomisten opgeleid. Diatomeeën zijn in veel gevallen geschiktere indicatoren voor de waterkwaliteit dan andere organismen, maar door het geringe fundamentele onderzoek wordt deze kennis veel te weinig uitgebuit.

Aan de Nederlandse universiteiten zijn helaas geen plaatsen meer waar structureel onderzoek aan diatomeeën wordt gedaan. Dit geldt overigens ook voor andere groepen van lagere planten, zoals mossen. Het is belangrijk dat de NVKD, eventueel samen met anderen er voortdurend op aandringt dat dergelijke onderzoekplaatsen er weer komen. Dit zal niet eenvoudig zijn, want de aquatische oecologie aan de Nederlandse universiteiten maakt thans moeilijke tijden door. De NVKD zou zich actiever kunnen opstellen bij het profileren van het diatomeeënonderzoek bij instanties die waterkwaliteitsonderzoek financieren. Een brochure zou daartoe een eerste aanzet kunnen zijn. De NVKD zou ook meer een forum moeten zijn voor degenen die (eco)fysiologisch en toxicologisch onderzoek aan diatomeeën verrichten, maar dit is moeilijk door de relatief kleine omvang van de Vereniging.

Daarom zal de NVKD meer aansluiting en samenwerking zoeken met andere verenigingen, zoals de Nederlandse Vereniging voor Aquatische Ecologie. Er is al een gezamenlijke lezingendag met de Sectie Algologie van de Koninklijke Nederlandse Botanische Vereniging geweest, terwijl de NVKD ook deelneemt in het NIBI (Nederlands Instituut voor Biologie), dat namens de biologie in Nederland naar buiten treedt en actie onderneemt.

## WATERKWALITEITSONDERZOEK BIJ HET ZUIVERINGSCHAP LIMBURG

Onneke Driessen en Bert Pex

## WATERBELEID EN TAKEN VAN HET ZUIVERINGSCHAP

Alvorens iets te zeggen over de operationele kant van het Zuiveringschap, zal ik heel kort ingaan op het waterbeleid in Nederland.

De Derde Nota Waterhuishouding geeft op rijksniveau een uitwerking van het geïntegreerde beleid voor de verschillende aspecten van de waterhuishouding. De doelstelling van het beleid zoals dat in de Derde Nota Waterhuishouding is weergegeven, kan worden samengevat als het hebben en het houden van een veilig en bewoonbaar land als primaire randvoorwaarde en het ontwikkelen en instandhouden van gezonde waterhuishoudkundige systemen die een duurzaam gebruik garanderen.

De hoofdlijnen van beleid voor de waterhuishouding in de provincie Limburg zijn voor de periode 1991-1995 uitgewerkt in het Waterhuishoudingsplan (WHP). Het beleid en beheer van de regionale waterbeheerders dient in beheersplannen te worden uitgewerkt.

De waterschappen Peel & Maasvallei en Roer en Overmaas als waterkwantiteitsbeheerders en het Zuiveringschap Limburg als waterkwaliteitsbeheerder willen door deze gezamenlijk opgestelde integrale waterbeheersplannen (IWBP) een goede afstemming van kwaliteits- en kwantiteitsaspecten van het oppervlaktewaterbeheer bereiken. Voor de provincie Limburg worden drie integrale waterbeheersplannen opgesteld, te weten IWBP Zuidelijk Zuid-Limburg (ZZL), Roer en Geleenbeek (R&G) en Peel en Maasvallei (P&M). Het IWBP ZZL is gereed, de overige twee plannen zijn in concept gereed, daarover lopen momenteel de inspraakrondes en voorlichtingsavonden.

Een IWBP heeft een beleidsmatig en operationeel karakter. De kern van het beheersplan bestaat uit het aangeven op welke wijze het waterbeheer voor een bepaalde periode wordt afgestemd op de bij het waterbeheer betrokken belangen. Hierbij is wat betreft planstructuur en inhoud rekening gehouden met de hoofdlijnen van beleid in het Waterhuishoudingsplan 91-95, met de Wet op de Waterhuishouding en met de Verordening Waterhuishouding Limburg. Het integraal waterbeheersplan omschrijft het beleid en beheer voor de planperiode. Tevens wordt een middellange termijnvisie ten aanzien van het regionale waterbeheer aangegeven. Het plan is richtinggevend voor het te voeren beleid en beheer van Waterschappen en Zuiveringschap voor zover behorend tot de taakstellingen.

Welke concrete werkzaamheden/hoofdtaken volgen uit de in het beleid vastgelegde taakstellingen. Voor het Zuiveringschap kan dat samengevat worden onder de hoofdtak: het bewaken en verbeteren van de kwaliteit van het regionale oppervlaktewater in de provincie Limburg. Deze taak wordt voornamelijk uitgevoerd door:

1. het zuiveren van afvalwater in rioolwaterzuiveringsinstallaties. Verspreid over de provincie heeft het zuiveringschap zo'n 20 installaties in beheer. Het beleid is er op gericht kleinere installaties op den duur op te heffen, terwijl op de grotere installaties maatregelen worden genomen om het effluent te verbeteren, o.a. d.m.v. defosfaterings- en denitrificatieprocessen waarmee de fosfaat- en stikstofgehalten in het effluent worden verlaagd. Voor belangstellende bestaat de mogelijkheid om deze installaties te bezoeken en de werking ervan uitgelegd te krijgen.
2. het opstellen en hanteren van een lozingsvergunningenstelsel volgens de wet is het verboden zonder vergunning afvalstoffen in het oppervlaktewater te lozen. Het Zuiveringschap kan vergunningen verstrekken en stelt (steeds strengere) eisen aan de stoffen die geloosd mogen worden. Bovendien heeft het Zuiveringschap een controlerende taak om illegale lozings op te sporen en overtreders te verbaliseren.
3. het doen van biologisch en fysisch-chemisch onderzoek naar de kwaliteit van het limburgse oppervlaktewater. Aan de hand van het biologisch en fysisch-chemisch onderzoek worden uitspraken gedaan over de kwaliteit van het oppervlaktewater in de provincie Limburg en worden aanbevelingen gedaan voor verbetering van de kwaliteit van het oppervlaktewater.
4. actief ecologisch beheer.

Gelukkig leiden die aanbevelingen tot daden. Meer en meer houden wij ons bezig met actief ecologisch waterbeheer. Daarmee wordt bedoeld dat door het Zuiveringschap zelf of in overleg en op verzoek van het Zuiveringschap ingegrepen wordt in het oppervlaktewater om de kwaliteit van het watersysteem te verbeteren. Zo kunnen vennen worden uitgebaggerd, beken worden natuurvriendelijk (her)ingericht, enz.

## WATERKWALITEITSONDERZOEK BIJ HET ZUIVERINGSCHAP

**Doelstelling**

Het waterkwaliteitsonderzoek bij het Zuiveringschap was eind jaren 70 vooral gericht op fysisch-chemisch onderzoek. De nadruk lag daarbij op abiotische criteria als zuurstofhuishouding en voedingsstoffen. Begin jaren 80 kwam bij het Zuiveringschap ook het biologisch onderzoek in de belangstelling te staan. Doelstelling van dit onderzoek was beoordelen van de waterkwaliteit op biologische parameters.

Recentelijk is de doelstelling van het fysisch-chemisch en biologisch onderzoek sterk veranderd. Naast biologische en ecologische beoordelingen van oppervlaktewateren wordt ook gewerkt aan het toekennen van ecologische waterkwaliteitsdoelstellingen, het ecologisch waterbeheer, het maken van herinrichtingsplannen, het evalueren van uitgevoerde maatregelen enz. Naast beoordelen worden vanuit het waterbeheer ook instrumenten gevraagd voor controle, signaleren, beheer en voor monitoring /evaluatie. Er moet niet alleen beoordeeld worden, maar ook getoetst aan doelstellingen, knelpunten gesignaleerd t.b.v projecten, voorspellingen gedaan bij eventuele maatregelen etc. Dat vergt een heel ander instrumentarium. Hoe interessant ook, tijd ontbreekt om daar nu uitgebreid op in te gaan.

**Invulling en omvang van het biologisch onderzoek**

Om bovenstaand instrumentarium te kunnen ontwikkelen en te kunnen voeren is dus onderzoek nodig. Bij het invullen van het ecologisch onderzoek wordt onderscheid gemaakt in het routinematig, inventariserend en projectmatig onderzoek.

**a. Routinematig onderzoek**

Dit onderzoek bestaat uit het routinematig verzamelen van ecologische informatie en wordt gekenmerkt door het terugkerende (routinematige) karakter van de bemonsteringen en het eenvormig verwerken van de gegevens. Op deze manier kan over een langere periode verzameld materiaal worden gebruikt voor trendanalyses en voor "vinger aan de pols" controle op strategische locaties. Hier vallen eveneens de locaties onder waar afspraken liggen met derden (grenswatercommissies, CUJWO e.d.) om die locaties te bemonsteren. Met een bepaalde frequentie worden oppervlaktewateren op vaste locaties bezocht en onderzocht op relevante parameters.

Het routinematig meetnet bestaat o.a. uit bemonsteringslocaties in grenswateren, hoofdwaterlopen, kleinere waterlopen en diverse stagnante wateren, waaronder maasplassen, visvijvers, meren en plassen en vennen.

**b. Projectmatig onderzoek**

Het projectmatig onderzoek richt zich voornamelijk op het volgen van bepaalde beheers- onderhouds- en herinrichtingsmaatregelen. Het onderzoek bestaat uit het vaststellen van de Ausgangssituatie en uit het volgen van de kwaliteitsverandering na uitvoering van maatregelen.

Projectmatig onderzoek kan ook gericht zijn op een bepaald watersysteem of stroomgebied (systeemonderzoek) om beter inzicht te krijgen in het functioneren van het systeem, welke invloeden waarneembaar zijn, of en hoe de kwaliteit verandert binnen het systeem, etc.

**c. Inventariserend onderzoek**

Bovenstaande onderzoekstaken hebben betrekking op een uitgebreid meetnet. Toch worden daarmee nog lang niet alle Limburgse oppervlaktewateren onderzocht. Om kennis te verkrijgen over alle aanwezige oppervlaktewateren in het beheersgebied worden successievelijk alle oppervlaktewateren, waar nog niets of weinig van bekend is, onderzocht. Dit inventariserend onderzoek heeft een ruimtelijk gespreid karakter, geeft een beter inzicht in de aanwezige watertypen en loopt vooruit op eventuele (onderzoeks- en kwaliteits)vragen.

Deze tabel geeft een overzicht van de omvang en de verdeling van bemonsteringen over deze onderzoekstypen per organismegroep (diatomeeën bij planktononderzoek)

organismegroep	totaal aantal monsters	% rout	% inv	% proj	aantal proj	benodigd aantal uren
macrofauna	180	33%	33%	33%	ca 25	ca 1 600
plankton	220	25%	25%	50%	ca 30	ca 1 100

macrofyten	30	10%	40%	50%	ca 25	ca 300
vissen	10		10%	90%	ca 10	uitbesteden
TOTAAL	440	27%	29%	44%	ca 35	ca 3 000

#### Bemonsteringsschema 1996

#### ONTWIKKELING PLANKTONONDERZOEK BIJ HET ZUIVERINGSCHAP

Aanvankelijk beperkte het planktononderzoek zich tot onderzoek in een aantal grotere stilstaande wateren, met name de plassen langs de Maas. Het planktononderzoek richtte zich met name op het kwalitatieve aspect. Hiertoe werd bezinkplankton geanalyseerd en werd een ecologisch gericht beoordelings systeem toegepast dat is gebaseerd op de theorieën van Caspers en Carbe. Het systeem is niet toepasbaar in kleinere wateren en zeker niet in stromende wateren. In de maasplassen echter, waar de primaire productie voornamelijk door het planktonisch plankton plaatsvindt en de invloed van de bodem betrekkelijk gering is, heeft deze manier van waterkwaliteits beoordeling in deze wateren nog steeds de voorkeur.

Heel anders ligt het in kleinere wateren zoals poelen, vennen en bronnen en beken. Hier is de rol die planktonisch plankton in de grotere wateren speelt overgenomen door met name waterplanten en periferytische algen. Met name in vennen verschaft het plankton onderzoek alléén niet voldoende informatie omtrent de ecologische toestand van het ven. In eind jaren tachtig is er daarom door het ZL onderzoek gestart naar periferytische diatomeeën in stagnante, kleinere wateren met een ecologische doelstelling, voornamelijk vennen. Door verandering in doelstelling van het onderzoek, zoals ook al eerder aangegeven, vond er tevens een verschuiving plaats van routinematig naar projectmatig onderzoek.

Het diatomeeënonderzoek in een aantal Limburgse vennen strekt zich uit over een periode van acht jaar. Hierdoor is het mogelijk ook over een langere termijn veranderingen zoals verdroging (met name op de zandige delen van de provincie) en de verzuring van met name regenwaterafhankelijke venachtige wateren in kaart te brengen. Deze gegevens zullen worden gebruikt om op regionale schaal beschrijvingen te geven van karakteristieke soorten (combinaties) in relatie tot de verschillende abiotische variabelen in de te onderscheiden watertypen. Daarmee wordt een basis gelegd voor een goed beheerssysteem, waarbij streefbeeld en ecologische normstellingen beschreven en gekwantificeerd kunnen worden.

Naast onderzoek in versystemen wordt onderzocht in hoeverre diatomeeën aanvullende informatie kunnen geven over andere watertypen, zoals bronnen en beken. In deze wateren wordt met name macrofaunaonderzoek uitgevoerd. Vaak verschaft dit onderzoek onvoldoende informatie over de nutriëntenhuishouding. Het voorkomen van bepaalde soorten diatomeeën is zoals U weet sterk gerelateerd aan de waterkwaliteit. Dit maakt deze groep van organismen bijzonder interessant om waterkwaliteitsontwikkelingen nauwgezet te kunnen volgen in deze wateren, ten behoeve van beoordeling, monitoring en wellicht voorspelling.

#### VOORBEELDEN DIATOMEËN ONDERZOEK

##### Eyserbeek

In het voorjaar en in het najaar van 1994 werd er onderzoek verricht naar de samenstelling van de epifytische diatomeeën in een aantal bronnen langs de Eyserbeek. De bronnen die onderzocht zijn "bron 2 het begin van de Steenputterbeek, bron 4 aan de Vloedgraaf De Greeth, bron 6 afwatering op de Vloedgraaf De Greeth, bron 19 Rode Putserbeek en bron 28 een poel aan de Eyserbeek.

Voor de bemonstering werden stenen en indien aanwezig waterplanten onderzocht op algenaangroei. De Diatomeeën werden verzameld door het aangroei van de stenen afgeschrapen. Stengels en blad van vegetatie werden geheel meegenomen voor onderzoek. Ook werd indien aanwezig het bovenste laagje van zandige gedeeltes onderzocht op epipsammische soorten.

Met behulp van de soortenlijsten die het onderzoek uiteindelijk opleverden werd de Diatomeeën-index van Van Dam berekend. Deze index geeft voor een aantal milieuparameters zoals trofie, saprobie zuurstof behoefte, stikstofopname, zuurgraad, zoutgehalte en vochtvoorkeur een bepaalde waarde weer. De Van Dam index is gebaseerd op de ecologische voorkeur van de soorten zoals zij voorkomen in stromende en stilstaande wateren. In "bronmilieu's" zijn de omstandigheden echter zo uitzonderlijk dat de

indexwaarden niet zondermeer toepasbaar blijken. In "de stromende bronnen" 2,4,6 en 19 werden soorten aangetroffen die indicatief zijn voor extreem organisch belaste wateren. De saprobie-index duidt op b-mesosaproob tot polysaproob water. De dominante soorten *Navicula seminulum*, *Navicula minuscula* var. *muralis* en *Navicula atomus* zijn indicatief voor organisch vervuilde wateren. Er is echter geen aanwijzing, gezien de fysisch-chemische analyses, dat in de onderzochte bronnen de organische belasting zo hoog is als de diatomeeën-samenstelling indiceert. Over het algemeen treedt organische belasting ook pas op in boven- en middenlopen (bladnival ed.) van beken of in antropogeen beïnvloede wateren maar nauwelijks in uitredend grondwater.

Door een combinatie van omstandigheden, zoals hoge nitraat-, fosfaat- en hoge sulfaat (mede verantwoordelijk voor hoge geleidbaarheid) gehalten, komen soorten voor die zowel hoge trofiegraad als een hoge saprobiegraad indiceren. Naast de hoge nutriënten gehalten zijn ook de hardheid en bicarbonaat gehalte zeer hoog, verantwoordelijk voor een hoge osmotische druk. De aanwezigheid van deze soorten is dus waarschijnlijk meer gerelateerd aan de hoge geleidbaarheid en de hoge belasting met fosfaat en nitraat en hier minder indicatief voor een hoge organische belasting. Er werden in alle bemonsterde bronmilieu's soorten aangetroffen die duiden op een zeer hoge belasting met nutriënten. Soorten die deze hoge belasting met fosfaat en nitraat indiceren zijn *Navicula seminulum*, *Navicula minima*, *Navicula atomus* en *Nitzschia archibaldii*. Deze soorten werden in alle onderzochte bronnen min of meer dominant aangetroffen.

Op basis van de diatomeeën-samenstelling kunnen de bronnen bovendien in twee morfologische typen worden ingedeeld. Bron 28 kan worden ingedeeld in het stilstaande type. Er worden soorten aangetroffen die alleen in stilstaande wateren worden gevonden. De overige bronnen kunnen als "stromend" type worden gezien. Hier worden veel soorten gevonden uit stromende wateren.

#### Kathagerbenden te Vaesrade.

Er zijn 25 mei 1993 enkele diatomeeënmonsters genomen in vier bronloopjes aan de rand van de Kathagerbenden. De bronloopjes zijn gelegen in een hellend drassig weiland waar naast vnl. Riet en Moerasspirea ook Gevlekte Orchis, Rietorchis, Lelietje-der-dalen, Eenbes en Dalkruid gevonden werden. De beekjes ontspringen in een helling aan de rand van het weiland. Het water stroomt op enkele plaatsen door veenmospakketten en vervolgens naar het lager gelegen broekbos van de Kathagerbenden. De loopjes worden gekenmerkt door een hoge stroomsnelheid, een lage temperatuur en over het algemeen helder water. Watervegetatie werd in de bronloopjes niet aangetroffen.

De grootste soortenrijkdom werd bereikt in bronloopje twee. In totaal werden hier 33 soorten kiezelwieren aangetroffen. Op punt 1 werden zeer lage aantallen kiezelwieren aangetroffen. Er werden slechts een zestal soorten gevonden. In alle vier de bronloopjes bleek *Achnanthes minnutissima* dominant. Ook de kiezelwieren *Achnanthes lanceolata*, *Navicula cryptocephala* en *Nitzschia amphibia* werden op alle punten gevonden. Deze soorten zijn algemeen in matig tot sterk voedselrijk stromend water. Op alle punten werden algemene soorten aangetroffen die stromend water met een matige kwaliteit indiceren. Opvallend was het dat op punt 4 ook kiezelwieren werden gevonden die een matige tot slechte waterkwaliteit indiceren, zoals *Navicula seminulum*, *Navicula radiosa*, *Navicula veneta* en *Navicula viridula*. Punt 2 lijkt op basis van de kiezelwierflora het minst beïnvloed door verontreiniging. Er werden naast algemene soorten ook voor het gebied zeldzame soorten aangetroffen uit stromende voedselarme milieus zoals *Pinnularia subcapitata* en *Diploneis oblongella*. Er werden zelfs stenotherme (koudwaterminnende) alpine soorten gevonden zoals *Cymbella falaisensis* en *Caloneis bacillum*. Zeer bijzonder is de vondst van *Cocconeis pseudothumensis*. Deze soort is slechts enkele malen tussen veenmossen in Europa aangetroffen.

De Van Dam index geeft voor saprobie matige organische belasting aan. De nutriënten belasting is op basis van de Van Dam index vrij hoog te noemen.

Ook hier zoals ook in het bronnen systeem van de Eyserbeek wordt de diatomeeën samenstelling sterk beïnvloed door geleidbaarheid en andere parameters die verhogend werken op de osmotische druk. Daarom is de hoge organische belasting die de diatomeeën samenstelling aangeeft niet helemaal terecht.

De diatomeeën samenstelling van de bronnen van de Kathagerbenden geeft een voedselarmere situatie weer dan in de bronnen van de Eyserbeek.

Er kan resumerend worden gesteld dat aan de hand van de kiezelwierflora geen directe relatie kan worden gelegd met de hoogte van de nitraat gehalten in beide systemen. Het is echter wel duidelijk dat de kiezelwierflora in beide systemen op nutriënten (fosfaat en ntraat) en ionrijke (bicarbonaatrijke, calciumrijke en sulfaatrijke) omstandigheden duidt. Waarbij de bronnen van de Eyserbeek duidelijk rijker aan nutriënten blijken dan de bronnen van de Kathager bemden.

Taxonomie en ecologie van benthische diatomeeëngemeenschappen en hun gebruik als indicatoren van vroegere milieumstandigheden

Wim Vyverman

Universiteit Gent  
Laboratorium Plantkunde  
K.L. Ledeganckstraat, 35  
9000 Gent,  
België

---

### Inleiding

Vrij recent werd er een grote vooruitgang geboekt in het ontwikkelen van kwantitatieve modellen voor het reconstrueren van milieuv variabelen en het gebruik van dergelijke modellen bij het bestuderen van lange-termijn veranderingen in aquatische ecosystemen. Vele dergelijke modellen zijn gebaseerd op diatomeeëngemeenschappen (vb. Dixit et al. 1993, Charles & Smol 1994, Davis et al. 1994) en werden met succes toegepast bij het bestuderen van verzuring van oppervlaktewateren tengevolge van atmosferische pollutie, eutroficatie, klimaatsveranderingen (vb. a.h.v. saliniteit). De overgrote meerderheid van deze studies werden uitgevoerd in het noordelijk halfrond terwijl voor de tropen en de gematigde streken in het zuidelijk halfrond er slechts weinig dergelijke studies voorhanden zijn (Servant-Vildary & Roux 1990, Vyverman & Sabbe 1995). Dit is voor een deel toe te schrijven aan de afwezigheid van regionale diatomeeënfloora's en aan het gebrek aan ecologische informatie over deze organismen in deze gebieden. Zo bijvoorbeeld bestaan er slechts een zeer beperkt aantal studies over de diatomeeënfloora van Tasmanië (vb. Hustedt 1955, Haworth & Tyler 1993).

Het hier voorgestelde onderzoek omvat een studie van 1) de systematiek, taxonomie en biogeografie van de diatomeeënfloora van Tasmanië (Australië) en 2) de samenstelling en verspreiding van benthische diatomeeëngemeenschappen in relatie tot milieufactoren. De resultaten van dit onderzoek zullen dienen als referentie voor toekomstig onderzoek over de monitoring van huidige milieuveranderingen en voor het reconstrueren van vroegere milieumstandigheden aan de hand van fossiele diatomeeënafzettingen.

### Studiegebied

Tasmanië ligt langs de zuid-oost rand van de Australische continentale plaat. Tengevolge van deze geografische positie, de overheersende zuid-westenwinden afkomstig van de Zuidelijke Oceaan, de lage bevolkingsdichtheid en de afwezigheid van grootschalige industriën, is de atmosferische pollutie er zeer gering. Het studiegebied omvat het centrale en zuid-westelijke bergland dat momenteel als World Heritage Area beschermd wordt. Het gebied wordt gekenmerkt door een grote biologische en limnologische diversiteit, met meer dan 4000 meren en tarns van voornamelijk glaciële oorsprong.

Het gebied kan ingedeeld worden in twee grote limnologische provincies, gekenmerkt door verschillen in optische en chemische karakteristieken en in nauwe associatie met edafische,



klimatologische, geologische gradiënten en verschillen in vegetatie (Tyler 1992). De Westelijke Provincie heeft een hoge jaarlijkse neerslag (2000-meer dan 3500 mm), silikaatgesteenten van precambrië, cambrië en ordovicische oorsprong en podzol- en veenbodems. De vegetatie bestaat uit *Nothofagus* regenwoud of *Gymnoschoenus* gedomineerde vegetaties in de lagere gedeelten en uit (sub-)alpiene vegetaties op grotere hoogte. De meren zijn matig tot sterk dystroof, ze hebben een lage alkaliniteit en zuurtegraad (Bowling et al. 1986, Tyler 1992). De Oostelijke Provincie is relatief droger (jaarlijkse neerslag 800-2000 mm) en met een meer uitgesproken seizoensaliteit. Dolerietgesteenten van Juras-oorsprong en Tertiare basaltgesteenten zijn de dominante rotstypes; de vegetatie bestaat voornamelijk uit sclerofiel woud en alpiene vegetaties. Het gebied omvat het uitgestrekte, vrij vlakke Central Plateau, een hoogvlakte waar de meeste van de 4000 meren voorkomen. De meren zijn meestal licht zuur, (ultra-)oligotroof en van het 'green window' optische type (Tyler 1992, Vyverman et al., subm.). De overgang tussen de Westelijke en Oostelijke Provincies wordt aangeduid als Tylers' Line (Shiel et al. 1989, Mesibov 1994) maar bestaat in feite uit een gradiënt in chemische en optische kenmerken tussen dystrofe, westelijke meren en oligotrofe, oostelijke meren (Tyler 1992, Vyverman et al. 1996).

#### Materiaal en methoden

In totaal werden meer dan 120 meren bemonsterd, de resultaten die hier wordt voorgesteld omvatten een training data-set van 76 meren. De staalname gebeurde in de loop van 1994, waarbij de bovenste sedimentlagen bemonsterd werden (Vyverman et al. 1996). Voor alle meren waren complete wateranalyses beschikbaar, bestaande uit nieuwe, individuele metingen of uit gemiddelde waarden van gegevens verzameld over de voorbije 20 jaar (Tyler 1992, Vyverman et al., subm.). De methodologie voor de diatomeeënanalyse is gebaseerd op Battarbee (1986), de taxonomie is gedeeltelijk volgens Krammer & Lange-Bertalot (1986-1991, Camburn et al. 1984-1986).

Er werden twee data-sets opgebouwd, bestaande uit biologische gegevens enerzijds (relatieve abundantie diatomeeëntaxa) en uit abiotische gegevens anderzijds (fysisch-chemische kenmerken en een aantal karakteristieken van het stroombekken van de meren (o.m. morfometrie, geologie, jaarlijkse neerslag, vegetatie enz.). Alle analyses gebeurden aan de hand van standaardtechnieken (voor een meer uitvoerige beschrijving van staalnamemethodiek en analyse, zie Vyverman et al. 1995, 1996, subm.). De gegevens werden geanalyseerd aan de hand van multivariate technieken, bestaande uit constrained en non-constrained CCA, TWINSPAN-analyse, weighted average regression (Hill 1979, Birks et al. 1990, Hall & Smol 1992, Jongman, ter Braak & Van Tongeren 1987, ter Braak 1988, 1990a,b, Line et al. 1994, ter Braak & Van Dam 1989, Vyverman et al. 1996).

#### Resultaten

In totaal werden 245 taxa in de celtellingen aangetroffen. Ongeveer 35 hiervan konden niet tot op soortsniveau geïdentificeerd worden, in enkele gevallen zelfs niet tot op genusniveau. Deze taxa worden momenteel meer intensief bestudeerd, een uitvoerige morfologische en ecologische studie ervan zal elders gepubliceerd worden (Vyverman et al., in prep., subm.). Eén van de meest interessante taxa is het nieuwe genus *Eunophora*, dat behoort tot de klasse van de Eunotiophycidae, en waarvan 4 soorten voorkomen in de meren van Tasmanië. Andere interessante taxa omvatten bijvoorbeeld een aantal nieuwe soorten uit het genus *Biremis*, een genus dat tot noch toe enkel gekend was uit estuariene en mariene milieus. Eén van de opvallende kenmerken van de zoetwateralgenflora van Tasmanië is de aanwezigheid van

verschillende taxa waarvan de dichtste verwanten in mariene milieu's leven (Vyverman et al. in prep.). Deze observaties, gecombineerd met een vrij groot aantal potentieel endemische taxa en de vreemde combinatie van 'noordelijk-alpiene' taxa en (sub-)tropische soorten, maken dat Tasmanië een bijzonder interessant studiegebied vormt voor biogeografisch onderzoek van protisten.

Aan de hand van een TWINSPAN-analyse werd een classificatie gemaakt van de bestudeerde meren. Hierbij werd L. Crescent, een mesotroof meer verder naar het oosten als uitbijter afgesplitst op basis van de afwijkende soortensamenstelling van de overige meren in de data-set. Binnen deze laatste groep werden twee grote clusters onderscheiden die ruwweg samenvallen met de westelijke meren in een eerste groep en de oostelijke meren in een tweede groep. Beide hoofdclusters werden verder opgedeeld in twee subgroepen waarbij meren gesitueerd nabij Tylers' Line, werden afgescheiden van typische westelijke of oostelijke meren. Deze patronen komen ook duidelijk tot uiting in de DCA en CCA ordinaties. De west-oost gradiënt in fysisch-chemische kenmerken komt dus duidelijk tot uiting in de samenstelling en verspreiding van de benthische diatomeeëngemeenschappen. Aan de hand van voorwaartse selectie en significantietesten werden drie factoren (de zuurtegraad, het natrium- en calciumgehalte), geïdentificeerd als de belangrijkste milieugradiënten voor het verklaren van de variatie in soortensamenstelling en -verspreiding. Elk van deze factoren levert een onafhankelijke bijdrage tot het verklaren van de variatie in de soortensamenstelling en kan dus gebruikt worden voor het berekenen van transfer functies. Hoog-significante modellen werden geformuleerd voor het berekenen van de zuurtegraad en het calciumgehalte. Voor een volledige discussie van de resultaten, zie Vyverman et al. (1995) en Vyverman et al. (1996).

Ook voor andere factoren kunnen dergelijke modellen berekend worden, bijvoorbeeld voor alkaliniteit, gilvin (Kirk 1976) en natrium.

## Discussie

Deze studie bevestigt het unieke limnologische karakter en de grote biologische diversiteit van de Tasmaanse bergmeren. De diatomeeënflora bestaat uit een interessante mengeling van kosmopolitische soorten uit dystrofe en oligotrofe milieu's, zeldzame 'noordelijk-montane' soorten, een aantal (sub-)tropische taxa en een aantal waarschijnlijk endemische soorten. Hoewel een aantal groepen nog onvolledig gekend zijn en momenteel verder worden bestudeerd, is het nu reeds duidelijk dat er significant regionaal floristisch element aanwezig is in de Tasmaanse diatomeeënflora. Talrijke 'kosmopolitische' soorten dienen bovendien meer in detail bestudeerd te worden aangezien recent onderzoek heeft aangetoond dat ook kleine, ogenschijnlijk onbelangrijke, morfologische en anatomische verschillen een belangrijke biologische en taxonomische betekenis kunnen hebben. Deze studie vormt tevens een verdere bevestiging van de nood aan regionale modellen voor het gebruik van diatomeeën als milieu-indicatoren.

De analyse van de structuur en verspreiding van de diatomeeëngemeenschappen in de onderzochte meren toont duidelijk de biologische significantie van de voornamelijk west-oost gradiënten in limnologische karakteristieken aan. De complexe interacties tussen de onderliggende factoren zoals geologie, klimaat, bodem en vegetatie en hun invloed op de limnologische kenmerken worden momenteel verder bestudeerd (Vyverman et al., in prep.). Hoog-significante modellen voor het reconstrueren van milieufactoren aan de hand van fossiele diatomeeënafzettingen kunnen nu worden gebruikt om vroeger ecologische omstandigheden te bestuderen. Vroeger onderzoek over meersedimenten in Tasmanië suggereert dat er aanzienlijke veranderingen zijn opgetreden in de zuurtegraad en waterpeil van verschillende bergmeren in Tasmanië (Bradbury 1986, Cameron et al. 1993), mogelijks ten gevolge van klimatologische

veranderingen. Deze veranderingen kunnen nu op een meer kwantitatieve manier bestudeerd worden.

#### Referenties

- BATTARBEE, R.W. 1986. Diatom analysis, p. 527-570. *In* B.E. Berglund [ed.] Handbook of Holocene Palaeoecology and Palaeohydrology. Wiley and Sons, Chichester.
- BIRKS, H.J.B., LINE, J.M., JUGGINS, S., STEVENSON, A.C. AND TER BRAAK, C.J.F. 1990. Diatoms and pH reconstructions. Philosophical Transactions of the Royal Society of London, series B, 327: 263-278.
- BOWLING, L.C., STEANE, M.S. AND TYLER, P.A. 1986. The spectral distribution and attenuation of underwater irradiance in Tasmanian inland waters. *Freshwater Biology* 16: 313-335.
- BRADBURY, J.P. 1986. Late Pleistocene and Holocene Paleolimnology of two mountain lakes in western Tasmania. *Palaos* 1: 381-388.
- CAMBURN, K.E.J., KINGSTON, J.C. AND CHARLES, D.E. 1984-1986. PIRLA Diatom Iconograph. Report No. 3. PIRLA Unpublished Report Series, 53 pl., 1059 figs. Dept. of Biology, Indiana Univ., Bloomington.
- CAMERON, N.G., TYLER, P.A., ROSE, N.L., HUTCHINSON, S. AND APPLEBY, P.G. 1993. The recent palaeolimnology of Lake Nicholls, Mount Field National Park, Tasmania. *Hydrobiologia* 269/270: 361-370.
- CHARLES, D.F. AND SMOL, J.P. 1994. Long-term chemical changes in lakes. Quantitative inferences from biotic remains in the sediment record, p. 1-31. *In* Baker, L.A. (ed.) Environmental chemistry of lakes and reservoirs. Adv. in Chemistry Ser. 237.
- DAVIS, R.B., D.S. ANDERSON, S.A. NORTON, J. FORD, P.R. SWEETS AND J.S. KAHL. 1994. Sedimented diatoms in Northern New England lakes and their use as pH and alkalinity indicators. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 51: 1855-1876.
- DIXIT, S.S., CUMMING, B.F., BIRKS, H.J.B., SMOL, S.M., KINGSTON, J.C., UUTALA, A.J., CHARLES, D.F. AND K.E. CAMBRUN. 1993. Diatom assemblages from Adirondack lakes (New York, USA) and the development of inference models for retrospective environmental assessment. *J. Paleolimnol.* 8: 27-47.
- HALL, R.I. AND J.P. SMOL. 1992. A weighted-averaging regression end calibration model for inferring total phosphorus concentration from diatoms in British Columbia (Canada) lakes. *Freshwater Biology* 27: 417-434.
- HAWORTH, E.Y. AND P.A. TYLER. 1993. Morphology and taxonomy of *Cyclotella tasmanica* spec. nov., a newly described diatom from Tasmanian lakes, p. 49-56. *In* Van Dam, H. [ed.]: Proc. XII Internat. Diatom Symp. Dev. *Hydrobiologia* 90.
- HILL, M.O. 1979. TWINSPAN: A FORTRAN program for arranging multivariate data in an ordered two-way table by classification of the individuals and attributes. Cornell University, Ithaca, New York, 48 p.
- HUSTEDT, F. 1955. Neue und wenig bekannte Diatomeen. 8. Abh. Naturw. Ver. Bremen 34: 47-68.
- JONGMAN, R.H.G., TER BRAAK, C.J.F. AND O.F.R. VAN TONGEREN. 1987. Data analysis in community and landscape ecology. Pudoc, Wageningen, 299 p.
- KIRK, J.T.O. 1976. Yellow substance (gelbstoff) and its contribution to the attenuation of photosynthetically active radiation in some inland and coastal south-eastern Australian waters. *Aust. J. Mar. Fresh. Res.* 27: 61-71.
- KRAMMER, K. AND H. LANGE-BERTALOT. 1986-1991. Bacillariophyceae. *In* H.J. Ettl, Gerloff, H. H. and D. Mollenhauer [EDS.] Süßwasserflora von Mitteleuropa 2/1-4. Fischer, Stuttgart.

- LINE, J.M., TER BRAAK, C.J.F. AND H.J.B. BIRKS. 1994. WACALIB version 3.3 - a computer program to reconstruct environmental variables from fossil assemblages by weighted averaging and to derive sample-specific errors of prediction. *J. Paleolimnol.* 10: 147-152.
- MARKGRAF, V., BRADBURY, J.P. AND J.R. BUSBY. 1986. Paleoclimates in southwestern Tasmania during the last 13,000 years. *Palaos* 1:368-380.
- MESIBOV, R. 1994. Faunal breaks in Tasmania and their significance for invertebrate conservation. *Mem. Qld. Mus.* 36: 133-136.
- SERVANT-VILDARY, S. AND M. ROUX. 1990. Variations de température estimées à partir du déplacement en altitude des associations de diatomées dans une séquence holocène de la Cordillère Orientale de Bolivie. *C.R. Acad. Sci. Paris* 311(II): 429-436.
- SHIEL, R.J., KOSTE, W. AND L.W. TAN. 1989. Tasmania revisited: rotifer communities and habitat heterogeneity. *Hydrobiologia* 186/187: 239-245.
- STEVENSON, A.C., S. JUGGINS, H.J.B. BIRKS, D.S. ANDERSON, N.J. ANDERSON, R.W. BAITARBEE, F. BERGE, R.B. DAVIS, R.J. FLOWER, E.Y. HAWORTH, V.J. JONES, J.C. KINGSTON, A.M. KREISER, J.M. LINE, M.A. MUNRO, I. RENBERG. 1991. The surface waters acidification project palaeolimnology programme: modern diatom/lake-water chemistry data-set. *Ensis Publications*, London, 86 p.
- TER BRAAK, C.J.F. 1988a. CANOCO - A FORTRAN program for canonical community ordination by [partial detrended] [canonical] correspondence analysis (version 2.1). TNO Institute of Applied Computer Science, Statistical Department Wageningen, 6700 AC Wageningen, The Netherlands. Technical Report LWA-88-02, Wageningen: 95 pp.
- TER BRAAK, C.J.F. 1988b. Partial canonical correspondence analysis, p. 551-558. *In* H.H. Bock [ed.] *Classification and related methods of data analysis*. North-Holland, Amsterdam.
- TER BRAAK, C.J.F. 1990a. Update Notes: CANOCO version 3.10. Agricultural Mathematics Group, Wageningen, The Netherlands. 35 p.
- TER BRAAK, C.J.F. 1990b. CANOCO - version 3.10. Unpublished Computer Program, Agricultural Mathematics Group, 6700 AC Wageningen, The Netherlands.
- TER BRAAK, C.J.F. AND H. VAN DAM. 1989. Inferring pH from diatoms: a comparison of old and new calibration methods. *Hydrobiologia* 178: 209-223.
- TYLER, P.A. 1992. A lakeland from the Dreamtime: The second Founders' Lecture. *Br. phycol. J.* 27: 353-368.
- VYVERMAN, W. 1995. The Indo-Malaysian North Australian phycogeographical region revised. *Devel. Hydrobiologia*. In press.
- VYVERMAN, W. AND K. SABBE. 1995. Diatom-temperature transfer functions based on the altitudinal zonation of diatom assemblages in Papua New Guinea: a possible tool in the reconstruction of regional palaeoclimatic changes. *J. Paleolimnol.* 13: 65-77.
- VYVERMAN, W., VYVERMAN, R., HODGSON, D. & TYLER P.A. 1995. Diatoms from Tasmanian mountain lakes: a reference data-set for environmental reconstruction. The TSDIAT diatom training set for environmental reconstruction and a systematic and autoecological study. *Bibliotheca Diatomologica*, 33. Cramer, Berlin, 193 p., 42 pl.
- VYVERMAN, W., VYVERMAN, R., TYLER, P. A. & RAJENDRAN, V.S. 1996. Distribution of benthic diatom assemblages in Tasmanian highland lakes and their possible use as indicators of environmental changes. *Can. J. Fish. & Aquat. Sc.*, in press.

## DIATOMEËEN ALS INDICATOREN VOOR WATERKWALITEIT

### De verbetering van de waterkwaliteit van de Main in de afgelopen twee decennia

Naar een artikel van Christine Schmidt & Horst Lange-Bertalot, vertaald en bewerkt door Gert van Ee.

*Onderstaand artikel is een samenvatting van de lezing van Prof. Dr. H. Lange-Bertalot gehouden op de jubileumdag 31 mei 1996 van de NVKD in Roermond. De NVKD vierde haar tienjarig bestaan (zie elders in dit nummer).*

*Deze samenvatting is gemaakt door Gert van Ee met volledige instemming en aanvullingen van H. Lange-Bertalot. Naast de lezing van Prof. Dr. H. Lange-Bertalot is gebruik gemaakt van het artikel "Kieselalgen als Indikatoren für Gewässerqualität" (Schmidt & Lange-Bertalot, 1991) en het rapport van Ingeborg Krause (Krause, 1994).*

#### Inleiding.

Waterkwaliteitsonderzoek is nog steeds actueel. De rivier de Main in de dichtbevolkte en sterk geïndustrialiseerde Rijn-Main regio staat ook nu nog model voor het verband tussen de fysisch-chemische waterkwaliteit en de biologische componenten. Tot midden jaren zeventig was de benedenloop van de Main extreem vervuild en was het leven, dieren en planten, beperkt tot enkele zeer resistente soorten. De bouw van waterzuiveringsinstallaties had de kwaliteit in begin tachtiger jaren al aanmerkelijk verbeterd. Maar pas korte tijd geleden is de kwaliteit van de benedenloop zo verbeterd, dat de kwaliteit van de middenloop bijna wordt geëvenaard. Het aantal soorten nam toe en er kon uitwisseling plaatsvinden tussen midden- en benedenloop.

Sinds 1972 wordt de waterkwaliteit van de Main onderzocht van de bovenloop tot aan de benedenloop. Als indicatoren zijn daarbij kiezelwieren gebruikt.

#### Diatomeeën als parameter voor waterkwaliteit.

Kiezelwieren of diatomeeën zijn éencellige plantaardige organismen. Ze komen in allerlei vochtige en natte omstandigheden voor. Hun naam danken ze aan hun pantser van kiezelzuur, dat zo'n speciale structuur heeft dat men ze daarmee relatief eenvoudig kan benoemen. Hun aanwezigheid in allerlei wateren maakt ze bijzonder geschikt als bio-indicatoren. Kennis over de ecologie maakt concrete uitspraken over de milieukwaliteit mogelijk, speciaal wat betreft vervuiling van water.

Iedere soort kan tot op bepaalde hoogte vervuiling verdragen. Als de omstandigheden veranderen, gaat de ene karakteristieke soortensamenstelling relatief snel over in een andere. Op basis van deze wetenschap maakten Lange-Bertalot met andere onderzoekers een beoordelingssysteem voor de bepaling van de organische vervuiling (saprobie). Deze zogenoemde "Differentialarten-Analyse" verschilt van de oudere systemen die met bepaalde indicatorsoorten werken. Het verschil wordt duidelijk door het volgende voorbeeld: de nieuwe methode is vergelijkbaar met bloedonderzoek in de medische wereld. Het kwantitatief bepalen van de verhoudingen van de afzonderlijke componenten maken het mogelijk uitspraken te doen over de gezondheidstoestand van het hele organisme. De oude methode is vergelijkbaar met de ouderdomsbepaling bij geologen aan de hand van gidsfossielen. Bij de oude methode krijgt iedere soort een getal, uit de som der cijfers wordt met een formule een index bepaald. Anders gezegd: de oude methode voldoet goed voor overheden omdat ze wiskundige nauwkeurigheid doet vermoeden. Dit is echter schijn en niet in overeenstemming met de veel ingewikkelder biologische werkelijkheid.

De nieuwe methode doet meer recht aan de biologie. Bij veel biologen is ze inmiddels geaccepteerd. De instituten voor bewaking van de waterkwaliteit aarzelen nog; zij kunnen moeilijk scheiden van de relatief eenvoudige kortere formules.

De nieuwe methode is samengevat in tabel 1. Door het relatieve aandeel gevoelige, tolerante en resistente soorten te bepalen kunnen uitspraken worden gedaan over de mate van vervuiling.

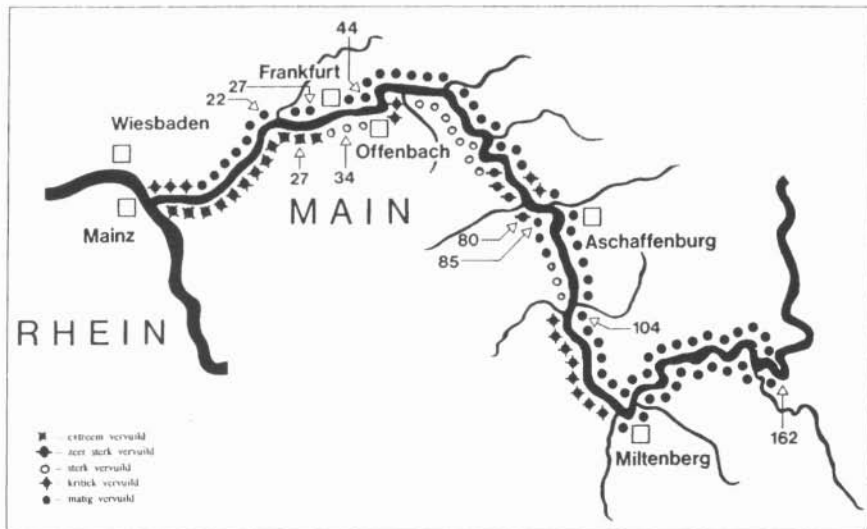
Tabel 1. Indeling in waterkwaliteitsklassen door middel van het relatieve aandeel van gevoelige, tolerante en resistente soorten diutomeeen op een monsterpunt.

Waterkwaliteitsklasse	Aandeel differentiërende soortengroepen
I en II (met of weinig vervuild) <small>Komt ook voor in de klasse, in andere grote stromen in Europa zeer zeldzaam (Bijvoorbeeld Meer van Chambray en Morel, de "Hoch Elbe").</small>	Bijzondere, hier niet genoemde soorten (zie: Lange-Bertalot & Metzelin, 1996)
II B-mesosaproob = matig vervuild	Meer dan 50% taxa (meestal soorten) van de gevoelige groep
II-III B-a-mesosaproob = kritiek vervuild	Meer dan 10% maar minder dan 50% soorten van de gevoelige groep
III a-mesosaproob = sterk vervuild	Minder dan 10% soorten uit de gevoelige groep, meer dan 50% tolerante soorten
III-IV a-meso-polysaproob = zeer sterk vervuild	Gevoelige soorten en tolerante soorten samen minder dan 50%, maar meer dan 10%
IV polysaproob = extreem vervuild	Meer dan 90% resistente soorten, gevoelige en tolerante soorten minder dan 10%

### Het onderzoeksgebied.

Al vanaf begin zeventiger jaren wordt de diatomeeënflora van de Main onderzocht. De relaties tussen de populatiedynamiek van diatomeeënsoorten en de aanwezigheid van lozingen uit de chemische industrie en van afvalwater uit de dichtbevolkte delen waren onderwerp van studie. Het onderzoeksgebied is een 160 km lang deel van de Main tussen Urphar en Wiesbaden (figuur 1). Uit onderzoek was gebleken dat de waterkwaliteit stroomopwaarts van Urphar niet meer werd overtroffen. Dit punt werd daarmee referentiepunt voor het ecologisch onderzoek. Naast dit referentiepunt zijn ook de andere meetpunten van belang (tussen haakjes de km aanduiding, zie figuur 1):

- Elsenfeld (104) (textielfabriek)
- Aschaffenburg (80) (rioolwaterzuiveringsinstallatie en industriewater)
- Stockstadt (85) (papierfabriek)
- Frankfurt-Fechenheim (44) (Hoechst-AG)
- Frankfurt (34) (centrum)
- Frankfurt-Giesheim (27) (Hoechst-AG)
- Frankfurt-Schwanheim (27) (rioolwaterzuiveringsinstallatie)
- Frankfurt-Sindlingen (22) (Hoechst-AG, rioolwaterzuiveringsinstallatie)



Figuur 1. Topografische ligging van de onderzochte punten (aangegeven met rivierkilometers).

### Belasting vroeger en nu.

Ter aanvulling en bevestiging van de biologische waterbeoordeling is fysisch-chemisch onderzoek verricht. Vergelijking van de belangrijkste chemische parameters geven al aan dat de kwaliteit van de Main tussen 1973 en 1988/89 flink verbeterd is.

Het biologisch zuurstofverbruik (BOD of BZV) wordt over het algemeen beschouwd als een belangrijke parameter voor de zuurstofhuishouding. In 1973 was deze parameter vele malen hoger dan in 1988/89. Volgens actuele beoordelingssystemen was de kwaliteit in 1973 matig tot extreem vervuild met grote schommelingen; in 1988/89 is de BOD vrijwel constant en indiceert matige vervuiling (figuur 2a).

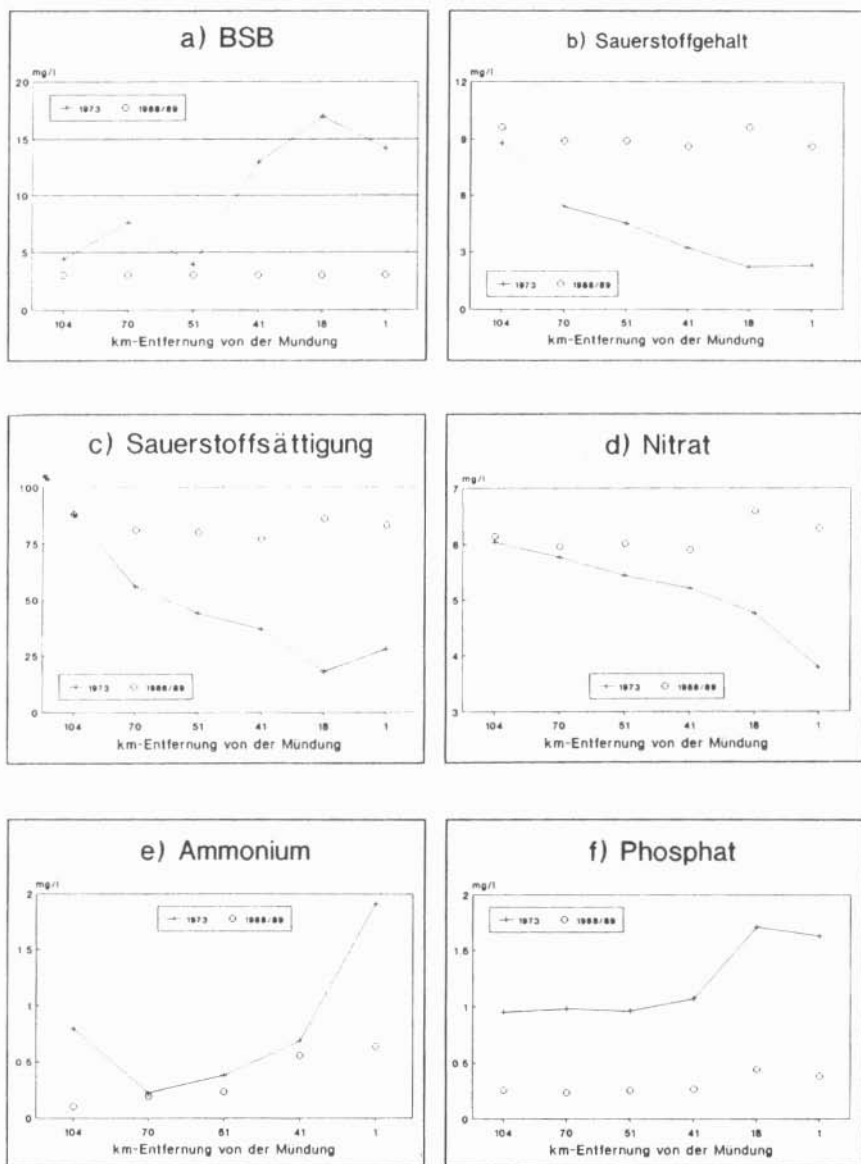
Zuurstof is ook een belangrijke parameter. Het zuurstofgehalte en het verzadigingspercentage zijn belangrijk voor de biologische zelfreiniging en bepalen aan- of afwezigheid van veel hogere organismen (Metzner, 1980). In 1973 was er stroomafwaarts een voortdurende daling van zuurstof te zien. In 1988/89 is dit vrijwel constant en bij Frankfurt, nadat veel water vanuit zijarmen is opgenomen, even hoog als bovenstrooms bij Elsenfeld. Dat betekent dat de vervuilingbronnen van begin jaren zeventig niet langer een negatieve invloed hebben (figuur 2b + 2c).

Stikstof komt behalve in verschillende organische verbindingen ook in anorganische vorm voor als nitriet, nitraat en ammonium. Nitraat en ammonium zijn de belangrijkste anorganische stikstofbronnen voor foto-autotrofe planten (Schwoerbel, 1987). Dit zijn alle planten (behalve schimmels en bacteriën) die met behulp van zonlicht, kooldioxyde en water organische stoffen produceren. Nitraat is de belangrijkste stikstofbron in de Main (80-90% van de totaal aanwezige stikstof). Grote hoeveelheden nitraat werkt eutrofiëring (belasting van het water door anorganische voedingsstoffen) in de hand. Nitraat is één van de weinige verbindingen die niet is afgenomen. Dit komt door moderne waterzuiveringen, die organische stikstof en ammonium als tussenproduct omzetten in nitraat. Dit wordt in de Main geloosd (figuur 2d).

Ammonium geldt als duidelijke indicator voor organische verontreiniging door waterzuiveringen. In 1973 was het ammoniumgehalte erg hoog; in 1988/89 ook nog, maar wel veel minder dan in 1973. Wat echter het belangrijkste is: uit de stikstofbalans valt af te lezen dat de totale hoeveelheid stikstof ongeveer gelijk is gebleven tussen 1973 en 1988/89 in de benedenloop. Dat betekent dat de zuurstofverslindende processen zijn afgenomen, maar dat algengroei belangrijk is toegenomen (figuur 2e).

Fosfaatverbindingen zijn meestal niet giftig, maar evenals bij nitraat, veroorzaken hoge gehalten eutrofiëring. In 1973 was de concentratie fosfaat 400% hoger dan in 1988/89. Maar ook nu nog is de concentratie zo hoog dat het water als zeer eutroof





Figur 2a-f. Fysisch-chemische metingen in de Main in 1973 en 1988/89.

moet worden aangemerkt. De uitwerking van dergelijk hoge gehalten is hetzelfde als hiervoor voor nitraat is beschreven (figuur 2f).

Samengevat kunnen we zeggen dat de waterkwaliteit in fysisch-chemisch opzicht in 15 jaar aanmerkelijk is verbeterd, echter voornamelijk wat betreft de organische belasting, de saprobie. Want de anorganische belasting is nog steeds hoog en er is sprake van eutrofiëring. Een overschot aan anorganische voedingsstoffen (nitraat, ammonium, fosfaat) of overbemesting zorgt voor een massale groei van algen. Deze algen sterven af en rottingsprocessen zorgen dan voor zuurstofproblemen.

#### **Milieuverandering en soortendynamiek.**

Wij gaan nu kijken naar de waterkwaliteitsverbetering van het ecosysteem van de Main door de kiezelwieren onder de loep te nemen. Andere algengroepen bleken na onderzoek minder geschikt (Lange-Bertalot, 1974). Daarbij is het vooral interessant om na te gaan hoe de samenstelling van de kiezelwierengemeenschap is veranderd bij de verminderde belasting.

Begin zeventiger jaren veranderde de samenstelling van de kiezelwieren-gemeenschappen van bovenstrooms naar benedenstrooms op extreme en karakteristieke wijze. Benedenstrooms was de Main zeer vervuild door rioolwater en industrieel afvalwater. De Main stond toen bekend als één der sterkst door afvalwater beïnvloede rivieren van Europa. De benedenloop gold toen als voorbeeld van "extreem vervuilde afvalstraat". Fabrieken (met name een polyamide- en viscosefabriek in Elsenfeld), rioolwater van de steden en veel chemische industrie loosden op de Main.

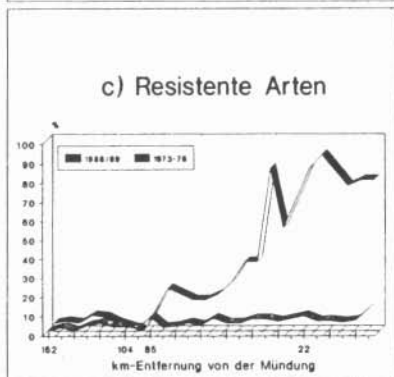
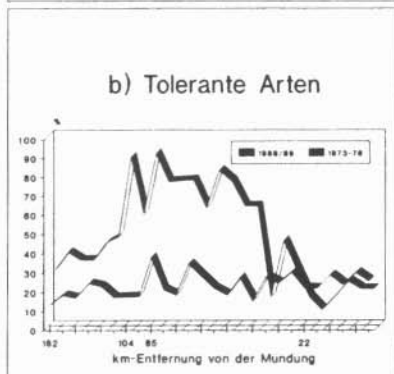
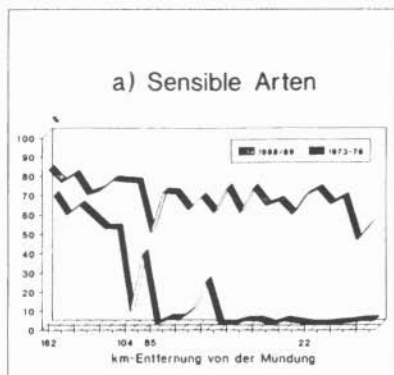
De kwantiteit van het geloosde water is nauwelijks veranderd sinds die tijd, maar de kwaliteit is door de werking van zuiveringsinstallaties aanzienlijk verbeterd. Dit leidde tot duidelijke veranderingen in de biocoenose in de verschillende delen van de Main. Over het geheel beschouwd is het aantal soorten diatomeeën halverwege en in de benedenloop van de Main ongeveer gelijk gebleven. Het relatieve aandeel van de afzonderlijke soorten en de drie differentiërende soortengroepen gaven duidelijke verschuivingen te zien tussen 1973 tot 1976 en 1988/89. Deze verschuivingen waren direct veroorzaakt door duidelijke verbeteringen van de waterkwaliteit.

Deze soortendynamiek is voor 26 monsterpunten langs de Main en voor een selectie hieruit gedocumenteerd (figuur 1). Het referentiepunt Urphar was in alle onderzochte perioden matig belast (kwaliteitsklasse II). Dit betekent dat bij alle monsters gevoelige soorten uit klasse II en beter steeds voor meer dan 50% aanwezig waren. Stroomafwaarts, bij km 104, veranderde de diatomeeëngemeenschap tussen 1973 en 1976 nog flink als gevolg van lozingen van ongezuiverd afvalwater van de kunstzijdefabriek in Elsenfeld. De gevoelige soorten kwamen onder 10%, zodat hier

sprake was van een kwaliteit slechter dan "kritiek". In 1988/89 was hiervan geen enkele keer meer sprake. De verbetering in biologisch opzicht was hiermee een feit.

In Stockstadt (km 85) echter, bij de papierfabriek, bleven negatieve biologische veranderingen als direct gevolg van lozingen. Wel was er sprake van een lichte afzwakking van het negatieve effect. Het aandeel van de gevoelige soorten was tussen 1973 en 1976 0%; in 1988/89 was dit onder de 50% grens. In begin zeventiger jaren liep het percentage tolerante taxa op tot 90% (klasse III); in 1988/89 was dit verbeterd naar klasse II-III. Dit is een verbetering van sterk vervuild naar kritiek (figuur 3a-c).

Begin zeventiger jaren werd bij Frankfurt-Fechenheim (km 44) de Main extreem vervuild door Hoechst-AG. In Fechenheim en Offenbach zakten de gevoelige soorten naar 0%. Toch was de ecologische toestand nog significant beter dan juist voorbij Frankfurt-stad. In 1988/89 was de toestand bij



Figuur 3a-c. Het aandeel gevoelige, tolerante en resistente soorten diatomeeën in de Main in 1973-76 en 1988/89.

Fechenheim en Offenbach veranderd. Na zuivering bij Hoechst kregen de dominante gevoelige soorten nog slechts een kleine "depressie". Sanering van het afvalwater uit Offenbach gaf geen verandering meer in de diatomeeëngemeenschap. Ook hier was sprake van een duidelijke verbetering in biologisch opzicht.

Na Frankfurt tot aan Wiesbaden is de rivier in 1973 tot 1976 over een afstand van 27 km lang zo vervuild dat slechts de resistente groep hier voorkomt. De kwaliteitsklasse is IV (extreem vervuild = polysaproob) en wordt slechts zelden III-IV (zeer sterk vervuild). In 1988/89 geven de soortengroepen een heel ander beeld. Met uitzondering van vlakbij een papierfabriek geeft de rivier nu klasse II (matig vervuild). Wel was het aandeel gevoelige soorten ten opzichte van tolerante soorten iets minder gunstig dan in een onbelaste zijarm van de Main, toch viel de kwaliteit zelden in klasse II-III (kritiek) en bleef meestal II (matig vervuild).

Deze resultaten komen zeer goed overeen met pas onlangs openbaar gemaakt onderzoek van het Senckenberg museum in Frankfurt. Zij bespreken, in een ander kader, de veranderingen bij de vestiging van vissen en ongewervelden (Bernherth, et al., 1990).

In de jaren 1973 tot 1976 werden de gevoelige soorten onder invloed van afvalwater voortdurend verdrongen of bij Frankfurt zelfs helemaal onderdrukt. De tolerante en resistente soorten gedroegen zich omgekeerd. Zij namen stroomafwaarts sterk toe. De resistente soorten waren voorbij Frankfurt tot aan de monding zeer dominant. In de periode 1988/89 zijn de gevoelige soorten dominant over de hele rivier de Main. De resistente soorten verdwijnen overal.

In de staafdiagrammen (figuur 4a-c) kunnen we deze veranderingen duidelijk zien. Terwijl in 1973 tot 1976 de gevoelige soorten alleen bij de bovenloop (Urphar) de grens van 50% passeerden, kon in 1981 tot 1984 een toename van deze groep in Frankfurt stad worden waargenomen. Eind tachtiger jaren domineren zij tot kort voor de monding in de Rijn. De hele rivier heeft dan klasse II (matig vervuild).

Onder Frankfurt stad domineren in de zeventiger jaren de resistente groep met slechts enkele soorten (>90%). De rivier was hier toen extreem vervuild. In de tussenfase in 1981 tot 1984 was zoveel verbeterd door de aanleg van zuiveringsinstallaties, dat de resistente nog wel dominant waren, maar de tolerante toenamen tot meer dan 10%. Tegenwoordig spelen deze twee groepen alleen een rol als onbelangrijke begeleiders.

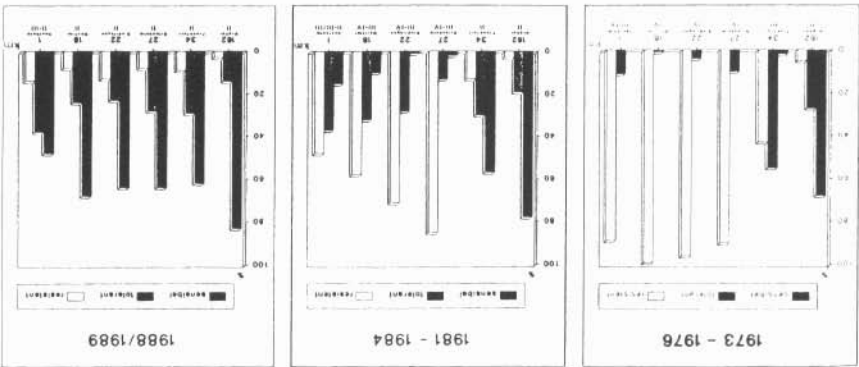
Tegenwoordig is de belasting van stromende wateren in veel gebieden veranderd. Door de bouw van zuiveringsinstallaties kwamen in plaats van organische

afgerond.

de hand van diatomeeën aan te tonen. Onderzoek hiernaar zal spoedig worden nog algen voor die hoge trofie verdragen. Maar in meren zijn kleine verschillen aan Metzeln, 1996). In de Main en andere grote rivieren in Midden-Europa komen alleen bepaalde soorten diatomeeën betrouwbare indicatoren gebieden (Lange-Bertalot & Ook voor de belasting met hoge anorganisch fosfaat- en nitraatgehalten zijn de rivier sterk eutroof is:

wa betreft trofie is echter nog zorgelijk. Hoge nitraat- en fosfaatgehalten maken dat tegenwoordig matig organisch vervuild. Dit is een positieve ontwikkeling. De situatie Zowel fysisch-chemisch als biologisch is het onderzochte deel van de Main Saprobie en trofie:

Figuur 4a-c. De differentierende soortengroepen en de daarmee corresponderende waterkwaliteitsklassen in de onderzoeksperiodes 1973-1976, 1981-1984 en 1988/89. (Km: 1 = Kosterheim (monding), 18 = Okrfel, 22 = Sindlingen, 27 = Gröscheln, 34 = Frankfurt, 162 = Lfrhar).



verontreinigingen vooral eutrofiërende stoffen in het water terecht. Stikstof en fosfaat worden bij de meeste zuiveringsinstallaties niet uit het geloosde water verwijderd. In onbelast water zijn deze stoffen meestal beperkend voor de groei, zodat bij stromende wateren in de toekomst rekening moet worden gehouden met toenemende eutrofiëring.

Het is nog niet overal zo verbeterd als in de Main. Steekproeven in de Elbe bij Dresden, maar ook in kleinere zijbeken van de Main, hebben nog niet lang geleden een saprobiewaarde aangetoond die nog even slecht is als de benedenloop van de Main 20 jaar geleden. Extreme soortenarmoede is hiervan het gevolg. Ondertussen (1996) is de kwaliteit ook hier verbeterd en als gevolg daarvan zijn meer taxa aanwezig.

Om met een zeldzame roodwier uit zoetwater te besluiten, *Bangia atropurpurea*: in de zeventiger jaren kon deze soort alleen (sporadisch) gevonden worden in het gedeelte van de Main, dat in Bavaria ligt bij Urphar en ook zeldzaam in de bovenloop van de Rijn en in de Moezel. Nu, in 1996, is dit wier ook aanwezig in de Main bij de chemische fabrieken van HOECHST.

#### Literatuur.

- Bernerth, H., A. Lelek & W. Tobias, 1990. Zur Kenntnis der Trophie- und Sauerstoffbedingungen im unteren Main. Cour. Forsch. Inst. Senckenberg 70:5-33.
- Krause, I., 1994. Benthische Diatomeen-Gesellschaften im Zuge veränderter Wasserqualitäten im Rhein zwischen Ludwigshafen und Lorch von 1974 bis 1993. Diplomarbeit, Fachbereich Biologie, J.W. Goethe-Universität, Frankfurt am Main.
- Lange-Bertalot, H., 1974. Das Phytoplankton im unteren Main unter dem Einfluß starker Abwasserbelastung. Cour. Forsch. Inst. Senckenberg 12:1-88.
- Lange-Bertalot, H. & D. Metzeltin, 1996. Indicators of Oligotrophy. Iconogr. Diatomol. Vol. 2., 390 p. Königstein, (Koeltz).
- Metzner, G., 1980. Untersuchungen über Belastungszustand und Selbstreinigungsvormögen des Mittleren Isarkanals. Münchn. Beitr. z. Abw.-, Fisch- und Flußbiol. 32:139-156.
- Schmidt, C. & H. Lange Bertalot, 1991. Kieselalgen als Indikatoren für Gewässerqualität. Wie sich die Gewässergüte des Mains im Verlauf der vergangenen zwei Jahrzehnte verändert hat. Forschung Frankfurt 4/91:34-44.
- Schwoerbel, J., 1987. Einführung in die Limnologie. 6. Aufl., 269 p. Stuttgart (Fischer).

**Resistente soorten:**

*Navicula goeppertiana* (Bleisch) H.L. Smith  
*Navicula accomoda* Hustedt (syn. *Craticula accomoda* (Hustedt) Mann)  
*Navicula subminuscula* Manguin  
*Navicula veneta* Kützing  
*Navicula atomus* var. *permitis* (Hustedt) Lange-Bertalot  
*Nitzschia palea* (Kützing) W. Smith  
*Nitzschia capitellata* Hustedt  
*Nitzschia umbonata* (Ehrenberg) Lange-Bertalot  
*Gomphonema parvulum* Kützing

**Tolerant (niet meer resistent tegen langduriger overmatige vervuiling):**

*Navicula gregaria* Donkin  
*Navicula trivialis* Lange-Bertalot  
*Navicula lanceolata* (Agardh) Ehrenberg  
*Nitzschia paleacea* Grunow  
*Nitzschia supralitorea* Lange-Bertalot  
*Nitzschia hungarica* (Grunow)  
*Nitzschia filiformis* (W. Smith) Van Heurck  
*Achnanthes lanceolata* ssp. *frequentissima* Lange-Bertalot  
*Fragilaria capucina* var. *vaucheriae* (Kützing) Lange-Bertalot  
*Fragilaria pulchella* (Ralfs) Lange-Bertalot  
*Surirella brébissonii* Krammer & Lange-Bertalot  
*Cymbella silesiaca* Bleisch

**Gevoelige soorten:**

*Diatoma vulgare* Bory  
*Navicula tripunctata* (O.F. Müller) Bory  
*Rhoicosphenia abbreviata* (Agardh) Lange-Bertalot  
*Gomphonema olivaceum* (Hornemann) Brébisson  
*Gomphonema augur* Ehrenberg  
*Nitzschia dissipata* (Kützing) Grunow  
*Amphora pediculus* (Kützing) Grunow  
*Cymbella prostrata* (Berkeley) Cleve  
*Cymbella caespitosa* (Kützing) Brun  
*Gyrosigma attenuatum* (Kützing) Rabenhorst  
*Cocconeis placentula* Ehrenberg

**Zeer gevoelige soorten (komen niet in de Main voor)  
(Enkele voorbeelden met betrekking tot saprobie):**

*Eunotia serra* Ehrenberg  
*Cymbella compacta* Oestrup  
*Cymbella affinis* Kützing  
*Navicula reinhardtii* Grunow  
*Gomphonema bavarium* Lange-Bertalot

## Vennen herstellen zich gedeeltelijk van verzuring

DR. H. VAN DAM  
AquaSense TEC B.V.

### Partial recovery of moorland pools from acidification

Moorland pools are very valuable ecosystems, which are very sensitive to acidification by atmospheric deposition. In 1994 the atmospheric deposition on three isolated moorland pools in The Netherlands was only one third of its value in 1980. The effects of this reduction were examined by monitoring chemistry and diatoms in surface water and by inspection of samples, which were taken from 1916 onwards in three pools.

In the pools Gerritsfles and Goorven, the median sulphate concentrations in 1994 were only one third of recorded values in 1980. Peak concentrations of sulphate were found after extremely dry summers. In the pool Kliplo, with an initially low concentration of sulphate, there was 16% increase of the concentration over the same period. Ammonium increased significantly in Kliplo and showed large variations in the other pools.

Sulphate was the most important variable for the distribution of diatoms. As a consequence, the abundance of the acidification indicator *Eunotia exigua* was much lower in 1994 than in 1980 in Goorven and Gerritsfles. Peaks of *E. exigua* were found after drought periods. In Kliplo no clear change was observed. In 1994 the diatom assemblages of Goorven were much more similar to those of 1916-1925 than they were in 1980. In Gerritsfles a new situation, without historical analogue, developed. Overall, the large reduction of  $\text{SO}_x$ -deposition had very positive consequences for the diatom assemblages.

### Samenvatting

De Nederlandse vennen hebben belangrijke natuurwaarden die sterk zijn aangetast door verzuring. In drie vennen werd het gedeeltelijk herstel van verzuring als gevolg van de vermindering van de atmosferische depositie gevolgd door regelmatige bemonstering van chemie en kiezelwieren van 1979 tot 1994 en door studie van oude monsters die sinds 1916 zijn genomen.

In twee van de drie vennen waren de mediane sulfaatconcentraties in 1994 slechts een derde van die in 1980. Piekwaarden van sulfaat werden na extreem droge zomers gemeten. In een ven met een aanvankelijk lage sulfaatconcentratie nam deze enigszins toe. In dit ven nam ook ammonium zeer sterk toe.

Kiezelwieren zijn goede indicatoren voor de verzuring door zwavelverbindingen. De hoeveelheid verzuringsindicatoren nam in twee van de drie vennen sterk af tussen 1980 en 1994. Na droge perioden namen verzuringsindicatoren toe. In het ven met aanvankelijk lage sulfaatconcentraties veranderden de soortensamenstelling van de kiezelwieren weinig. In één ven leken de monsters van 1994 veel meer op die van 1916 dan die van 1980. In een ander ven ontwikkelde zich een situatie die zich in het verleden niet had voorgedaan.

De afname van de atmosferische depositie van zwavelverbindingen had gunstige gevolgen voor de kiezelwieren. Deze positieve veranderingen zijn niet af te leiden uit de veranderingen in de plantengroei. Verdere verbeteringen van de toestand van de vennen zijn te verwachten bij verdere reductie van deze atmosferische depositie.

### Inleiding

In Nederland liggen 3-4000 vennen. Hoewel hun gezamenlijke oppervlakte minder dan 20 km<sup>2</sup> bedraagt, zijn ze voor de biodiversiteit van Nederland en West-Europa van grote betekenis. Door hun oorspronkelijke voedselarmoede komen er veel soorten planten en dieren voor die in de meeste andere oppervlaktewateren ontbreken (Van Dam & Buskens 1993, Verkaar e.a. 1992). Veel natuurgebieden met vennen maken daarom deel uit van de Ecologische Hoofdstructuur (Van Zadelhoff & Lammers 1995).



Vennen worden geheel of voor het grootste deel door regenwater gevoed, waardoor het water voedselarm en zwak gebufferd is. Ze zijn daardoor zeer kwetsbaar voor invloeden van buitenaf en veel vennen zijn in de loop van deze eeuw dan ook ernstig aangetast door menselijke beïnvloeding. Zo verdwenen in Noord-Brabant tussen 1900 en 1980 60% van de vennen door ontginning en verdroging (Mol 1986). Tot diep in de jaren zestig werd eutrofiëring als belangrijkste oorzaak van aantasting van de overgebleven vennen gezien (Schoof-van Pelt 1973). Kort daarna werd duidelijk dat verzuring door atmosferische depositie een minstens even belangrijke oorzaak was voor de achteruitgang van de karakteristieke flora en fauna van de vennen (Van Dam & Kooyman-van Blokland 1978, Leuven e.a. 1986).

In het kader van het verzuringsbeleid zijn veel maatregelen genomen voor de reductie van de zwavelmissie door industrie en huishoudens, waardoor de atmosferische depositie in Nederland tussen 1980 en 1990 met meer dan de helft is verminderd (Erisman 1992). Om na te gaan welke invloed deze maatregelen hebben voor de chemie en biologie van de vennen zijn vanaf 1979 tot en met 1994 regelmatig monsters genomen in drie vennen. Diatomeeën (kiezelwieren) zijn gekozen als indicatoren. Vanwege hun grote gevoeligheid voor veranderingen in de pH worden ze daartoe op internationale schaal veel gebruikt (Ter Braak & Van Dam 1989, Battarbee 1994).

In dit artikel worden de voornaamste resultaten gepresenteerd, die niet alleen op zichzelf van belang zijn, maar ook omdat het onderzoek een goed voorbeeld is van systematische biologische monitoring van de oppervlaktewaterkwaliteit. Het gebruik van oude monsters voor reconstructie van de referentiesituatie kan voor andere watertypen dan vennen als voorbeeld dienen. Het onderzoek was deel van een interdisciplinaire studie van atmosferische depositie, hydrologie en ecologie van verzuring van vennen door Van Dam e.a. (1996), die ook alle noodzakelijke details beschrijven.

#### Onderzochte vennen en depositie

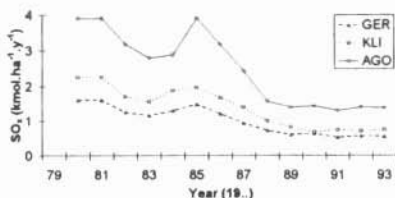
Er werden vijf punten in drie vennen onderzocht: Kliplo (KLI) bij Dwingelo (één punt), Gerritsfles (GER) bij Kootwijk (één punt) en Achterste Goorven bij Oisterwijk (drie punten). Omdat de trends op de drie punten in het laatste ven vergelijkbaar zijn wordt er daarvan hier slechts één (AGE) besproken. Samen zijn deze drie vennen min of meer representatief voor verzurende Nederlandse vennen. Na 1968 zijn deze vennen niet meer door direct menselijk ingrijpen beïnvloed. Daarvoor zijn ze soms gebruikt om te zwemmen of om schapen in te wassen (Van Dam & Buskens 1993).

Het Achterste Goorven (oppervlakte 2,4 ha, gemiddelde diepte 0,6 m) is een lang en smal ven tussen stuifheuveldie al meer dan een eeuw geleden met grove dennen zijn beplant. In extreem droge jaren, zoals 1976, valt ruim 70% van de bodem droog. Het ven wordt grotendeels gevoed door regenwater, maar er is ook enige grondwaterinvoer. In de winter is er via een duiker afvoer naar het belendende Voorste Goorven. Waterlelie is de meest opvallende plant, terwijl knolrus vooral na droge jaren erg veel voorkomt. Het ven is voedselarm (mediane concentratie chlorofyl *a* 10,7  $\mu\text{g l}^{-1}$ ) en verzuurd.

De Gerritsfles (6,0 ha, 0,6 m) ligt op de grens van stuifzand en podzolgronden in een relatief open landschap met veel pijpestroetjesgras, gedeeltelijk begroeid met grove dennen, berken en vuilbomen. Het ven heeft een schijngrondwaterspiegel en is permanent met water gevuld. In droge jaren kan ongeveer de helft van de bodem droogvallen. Onder water is de bodem voor het grootste deel bedekt met veenmossen. Ook de knolrus komt veel voor. Het ven is verzuurd en zeer voedselarm (mediane concentratie chlorofyl *a* 1,5  $\mu\text{g l}^{-1}$ ).

Kliplo (0,6 ha, 0,8 m) wordt voornamelijk door stuifzand omgeven, die gedeeltelijk met jeneverbessenheide en gedeeltelijk met moerasbos en open grove-dennenbos zijn begroeid. In extreem droge jaren valt slechts ongeveer 20% van de bodem droog. Het ven wordt uitsluitend door regenwater gevoed. In het open water komen nauwelijks planten voor. Tot 1986 was er nog veel drijvend fonteinkruid. Het ven is niet verzuurd en matig voedselarm (mediane concentratie chlorofyl *a* 27,8  $\mu\text{g l}^{-1}$ ). Tijdens bloei van groenwieren komen chlorofylconcentraties tot 364  $\mu\text{g l}^{-1}$  voor.

De atmosferische depositie van  $\text{SO}_x$ ,  $\text{NO}_y$  en  $\text{NH}_x$  werd geschat met behulp van metingen van de natte depositie in de buurt van de vennen, natte en droge depositie in het Landelijk Meetnet



Afb. 1 - Veranderingen in de atmosferische depositie van  $SO_x$  op de vennen Gerritsfles (GER), Kliplo (KLI) en Achterste Goorven (AGO) (naar J.W. Erisman in Van Dam e.a. 1996).

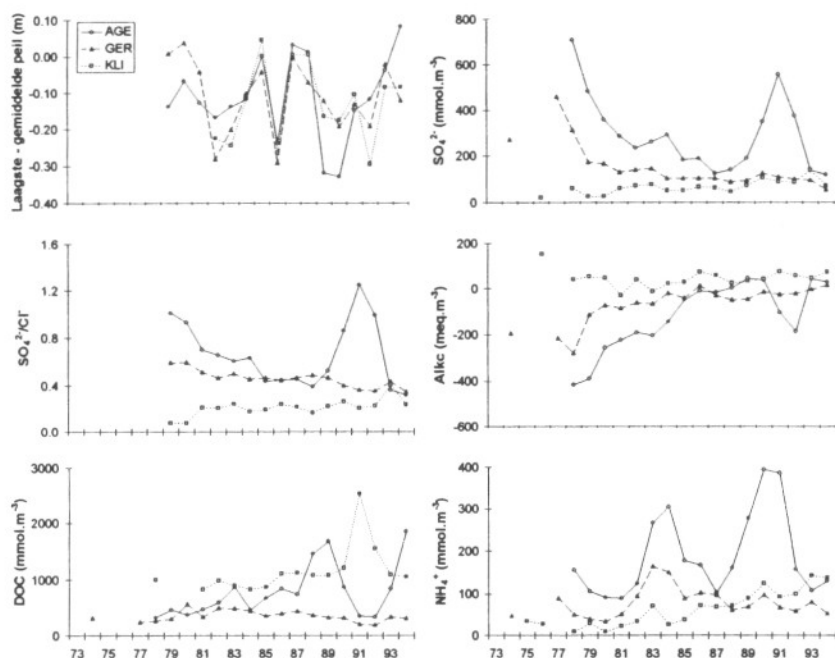
Luchtverontreiniging en met depositiemodellen. Uit berekeningen met een ecosysteemmodel bleek dat de droge depositie van  $SO_x$  aanzienlijk is, maar die van  $NO_y$  en  $NH_x$  vermoedelijk verwaarloosbaar. De natte depositie van nitraat en ammonium tussen 1980 en 1993 op elk van de drie vennen was respectievelijk ongeveer 0,3 en 0,7  $kmol\ ha^{-1}\ jr^{-1}$  en vertoonde geen duidelijke trend (Van Dam e.a. 1996). Voor  $SO_x$  zijn de deposities het hoogst op het Achterste Goorven, dankzij de sterk beboste omgeving en het laagst op de relatief open gelegen Gerritsfles. Tussen 1980 en 1993 nam de depositie van  $SO_x$  af met meer dan 70%, het sterkst tussen 1985 en 1990 (Afb. 1).

## Chemie

Er werden elk kwartaal monsters genomen voor chemische analyse van macro-ionen (inclusief aluminium), nutriënten en opgeloste organische koolstof (DOC), die volgens standaardmethoden (NEN) in het laboratorium van het Waterleidingbedrijf Midden-Nederland (WMN) werden geanalyseerd. Er is veel zorg aan besteed om de analyses over de lange periode van onderzoek vergelijkbaar te houden, o.a. door bij wisseling van methoden een tijd lang zowel de oude als de nieuwe methode te gebruiken. De concentratie van organische anionen (A) werd berekend volgens de methode van Oliver (1983) en betrokken bij het berekenen van de ionenbalansen. Het gemiddelde kationenoverschot en de standaardafwijking daarvan bedragen respectievelijk slechts 0,24 en 3,99%, hetgeen op betrouwbare gegevens duidt. De alkaliniteit (alkc) werd berekend uit het verschil van sterke basische anionen en sterke zure anionen (Shaffer e.a. 1988). In het veld werden naast de waterstand ook steeds pH en elektrisch geleidingsvermogen gemeten.

Tabel 1 - Medianen en trends van enkele fysische en chemische variabelen. corr. = rangcorrelatiecoëfficiënt ( $\times 100$ ) met de tijd, berekend uit kwartaalwaarnemingen van 1980-1994 in Achterste Goorven E and Gerritsfles ( $n = 60$ ) en 1981-1994 in Kliplo ( $n = 55$ ). Alkc = berekende alkaliniteit, DOC = opgeloste organische koolstof, TIC = totaal anorganische koolstof. Haakjes betekenen dat de trend niet erg duidelijk is. C = constant, A = afname, T = toename. \*\* =  $p \leq 0.001$ , \* =  $p \leq 0.01$ , • =  $p \leq 0.05$ .

variabele	eenheid	Achterste Goorven E			Gerritsfles			Kliplo		
		mediaan	corr.	trend	mediaan	corr.	trend	mediaan	corr.	trend
Al	mmol $m^{-3}$	21	-2	pieken 79, 91	5	-33**	piek 80	4	5	C
Alkc	mmol $m^{-3}$	-54	57***	T, dal 91-92	-37	45***	T	39	32*	C
Ca	mmol $m^{-3}$	64	-7	A, piek 90-92	30	14	A tot 82	25	-1	C
DOC	mmol $m^{-3}$	394	-33**	A	240	-20	-	323	35**	piek 90-93
DOC	mmol $m^{-3}$	783	41**	T, dal 91-92	346	-41**	C	1082	51***	piek 91
K	mmol $m^{-3}$	43	-7	A, T sinds 92	26	-28*	A	41	72***	T
Peil	m + NAP	8.35	26*	T, dal 89-91	39.92	0	C	13.01	3	C
Nia	mmol $m^{-3}$	304	-15	A tot 88, piek 90-91	194	-1	A, piek 90-91	261	35**	piek 90-93
$NH_4$	mmol $m^{-3}$	161	19	pieken 83-84, 90-91	75	-42***	piek 83-84	70	63***	T
$NO_3$	mmol $m^{-3}$	4	5	-	6	0	C	5	3	C
pH-veld	-	4.3	43***	T	4.2	4	C	5.1	-19	C
pH-lab.	-	4.5	42***	T, dal 91-93	4.5	-12	T tot 82	5.3	-33**	A
$SO_4$	mmol $m^{-3}$	245	-29	A, piek 90-92	104	-58***	A	73	41**	C
$SO_4/Cl$	-	1.19	-22	A, piek 90-92	0.92	-65***	A	0.44	29*	(T)
TIC	mmol $m^{-3}$	296	-59***	A, T sinds 92	137	-53***	A	183	-55***	A, piek 86



Afb. 2 - Veranderingen in mediane waarden per jaar van enkele milieuv variabelen in het oppervlaktewater van Achterste Goorven E (AGE), Gerritsfles (GER) en Kliplo (KLI).

Er werden Spearman rangcorrelatiecoëfficiënten (Siegel 1956) berekend tussen de chemische parameters en de tijd. Omdat veel van de parameters niet een monotoon stijgend of dalend verloop hadden werden de trends ook vastgesteld door visuele inspectie van de tijdreeksen.

Enkele resultaten zijn weergegeven in Tabel 1 en Afb. 2. De resultaten tot 1984 zijn reeds eerder gepresenteerd, waaruit bleek dat de extreme droogte van 1976 een grote invloed had op de chemie van de Gerritsfles en in het bijzonder het Achterste Goorven, waar grote delen van de bodem droogvielen. De van de atmosferische depositie afkomstige en in gereduceerde vorm in de bodem opgeslagen zwavelverbindingen werden geoxydeerd, waardoor hoge concentraties van sulfaat werden gemeten. Dit leidde tot lage waarden van de pH en de alkaliniteit en het oplossen van kationen als calcium en het toxische aluminium (Van Dam 1988). Na de tamelijk droge zomer van 1986 waren de waterstanden in de drie vennen laag, maar in het extreem natte jaar 1987 stegen deze weer snel. In het bijzonder bij het Achterste Goorven hadden de droge zomers van 1989 en 1990 grote invloed. De concentraties van sulfaat, calcium en aluminium namen sterk toe. De humusverbindingen (DOC) vormden complexen met aluminium en sloegen neer, waardoor het water helderder werd.

In het Achterste Goorven en de Gerritsfles zijn de mediane sulfaatconcentraties tussen 1980 en 1994 met respectievelijk 69% en 66% afgenomen. In Kliplo was de sulfaatconcentratie in 1994 16% hoger dan in 1980. Bij daling van het waterpeil stijgen de concentraties van veel ionen door verdamping. Om hiervoor te compenseren is daarom in Afb. 2 ook het verloop van het quotiënt  $\text{SO}_4^{2-}/\text{Cl}^-$  weergegeven. In de Gerritsfles is de trend hiervan bijna lineair en significant (Tabel 1). Hoewel deze afname veel

minder snel gaat dan die van de atmosferische depositie van zwavelverbindingen is uit berekeningen met het ecologisch model AquAcid gebleken dat deze afname het gevolg is van de vermindering van de atmosferische depositie (Van Dam e.a. 1996). Helaas waren er voor het Achterste Goorven onvoldoende gegevens voor de toepassing van dit model. Daarom valt niet te bepalen welk deel van de vermindering van de sulfaatconcentratie kan worden toegeschreven aan vermindering van atmosferische depositie van  $\text{SO}_x$  en welk deel aan het herstel van droogteperioden. Door de intensieve bacteriële zwavelreductie is de sulfaatconcentratie in Kliplø steeds laag (Marnette e.a. 1993). Omdat de bodem niet of nauwelijks droogvalt zijn er geen pieken in de sulfaatconcentratie.

De depositie van stikstofverbindingen, in het bijzonder van ammonium en ammoniak, heeft naast die van zwavelverbindingen een grote invloed op de verzuringstoestand van gevoelige ecosystemen (Bobbink & Roelofs 1995). In de onderzochte vennen is meer dan 90% van de anorganische stikstof als ammonium aanwezig (Tabel 1). In Kliplø neemt de ammoniumconcentratie sterk toe, van  $20 \text{ mmol m}^{-3}$  in 1981 tot  $142 \text{ mmol m}^{-3}$  in 1993-1994, bij vrijwel constante depositiewaarden. In het Achterste Goorven zijn er pieken in 1981-1984 en 1989-1991. De laatste valt samen met de sulfaatpiek en wordt wellicht veroorzaakt door de mineralisatie van stikstofcomponenten uit het sediment, maar de oorzaak van de eerste piek is niet duidelijk. In Gerritsfles is er een klein maximum in 1981-1984. Fluctuaties van het ammoniumgehalte kunnen ook worden veroorzaakt door veranderingen in de hoeveelheid knolrus, die ammonium opneemt (Schuurkes e.a. 1986).

### Kiezelwieren

Oude monsters (1916-1974) werden verkregen uit collecties van diverse instituten. Recent werden de kiezelwieren steeds in mei en november bemonsterd door een planktonnet voorzichtig door de allerbovenste laag van de waterbodem en waterplanten te trekken. Van de kiezelwieren werden volgens standaardmethoden preparaten gemaakt. In elk preparaat werden 400 kiezelschaaltjes geteld en gedetermineerd met de flora van Krammer & Lange-Bertalot (1986-1991) en het procentuele aandeel van elke soort werd berekend.

### Ecologische groepen en berekende pH

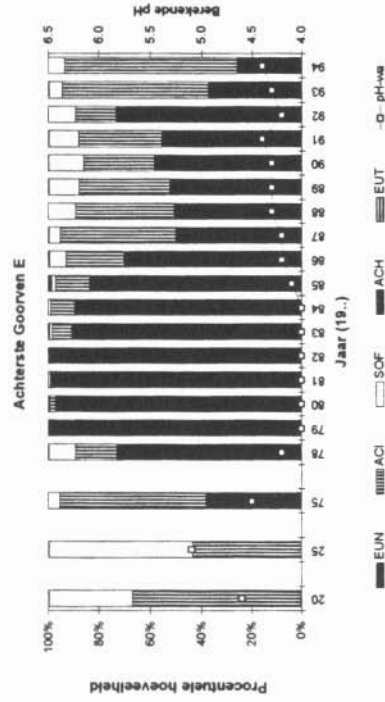
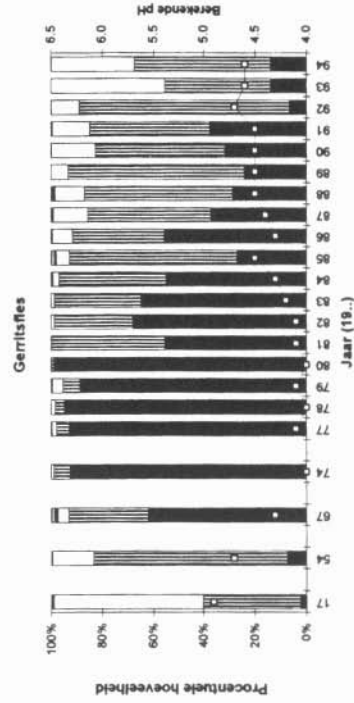
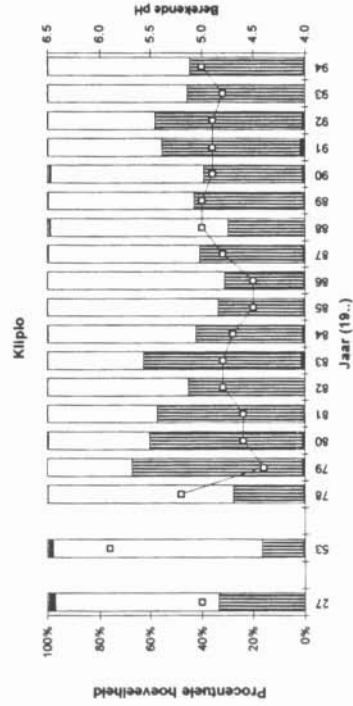
De 148 aangetroffen soorten werden ingedeeld in vijf ecologische groepen volgens Van Dam & Mertens (1989) en Van Dam & Arts (1993):

- EUN *Eunotia exigua*: een soort die zeer resistent is voor verzuring en de daardoor veroorzaakte hoge concentraties van zware metalen en aluminium,
- ACI triviale soorten uit (van nature) zure wateren,
- SOF soorten uit zachte wateren en zeldzame soorten uit zure wateren,
- ACH *Achnanthes minutissima*: een zeer algemene soort uit allerlei zoete wateren,
- EUT soorten uit eutrofe wateren, brakke wateren en organisch verontreinigde wateren.

De pH werd uit de kiezelwieren berekend als gewogen gemiddelde van de pH-optima van de aangetroffen soorten (Ter Braak & Van Dam 1989).

De resultaten van de berekeningen zijn weergegeven in Afb. 3. Sinds het begin van de eeuw is *Eunotia*

Afb. 3 - *Lange-termijnveranderingen in relatieve hoeveelheid van ecologische groepen van kiezelwieren en berekende pH (pH-wa) in Kliplø, Gerritsfles en Achterste Goorven E. EUN = Eunotia exigua, ACI = triviale soorten uit zure wateren, SOF = soorten uit zachte wateren en zeldzame soorten uit zure wateren, ACH = Achnanthes minutissima, EUT = soorten uit eutrofe, brakke of organisch verontreinigde wateren.*



EUN
  ACH
  EUT
  pH-wa

*exigua* sterk toegenomen, vooral ten koste van de soorten uit zachte wateren. In Kliplu zijn de veranderingen gering. Behalve in Kliplu is er een duidelijke afname van de berekende pH tussen 1920 en 1980. Sinds 1978 is er een sterke afname van *E. exigua* in het Goorven en de Gerritsfles, min of meer parallel aan met de afname van de atmosferische depositie van  $SO_x$ , maar met een vertraging van enige jaren (vergelijk Afb. 2). Daardoor nemen de zachtwatersoorten toe en stijgt de berekende pH. De recente veranderingen in de twee vennen zijn gevolgen van het herstel van de droogte van 1976 en van de afgenomen atmosferische depositie. De toename van *E. exigua* in het Goorven na de droge zomers van 1989 en 1990 is een gevolg van de sulfaatpiek die door de droogte werd veroorzaakt.

### Ordinatie

In de ecologie zijn methoden ontwikkeld om de soortensamenstelling overzichtelijk weer te geven en te relateren aan de gemeten milieuv variabelen. Als er in een verzameling monsters  $n$  soorten voorkomen kan de plaats van een monster in een  $n$ -dimensionale vectorruimte worden eenduidig worden weergegeven door als coördinaten de hoeveelheid van elk van de voorkomende soorten in het betreffende monster te gebruiken. De multidimensionale puntenwolk wordt geprojecteerd in een klein aantal dimensies. Deze z.g. ordinatietechnieken worden thans in de ecologie veel gebruikt (Jongman e.a., 1987).

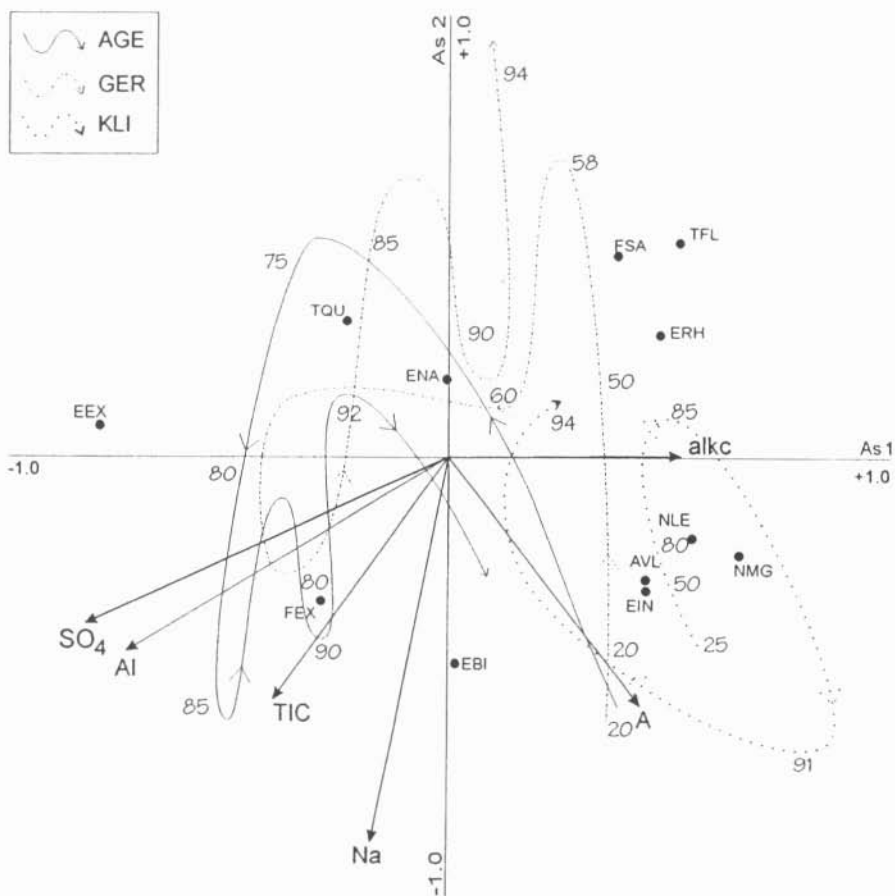
Er is hier gebruik gemaakt van RDA (redundantie analyse). Hierbij wordt ervan uitgegaan dat er lineaire relaties tussen milieuv variabelen en het voorkomen van soorten bestaan. In een biplot worden niet alleen de monsters maar ook de soorten als vectoren afgebeeld. Hierdoor is het mogelijk om bij benadering de soortensamenstelling van de monsters uit een figuur af te lezen. Bovendien wordt er nog als voorwaarde gesteld dat de assen ook nog een functie moeten zijn van de milieuv variabelen. RDA is een soort multivariate vorm van regressie-analyse, waarin de soortgegevens worden gemodelleerd als een functie van de milieugegevens. Omdat alle milieuv variabelen, behalve pH, waterstand en temperatuur scheef waren verdeeld zijn zie voor het uitvoeren van de RDA logaritmisches getransformeerd. Alleen de 26 meest algemene soorten werden gebruikt bij de analyse, waarbij tegelijkertijd de significante ( $p \leq 0,05$ ) milieuv variabelen werden geselecteerd (Ter Braak 1988, 1990).

De belangrijkste resultaten zijn in Afb. 5 weergegeven. Sulfaat is de belangrijkste milieuv variabele, die 21% van de variatie in de soortensamenstelling verklaart. De correlatiecoëfficiënt met de eerste as is in absolute zin hoog (-0,82), zoals kan worden afgelezen uit Afb. 5, door projectie van de pijlpunt van sulfaat op de eerste as. De volgende belangrijke variabele, natrium ( $\approx$  chloride), is hoog gecorreleerd ( $r = -0,87$ ) met de tweede as. In volgorde van belangrijkheid werden voorts nog totaal anorganische koolstof ( $\approx$  kooldioxide), organische anionen, alkaliniteit en aluminium als significante milieuv variabelen geselecteerd. Samen verklaren deze 44% van de variatie in de soortensamenstelling.

Veranderingen in concentraties van sulfaat, anorganische koolstof, organische anionen, aluminium en alkaliniteit zijn typerend voor verzurende meren en vennen (Leuven e.a. 1986, Reuss & Johnson 1986). Hoewel andere milieuv variabelen ook van belang zijn wordt de soortensamenstelling van de kiezelwieren dus in hoge mate door de verzuringstoestand bepaald. Seizoensvariatie heeft weinig invloed op de soortensamenstelling en - verrassenderwijs - ook nitraat- of ammoniumstikstof niet, hoewel nutriënten in het algemeen een grote invloed op het voorkomen van kiezelwieren in vennen hebben (Van Dam & Buskens 1993).

De meest belangrijke soort op de eerste as is de verzuringsresistente *Eunotia exigua* ( $r = -0,80$ ). De soort komt veel voor in monsters die rond 1980 uit het Achterste Goorven en de Gerritsfles werden genomen en waarin toen hoge sulfaatconcentraties werden gemeten. Daarentegen komen *Navicula leptostriata* en de *N. micropunctata*-groep vooral voor in water met veel organische zuren (humus) en weinig minerale zuren. Deze soorten komen vooral voor in Kliplu en de vooroorlogse monsters uit de Gerritsfles en het Achterste Goorven. Op de tweede as scoort vooral *Eunotia bilunaris*, die zowel in wateren met organische als minerale zuren kan voorkomen.

De veranderingen van de posities van de monsters uit de drie vennen zijn globaal met lijnen in Afb. 4 weergegeven. De monsters die rond 1920 in het Achterste Goorven werden genomen liggen rechtsonder in het diagram. Dit suggereert dat het ven toen humeus van karakter was, hetgeen ook klopt met oude



Afb. 4 - Ordinatiediagram van de eerste twee assen van de redundantie-analyse. Significante ( $p \leq 0,05$ ) milieuv variabelen zijn met pijlen aangegeven (A = organische anionen, *alkc* = berekende alkaliniteit, *TIC* = totaal anorganische koolstof), de meest voorkomende soorten met punten (AVL = *Anomoeoneis vitrea* fo. *lanccolata*, EBI = *Eunotia bilunaris*, EEX = *E. exigua*, EIN = *E. incisa*, ENA = *E. naegelii*, ERA = *E. rhomboidea*, FEX = *Fragilaria exigua*, FSA = *Frustulia rhomboides* var. *saxonica*, NLE = *Navicula leptostriata*, NMG = *N. micropunctata*-groep, TFL = *Tabellaria flocculosa*, TQU = *T. quadrisepata*). De plaats van de 124 monsters is niet apart aangegeven, maar door middel van lijnen (A. Goorven = getrokken lijn, Gerritsfles = streeplijn, Kliplo = stippellijn) is de enigszins geschematiseerde verplaatsing van de monsterpunten in de loop der tijd weergegeven. De bij deze lijnen geplaatste cijfers geven de jaren van deze eeuw aan.

beschrijvingen van de plantengroei (Van Dam & Buskens 1993). Er is geen duidelijke verandering in de soortensamenstelling van de kiezelwieren na de extreme droogte van 1921 (Schuurmans 1977), toen een groot deel van de bodem van de Achterste Goorven droogviel, net als in 1976. Het monster dat in 1975, net voor dit droge jaar werd genomen ligt linksboven in het diagram, wijzend op een ven met helder water en een betrekkelijk lage sulfaatconcentratie, in overeenstemming met de directe waarnemingen van Kwakkestein (1977). Na de extreme droogte van 1976 nam het sulfaatgehalte sterk toe en was er een explosieve toename van *Eunotia exigua*. Na de droogteperiode van 1989-1991 waren de scores op de tweede as weer tijdelijk lager door een nieuwe toename van deze soort. In 1994 is de situatie weer een heel eind op weg naar de historische toestand.

In de Gerritsfles neemt de score op de tweede as toe tussen ca 1920 en 1958, waarschijnlijk door een afname van de sulfaatconcentratie in deze periode (Van Dam 1988). Na het extreem droge jaar 1959 (Schuurmans 1977) viel waarschijnlijk een groot deel van de venbodem droog, met zwaveloxydatie en een toename van zuurtolerante soorten als gevolg. Van 1964 tot aan het einde van de tachtiger jaren was *E. exigua* hier dominant, maar door de gestage afname van de sulfaatconcentratie daarna kregen ook minder verzuringstolerante soorten weer een kans. Na 1992 ging *Eunotia naegelii* veel optreden. In oudere monsters uit de Gerritsfles ontbreekt deze soort. Anders dan in het Achterste Goorven ontwikkelt de toestand van de Gerritsfles zich niet in de richting van de historische toestand.

In Kliplo zijn de verschillen tussen oude en recente monsters betrekkelijk gering. De ligging rechtsonder van de monsters uit 1991 heeft waarschijnlijk te maken met de piek van organische anionen (≈opgeloste organische koolstof, Afb. 2) in dat jaar. De daarop volgende verschuiving naar links heeft waarschijnlijk te maken met de toename van sulfaat sindsdien (Afb. 2). De eutrofiëring van dit ven, zoals blijkt uit de toename van ammonium en het af ten toe optreden van groenwierenbloei, heeft zich nog niet in de kiezelwiersamenstelling gemanifesteerd.

### Slotopmerkingen

Uit het onderzoek is duidelijk geworden dat de maatregelen voor de reductie van de  $\text{SO}_x$ -depositie, vooral tussen 1985 en 1990, positieve effecten op de vennen hebben: de sulfaatconcentratie is gedaald, verzuringstolerante kiezelwieren zijn afgenomen en verzuringgevoelige kiezelwieren zijn toegenomen. Vooral na droge jaren worden de effecten van verzuring goed zichtbaar, door de oxydatie van sulfiden uit het sediment. Vergelijkbare effecten zijn ook waargenomen in andere, minder intensief bemonsterde, vennen (AquaSense TEC 1995a,b).

De bruikbaarheid van kiezelwieren als indicatoren voor verzuring als gevolg van atmosferische depositie van zwavelverbindingen is bevestigd. In geïsoleerde vennen is sulfaat de belangrijkste milieuvariabele voor hun verspreiding. Ze reageren sneller op de verbeterde omstandigheden dan hogere planten, door hun veel kortere levenscyclus. Tot nu toe zijn in Nederland slechts verzuringgevoelige hogere planten teruggekeerd in vennen waar zeer bewust herstelmaatregelen zijn uitgevoerd (Bellemakers e.a. 1993).

In enkele meren in het buitenland is door middel van paleolimnologische methoden, waarbij restanten van kiezelwieren uit het sediment als indicatoren zijn gebruikt, herstel van verzuring aangetoond (b.v. Juggins e.a. 1996), maar nog niet door regelmatige 'real-time' bemonstering, omdat de beschikbare waarnemingsreeksen van vijf jaar daarvoor te kort zijn (Lancaster e.a. 1996). Doordat er in Nederland, anders dan in andere landen, hoogwaardige, systematisch verzamelde meetreeksen zijn, kan waarschijnlijk voor het eerst het herstel van oppervlaktewateren van verzuring door atmosferische depositie op de voet worden gevolgd (Skjelkvåle e.a. 1994).

Tussen 1980 en 1994 is de emissie van  $\text{SO}_x$  in Nederland al met 70% afgenomen en verdere reducties liggen in het verschiet (Nijpels 1989, RIVM 1993, 1995). Daardoor valt waarschijnlijk nog een verdere verbetering van de chemische en biologische toestand te verwachten. Tussen 1980 en 1994 zijn de emissies van  $\text{NO}_y$  en  $\text{NH}_x$  slechts met respectievelijk 10 en 27% gedaald. Verdere reducties liggen in het verschiet (Nijpels 1989, RIVM 1993, 1995), maar de emissieveranderingen zijn moeilijk in depositieveranderingen te vertalen, omdat de depositiesnelheden van anorganische stikstofverbindingen boven vennen nog zeer onzeker zijn. Met het ecosysteemmodel AquaAcid kunnen concentraties van



anorganische stikstofverbindingen worden berekend, maar dit model moet nog worden uitgebreid en verbeterd (Van Dam e.a. 1996).

Voortgezette systematische waarnemingen van de biologische en chemische toestand van een beperkt aantal vennen is noodzakelijk voor het ontwikkelen van dergelijke modellen en om de toekomstige verzuringstoestand te kunnen volgen. Intensieve meetgegevens van een beperkt aantal vennen geven inzicht in de processen die in tal van vennen spelen en zijn tevens referentiemateriaal voor de beoordeling van de waterkwaliteit van vennen in het algemeen. Zo zal de recente langdurige droogteperiode vanaf juli 1995 ongetwijfeld van grote invloed zijn op de toestand van de vennen, evenals zomerdroogten die mogelijk door veranderingen in het klimaat frequenter zullen gaan optreden.

## Dankwoord

Dr L.W.G. Higler (IBN-DLO) gaf toestemming voor het gebruik van de door zijn instituut verzamelde gegevens. Het Staatsbosbeheer en de Vereniging Natuurmonumenten gaven toestemming tot het betreden van hun terreinen. Ing. J.A. Sinkeldam (IBN-DLO), ing. A. Mertens en ir. A. Otte gaven technische ondersteuning. Dr. ing. J.W. Erisman (RIVM) stelde zijn depositieberekeningen beschikbaar. Discussies met drs. F.G. Wortelboer (RIVM) en ir. H. Houweling (IBN-DLO) droegen bij tot beter inzicht in de chemie en hydrologie van vennen. Het onderzoek werd ten dele gefinancierd door het Directoraat-Generaal Milieubeheer van het Ministerie VROM (contactnr. 95140022).

## Literatuur

- AquaSense TEC, 1995a. Chemical and biological monitoring in acid sensitive surface waters in The Netherlands 1994. Wageningen.
- AquaSense TEC, 1995b. Veluwe vennen en leemkuilen onder de loep: ontwikkeling van een beleidsvisie voor toekomstig onderzoek en beheer. Wageningen.
- Battarbee, R.W., 1994. Diatoms, lake acidification and the Surface Water Acidification Programme (SWAP): a review. *Hydrobiologia*, 274: 1-7.
- Bellemakers, M.J.S., M. Maessen, M.J.R. Cals & J.G.M. Roelofs, 1993. Effectgerichte maatregelen tegen verzuring en eutrofiëring van oppervlaktewateren: eindrapport monitoringsprogramma eerste fase. Vakgroep Oecologie, Werkgroep Milieubiologie, Katholieke Universiteit Nijmegen, Nijmegen.
- Bobbink, R. and J.G.M. Roelofs, 1995. Nitrogen critical loads for natural and semi-natural ecosystems: the empirical approach. *Water, Air, Soil Poll.*, 85: 2413-2418.
- Braak, C.J.F. ter, 1988. CANOCO - a FORTRAN program for canonical community ordination by [partial] [detrended] [canonical] correspondence analysis, principal components analysis and redundancy analysis (version 2.1). DLO-Groep Landbouwwiskunde, Wageningen.
- Braak, C.J.F. ter, 1990. Update notes: Canoco version 3.10. DLO-Groep Landbouwwiskunde, Wageningen.
- Braak, C.J.F. ter & H. van Dam, 1989. Inferring pH from diatoms: a comparison of old and new calibration methods. *Hydrobiologia*, 178: 209-223.
- Dam, H. van, 1988. Acidification of three moorland pools in The Netherlands by acid precipitation and extreme drought periods over seven decades. *Freshw. Biol.*, 20: 157-176.
- Dam, H. van & G.H.P. Arts, 1993. Ecologische veranderingen in Drentse vennen sinds 1900 door menselijke beïnvloeding en beheer Provincie Drenthe, Assen / DLO-Instituut voor Bos- en Natuuronderzoek, Leersum / Grontmij Advies en Techniek, De Bilt.
- Dam, H. van & R.F.M. Buskens, 1993. Ecology and management of moorland pools: balancing acidification and eutrophication. *Hydrobiologia*, 265: 225-263.
- Dam, H. van & H. Kooymann-van Blokland, 1978. Man-made changes in some Dutch moorland pools, as reflected by historical and recent data about diatoms and macrophytes. *Int. Revue ges. Hydrobiol.*, 63: 587-607.
- Dam, H. van & A. Mertens, 1989. Diatomeeën van oude en recente aquatische macrofyten uit het Beuven in relatie tot het beheer. *Diatomedelingen*, 8: 15-23.
- Dam, H. van, H. Houweling, F.G. Wortelboer & J.W. Erisman, 1996. Long-term changes of chemistry and biota in moorland pools in relation to changes of atmospheric deposition. AquaSense TEC, Wageningen / DLO-Institute for Forestry and Nature Research (IBN-DLO), Wageningen / National Institute for Health and Environmental Protection (RIVM), Bilthoven.

- Erisman, J.W., 1992. Atmospheric deposition of acidifying compounds in the Netherlands. Ph.D. Thesis, Utrecht University.
- Jongman, R.H.G., C.J.F. ter Braak & O.F.R. van Tongeren, 1987. Data analysis in community and landscape ecology. Pudoc, Wageningen.
- Juggins, S., R.J. Flower & R.W. Battarbee, 1996. Palaeolimnological evidence for recent chemical and biological changes in the U.K. acid waters monitoring network sites. *Freshw. Biol.* 36: 203-219.
- Krammer, K. & H. Lange-Bertalot, 1986-1991. Bacillariophyceae. In: H. Ettl, J. Gerloff, H. Heynig and D. Mollenhauer, D., red. Süßwasserflora von Mitteleuropa 2/1-4. Fischer, Stuttgart.
- Kwakkestein, R., 1977. Onderzoek naar de Desmidiaceenflora van de vennen in het gebied rond Oisterwijk. I. De vennen in het westelijk gedeelte. Hugo de Vrieslaboratorium, Universiteit van Amsterdam, Amsterdam.
- Lancaster, J., M. Real, S. Juggins, D.T. Monteith, R.J. Flower & W.R.C. Beaumont, 1996. Monitoring temporal changes in the biology of acid waters. *Freshw. Biol.* 36: 179-201.
- Leuven, R.S.E.W., H.L.M. Kersten, J.A.A.R. Schuurkes, J.G.M. Roelofs & G.H.P. Arts, 1986. Evidence for recent acidification of lentic soft waters in The Netherlands. *Water, Air, Soil Poll.*, 30: 387-392.
- Marnette, E.C.L., H. Houweling, H. van Dam & J.W. Erisman, 1993. Effects of decreased atmospheric deposition on the sulfur budgets of two Dutch moorland pools. *Biogeochemistry*, 23: 119-144.
- Mol, A.W.M., 1986. Overzicht van hydrobiologische literatuur in Noord-Brabant. RIN-rapport 86/4. Rijksinstituut voor Natuurbeheer, Leersum.
- Nijpels, E.H.T.M., 1987. Tussentijdse evaluatie verzuringsbeleid. Ministerie van Volkshuisvesting, Ruimtelijke Ordening en Milieubeheer / Ministerie van Verkeer en Waterstaat / Ministerie van Landbouw, 's-Gravenhage.
- Nijpels, E., 1989. Bestrijdingsplan verzuring: de problematiek van de verzuring. Tweede Kamer der Staten-Generaal, vergaderjaar 1988-1989 18 225, nr. 31. SDU, 's-Gravenhage.
- Oliver, B.G., E.M. Thurman and R.L. Malcolm, 1983. The contribution of humic substances to the acidity of colored natural waters. *Geochim. Cosmochim. Acta*, 47: 2031-2035.
- Reuss, J.O. and D.W. Johnson, 1986. Acid deposition and the acidification of soils and waters. Springer, New York.
- RIVM, 1993. Milieurendement van het NMP-2: aanvulling op de nationale milieuverkenning 3. Samsom H.D. Tjeenk Willink, Alphen aan den Rijn.
- RIVM, 1995. Milieubalans 95. Samsom H.D. Tjeenk Willink, Alphen aan den Rijn.
- Schuurkes, J.A.A.R., C.J. Kok & C. Den Hartog, 1986. Ammonium and nitrate uptake by aquatic plants from poorly buffered and acidified waters. *Aquat. Bot.*, 24: 131-146.
- Schuermans, C.J.E., 1977. Meteorologische aspecten van de droge zomer van 1976. *H<sub>2</sub>O*, 10: 178-180.
- Shaffer, P.W., R.P. Hooper, K.N. Eshleman & M.R. Church, 1988. Watershed vs in-lake alkalinity generation: a comparison of rates using input-output studies. *Water, Air, Soil Poll.*, 39: 263-273.
- Skjelkvåle, B.L., A.D. Newell, G. Raddum, M. Johannessen, H. Hovind, T. Tjomsland & B. Wathne, 1994. The six years report: Acidification of surface water in Europe and North America. Dose/response relationships and long-term trends. Norwegian Institute for Water Research, Oslo.
- Siegel, S., 1956. Nonparametric statistics for the behavioral sciences. McGraw-Hill, New York.
- Verkaar, D., L. van Duuren & J. Schaminée, 1992. De internationale betekenis van Nederland voor hogere planten op grond van biografische gegevens. *De Levende Natuur* 93: 34-39.
- Zadelhoff, E. van & W. Lammers, 1995. The Dutch ecological network. *Landschap*, 12: 77-88.

Veranderingen in het phytoplankton van het Marsdiep, het meest westelijke zeegat van de Waddenzee in de periode 1974-1994.<sup>1</sup>

C. (Katja) J.M. Philippart & Gerhard C. Cadée

(Nederlands Instituut voor Onderzoek der Zee, Postbus 59, 1790 AB Den Burg, Texel)

SAMENVATTING (Lezing 31 Mei 1996)

Sinds 1974 wordt het phytoplankton in het Marsdiep regelmatig gemonsterd (Cadée, 1977, 1986, 1993 en referenties daarin). De serie kent slechts enkele korte onderbrekingen en gaat nog steeds door. Phytoplankton wordt thans wekelijks gemonsterd tijdens hoog water op de NIOZ pier in het Marsdiep. Tijdens de voorjaarsbloeï is de frequentie soms twee maal per week, 's winters soms wat minder. Phytoplankton monsters worden met Lugol geconserveerd en meestal binnen enkele dagen na monsternamen geteld met behulp van een Zeiss omkeer microscoop.

Deze lange termijn studies van het phytoplankton van het Marsdiep hebben aan het licht gebracht dat biomassa (chlorophyll-a), primaire productie, cel aantallen en duur van fytoplankton bloeien (speciaal *Phaeocystis*) zijn toegenomen sinds het begin van de metingen. Deze toename was niet geleidelijk maar spronggewijs rond 1978. Nu de algentellingen in een database zijn opgeslagen is het beter mogelijk eventuele veranderingen in de phytoplankton samenstelling na te gaan.

Voor de analyse van deze veranderingen hebben we ons beperkt tot de 32 belangrijkste taxa, die samen 99.9% van de cel aantallen geteld in het Marsdiep tussen 1974 en 1994 uitmaken. Cel aantallen werden omgerekend tot cel volumina ( $V$ ;  $\mu\text{m}^3$ ) met gebruik van omrekenings factoren van Hagmeier (in lit.) en Koeman et al. (1993). Biomassa (pgC) werd daarna berekend met een formule van Hagmeier:

$$\log C = -0.849 + 0.842 \cdot \log V$$

Een dergelijke omrekening via volume naar Koolstof geeft veel beter aan wat de bijdrage is van de taxa afzonderlijk aan het fytoplankton dan de aantallen cellen. In een aantal gevallen was determinatie tot op de soort niet goed mogelijk, in die gevallen zijn ruimere taxa onderscheiden (flagellaten  $> 10\mu\text{m}$ , flagellaten  $< 10\mu\text{m}$ ; *Thalassiosira* sp. groot voor *T. nordenskiöldii*, *T. rotula* en *T. decipiens*; pennate diatomeeën voor alle pennate, meest bodemdiatomeeën, samen). Het belang van een dergelijke omrekening blijkt uit het enorme verschil in grootte van de algen: van  $50\mu\text{m}^3$  voor een flagellaat  $< 10\mu\text{m}$  tot  $200\,000\mu\text{m}^3$  voor *Rhizosolenia shrubsolei*. De maandelijkse gemiddelde waarden van het algenvolume uitgezet tegen de chlorofyl-a waarden (een onafhankelijke maat voor de fytoplankton biomassa) geven een goed positief lineair verband, waaruit we concluderen dat onze omrekening de waarheid benadert.

De belangrijkste soorten in aantallen zijn in volgorde *Phaeocystis* sp., kleine flagellaten en pas dan diatomeeën: *Skeletonema costatum*, kleine *Chaetoceros* soorten (vnl. *C. socialis*), *Leptocylindrus minimus*. Kijken we naar biomassa (mg C) dan is de volgorde duidelijk anders en komt de diatomee *Rhizosolenia delicatula* op de eerste plaats, daarna *Phaeocystis* en dan weer diatomeeën als *Rhizosolenia shrubsolei*, *Thalassiosira* (grote soorten), *Cerataulina bergonii* en *Rhizosolenia hebetata* plus *setigera*. Opvallend is het overheersen van het geslacht *Rhizosolenia*.

Er zijn duidelijke veranderingen in de soortensamenstelling opgetreden over de 20 jaar. *Nitzschia closterium* en pennate diatomeeën waren algemener in de eerste helft van deze periode. Enkele soorten werden vnl. aangetroffen tussen eind zeventiger en midden tachtiger jaren (*Skeletonema costatum*, *Plagiogramma vanheurckii* en kleine *Chaetoceros* (vnl. *C. socialis*). Sommige soorten werden geleidelijk algemener gedurende deze 20 jaar (*Rhizosolenia delicatula*, *R. shrubsolei*,

<sup>1</sup> Abstract voor Diatomededelingen Thursday, August 29, 1996

*Ditylum brightwelli*, *Nitzschia longissima* en grote *Chaetoceros* soorten.

Dit soort monitoring onderzoek kan veranderingen aantonen in het fytoplankton maar het zal zelden zo zijn dat ook duidelijk wordt waarom dergelijke veranderingen optreden. Vaak is van de autecologie van de diverse soorten nog te weinig bekend om gissingen te doen. Opvallend is dat bij de diatomeeën die de laatste jaren zijn toegenomen enige relatief grote soorten voorkomen. Stolte & Riegman (1995) hebben recentelijk onderzoek gepubliceerd waaruit blijkt dat in systemen waarin voedingsstoffen aan fluctuaties onderhevig zijn, grotere fytoplankton soorten beter zijn in opname van nitraat dan kleine. Een relatief grote vacuole doet dienst om N op te slaan, waardoor ze periodes met lage N-waarden beter kunnen doorstaan. Dit toont aan dat we op weg zijn een beter inzicht te krijgen in het hoe en waarom van de fytoplankton samenstelling en de veranderingen daarin met de tijd, maar dat er nog veel onderzoek te doen blijft naar de oorzaken van de waargenomen veranderingen in de laatste 20 jaar.

## Referenties:

- Cadée, G.C., 1986. Recurrent and changing seasonal patterns in phytoplankton of the westernmost inlet of the Dutch Wadden Sea from 1969 to 1985. - *Mar. Biol.* **93**: 281-289.
- Cadée, G.C. & J. Hegeman, 1979. Phytoplankton primary production, chlorophyll and composition in an inlet of the western Wadden Sea (Marsdiep). - *Neth. J. Sea Res.* **13**: 224-241.
- Cadée, G.C. & J. Hegeman, 1993. Persisting high levels of primary production at declining phosphate concentrations in the Dutch coastal area (Marsdiep). - *Neth. J. Sea Res.* **31**: 147-152.
- Hagmeier, E. (in lit.) Cell volume to carbon relationships, conversion list. FLEX Plankton studies
- Koeman, R., M. Rademaker & V. Ryzhov, 1993. Biovolumina van de aangetroffen soorten. Bijlage 4 bij rapport Biomonitoring van fytoplankton in de Nederlandse zoute en brakke wateren 1992, TRIPOS
- Stolte, W. & R. Riegman, 1995. The effect of phytoplankton cell size on transient state nitrate and ammonium uptake kinetics. - *Microbiol.* **141**: 1221-1229.

## EEN PALEOLIMNOLOGISCHE TERUGBLIK OP DE TeloORGANG VAN DE BLANKAART TE WOUMEN (W-VLAANDEREN, BELGIË)

Luc Denys

Departement Biologie (Arctische Ecologie, Limnologie & Paleobiologie), Universitair Centrum  
Antwerpen (RUCA), Groenenborgerlaan 171, B-2020 Antwerpen, België

### 1. Inleiding

De Blankaartvijver (50°58' N, 2°52' O) vormt het hart van "De Blankaart", een gebied gelegen in de IJzerbroeken te Woumen (Diksmuide), op de overgang van de kustvlakte naar de hogergelegen zandleemstreek en waarvan de ecologische waarde in de loop van deze eeuw herhaaldelijk beklemtoond werd (zie o.a. Massart, 1912; Kesteloot, 1959a, 1959b; Gryseels & Stieperaere, 1977; Gryseels, 1985; Bolle *et al.*, 1991; diverse bijdragen in Bossu, 1992). Vanwege zijn ornithologisch belang, vooral als overwinterings- en broedgebied voor eendachtigen, is "De Blankaart" in de conventie van Ramsar opgenomen. Sinds 1959 is het een reservaat dat beheerd wordt door de vzw. Natuurreservaten.

De Blankaartvijver is evenwel de laatste decennia verworden tot een vegetatieloos en troebel water, dat in hoofdzaak alleen nog vanwege het aanzienlijke oppervlak en de ligging aantrekkelijk vindt. Met het oog op het herstel van het vijverecosysteem en het potentieel van het gebied voor de drinkwaterwinning werden recent aanzienlijke inspanningen geleverd. Zo werden slibvangbekkens gebouwd op de voornaamste aanvoerbekken (Steenbeek en Ronebeek) en werd het in de loop van de tijd afgezette slib gebaggerd. Ook zal de toevoer van onbehandeld huishoudelijk afvalwater gestaakt worden en worden verdere ingrepen overwogen.

De beoordeling van toekomstige ontwikkelingen en van de effectiviteit van uitgevoerde en geplande herstelmaatregelen vergt evenwel een degelijk inzicht in de abiotische omstandigheden, karakteristieke vegetatie, fauna en levensgemeenschappen die de voormalige natuurwaarden bepaalden, evenals van de wijze en snelheid waarop deze veranderden. Hoewel de grote lijnen van de ecologische evolutie van de Blankaartvijver en de omringende rietlanden gedurende deze eeuw vrij goed gekend zijn, bleken er op dit vlak toch nog vele leemten in de kennis te bestaan. Met uitzondering van de werken van Massart (1908, 1912, 1922), die vooral informatie omtrent de vegetatie bij het begin van deze eeuw verstrekken, hebben de gepubliceerde waarnemingen nagenoeg alle betrekking op de periode na WO-II. Van de voorafgaande periode zijn de verdere gegevens slechts anekdotisch. Er werd dan ook getracht om door middel van paleolimnologische technieken het ecologische referentiekader te vervolledigen (Denys, 1994, 1995)<sup>1</sup>. Het onderzoek van diatomeeëngemeenschappen was hierbij een belangrijk hulpmiddel om een beeld van de voormalige milieuomstandigheden te bekomen. In deze bijdrage wordt een beknopt overzicht van enkele bevindingen gegeven.

### 1.2. De Blankaartvijver

De ca. 30 ha grote vijver (Fig. 1), die zijn ontstaan aan uitvening vanaf de 16de eeuw te danken heeft, ontvangt water middels een aantal beken die ontspringen in het zandleemgebied en samen zo'n 4500 ha afwateren - merendeels landbouwgebied. De Ronebeek (1008 ha) en de Steenbeek (2722 ha) zijn

<sup>1</sup>Dit onderzoek werd uitgevoerd in opdracht van het Ministerie van de Vlaamse Gemeenschap, AMINAL, Instituut voor Natuurbehoud.

veruit de belangrijkste aanvoerbeken. De afwatering van de vijver gebeurt via enkele vaarten naar de IJzer. Het debiet van de aanvoerbeken en de IJzer is aanzienlijk groter tijdens de winter, wat in combinatie met de slechte afwatering sinds oudsher aanleiding geeft tot regelmatige overstromingen van de Zuidijzerpolder, de Blankaart inbegrepen.

De vijverbodem bestaat grotendeels uit veen, deels ook uit kleiig zand, zandige tot venige klei of zandige tot venige leem; dit alles was voor de uitbaggering bedekt met een gemiddeld 40 cm dikke sliblaag. Het gemiddeld waterpeil ligt bij ongeveer +2,6 m T.A.W; met uitzondering van de winterperiode bereikt het niveau doorgaans +2,4-2,5 m. Water wordt onttrokken door bemaling van de broeken sinds 1952 en voor drinkwaterwinning sinds 1974 (dit laatste gebeurt heden ten dage echter nog slechts sporadisch). Het peil wordt gereguleerd met schotbalken sinds 1980 (peilverlagingen werden ingevoerd in 1981 en 1983). De waterstand varieert sterk en abrupt, mede onder invloed van piekdebieten op de aanvoerbeken en het pompen. Het maximumpeil bereikt de meeste jaren slechts kortstondig ca. +3 m. Het minimumpeil ligt meestal tussen +2,3 à 2,4 m, maar kan in droge zomers (bijv. 1990) +2 m benaderen. Voor het baggeren was de waterdiepte doorgaans nog slechts ca. 0,45-0,65 m in het grootste deel van de vijver, met een maximum rond 1 m in een zeer klein gedeelte aan de noordzijde, vlak voor de oostgerichte uitloper. Bij een waterpeil van 2,6 m bedroeg het volume ca. 200.10<sup>3</sup> m<sup>3</sup>, wat resulteerde in een gemiddelde verblijftijd van 0,9 jaar en een debiet van ca. 0,16 m<sup>3</sup>/sec (meded. W. Huybrechts, 1993).

Omstreeks de eeuwwisseling kende de vijver een soortenrijke waterplantenvegetatie en was een groot deel van het oppervlak door *Nymphaea*, *Nuphar* en *Nymphoides* bedekt. De oever werd ingenomen door een brede rietkraag, met naar het open water toe een gordel van *Typha angustifolia* en vervolgens *Scirpus lacustris*. Deze verlandingsvegetatie was het best ontwikkeld aan de westelijke oever. Drijfzomen en -tillen werden gevormd en dit blijktbaar tot in de vijftiger jaren. Het water zelf was rond deze periode reeds nagenoeg vegetatieloos. Onder invloed van een vier jaar durende strategische inundatie tijdens WO-I ging de kleine lisdodde achteruit; de grote lisdodde daarentegen breidde uit. Deze overstromingsperiode wordt klassiek overigens mede verantwoordelijk geacht voor de opgetreden floraverarming. Uit het onderzoek van de diatomeeëngemeenschappen op herbariummateriaal van waterplanten uit deze periode (Denys, in druk a) blijkt dat er kort na de overstroming al geen sprake meer was van enige zoutwaterinvloed, zo die het gebied al bereikt zou hebben. Wel lijken in deze periode geringe veranderingen in de diatomeeëngemeenschappen op te zijn getreden. Het verschijnen of iets talrijker worden van de planktonsoorten *Cyclostephanos dubius*, *Cyclotella pseudostelligera* en *Stephanodiscus parvus* zou wel eens met de inundatie in verband kunnen staan.

Het water van de vijver is de laatste decennia zwak alkalisch, hard tot zeer hard en sterk eutroof. Bij sterkere wind bevat het veel suspensiemateriaal. De mineralisatie schommelt van matig tot zeer sterk (Rodier, 1975;  $\alpha$ -meso- tot polyionisch volgens Olsen, 1950). De waterkwaliteit is ronduit slecht, zoals ondermeer blijkt uit de waarden voor parameters zoals zuurstofverzadiging, BOD, COD en concentraties van chloride, natrium, kalium, ammonium, nitraat, fosfaten en sulfaat (Tab. 1). Oorzaak van de verontreiniging is de lozing van huishoudelijk afvalwater in de Steenbeek en de uitspoeling van de landbouwgronden. De aanwezige invertebratenfauna is arm en banaal. Het visbestand bestaat voornamelijk uit brasem en in mindere mate karper. Massale vissterfte trad op in 1990. Het diatomeeënperryton werd anno 1993 gedomineerd door *Nitzschia paleacea*, *N. supralitorea*, *N. graciliformis*, *N. frustulum*, *Gomphonema parvulum* en *Navicula minima* (Denys, 1994, in druk b). De aangedroefde diatomeeëngemeenschappen waren kenmerkend voor een voedselrijke toestand en een sterke organische belasting.

## 2. Materiaal en methoden

In juni 1993 werden zes korte sedimentkernen (75 mm diameter) ingezameld. De kernen werden in schijfjes van 1 cm dik bemonsterd. Vier kernen (1, 2, 3 en 5) werden naderhand onderzocht (Fig. 1). De analysemethodiek wordt hier slechts summier besproken.

### 2.1. Sedimentsamenstelling en chemostratigrafie

Watergehalte (% nat gewicht), densiteit (droog gewicht/nat volume), drooggewicht (droog gewicht/nat gewicht) en verbrandingsverlies bij 550 °C (% droog gewicht) werden op alle kernen bepaald volgens Bengtsson & Enell (1986). Het C-gehalte werd verondersteld 12/30 van het verbrandingsverlies te bedragen. Biogeen silicaat (alle kernen) werd geëxtraheerd volgens Engstrom & Wright (1984) en colorimetrisch bepaald (Merck, Spectroquant Si).

De totale concentratie van een aantal elementen (P, S, Si, Al, K, Ca, Ti, V, Cr, Mn, Fe, Ni, Cu, Zn, Br, Rb, Sr, Y, Zr, Ba, Pb) in het sediment werd bepaald voor de kernen 1, 2 en 3 door middel van X-stralen fluorescentie (U.I.A., Dept. Scheikunde). Er dient gewezen te worden op de geringere nauwkeurigheid van deze methode voor bepaalde elementen (Al, Si, P, S, Pb, Ba). De hier beschouwde resultaten zijn gestandaardiseerd in verhouding tot de concentratie van Ti om voor wijzigingen in de minerogene aanvoer te corrigeren.

Voor P, Na, K, Ca, Fe, Mn en Mg werd op kern 2 ook de fractionatiemethode van Engstrom & Wright (1984) toegepast. Hierbij wordt de "autigene" fractie (bekomen door warme extractie met HCl na destructie van het organisch materiaal), afzonderlijk bepaald van de "allogene" (het aandeel dat in de kristalroosters van de aangevoerde mineralen aanwezig is). Beide fracties zijn van operationele aard. Voor de scheiding van de allogene fractie werd evenwel een destructie volgens Novozamsky *et al.* (1983) uitgevoerd, waarna N, P, Na, K, Mn en Mg bepaald werden. Deze fracties omvatten niet altijd de volledige totaalinhoud. De bepalingen (U.I.A., Dept. Biologie) gebeurden door middel van A.A.S. (Na, K, Ca, Fe, Mn, Mg) en een "continuous flow auto-analyzer" (N, P).

De concentraties van <sup>210</sup>Pb- en <sup>241</sup>Am-concentratie werden bepaald voor de kernen 1, 2 en 3 door directe meting van de gammastraling bij de overeenkomstige energie (K.B.I.N., Afd. Sedimentologie en V.U.B., Dienst VUCY). Op basis van eerstgenoemde werden, middels verschillende modellen, accumulatiesnelheden ingeschat. <sup>241</sup>Am is een dochterisotoop van <sup>241</sup>Pu. Dit laatste werd verspreid door de nucleaire wapentesten. De maximale <sup>241</sup>Am-activiteit kenmerkt de periode waarin de meeste "fall-out" neerkwam (omstreeks 1963; Appleby *et al.*, 1991). Alle afgeleide jaartallen zijn, uiteraard, hoogstens benaderende richtlijnen.

De concentratiebepaling van sedimentaire pigmenten in kern 2 (chlorofielderivaten en carotenoiden) gebeurde volgens Bengtsson & Enell (1986). De resultaten zijn uitgedrukt als spectrofotometrische eenheden per g organisch materiaal (PU).

### 2.2. Pollen

Kernen 1 en 2 werden palynologisch onderzocht. De monsters werden gekookt met 10 % KOH en 2 min. geacetylseerd. Het materiaal werd in glycerine-gelatine ingebed. Tellingen gebeurden tot 200 AP-korrels (AP: bomen & struiken, NAP: overige). In de hier gebruikte NAP-som werden het AP-pollen en de bijdrage van waterplanten evenals sporen niet meegerekend (evenwel met *Calluna* en *Myrica*). Coenobia van de groenalgen *Pediastrum* en *Scenedesmus* werden eveneens geteld en hun frequentie werd ten opzichte van de pollensom berekend.

### 2.3. Chironomiden

Van kern 2 werden 1 ml monsters gekookt in 10 % KOH en vervolgens gezeefd over 100 µm planktongaas. Onder stereomicroscop werden bij een vergroting van 40 maal alle kopkapsels uit het residu uitgezocht. Deze werden in permanente Euparal-preparaten gemonteerd. Identificatie en telling gebeurde met het microscop. De nomenclatuur volgt Moller Pillot (1984a, 1984b).

### 2.4. Diatomeeën

Alle kernen werden onderzocht op hun diatomeeëinhoud. Reiniging van het materiaal gebeurde met H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>, gevolgd door bezinking in proefbuizen. Een Leitz Orthoplan microscoop met fasecontrast-optiek werd gebruikt om de Naphrax-preparaten te onderzoeken. De identificatie gebeurde vooral aan de hand van de "Süßwasserflora" (Krammer & Lange-Bertalot, 1986-1991), evenals de monografieën van Krammer (1992a, 1992b). Per monster werden meer dan 500 schaaltes aselect geteld ter berekening van het procentueel aandeel van de meer frequente taxa. Fragmenten werden geteld zoals beschreven door Denys (1984). De preparaten werden verder afgezocht naar bijkomende taxa.

Ecologische indicatiewaarden werden ontleend aan van Dam *et al.* (1994). Wat de saprobie-indicatie betreft werden, in afwijking van deze auteurs, de volgende waarden toegekend: *Gomphonema angustatum* 2, *Nitzschia graciliformis* 3, *Nitzschia palea* var. *debilis* 0, *Pinnularia rupestris* en var. *cuneata* 2, *Stephanodiscus parvus* 4. Gewogen gemiddelden van de ecologische indicatiewaarden werden berekend met uitsluiting van allochtone (*i. c.* mariene) en indifferente taxa

## 3. Resultaten

In deze synthese worden slechts enkele specifieke resultaten belicht. Dit gebeurt voornamelijk aan de hand van sedimentkern 2. De bovenste 43 cm van deze kern geven immers op zich reeds een vrij goed beeld van de sinds omstreeks het begin van de jaren '20 opgetreden milieu-evolutie. In deze kern bestond het sediment tussen 43 en 12 cm diepte uit vrij vast en plastisch, grijsbruin, organisch slib met zeer fijne vegetatieresten en onderaan venige brokjes en tussen 12 en 0 cm uit donkergrijs, zwartgespikkeld en niet tot zwak gecompacteerd organisch en flocculent slib (bovenaan vloeibaar).

### 3.1. Sedimentsamenstelling en chemostratigrafie

Fig. 2 geeft het verloop van enkele parameters die het sediment karakteriseren.

Het verbrandingsverlies is in de onderste helft van de kern duidelijk hoger dan in de bovenste (de hoogste waarden helemaal onderaan zijn het gevolg van veeninmenging), wat een afnemend aandeel van organisch materiaal impliceert.

De C/N verhouding vertoont een vrij gelijkaardig beeld. Deze is nagenoeg constant tot op 27,5 cm en neemt hogerop af tot waarden < 10. Hoewel deze ratio ook door de mineralisatie en de aanvoer van organisch materiaal beïnvloed wordt en de interpretatie niet zo éénvoudig is (*cf.* Renberg, 1976), zouden waarden boven 10 vaak toch wijzen op een overwicht van de autochtone productie van celluloserijk organisch materiaal (submerse en/of vooral emerse macrophyten) op de productie van algen en angiospermen met drijfbladeren (Hutchinson, 1975; Lami, 1986; Liehu *et al.*, 1986; Wetzel, 1979).



De daling van de verhouding autigeen N/P (Fig. 41) tot een waarde  $< 10$  (de waarde voor seston) in het gedeelte boven 15 cm, zou een aanduiding kunnen zijn dat er vanaf dit moment een P-overschot voor de planktonproductie bestond (Bengtsson & Persson, 1978; Lami, 1986). Ook Rees *et al.* (1991) melden een afname bij eutrofiëring.

De ratio autigeen Fe/Mn kan aanwijzingen geven omtrent de voormalige redoxomstandigheden aan het sedimentoppervlak. Volgens het gebruikelijke model (Mackereth, 1966), zal bij afnemende redoxpotentiaal Mn voor Fe in oplossing gaan, zodat de ratio stijgt. Bij sterkere reductie wordt ook Fe mobiel. In het onderste deel van de sequentie blijft de ratio vrij constant. De Fe/Mn-verhouding neemt vrij sterk af rond 35 cm door toename van Mn. Zij bereikt opnieuw hogere, maar schommelende waarden tussen 28 en 15 cm; eerst tengevolge van een verlaagd Mn gehalte (27,5 cm), daarna door hogere concentraties Fe bij stabiele Mn-waarden (23,5 en 19,5 cm) en daarna opnieuw door een verminderd Mn-gehalte. De redoxpotentiaal zou bijgevolg tijdens de periode ca. 1940-1975 bij tijden gedaald zijn. De lagere ratio en hogere Mn-concentratie vanaf 13,5 cm zou enig herstel en stabilisatie doen vermoeden. Omtrent de evolutie van de vijverbodem is weinig gemeld. Kesteloot (1959a) schrijft in dit verband "... slijkerige spropeliembodem (rottingsslik). Allerhande ontbindingsgassen worden er gevormd. Op ondiepere plaatsen en bij aanhoudende hitte is het water werkelijk vergiftigd."; dit lijkt inderdaad bij de interpretatie hierboven aan te sluiten. Ook heden is het slib in de zomer reeds op zeer geringe afstand onder het oppervlak echter nog volkomen anaëroob.

In Fig. 3 wordt de verhouding tussen enkele elementconcentraties en deze van Ti getoond. Profielen van elementen die volledig van minerogene oorsprong zijn moeten in principe een vlak verloop vertonen, tenzij er aanrijking plaatsvindt met mineralen die relatief arm aan Ti maar rijk aan een ander element zijn. Voor de getoonde elementen is dit niet het geval; vanaf 26 cm diepte is er een duidelijke aanrijking. Piekwaarden treden op in de jaren '50 en '60. Hierna vallen de waarden meestal wat terug, maar blijft er een verhoging ten opzichte van de voor-oorlogse achtergrondwaarden bestaan. Een uitzondering hierop vormt Mn, wat te wijten valt aan de vrijstelling van dit element bij sterker reducerende omstandigheden. Er is duidelijk sprake van een parallel verloopende toename van diverse metalen (vooral Cu, Ni en Zn) en nutriënten. Tussen 1938 en 1974 - en vooral vanaf de jaren '50 - werd de Ronebeek zeer sterk vervuild door een melkerij. De Steenbeek werd in mindere mate verontreinigd, vooral door een slachterij en huishoudelijk afvalwater.

De toename van het fosfaatgehalte is eveneens bepaald op basis van extracten (Fig. 4). Hieruit blijkt dat vooral na ca. 1960 een sterke toename van zowel de autigene als de sedimentgebonden fractie plaats vond. Als bron voor de toename in de autigene fractie kan vooral aan afvalwaters en uitspoeling van meststoffen gedacht worden. Er valt maar weinig te merken van een rond 1975 verminderde aanvoer van huishoudelijk en industrieel afvalwater. Uit de gegevens van de Vlaamse Milieumaatschappij en de Vlaamse Maatschappij voor Drinkwatervoorziening (Bolle *et al.*, 1991) blijkt dat de nutriëntenconcentraties in de met de vijver verbonden waterlopen rond '77-78 erg hoog waren, evenals vanaf '84-85. Piekwaarden werden bereikt in '85 en '89. De toename van de allogene fractie is abrupter en houdt verband met een verhoogde aanvoer van minerale deeltjes, vooral tijdens de jaren '60 en begin '70.

Fig. 5 toont het verloop van chlorofielderivaten (CD) en carotenoïden (TC). Hun hoeveelheid en verhouding staat vaak in relatie tot de primaire productie; cyanobacteriën bevatten relatief meer carotenoïden dan algen en waterplanten. Niettemin zijn er ook andere factoren die een rol spelen, zoals de mate van bewaking (sterk bepaald door het  $O_2$ -regime), de aanvoer van allochtone organische materie, het lichtklimaat, ... Voor wat de CD betreft, is er een duidelijke toename vanaf ongeveer de jaren '40 merkbaar, leidend tot een uitgesproken maximum in het hierop volgende decennium en ook hierna hoge waarden. De TC-concentratie is erg laag onder 17,5 cm en stijgt, na een zwakke toename, erg plots boven 10 cm. Volgens Neuckens *et al.* (1962) bedekte al in de zomer van dat jaar een groene

laag met vooral *Oscillatoria* gedeelten van het wateroppervlak. Louis & Beernaert (1969) vermelden hoge concentraties van *Oscillatoria* en in mindere mate van *Anabaena* voor de zomer van 1966. De hoge, nagenoeg gelijke, CD- en TC-waarden boven 10 cm kunnen op verbeterde bewaringsomstandigheden (anaërobe bodem, snelle sedimentaccumulatie), een slechter lichtklimaat (minder bleking) en/of een hoge produktiviteit van zowel cyanobacteriën als algen wijzen (Swain, 1985). De snelle toename van de TC bij de onveranderd blijvende CD-concentratie ten opzichte van de diepere sedimenten wijst niettemin op een belangrijker geworden aandeel van de cyanobacteriën. Betekenisvol is dat de waarde van CD/TC bovenaan naar 0,7 toeschuift. Bij een dergelijk niveau zou er sprake kunnen zijn van een beginnende N-limitatie (Watson & Osborne, 1979), wat bij hoge P-belasting kan optreden.

### 3.2. Pollen

Het in Fig. 6 getoonde diagram blijft beperkt tot de voornaamste waterplanten (een zeer aanzienlijk deel van het als *Ranunculus flammula*-type aangeduide pollen moet wellicht tot *R.* subgen. *Batrachium*, meer bepaald *R. aquatilis*, beschouwd worden). Ook is de frequentie van de talrijkste *Scenedesmus*- en *Pediastrum*-soorten weergegeven.

Het pollen van waterplanten vertoont een zekere mate van zonatie. Aanvankelijk ziet men een combinatie van *Hottonia* (vaak bij kwel) samen met *Potamogeton* (op basis van soortenlijsten vermoedelijk *P. pectinatus* en *P. natans* of *P. lucens*) en in mindere mate *Myriophyllum spicatum*. Wellicht hadden deze gezelschap van *Callitriche* en *Ranunculus aquatilis*. Zeker wat beide laatste betreft moet tevens aan aanvoer vanuit de beken gedacht worden. De vegetaties in dit deel van de vijver kunnen aangesloten hebben bij het *Callitriche-Batrachion* en het *Parvopotamion*, mogelijk ook het *Magnopotamion*. Rond 35 cm verschijnt *Nymphaea*. Voor 1914 bedekte *Nymphaea alba* een groot deel van het wateroppervlak. De waterlelie had echter flink te leiden onder de hoge waterstand tijdens WO-I. Het duurde blijkbaar enige tijd vooraleer de populatie zich terug herstelde. Naar 22 cm toe wordt het *Nymphaeion*-karakter versterkt door de *Nymphaea*-piek. De ondergedoken groeiende vegetatie is dan al op de terugweg. Deze successie waarbij een submerse vegetatie opgevolgd wordt door soorten met drijvende bladeren is gebruikelijk bij de verslechtering van het lichtklimaat in de loop van het eutrofiëringsproces (zie bijv. Best *et al.*, 1984). Vermeldenswaard in dit verband is dat op 25,5 cm een minimum in de C/N-verhouding is opgemerkt, waarvoor mogelijk een dichtere groei van nymphaeïden verantwoordelijk was. *Nymphaea* is tussen 1977 en 1980 volledig uit het zuidelijk deel van de vijver verdwenen. Toch wordt ook bovenaan, door vermenging van het sediment, nog wat *Nymphaea*-pollen gevonden.

Het verloop van *Pediastrum boryanum* vertoont een opvallende toename boven 25 cm, met maxima rond 7 en 20 cm. Het profiel vertoont een vrij goede overeenkomst met dat van chlorofielderivaten. Rond 25 cm wordt eveneens een sterke toename van de fosfaatconcentratie waargenomen (cf. Fig. 3), terwijl de autigene P-fractie eveneens rond dit niveau aan een opwaartse trend begint. *Scenedesmus* komt wat later op. De afname van zowel *Pediastrum* als *Scenedesmus* in de bovenste 5 cm wordt niet door een overeenkomstige daling van de pigmentconcentraties begeleid.

### 3.3. Chironomiden

De concentratie aan kopkapsels bleek dermate laag dat zelfs bij samenvoegen van twee opeenvolgende monsters (samen 2 ml sediment) nog onvoldoende individuen geteld werden om echt betrouwbare relatieve frequenties te berekenen (meestal < 50). Niettemin wordt een selectie van bepaalde soorten en soortengroepen aldus in Fig. 7 voorgesteld, omdat de resultaten wel geheel een vrij duidelijk patroon vertonen, dat bovendien overeenstemt met dat wat bij een oriënterend onderzoek aan een

andere kern bekomen werd (Verschuren, in druk). Laatstgenoemd onderzoek betrof een ongedateerde kern van 38 cm lang, die ca. 100 m ten noorden van het eilandje genomen werd en waarvan zes monsters (incl. één van de top van het onderliggende veen) geanalyseerd werden. De monsterdikte was hierbij 5 cm, uitgezonderd voor de bovenste 13 cm die in hun geheel genomen werd.

In het onderste deel van dit diagram, te situeren voor WO-II, zijn ondermeer *Polypedium nubeculosum* agg. en *Polypedium* gr. *sordens*, *Microtendipes chloris* agg. en *Psectrocladius* gr. *limbatellus/sordidellus* vrij frequent. *Corynoneura scutellata* agg. leeft vooral op drijvende waterplanten en wordt boven 25 cm niet meer gevonden. Interessant is het ook voorkomen van *Cricotopus brevipalpis*. Deze soort mineert in *Potamogeton natans* en mogelijk ook *P. lucens* (Moller Pillot, 1984b; Moller Pillot & Buskens, 1990). De associatie valt goed te rijmen met een vrij zuurstofrijk milieu met veel waterplanten.

In het middendeel van de sequentie worden een hogere frequentie van *Cricotopus* gr. *cyllindraceus/festivellus*, *Psectrocladius* gr. *sordidellus* en *Dicrotendipes* gr. *nervosus*, evenals de opkomst van *Chironomus* gr. *plumosus*, opgemerkt. *Cricotopus* gr. *cyllindraceus/festivellus* zou een vrij hoge zuurstofbehoefte hebben; het valt op dat de frequentie invers aan die van *Chironomus* evolueert.

Beneden 16 cm is de verschuiving in substraatvoorkeur van de fauna, die men bij een drastische afname van de vegetatiedichtheid zou verwachten, toch niet bijzonder uitgesproken. Minerende taxa treden wel iets sterker in de diepere sedimenten naar voor. Taxa die een hard substraat verkiezen blijven evenwel langer goed vertegenwoordigd of nemen zelfs toe (*Dicrotendipes* gr. *nervosus*, *Parachironomus* gr. *arcuatus*), wat zich door aanvoer vanuit de rietgordel laat verklaren.

De bovenste 16 cm van de sequentie (vermoedelijk eind jaren '60 - begin '70) worden gekenmerkt door hoge frequenties van *Chironomus* gr. *plumosus* en *Microchironomus tener* evenals een toename van *Procladius*. Hoewel *Chironomus* in allerlei watertypen voorkomt, neemt het relatief belang in het algemeen toe bij zuurstofarme en organische verontreiniging. De afname van *Psectrocladius* gr. *limbatellus/sordidellus* en *Polypedium nubeculosum* agg. wijst wellicht ook op een slechter wordende zuurstofhuishouding. *Procladius* is eveneens een slibbewoner die zeer geringe milieueisen stelt. *Microchironomus tener* zou vooral op zandbodems en fijn organisch slib voorkomen (Moller Pillot & Buskens, 1990). Ook wordt deze soort soms met enige brakwaterinvloed in verband gebracht. Het verschijnen valt hier samen met aanwijzingen voor verhoogde organische belasting en electrolytconcentraties (*i.c.* *Cyclotella meneghiniana*). Wellicht is het succes van *M. tener* hier dan ook te wijten aan toegenomen concentratieveranderingen in opgeloste stoffen.

#### 3.4. Diatomeeën

De relatieve vertegenwoordiging van enkele taxa werd uitgetekend in Fig. 8. Het diagram kan in vier duidelijke zones/perioden worden opgedeeld.

Opvallend is het relatief belang van epifyten (*Cocconeis*, *Achnanthes*, *Gomphonema*), indicatief voor een abundante aanwezigheid van macrofyten, voor ca. 1940. De goede vertegenwoordiging van *Fragilaria* en ook wel van epipelon, geeft aan dat daarenboven de omstandigheden gunstig waren voor de ontwikkeling van een bodemmicrovegetatie (licht). *Fragilaria* wijst tevens wellicht op een relatief geringe sedimentatie van suspensiemateriaal en dus een vrij stabiele bodem. Met uitzondering van *Stauroneis dahomensis*, een soort die we veeleer met circumneutrale, minerotrofe laagveenmilieus associëren, wijzen de meer frequente taxa op eerder voedselrijke omstandigheden. Hoewel ondermeer *Gomphonema parvulum*, *Navicula minima* en *Stephanodiscus hantzschii* reeds een ietwat verhoogde organische belasting doen vermoeden (wellicht vooral door de afbraak plantaardig materiaal), blijft het aandeel van zogenaamd N-heterotrofe taxa beperkt. De zuurstofbalans lijkt daarbij vrij gunstig te

blijven (viz. ondermeer *Achnanthes minutissima*, *Fragilaria* div. spp.). De algemene situatie lijkt dan ook nog relatief ongestoord. Ook zijn een aantal minder talrijk optredende taxa veeleer aan oligosaprobe en enigszins voedselarmere, zuurdere of subaërische milieus gebonden, wat wellicht in verband staat met de aanwezigheid van een brede rietkraag en het voorkomen van vlottende vegetatiematten.

De sterke ontwikkeling van *Fragilaria*-soorten die bandvormige, op de bodem rustende of eventueel losjes met ondergedoken planten geassocieerde, kolonies vormen, typeert de periode ca. 1940-1960. Gezien hun onvermogen tot autonome verplaatsing, wijzen hoge frequenties op een eerder geringe sedimentatie van suspensiemateriaal en bijgevolg op rustig water en een stabiele bodem. Een dominantie van deze taxa wordt eveneens vaak in verband gebracht met een veranderlijke trofie of watersamenstelling. *Fragilaria brevistriata*, *F. construens* en *F. construens* var. *venter* behoeven zuurstofrijk water met een niet al te uitgesproken organische belasting. Niettemin komt het eutrafente, facultatief N-heterotrofe plankton (*Cyclotella meneghiniana*, *Stephanodiscus* spp.) tot een iets betere ontwikkeling dan voorheen. Een aantal taxa wijzen op wisselende of verhoogde elektrolytconcentraties. In grote lijnen wordt de milieu-evolutie gekenmerkt door een achteruitgang van de subaquatische macrovegetatie en een destabilisatie van de waterkwaliteit.

De ontwikkelingen hierna wijzen op een sterke toename van de organische belasting. De belangrijkste taxa, *Cyclotella meneghiniana* - ook volgens Louis & Beernaert (1969) zowat de voornaamste diatomee in het fytoplankton gedurende de jaren '65-66 - en de twee *Stephanodiscus*-soorten, zijn indicatoren voor een uitgesproken vervuiling. *Cyclotella meneghiniana* treedt ongeremd op tot bij  $\alpha$ -meso-/polysaprobe omstandigheden. Te oordelen naar de begeleidende taxa zal de waterkwaliteit hier doorgaans niet veel beter geweest zijn ( $\alpha$ -mesosaproob). Zowel *Cyclotella meneghiniana* als de *Stephanodiscus*-soorten worden bevoordeeld door een relatief lage Si/P-verhouding. Relatieve toename van het plankton is gebruikelijk bij eutrofiëring van ondiepe waters en kan een reële afname van de soorten met een andere levenswijze impliceren en/of het gevolg zijn van toegenomen planktonproductie en gewijzigde predatiedruk op het plankton. De sterke vertegenwoordiging van *Cyclotella meneghiniana* wijst tevens op hoge en wisselende concentraties aan opgeloste stoffen en lijkt in belangrijke gerelateerd te zijn aan het door de melkerij geloosde afvalwater. De achteruitgang van de nogal vervuilingstolerante *Cocconeis placentula* kan weliswaar het gevolg zijn van een al te slechte waterkwaliteit, maar het valt op dat de frequentie van andere soorten met een strikt epifytische levenswijze erg klein blijft. Hieruit valt af te leiden dat geschikte substraten (waterplanten) schaarser worden. Een sterke overheersing van plankton op bodembewonende en perifytische diatomeeën wijst op een toegenomen turbiditeit.

De verdere uitbreiding van *Stephanodiscus hantzschii* en *S. parvus* na ongeveer 1975 is kenmerkend voor een hypertrofiëring van het milieu. Deze planktonische soorten worden bij dergelijke omstandigheden sterk competitief bevoordeeld ten opzichte van andere diatomeeën door hun matige Si-behoefte en aanpassing aan hoge P-concentraties. In het algemeen zal een lage Si/P-ratio soorten bevoordeelen die weinig of geen Si nodig hebben. De dominantie van cyanobacteriën in hypertrofe waters tijdens de zomermaanden is welbekend. De *Stephanodiscus*-soorten zijn daarbij zowat de laatste diatomeeën die in het plankton stand houden en zelfs een verhoogde productiviteit bereiken. Een gelijkaardige uitbreiding van kleine *Stephanodiscus*-soorten in meren als gevolg van toegenomen P-belasting werd in tal van studies aangetoond. Tevens kenmerkend voor een verdere toename van de vervuiling met nutriënten en opgeloste zouten is de toename van ondermeer *Cyclotella atomus* en *Thalassiosira pseudonana*. Een tendens naar meer polysaprobe omstandigheden is aanwezig. Het aandeel van de meer zuurstof behoevende taxa (die hier nagenoeg allemaal tot de perifytongemeenschap behoren) is laag, zodat met merkelijke zuurstoftekorten rekening gehouden moet worden. Bij de epifyten is het aandeel van *Nitzschia supralitorea* toegenomen. Deze soort wordt vooral talrijk aangetroffen in de "golfslagzone", waar zij als pionier optreedt na hoge waterstanden. Dit kan dan ook

een aanduiding zijn voor een meer open karakter van de Blankaart. Daarenboven wordt het waterpeil in toenemende mate gekenmerkt door abrupte en aanzienlijke fluctuaties, tengevolge van de pompactiviteiten (sinds 1954 en toegenomen vanaf 1974) en sterke variaties in de wateraanvoer. De droge zomer van 1976 had ook in de Blankaart aanzienlijke gevolgen voor de waterstand (Houwen, 1976). Opvallend is tevens in deze optiek dat ook de verdere uitbreiding van *Stephanodiscus parvus* rond dit tijdstip plaats vindt. Gegevens omtrent de watersamenstelling in de jaren vlak voor '77 zijn niet voorhanden. In 1977 zelf werd echter wel een gemiddeld hogere nitraatconcentratie bereikt dan in de zes hierop volgende jaren (gegevens Vlaamse Maatschappij voor Drinkwatervoorziening), terwijl ammonium, orthofosfaat en totaal-fosfaat een piek bereikten in 1978. De tweede sprong voorwaarts van *S. parvus* in Blankaart-2 is alleszins zeer goed gecorreleerd met het gehalte autigeen P.

### 3.5. Is één kern voldoende?

Er werd voorafgaandelijk gesteld dat kern 2 op zich al een representatief beeld van de milieu-evolutie laat zien. Dit betekend evenwel helemaal niet dat de onderzochte kernen op alle punten identiek zouden zijn. Het sedimentarchief blijkt zelfs in een plas als de Blankaart niet volledig homogeen te zijn. Zonder in te gaan op de soms zelfs vrij onverwachte verschillen, bijvoorbeeld in de samenstelling van het diatomeeënplankton tijdens bepaalde perioden, tonen de twee volgende voorbeelden aan waarom het nuttig kan zijn meerdere kernen te analyseren.

#### 3.5.1. Biogeen silicaat

Veranderingen in het het gehalte aan biogeen silicaat komen in vele paleolimnologische studies aan bod. Dit is niet verwonderlijk, gezien de verwachte relatie met de diatomeeënproductiviteit. Diatomeeën zijn immers meestal de voornaamste bron van dit materiaal in zoetwatersedimenten.

In deze paragraaf wordt kort het gehalte in de vier kernen vergeleken (Fig. 9). De evolutie van het biogeen silicaat (weergegeven als Si) is zeer gelijkaardig in de kernen 1 en 3: hogere waarden voor ca. 1975, gevolgd door een sterke afname en blijvend lage concentraties. Min of meer hetzelfde ziet men bij kern 5, maar hier stijgt het gehalte weer merkbaar in de bovenste centimeters. Kern 2 wijkt echter volledig af en laat een constante, zij het geringe toename zien. Zou in de loop van een uitgesproken eutrofiëring zoals die van de Blankaartvijver niet veeleer overal een toename moeten plaatsvinden? Vanwaar die opmerkelijke verschillen? De sterke terugval in kernen 1, 3 en 5 komt overeen met de sterkste relatieve uitbreiding van planktonische *Stephanodiscus*-soorten. Hoewel de concentraties van opgelost  $\text{SiO}_2$  in de Blankaartvijver sterk en snel veranderen en er in de loop van het jaar herhaaldelijk kortstondig depletie kan optreden, blijven deze bijna steeds voldoende hoog om een goede groei van diatomeeënpopulaties toe te laten. Evenmin zijn er aanwijzingen dat de verminderde bio-Si-gehalten louter een gevolg zijn van een (plots) sterkere verdunning door minerogeen materiaal. Tevens valt het op dat de verhouding bio-Si/C steeds hetzelfde patroon volgt als de bio-Si-concentraties. Een verklaring voor de abrupte afname dient dan ook veeleer bij kwantitatieve veranderingen in de planktonaansamenstelling gezocht te worden. In erg voedselrijke waters vindt de ontwikkeling van *Stephanodiscus* in hoofdzaak tijdens het koelere deel van het jaar plaats, terwijl andere groepen - met name cyanobacteriën - gedurende de verdere periode het plankton zullen domineren. De overgang naar een dergelijk systeem heeft uiteindelijk een geringere diatomeeënproductie als resultaat. Overwinterende populaties van cyanobacteriën kunnen daarenboven door hun P-opname ook de diatomeeënpopulaties in de koelere perioden gaan onderdrukken (Foy & Fitzsimons, 1987). Eveneens speelt de geringere hoeveelheid Si die *Stephanodiscus*-schaaltjes in verhouding tot o.a. de daarvoor talrijke *Cyclotella meneghiniana* bevatten, een rol. Hierdoor wordt minder bio-Si naar het sediment geleid. Dat dicht bij de Steenbeek (kern 2) de bio-Si-concentraties tot aan het oppervlak blijven toenemen, doet vermoeden er selectief meer diatomeeënschaaltjes sedimenteren of dat *Stephanodiscus* hier (nog) wel gedurende een langere periode het plankton kan blijven domineren. Een tweede

fenomeen dat lagere bio-Si-concentraties tot gevolg kan hebben is een versterkte recyclage vanuit het sediment door toegenomen resuspensie. Er is inderdaad een vrij goede overeenkomst tussen de bio-Si-afname en de overgang naar een weinig consistent sediment. Ook bij kern 2 is het bovenste sediment echter gemakkelijk suspenseerbaar. Blauwwieren treden al sinds de zestiger jaren in belangrijke mate op. Het optreden van het hierboven beschreven verschijnsel sinds medio de jaren '70 geeft aan dat er vanaf dit moment een sterke daling van de diatomeeënproductiviteit ten voordele van cyanobacteriën is ingetreden, wat als de overgang van een zeer voedselrijke naar een hypertrofe situatie opgevat kan worden.

### 3.5.2. Saprobieveranderingen

In Fig. 10 werd voor de vier sequenties het verloop van het gewogen gemiddelde van de saprobie-indicatiewaarden voor de diatomeeën uitgezet. Om de ruimtelijk verschillende registratie van het vervuilingproces en het voortschrijden hiervan beter te illustreren werden tevens, bij benadering, enkele referentiepunten in de tijd aangeduid. De kernen 1, 2 en 3 geven het meest volledige beeld; kern 5 lijkt een vrij aanzienlijk hiaat te vertonen, zodat hier enkel het rond 1975 te situeren niveau werd aangegeven.

Voor ca. 1945 zijn de waarden laag en is er weinig aan de hand (de oorzaak van de wat hogere scores helemaal onderaan is onduidelijk; een relict van de WO-I inundatie?). In de periode tussen WO-II en het begin van de jaren '60 vindt overal een toename plaats. Deze is het sterkst en meest continu nabij de Ronebeek (destijds het zwaarst vervuild), het meest beperkt nabij de Steenbeek. Bij kern 3 is de situatie intermediair en meer wisselvallig, wat ook in de volgende periode het geval blijft. Dichter bij de monding van de beken blijven de waarden na ca. 1960 steeds hoog en dit is overal zo na ca. 1975. Het hieruit af te leiden beeld van een zich eerst als een inktvlek vanuit de Ronebeek uitbreidende vervuiling, die zich vervolgens over de hele plas voordoet, blijkt tevens uit andere resultaten (pollen, chemostratigrafie, afnemende vertegenwoordiging van epifytische diatomeeën), maar is uiteraard niet vast te stellen bij onderzoek van slechts één kern.

## 4. Besluiten

Hoewel een ondiepe en grote plas als de Blankaartvijver ogenschijnlijk weinig paleolimnologische perspectieven biedt, blijkt uit het voorgaande dat in bepaalde gevallen sedimentonderzoek toch bruikbare resultaten kan opleveren. Om een zo volledig mogelijk beeld van de limnologische evolutie te verkrijgen valt het evenwel aan te raden om het onderzoek zowel ruimtelijk als methodisch niet al te zeer te beperken.

Deze studie geeft aan dat de Blankaartvijver omstreeks WO-I al een in essentie voedselrijk systeem was, waarin evenwel, door de vegetatieontwikkeling, milieugradiënten vlot tot stand kwamen. De beperkt blijvende menselijke activiteiten ( snijden van riet, jacht, visvangst ...) droegen bij tot het in stand houden van deze variatie. Na de vierjarige waterstandsverhoging tijdens de oorlogsjaren kwam vrij vlug opnieuw een gelijkaardige situatie tot stand. De submerse vegetatie herstelde zich vrijwel onmiddellijk, de nymphaeiden wellicht pas wat later. Ook de verlandingsvegetaties breidden snel terug uit. Geringe wijzigingen in de perifytische diatomeeëngemeenschappen zijn evenwel al merkbaar, met name enige toename van tolerante eutrafente soorten.

De achteruitgang van de submerse vegetatie ving in het zuidelijk deel van de vijver waarschijnlijk reeds in de jaren '30 aan. Wellicht werd de ondergedoken vegetatie "verstikt" onder draadalg en fijn sediment (uitvloeking). Dit fenomeen ging gepaard met een sterkere uitbreiding van nymphaeiden, die op hun beurt de groei van ondergedoken soorten benadeelden. In de periode tussen ca. '40 en '50

verdween de submerse vegetatie nagenoeg volledig en werd nabij de Ronebeek al enige organische verontreiniging merkbaar. Nutriëntenconcentraties ondergingen in toenemende mate kortstondige fluctuaties. Het lozen van afvalwater en sterkere bemesting verzekerden een toenemende belasting. Samen met de achteruitgang van de submerse vegetatie verdween de epifytische *Cocconeis*-gemeenschap

Tijdens de jaren '50 en '60 nam de organische verontreiniging aanzienlijk toe en vonden tevens grote hoeveelheden metalen hun weg naar de Blankaart, dit in belangrijke mate mede door toedoen van melkerij-effluenten. Toegenomen resuspensie van bodemmateriaal en verhoogde planktonontwikkeling vanaf de aanvang van de vijftiger jaren zorgden mee voor een verdere vertroebeling van het water, met weerom een zelfversterkend effect. De afbraakprocessen van het organisch materiaal, wellicht nog in de hand gewerkt door toenemende peilfluctuaties, en de sterke plankongroei hadden perioden van zuurstofdeficiëntie tot gevolg. De bodem werd in toenemende mate anaëroob, zodat ook de benthische fauna nadelig beïnvloed werd en in de sedimenten geaccumuleerd P productief kon worden vrijgesteld. In toenemende mate verslechterde ook verder van de Ronebeek weg de waterkwaliteit dramatisch. N-heterotrofe organismen werden begunstigd. De laatste nymphaeidenvetaties verloren omstreeks het begin van de zestiger jaren hun vitaliteit. Eveneens in deze periode verkrijgt de oeverbegroeiing een sterker nitrofiel en verrijgd karakter. De toegenomen verontreiniging van de aanvoerbekken (melkerij, landbouw, huishoudelijk rioolwater) en onrechtstreeks hun gewijzigde hydraulische karakteristieken en de beïnvloeding van het vijverpeil veroorzaakten hand in hand deze snelle degradatie.

De jaren '70 kenden een verdere toename van waterbloeien. Halverwege dit decennium verkrijgen cyanobacteriën nagenoeg geheel de overhand op de andere producenten in het plankton. De zuurstofhuishouding gaat verder achteruit. Dit alles ondanks een verminderde toevoer van industrieel afvalwater en de afleiding van een deel van het onbehandelde rioolwater naar de IJzer. De verminderde perifytonvertegenwoordiging sinds de aanvang van de tachtiger jaren is vermoedelijk minstens ten dele aan de achteruitgang van de rietkraag te wijten. Het midden van de zeventiger jaren was de laatste kritieke periode in de limnologische degradatie van de vijver, waarbij een uiteindelijke hypertrofe toestand bereikt werd. De versterkte peilveranderingen, evenals zomerdroogte, zijn hiervoor mede verantwoordelijk geweest. Ook Gryseels (1985) komt voor wat de vegetatieontwikkeling betreft tot een analoge conclusie.

Voor enig herstel dient een zeer aanzienlijke vermindering van de externe P- en N-belasting te gebeuren. Gezien het ontbreken van een calibratieset voor diatomeeëngemeenschappen en fysisch-chemische omstandigheden in gelijkaardige oppervlaktewaters, kunnen nog geen echt nauwkeurige uitspraken omtrent voormalige nutriëntenconcentraties in de Blankaartvijver gedaan worden. Vergelijkbare diatomeeëngemeenschappen als deze uit de jaren '50 worden in de literatuur vermeld bij totaal-fosfaatconcentraties die doorgaans onder 1 mg/l blijven en Kjeldahl-stikstofwaarden tot enkele mg/l. Het is evenwel weinig waarschijnlijk dat hierbij al een aanzienlijke en blijvende autonome uitbreiding van submerse waterplantenvegetaties bekomen kan worden, zoals ook uit de waargenomen achteruitgang valt op te maken. Reductie van de fytoplanktonontwikkeling valt pas te verwachten bij P-concentraties onder ca. 0,06 mg/l (Straskraba, 1978), wat overeenkomt met de door Claassen (1994) vermelde standaard voor gelijkaardige waters bij een ecologisch objectief (tevens hoogstens 2,2 mg/l tot.-N).

Terugkeer van de diatomeeëngemeenschappen die de periode vlak vóór WO-II kenmerkten zou wellicht een nog verdere fosfaatreductie tot concentraties rond of onder ca. 0,02 mg/l totaal-P (zie bijv. van Dam & Mertens, 1993b), evenals een duidelijk herstel van de macrofytenpopulaties vergen, wat bij gelijkaardige concentraties mogelijk geacht wordt (cf. Moss, 1987; Moss *et al.*, 1990). Op basis van in voedselrijke waters bepaalde optimale fosfaatconcentraties voor kenmerkende taxa (bijv. Bennion, 1994) kan op jaarbasis aan een gemiddelde totaal-P niveau rond 0,01 mg/l gedacht worden.



Bio-manipulatie zou mogelijk reeds bij wat hogere waarden de balans terug in het voordeel van macrofyten kunnen doen omslaan, maar vergt niettemin lage nutriëntconcentraties om succesvol te zijn (Driessen *et al.*, 1993; Meijer *et al.*, 1989; van Donk *et al.*, 1989). Indien hierbij op termijn, ondermeer door vegetatieontwikkeling en verlandingsprocessen, opnieuw een structureel meer gedifferentieerde gradiëntrijke situatie ontstaat zou dit (plaatselijk) zelfs tot het heroptreden van de gemeenschappen uit de eerste decennia van deze eeuw kunnen leiden. Het is duidelijk dat zelfs het herstel van de eerder voedselrijke omstandigheden die 'van nature' de Blankaartplas kenmerkten, in de huidige situatie een zeer vergaande vermindering van de nutriëntenbelasting zullen vergen. Het valt te verwachten dat dit slechts met zeer veel moeite bereikt zal kunnen worden.

## 6. Literatuur

- Appleby, P.G., Richardson, N. & P.J. Nolan, 1991. <sup>241</sup>Am dating of lake sediments. *Hydrobiologia* 214: 35-42.
- Bengtsson, L. & M. Enell, 1986. Chemical analysis. In: Berglund, B.E., *Handbook of Holocene palaeoecology and palaeohydrology*. J. Wiley & Sons Ltd., London, p. 423-451.
- Bengtsson, L. & T. Persson, 1978. Sediment changes in a lake used for sewage reception. *Pol. Arch. Hydrobiol.* 25: 17-33.
- Bennion, H., 1994. A diatom-phosphorus transfer function for shallow, eutrophic ponds in southeast England. *Hydrobiologia* 275/276: 391-410.
- Best, E.P.H., de Vries, D. & A. Reins, 1984. The macrophytes in the Loosdrecht Lakes: a story of their decline in the course of eutrophication. *Verh. Internat. Verein. Limnol.* 22: 868-875.
- Bolle, I., De Bruyn, C., Declerck, K., Lebbe, L., Meire, P., Sanders, D. & M. Van Der Linden, red., 1991. M.E.R. voor de waterbeheersingswerken in de Zuidijzerpolder (pompstation Engelenelft en Blankaart) en de vallei van de Martjesvaart. U.I. Antwerpen & R.U. Gent.
- Bossu, P. (red.), 1992. Roep voor de natuur. Postuum huldeboek Paul Houwen. De Rode Bles, Veurne.
- Claassen, T.H.L., 1994. Eutrophication and restoration of a peat ponds area, De Deelen, in the northern Netherlands. *Verh. Internat. Verein. Limnol.* 25: 1329-1334.
- Denys, L., 1984. Diatom analysis of coastal deposits: methodological aspects. *Bull. Belg. Ver. Geol.* 93: 291-295.
- Denys, L., 1994. Paleolimnologisch onderzoek van de Blankaartvijver (Woumen) ter vervollediging van het historisch referentiebeeld in het kader van ecologische herstelmaatregelen. Dept. Biologie, Universitair Centrum Antwerpen.



- Denys, L., 1995. Aanvullend paleolimnologisch onderzoek van de Blankaartvijver (Woumen) ter vervollediging van het historisch referentiebeeld in het kader van ecologische herstelmaatregelen. Dept. Biologie, Universitair Centrum Antwerpen.
- Denys, L., in druk a. De Blankaartvijver rond de Eerste Wereldoorlog: een terugblik aan de hand van diatomeeën op herbariummateriaal van waterplanten. In: In: Decler, K., red., Het natuurreservaat 'De Blankaart' (Woumen, West-Vlaanderen). Ekologisch profiel van een hypertroof moeras. Meded. Inst. Natuurbehoud.
- Denys, L., in druk b. Diatomeeënperiflyten van de Blankaartvijver. In: Decler, K., red., Het natuurreservaat 'De Blankaart' (Woumen, West-Vlaanderen). Ekologisch profiel van een hypertroof moeras. Meded. Inst. Natuurbehoud.
- Driessen, O., Pex, B. & H.H. Tolcamp, 1993. Restoration of a lake: first results and problems. Verh. Internat. Verein. Limnol. 25: 617-620.
- Engstrom, D.R. & H.E. Wright, 1984. Chemical stratigraphy of lake sediments as a record of environmental change. In: Haworth, E.Y. & J.W.G. Lund (eds), Lake sediments and environmental history. Leicester Univ. Press, Leicester, p. 11-67.
- Foy, R.H. & A.G. Fitzsimons, 1987. Phosphorus inactivation in a eutrophic lake by the direct addition of ferric aluminium sulphate: changes in phytoplankton populations. Freshwater Biol. 17: 1-13.
- Gryseels, M., 1985. Een experimentele benadering van de fytosociologie van moerasvegetaties, in het kader van het beheer en het behoud van de rietlanden van de Blankaart (Woumen, West-Vlaanderen). Doctoraatsverhandeling, Rijksuniversiteit Gent.
- Gryseels, M. & H. Stieperaere, 1977. Het Blankaartreservaat, een vegetatiekundige schets. Bull. B.N.V.R. 25: 41-48.
- Houwen, P., 1976. Droogteperikelen. Bull. B.N.V.R. 24: 74-75.
- Hutchinson, G.E., 1975. A treatise on limnology. 3. Limnological botany. J. Wiley & Sons, New York.
- Kesteloot, P., 1959a. Geologie en geografie van de Blankaart. Bull. B.N.V.R. 6: 41-49.
- Kesteloot, P., 1959b. De plantengroei van het Blankaartreservaat. Bull. B.N.V.R. 6: 78-80.
- Krammer, K., 1992a. Die Gattung *Pinnularia* in Bayern. Hoppea 52: 5-291.
- Krammer, K., 1992b. *Pinnularia*. Eine Monographie der europäischen Taxa. Bibl. Diatomologica 26: 1-353.
- Krammer, K. & H. Lange-Bertalot, 1986-1991. Bacillariophyceae. 1-4. Süßwasserflora von Mitteleuropa 2. Gustav Fischer Verlag, Stuttgart.
- Lami, A., 1986. Paleolimnology of the eutrophic lake Varese (northern Italy). 3. Stratigraphy of organic matter, carbonates and nutrients in several sediment cores. Mem. Ist. Ital. Idrobiol. 44: 27-46.
- Liehu, A., Sandman, O. & H. Simola, 1986. Effects of peatbog ditching in lakes: problems in paleolimnological interpretation. Hydrobiologia 143: 417-424.
- Louis, A. & C. Beernaert, 1969. Données écologiques et floristiques concernant la florule algale planctonique d'un étang pollué. Biol. Jb. Dodonaea 37: 61-139.
- Mackereth, F.J.H., 1966. Some chemical observations on post-glacial lake sediments. Phil. Trans. R. Soc. London B 250: 165-213.
- Massart, J., 1908. Essai de géographie botanique des districts littoraux et alluviaux de la Belgique. Extr. Rec. Inst. Bot. L. Errera 7. H. Lambertin, Bruxelles.
- Massart, J., 1912. Pour la protection de la nature en Belgique. Extr. Vol. Jub. Cinq. Soc. Roy. Bot. Belg., Ed. H. Lamertin, Bruxelles.
- Massart, J., 1922. La biologie des inondations de l'Yser et la flore des ruines de Nieupoort. Rec. Inst. Bot. L. Errera 10: 1-22.
- Meijer, M.L., Raat, A.J.P. & R.W. Doef, 1989. Restoration by biomanipulation of Lake Bleiswijkse Zoom (The Netherlands): first results. Hydrobiol. Bull. 23: 49-57.
- Moller Pillot, H.K.M., 1984a. De larven der Nederlandse Chironomidae (Diptera) (Inleiding, Tanytopodinae & Chironomini). Nederlandse Faun. Meded. 1A: 1-277.
- Moller Pillot, H.K.M., 1984b. De larven der Nederlandse Chironomidae (Diptera) (Orthocladinae *sensu lato*). Nederlandse Faun. Meded. 1B: 1-175.
- Moller Pillot, H.K.M. & R. Buskens, 1990. De larven der Nederlandse Chironomidae (Diptera). Autecologie en verspreiding. Nederlandse Faun. Meded. 1C: 1-87.
- Moss, B., 1987. The art of lake restoration. New Scientist 5 March: 41-43.
- Moss, B., Stansfield, J. & K. Irvine, 1990. Problems in the restoration of a hypertrophic lake by diversion of a nutrient-rich inflow. Verh. Internat. Verein. Limnol. 24: 568-572.
- Neuckens, M., Gerard, Y., Brex, B., Cosijns, M.-J., Boel, R. & G. Joosens, 1962. Verslag van de werkgroep "plankton". In: 3<sup>e</sup> Internationaal kamp van Jeugd en Wetenschap. Natuurreservaat van de Blankaart (Diksmuide), Min. Nationale Opvoeding en Cultuur, Brussel.
- Novozamsky, I., Houba, V.J.G., van Eck, R. & W. van Vark, 1983. A novel digestion technique for multi-element plant

- analysis. *Commun. Soil Sci. Plant Anal.* 14: 239-249.
- Olsen, S., 1950. Aquatic plants and hydrospheric factors. *Sv. Bot. Tidskr.* 44: 1-34.
- Rees, A.W.G., Hinton, G.C.F., Johnson, F.G. & P.E. O'Sullivan, 1991. The sediment column as a record of trophic status: examples from Bosherton Lakes, SW Wales. *Hydrobiologia* 214: 171-180.
- Renberg, I., 1976. Palaeolimnological investigations in Lake Prästsjön. *Early Norrland* 9: 113-159.
- Rodier, J., 1975. *Analysis of water*. J. Wiley & Sons Ltd., New York.
- Straskraba, M., 1978. Theoretical considerations on eutrophication. *Verh. Internat. Verein. Limnol.* 20: 2714-2720.
- Swain, E.B., 1985. Measurement and interpretation of sedimentary pigments. *Freshwat. Biol.* 15: 53-75.
- van Dam, H. & A. Mertens, 1993. Diatoms on herbarium macrophytes as indicators for water quality. *Hydrobiologia* 269/270: 437-445.
- van Dam, H., Mertens, A. & J. Sinkeldam, 1994. A coded checklist and ecological indicator values of freshwater diatoms from the Netherlands. *Neth. J. Aquat. Ecol.* 28: 117-133.
- van Donk, E., Gulati, R.D. & M.P. Grimm, 1989. Food web manipulation in Lake Zwemlust: positive and negative effects during the first two years. *Hydrobiol. Bull.* 23: 19-34.
- Verschuren, D., in druk. Faunaverarming in Cladocera en Chironomidae en degradatie van hun lakustrien biotoop in de Blankaart. In: Declere, K., red., *Het natuurreservaat 'De Blankaart' (Woumen, West-Vlaanderen). Ekologisch profiel van een hypertroof moeras*. Meded. Inst. Natuurbehoud.
- Watson, R.A. & P.L. Osborne, 1979. An algal pigment ratio as an indicator of the nitrogen supply to phytoplankton in three Norfolk broads. *Freshwater Biol.* 9: 585-594.
- Wetzel, R.G., 1979. The role of the littoral zone and detritus in lake metabolism. *Arch. Hydrobiol. Beih. Ergebn. Limnol.* 13: 145-161.

parameter	eenheid	metingen	mediaan	gemiddelde	minimum	maximum
zuurstofverzadiging	%	8	59.5	59.7	34.3	95.6
BOD	mg O <sub>2</sub> /l	7	7.7	6.9	3.6	10.2
droge stof 180 °C	mg/l	6	739.0	722.2	580.0	797.0
zuurgraad	pH	9	7.4	7.6	6.9	8.5
E.G.V.	µS/cm	9	853.0	877.0	736.0	1096.0
COD	mg O <sub>2</sub> /l	5	48.0	56.8	37.5	82.4
chlorofyl-a	µg/l	9	46.2	70.0	1.5	196.0
natrium	mg/l	9	45.0	58.4	34.0	113.1
kalium	mg/l	9	21.7	27.2	19.5	49.2
calcium	mg/l	9	97.2	96.0	71.0	110.7
magnesium	mg/l	9	93.5	77.4	16.0	110.7
totale hardheid	°Fr	9	31.8	31.7	25.4	35.9
ammonium	mg/l	9	0.8	0.8	0.0	1.9
nitriet	mg/l	9	0.2	0.3	0.0	1.0
nitraat	mg/l	9	69.3	58.3	0.0	115.0
totaal-fosfaat	mg/l	9	1.8	2.8	0.8	6.5
chloride	mg/l	9	82.0	97.1	65.0	181.0
sulfaat	mg/l	9	103.0	104.7	59.0	150.0
silicaat	mg/l	9	14.4	13.4	1.1	21.0
ijzer	µg/l	9	625	670	147	1322

Tab. 1: Resultaten fysische en chemische wateranalyses (Vlaamse Milieumaatschappij) voor de afvoer van de Blankaartvijver naar de Houtensluisvaart, met betrekking tot de periode 12-1-1993 tot 7-12-1993.

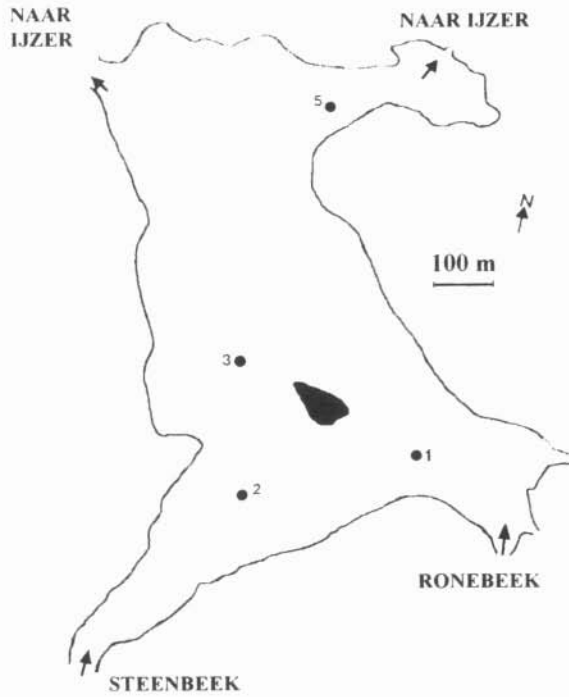


Fig. 1. De Blankaartvijver met lokalisatie van de onderzochte sedimentkernen.

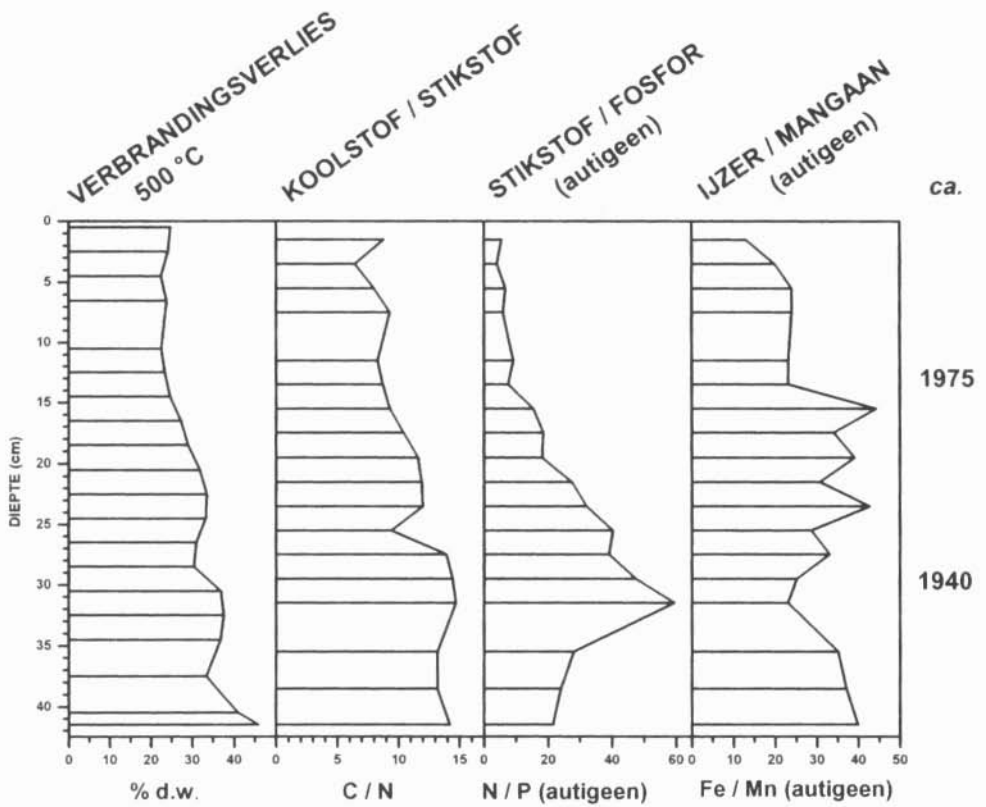


Fig. 2. Sedimentkern 2: algemene sedimentparameters.

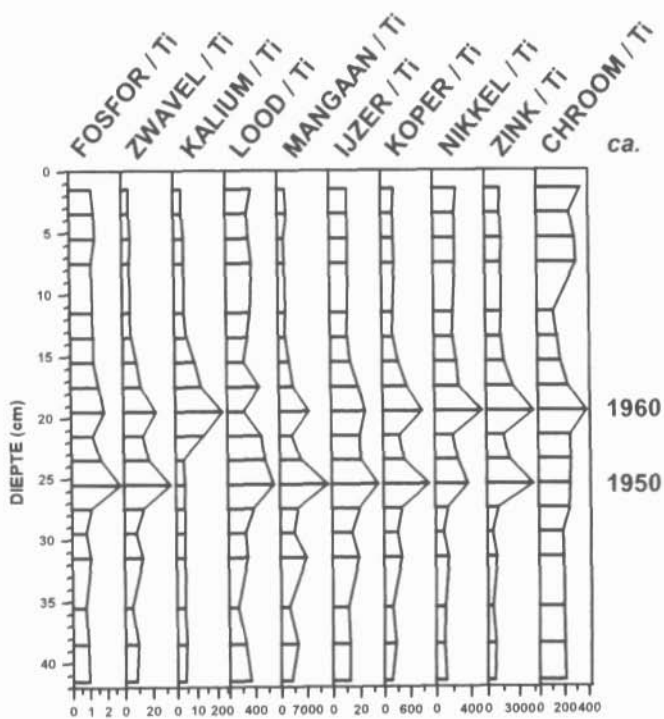


Fig. 3. Sedimentkern 2: verhouding van enkele elementen t.o.v. titanium.

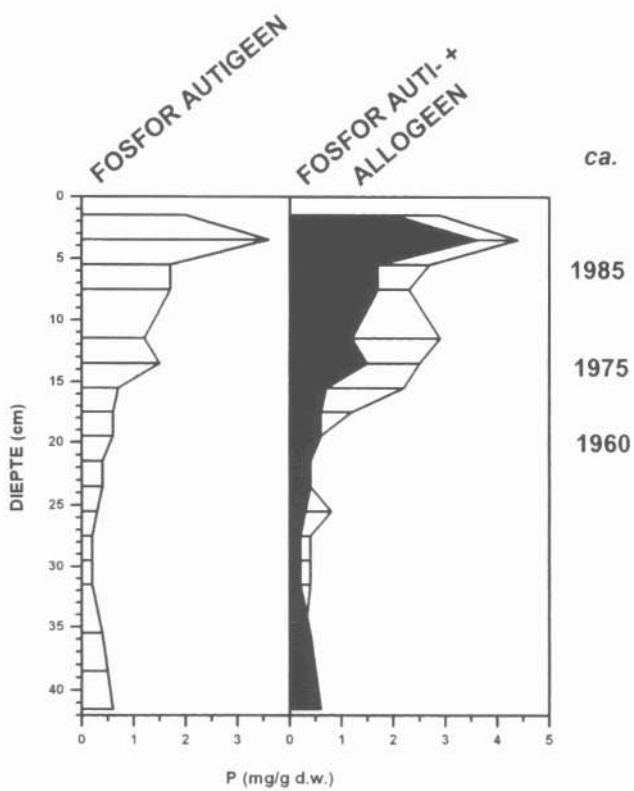


Fig. 4. Sedimentkern 2; concentratie autigeen en allogeen P.

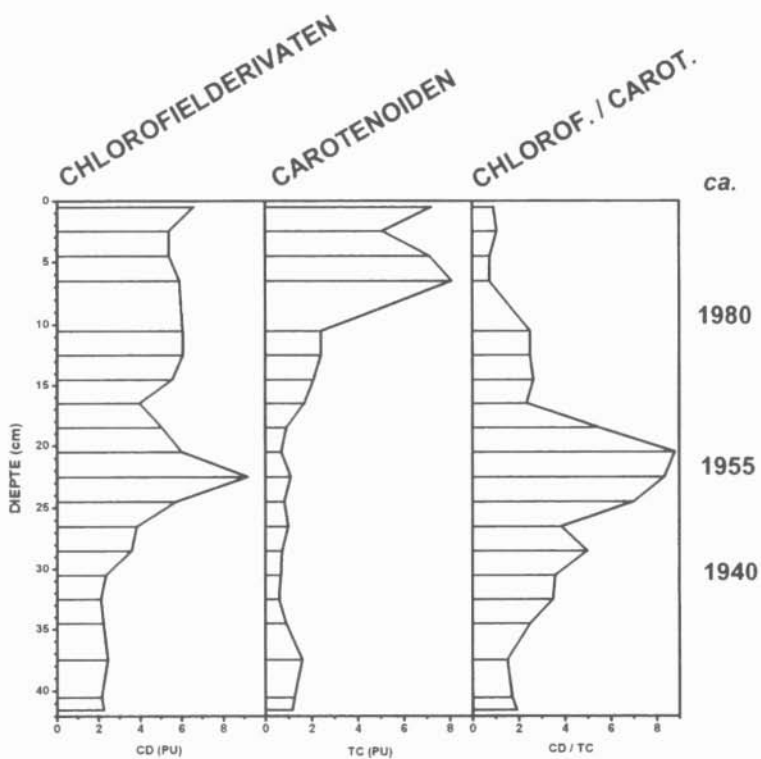


Fig. 5. Sedimentkern 2; gehalte chlorofylderivaten, totaal-carotenoiden en verhouding tussen beide.



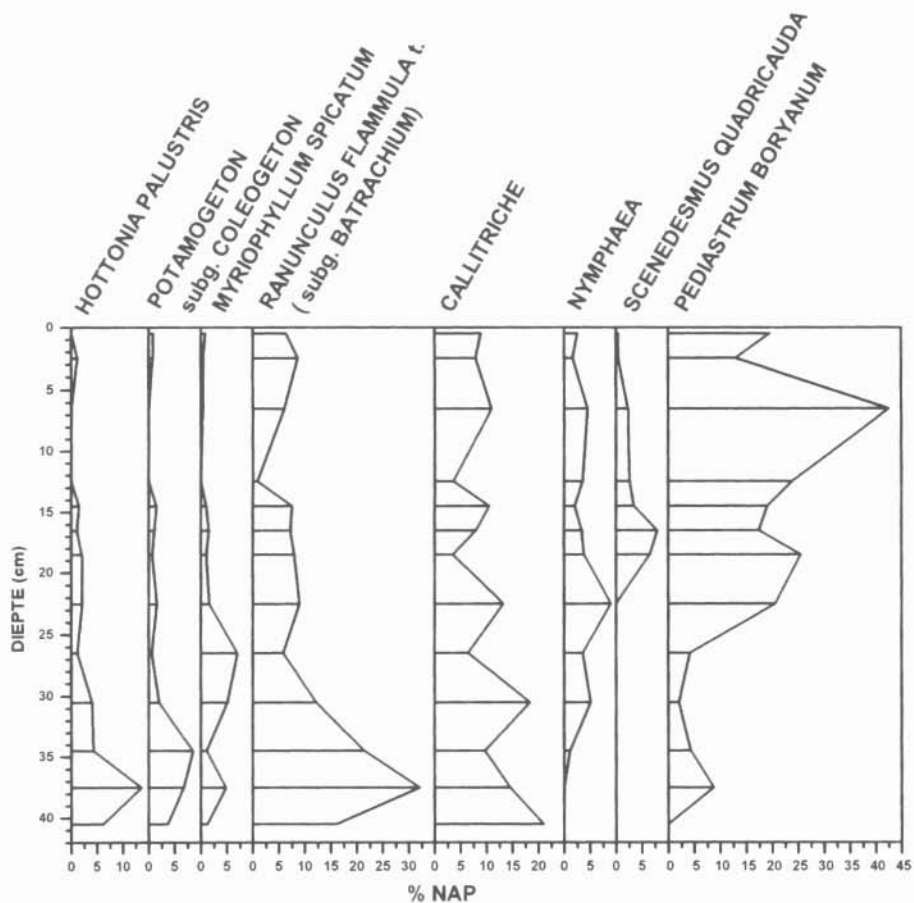


Fig. 6. Sedimentkern 2; pollendiagram geselecteerde waterplanten en voornaamste groenalgen.

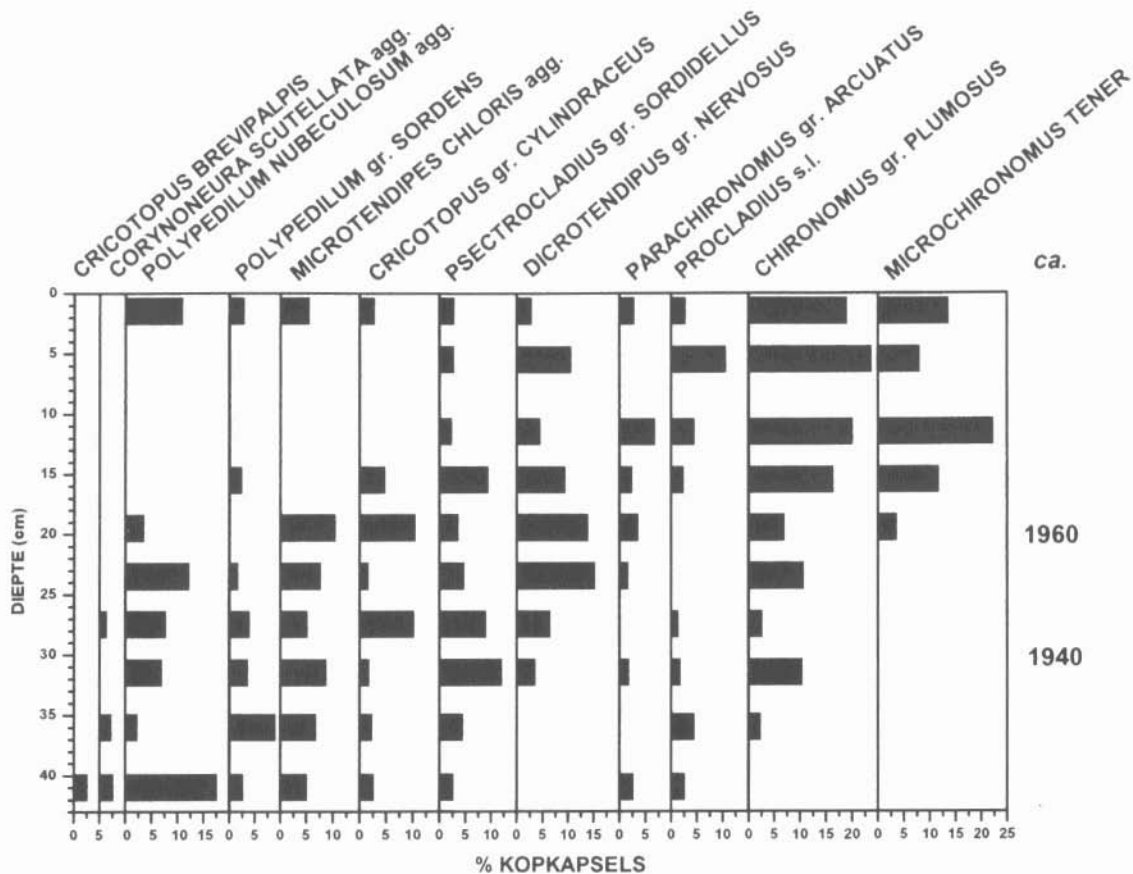


Fig. 7. Sedimentkern 2; relatieve verhouding geselecteerde chironomiden.

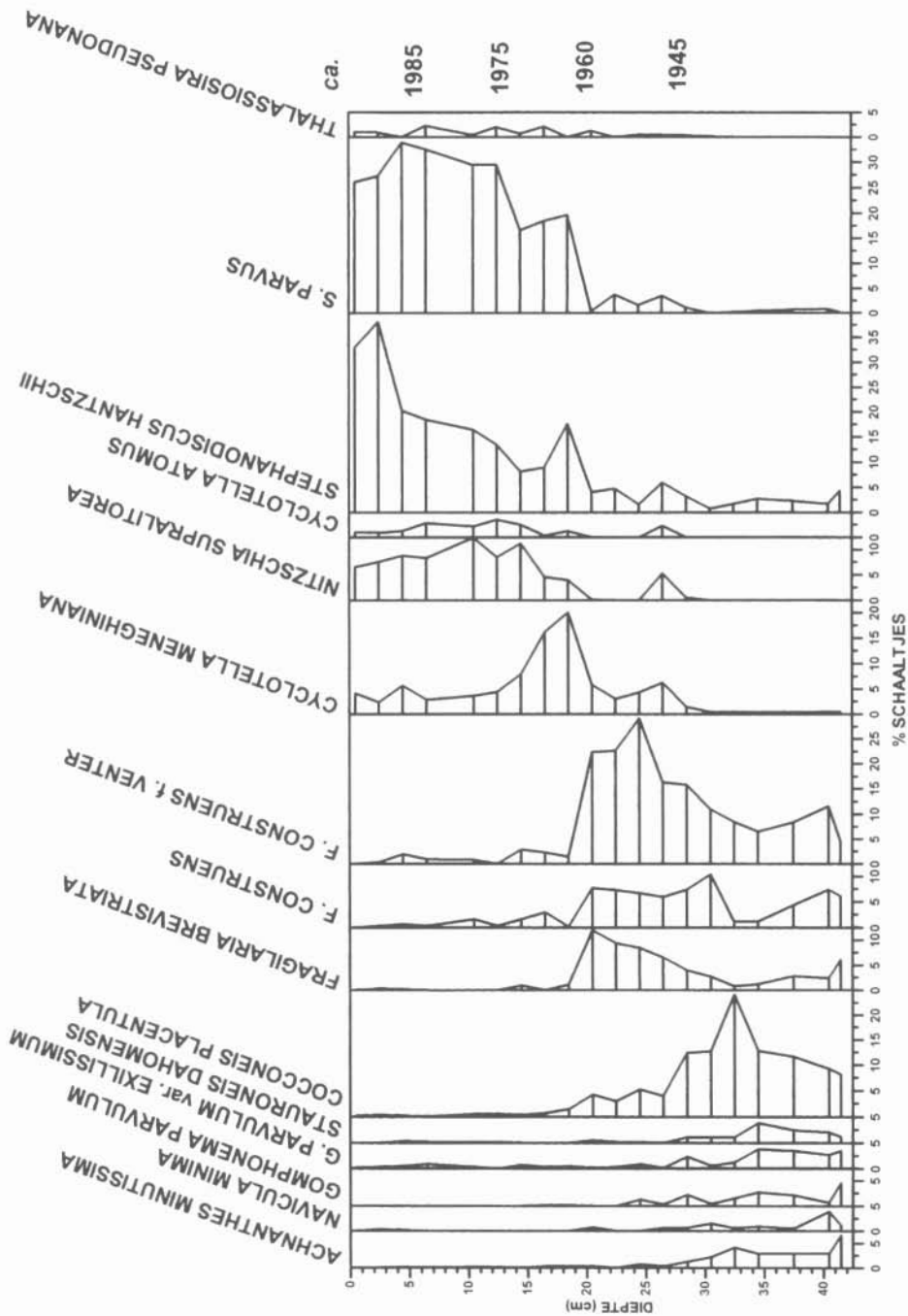


Fig. 8. Sedimentkern 2: relatieve verhouding geselecteerde diatomeeën.

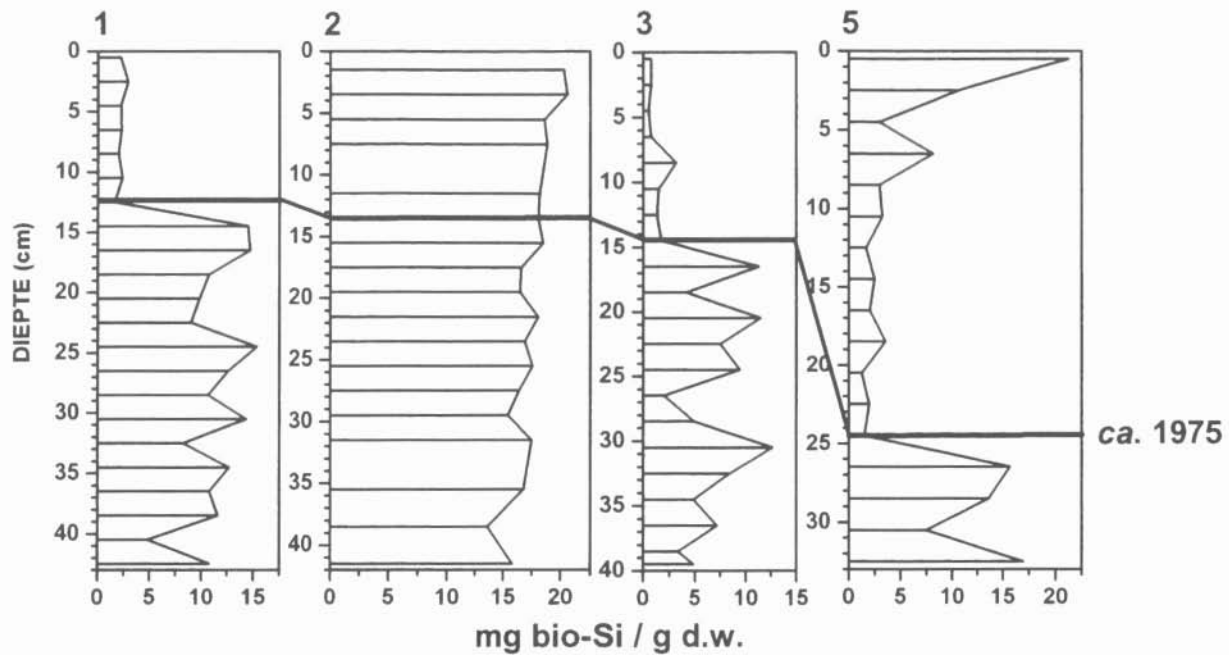


Fig. 8. Concentratie biogeen silicium in de vier sedimentkernen.

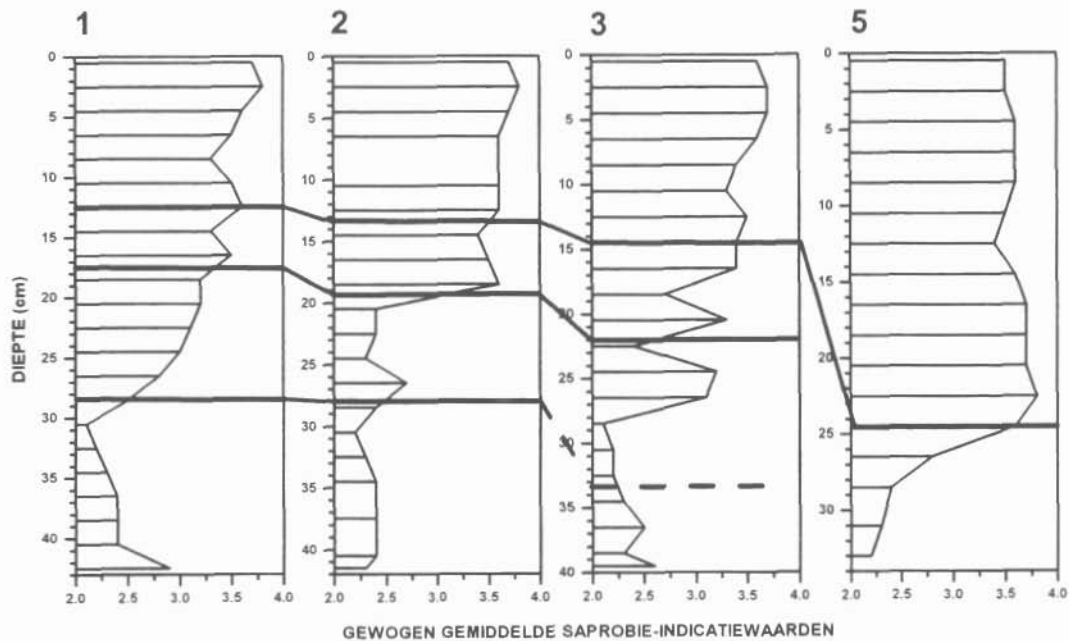


Fig. 9. Verloop gemiddelde saprobie-indicatiewaarden in de vier sedimentkernen met aanduiding van enkele (benaderende) tijdlijnen..

**AMPHORA HEMICYCLA STOERMER & YANG - POTENTIËLE DUBBELGANGER  
VAN AMPHORA OVALIS (KÜTZ.) KÜTZ.**

Luc Denys

Departement Biologie (Arctische Ecologie, Limnologie & Paleobiologie),  
Universitair Centrum Antwerpen (RUCA), Groenenborgerlaan 171, B-2020 Antwerpen, België

**Samenvatting**

Naar aanleiding van de vondst van *Amphora hemicycla* Stoermer & Yang te Zeebrugge (W-Vlaanderen), worden de voornaamste lichtmicroscopische herkenningcriteria van deze soort en enkele ecologische waarnemingen besproken. De mogelijkheid bestaat immers dat *Amphora hemicycla* in de Lage Landen wel meer voorkomt, maar niet altijd als dusdanig herkend wordt.

**1. Inleiding**

Van de 19 *Amphora*-soorten die door Krammer & Lange-Bertalot (1986) voor de Midden-Europese diatomeeënflora vermeld worden, zijn er eigenlijk slechts een viertal die in zoetwater alom verspreid en zeer frequent voorkomen, nl. *Amphora copulata* (Kütz.) Schoeman & Archibald (syn. *A. libyca* Ehr.), *A. ovalis* (Kütz.) Kütz., *A. pediculus* (Kütz.) Grun. en *A. veneta* Kütz. Het onderscheiden van deze soorten zal gewoonlijk niet al te veel problemen opleveren, zodat (vooral de meer recente) literatuurgegevens betreffende hun verspreiding en ecologie relatief betrouwbaar zullen overkomen; dit zeker in vergelijking met soorten van op dit vlak notoire genera zoals b.v. *Nitzschia*, om er maar één te noemen. Ook in het geval van de vernoemde "algemeen bekende" *Amphora*'s kunnen er echter gelijkaardige problemen ontstaan. Dit bijvoorbeeld wanneer blijkt dat er een grotere taxonomische variatie schuil gaat in het gebruikte soortconcept dan oppervlakkige waarnemingen laten vermoeden. Zo hebben Lee & Round (1987, 1988, 1989) aangetoond dat de algemeen toegepaste concepten van zowel *Amphora copulata*, *A. ovalis* als *A. pediculus*, in feite meerdere van elkaar verschillende morfotypen omvatten. In het geval van *Amphora copulata* is hieruit ook de afsplitsing van *A. copulata* var. *epiphytica* gevolgd (Round & Lee, 1989), die als enige zoetwater-*Amphora* epifytisch op andere diatomeeën zou leven (zie ook Chang & Steinberg, 1988). Hoe deze waarnemingen zich verder naar de taxonomie en het toegepast diatomeeënonderzoek zullen vertalen valt nog af te wachten. In deze nota wordt gewezen op een tweede, meer voor de hand liggend, probleem dat bij het identificeren van *Amphora* kan optreden: het niet onderscheiden van een afzonderlijke soort die een oppervlakkige gelijkenis vertoont met de erg algemene vormen, maar waarvan de gangbare literatuur geen melding maakt.

Het betreft hier met name *Amphora hemicycla* Stoermer & Yang, die na de beschrijving uit Lake Michigan in N-Amerika (Stoermer & Yang, 1971) nog nauwelijks in de literatuur is opgedoken. Recent werd *Amphora hemicycla* evenwel door Reichardt (1990) opgemerkt op een vrij groot aantal plaatsen in Europa (i.c. Beieren, Oostenrijk, Zwitserland en Noorderland); van een eendee voor het Nieuwe Continent is hier dan ook geen sprake. Ook in België blijkt deze soort voor te komen (Denys, 1996). Om de aandacht op het optreden van *Amphora hemicycla* in de Lage Landen te vestigen en eventuele (verdere?) verwarring met gelijkende soorten, in het bijzonder *A. ovalis* (Kütz.) Kütz. te voorkomen, worden een overzicht van de diagnostische lichtmicroscopisch waarneembare kenmerken, met enkele begeleidende illustraties en enige ecologische gegevens i.v.m. de Vlaamse vindplaatsen gegeven.

## 2. Lichtmicroscopische kenmerken

De schaaltes van *Amphora hemicycla* (Fig. 1-8) zijn opvallend robuust gebouwd en zwaar verkiezd. Reichardt (1990) vermeldt de volgende kenmerken: lengte 36,4-76  $\mu\text{m}$ , breedte 8,2-16  $\mu\text{m}$ , 10-12 striae / 10  $\mu\text{m}$  en 11-13 regelmatig geplaatste, ronde tot vierkantige, punctae per 10  $\mu\text{m}$ ; de eigen waarnemingen vallen binnen deze marges. Alleen al door deze karakteristieken blijft enkel nog de mogelijkheid open tot verwarring met *Amphora copulata*, *A. ovalis* of *A. calumetica* (Thomas) M. Peragallo. De omtrek van de schaaltes verschaft reeds verdere identificatiecriteria. In raphezicht is de ventrale zijde bij *A. hemicycla*, in zijn geheel genomen, nagenoeg rechtlijnig met daarbij in het midden een vrij sterk uitgesproken zwelling (Fig. 1-2, 3-4). Bij hele cellen of gekantelde schaaltes is dit minder goed te zien (Fig. 3). Bij *A. ovalis*, waarvan typemateriaal treffend geïllustreerd is door Schoeman & Archibald (1986), is deze zijde doorgaans eerder concaaf en is een mediane zwelling afwezig of weinig uitgesproken. De dorsale zijde is, in vergelijking met *A. copulata* en *A. ovalis*, minder convex waarbij het middendeel relatief vlak blijft. Bij iets scheef liggende schaaltes toont de dorsale kant in het midden licht ingebogen. De uiteinden zijn, vooral bij grotere exemplaren, vaak iets uitgetrokken en naar de ventrale zijde afgebogen. Het duidelijkste differentiërende kenmerk t.o.v. voornoemde taxa (cf. ook de naamgeving) wordt - eveneens bij raphezicht - evenwel door het uitzicht van de centrale area geleverd. Het ventrale deel is halfcirkelvormig en gewoonlijk niet helemaal van de hyaliene buikrand afgescheiden. Het dorsale deel is langstrekter, evenals wat breder, dan het ventrale en ook halfcirkelvormig of rechthoekig, met een rechte bovenrand. Er zijn geen begrenzendende punctae naast de raphe. Bij het scherpstellen ziet men vanuit de beide hoeken van het dorsale deel gekromde "hoortjes" vertrekken (Fig. 3-4), waartussen de striae niet gepuncteerd zijn. Deze hoortjes lopen door tot dicht tegen de duidelijke langsband die de overgang naar het residuum markeert. Bekijkt men de cellen vanop de residuumzijde (Fig. 7-8), dan valt voor de omtrek (bij scherpstellen) de abrupte overgang van het vrij rechthandige middendeel naar de sterk naar elkaar toelopende uiteinden op. Daarnaast is vooral de aanduiding van de centrale area als een erg donkere vlek karakteristiek. Wat de structuur betreft, lijken de schaaltes van *A. hemicycla* ook vrij sterk op die van *A. calumetica*, die eveneens uit het Michiganmeer beschreven werd. Deze zeldzame soort bezit evenwel een lantaarnvormig mediadorsaal aanhangsel en een duidelijk ingebogen dorsale zijde, terwijl de centrale area enkel ventraal duidelijk ontwikkeld is.

## 3. Voorkomen in Vlaanderen

*Amphora hemicycla* werd te Zeebrugge (West-Vlaanderen) aangetroffen in drie permanente plassen, gelegen tussen de duingordel en het polderland nabij Blankenberge. De depressies waarin deze plassen gelegen zijn van oorsprong zogenaamde inlagepolders en werden vanaf de 15<sup>de</sup> eeuw gegraven (voor een uitgebreide bespreking van het gebied wordt verwezen naar Vanhecke, 1993). Ten dele maken deze plassen deel uit van het natuurreservaat "de Fonteintjes".

De soort komt er voor in twee naast elkaar gelegen vijvers die als hengelwater gebruikt worden en een ca. 800 m meer noordoostelijk gelegen langwerpige plas, waar lange tijd andere vormen van waterrecreatie beoefend werden. In alle drie de plassen staat vaak een stevige golfslag. Waterplanten zijn er erg schaars of niet meer aanwezig; de oeverbegroeiing bestaat vooral uit een smalle gordel *Phragmites* en *Typha*. Diatomeeënmonsters werden er genomen op 4/7/1996. In laatstgenoemde plas bedroeg de frequentie 0,8 % in een bodemonster en werd *Amphora hemicycla* ook buiten de telling (500 schaaltes) waargenomen in een

perifytonmonster van *Potamogeton pectinatus*. De voornaamste begeleidende taxa waren hier *Amphora pediculus*, *A. copulata*, *Stephanodiscus hantzschii* Grun. en *Cyclotella meneghiniana* Kütz. in het bodemonster en *Gomphonema lateripunctatum* Reichardt & Lange-Bert., *G. parvulum* (Kütz.) Kütz., *Navicula capitatoradiata* Germain en *Epithemia sorex* Kütz. op *Potamogeton*. In de kleinere visvijver werd *Amphora hemicycla* eveneens enkel buiten de telling gezien in een perifytonmonster van *Typha latifolia* met vooral *Gomphonema parvulum*, *Nitzschia frustulum* (Kütz.) Grun., *N. amphibia* Grun., *Achnanthes minutissima* Kütz. en *Navicula minima* Grun. In de grotere visvijver daarentegen bedroeg de frequentie 6 % in een erg zandig bodemonster (veelvuldig als levende cellen), maar werd ze niet gevonden in afschraapsel van rietstengels. *Fragilaria capucina* Desm. var. *vaucheriae* (Kütz.) Lange-Bert., *Navicula gregaria* Donkin en *N. protracta* (Grun.) Cl. waren hier de talrijkste begeleiders. De waargenomen verdeling lijkt erop te wijzen dat *A. hemicycla* er wel eens eerder vooral een epipsammische dan een epifytische levenswijze op na zou kunnen houden.

Tabel 1 geeft enige fysisch-chemische gegevens betreffende de vindplaatsen. Hieruit blijkt dat het elektrolyt- en voedselrijke, alkalische waters met een redelijke zuurstofverzadiging zijn. Vooral het water van de visvijvers bevat veel ionen en is - zoals te verwachten - sterker organisch belast dan de recreatieplas. Een dergelijk milieu lijkt *Amphora hemicycla* wel te bevallen.

Parameter	Recreatieplas	Kleine Visvijver	Grote Visvijver
T (°C)	26 (19)	25 (19)	27 (18,4)
pH	8,6 (9,0)	9,0 (9,6)	9,6 (9,2)
O <sub>2</sub> (mg/l)	12,6	11,3	13,3
COD (mg O <sub>2</sub> /l)	51	108	125
EGV (µS/cm)	710 (758)	1098 (1190)	1200 (1326)
Cl <sup>-</sup> (mg/l)	122	259	278
tot-P (mg P/l)	<0,1	0,52	0,46
Kj-N (mg N/l)	2,49	5,77	7,05
SO <sub>4</sub> <sup>-</sup> (mg/l)	31	15	25
Na <sup>+</sup> (mg/l)	73,5	167,0	169,6
Ca <sup>2+</sup> (mg/l)	45,4	44,6	53,9
K <sup>+</sup> (mg/l)	14,2	16,1	15,0
Mg <sup>2+</sup> (mg/l)	13,7	17,1	17,5

Tabel 1: Waarden van enkele fysisch-chemische parameters op 11/6 (bron Vlaamse Milieumaatschappij) en - tussen haakjes - 4/7/1996.

In tabel 2 zijn de gewogen gemiddelden van enkele ecologische indicatiescores volgens van Dam *et al.* (1994) voor de vier monsters met *A. hemicycla* weergegeven. Deze bevestigen het



beeld dat door de overige analyses gegeven wordt.

Indicatie	Recreatieplas <i>Potamogeton</i>	Recreatieplas benthos	Kleine visvijver <i>Typha</i>	Grote visvijver benthos
pH (R)	3,9	4,1	3,7	4,0
Saliniteit (H)	2,1	2,2	2,4	2,4
N-metabolisme (N)	2,0	2,1	3,2	2,1
Zuurstofbehoefte (O)	2,3	2,6	3,2	3,0
Saprobie (S)	2,3	2,5	3,0	2,6
Trofie (T)	4,2	4,9	5,0	4,9

Tabel 2: Gewogen gemiddelden van ecologische indicatiewaarden (van Dam *et al.*, 1994); monsternamen 4/7/1996.

#### 4. Tot slot

Te vermoeden valt dat *Amphora hemicycla* in onze streken wel eens vrij algemeen zou kunnen zijn, maar mogelijk vooral als *A. ovalis* gedetermineerd wordt. Dit blijkt zelfs in de Amerikaanse literatuur wel eens het geval te zijn (b.v. Wujek & Rupp, 1980), wellicht omdat ook Patrick & Reimer (1975) deze *Amphora* enkel bij naam vermelden. De soort is evenwel, mits enige opmerkzaamheid, niet moeilijk te herkennen. Wellicht is *A. hemicycla* vooral als bodembewoner in enigszins vervuilde en elektrolytrijke zoetwaters te verwachten.

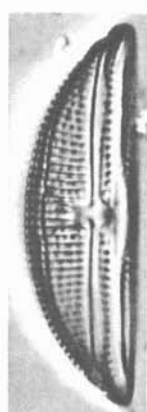
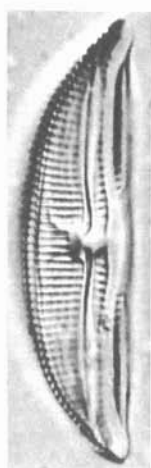
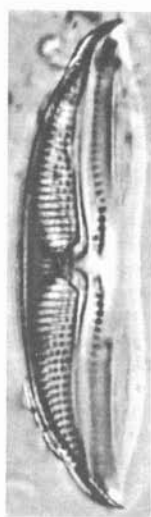
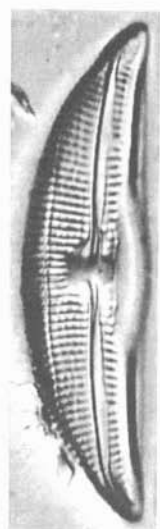
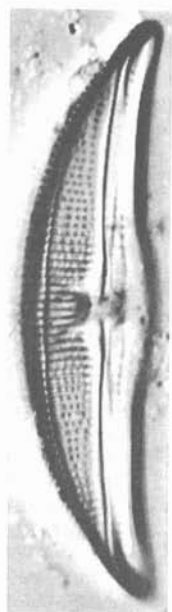
Bij de vondst van taxa die uit andere werelddelen beschreven zijn, kan men zich afvragen of het geen recente inwijkelingen betreft, die bijvoorbeeld met aquariummateriaal en dergelijke geïmporteerd werden. Zo lijkt bijvoorbeeld *Cymbella triangulum* (Ehr.) Cl. samen met roodwangschildpadden in Frankrijk te zijn ingevoerd (Bertrand & Coste, 1994). Reichardt (1990) vermoedt bij sommige van zijn sedimentmonsters een subfossiele herkomst. In 28 oudere monsters (1852-1975) uit het gebied Zeebrugge - Blankenberge werd *Amphora hemicycla* niet gezien. Wel hebben we één schaalje aangetroffen in herbariummateriaal van *Pilularia globulifera* dat in 1898 te Kalmthout (Antwerpse Noorderkempen) werd ingezameld (Denys, 1996). Contaminatie met recent materiaal uit de Fonteintjes kan hierbij niet zijn opgetreden. Mede gezien het voorkomen op van elkaar verwijderde plaatsen in Europa, lijkt het er dus op dat in het geval van *A. hemicycla* een dergelijk recent verspreidingsfenomeen kan worden uitgesloten.

#### 5. Dankwoord

Graag dank ik J. Van Gompel (conservator van de Fonteintjes), L. Vanhecke (Nationale Plantentuin) en P. Bogaert (Vlaamse Milieumaatschappij) voor de door hun geboden hulp en informatie. Deze nota berust ten dele op onderzoek uitgevoerd in opdracht van de Vlaamse Regering, Instituut voor Natuurbehoud.

## 6. Referenties

- Bertrand, J. & M. Coste, 1994. *Cymbella triangulum* (Ehrenb.) Cleve (Bacillariophyceae), un taxon nouveau pour la flore européenne - caractéristiques morphologiques et écologiques. *Cryptogamie, Algologie* 15: 147-158.
- Chang, T.-P. & C. Steinberg, 1988. Epiphytische Diatomeen auf *Cymatopleura* und *Nitzschia*. *Diatom Research* 3: 203-216.
- Denys, L., 1996. Algemeen historisch referentiekader t.b.v. natuurontwikkelingsprojecten in stilstaande zoete waters: samenstelling van diatomeeëngemeenschappen in Vlaanderen voor de Tweede Wereldoorlog als ecologisch referentiekader voor stilstaande zoete waters. II. Enkele gevalstudies. Departement Biologie, Universitair Centrum Antwerpen, 43 p., 4 bijlagen.
- Krammer, K. & H. Lange-Bertalot, 1986. Bacillariophyceae. 1. Teil: Naviculaceae. In: Süßwasserflora von Mitteleuropa. Band 2/1. Gustav Fischer Verlag, Stuttgart, 876 p.
- Lee, K. & F.E. Round, 1987. Studies on freshwater *Amphora* species. I. *Amphora ovalis*. *Diatom Research* 2: 193-203.
- Lee, K. & F.E. Round, 1988. Studies on freshwater *Amphora* species. II. *Amphora copulata* (Kütz.) Schoeman & Archibald. *Diatom Research* 3: 217-225.
- Lee, K. & F.E. Round, 1989. Studies on freshwater *Amphora* species. III. *Amphora pediculus* (Kütz.) Grun. and some possibly related forms. *Diatom Research* 4: 79-87.
- Patrick, R. & C.W. Reimer, 1975. The diatoms of the United States. Exclusive of Alaska and Hawaii. Vol. 2, Part 1. Entomoneidaceae, Cymbellaceae, Gomphonemaceae, Epithemiaceae. Monographs Academy of Natural Sciences of Philadelphia 13: 1-213.
- Reichardt, E., 1990. Bemerkenswerte Diatomeenfunde aus Bayern. III. Über das Vorkommen von *Amphora hemicycla* Stoermer & Yang. *Berichte der Bayerischen Botanischen Gesellschaft* 61: 163-167.
- Round, F.E. & K. Lee, 1989. Studies on freshwater *Amphora* species. IV. The *Amphora* epiphytic on diatoms. *Diatom Research* 4: 345-349.
- Schoeman, F.R. & R.E.M. Archibald, 1986. Observations on *Amphora* species (Bacillariophyceae) in the British Museum (Natural History). V. Some species from the subgenus *Amphora*. *South African Journal of Botany* 52: 425-437.
- Stoermer, E.F. & J.J. Yang, 1971. Contributions to the diatom flora of the Laurentian Great Lakes. I. New and little known species of *Amphora* (Bacillariophyta, Pennatobacillariophyceae). *Phycologia* 10: 397-409.
- Van Dam, H., Mertens, A. & J. Sinkeldam, 1994. A coded checklist and ecological indicator values of freshwater diatoms from The Netherlands. *Netherlands Journal of Aquatic Ecology* 28: 117-133.
- Vanhecke, L., 1993. Aspecten van de vegetaties, de ecologie en de dynamiek van het natuurreserveaat De Fonteintjes (W.-VI.), in het bijzonder van de *Dactylorhiza praetermissa*-populaties. Doctoraatsproefschrift, Rijksuniversiteit Gent, 26 + 593 p., bijlagen.
- Wujek, D.E. & R.F. Rupp, 1980. Diatoms of the Tittabawasee River, Michigan. *Bibliotheca Phycologia* 50: 1-100.

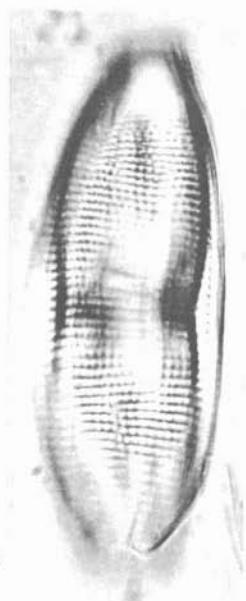
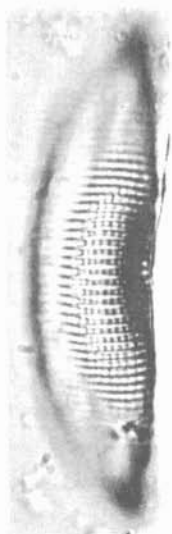


2

3

4

5

10  $\mu$ m

6

7

8

# N.V.K.D.

## NEDERLANDS-VLAAMSE KRING VAN DIATOMISTEN

De Nederlands-Vlaamse Kring van Diatomisten is opgericht op 8 januari 1986. Onze leden komen vooral uit Nederland en Vlaanderen. De vereniging is opgericht omdat er wel Engels- Frans- en Duitstalige verenigingen waren, maar voor het Nederlandse taalgebied niets. Wie zijn er lid?

Mensen die uit liefhebberij naar kiezelwieren kijken, maar ook diegenen die beroepsmatig hiermee bezig zijn, zijn lid van onze vereniging. Ook mensen die meer geïnteresseerd zijn in microscopie of in andere algen dan diatomeeën zijn bij onze vereniging aangesloten.

### Doelstellingen

De Nederlands-Vlaamse Kring van Diatomisten heeft als doel het bevorderen van studie en onderzoek van diatomeeën. Dit doen we door bijeenkomsten te organiseren met lezingen en workshops. Op deze bijeenkomsten is altijd gelegenheid om met andere geïnteresseerden van gedachten te wisselen.

Ook geven we een mededelingenblad uit: Diatomedelingen. Hierin staan samenvattingen van de lezingen en allerlei nieuwtjes op het gebied van diatomeeënstudie. Zoals nieuwe boeken, belangrijke tijdschriftartikelen, kranteknipfels.

Soms organiseren we excursies of congressen. Op deze wijze proberen we contacten te leggen en te onderhouden tussen binnen- en buitenlandse diatomisten.

We hebben een bibliotheek en een collectie preparaten. In de bibliotheek zijn veel boeken en overdrukken van tijdschriftartikelen over diatomeeën te vinden. De leden zorgen ervoor dat dit wordt aangevuld.

### Lidmaatschap

Het verenigingsjaar valt samen met het kalenderjaar. De contributie is f25,- per jaar. Voor instellingen en bibliotheken f100,- per jaar. Hiervoor kunt u gratis naar onze bijeenkomsten en krijgt u ons blad "Diatomedelingen" toegestuurd. Ook kunt u gebruik maken van de bibliotheek van de vereniging. U kunt lid worden door een schriftelijk verzoek in te dienen bij de secretaris.

### Het bestuur

Het bestuur bestaat uit minstens drie personen. De eindredacteur verzorgt de uitgave van Diatomedelingen en de conservator draagt zorg voor de bibliotheek en preparatencollectie.

De samenstelling van het bestuur is op dit moment:

Voorzitter: Dr H. van Dam, AquaSense TEC, Generaal Foulkesweg 72, 6703 BW, Wageningen.

Secretaris: G. van Ee, Provincie Noord-Holland, Dienst Ruimte & Groen, postbus 6090, 2001 HB Haarlem

Penningmeester: Drs P. Vos, Singel 9, 1012 VC Amsterdam.

Conservatrix: Mw. Drs C. Cocquyt, Universiteit Gent, Vakgroep MSE, Lab. Plantkunde, K.L. Ledeganckstraat 35, B-9000 Gent, België.

## NIEUWS

Er is (alweer) een nieuwe serie: **Iconographia Diatomologica**. De editor is Prof. Dr. H. Lange-Bertalot. De uitgever is Koeltz, Duitsland. De bedoeling van deze serie is om platen van diatomeeën te maken met korte opmerkingen of discussie van iedere geïllustreerde soort. De serie zal topics behandelen zoals daar zijn: taxonomie, ecologie, geografie, morfologie, etc.

(Potentiële) auteurs die informatie willen hebben worden geadviseerd contact op te nemen met Prof. Dr. H. Lange-Bertalot. Hij verstrekt "instructions for contributors" op aanvraag.

Prof. Dr. H. Lange-Bertalot  
Botanisches Institut der Universität  
Siesmayerstraße 70  
D - 60323 Frankfurt a. M. / Germany

Er zijn inmiddels al enkele titels verschenen:

Volume 1: Taxonomy: Erwin Reichardt: Die Diatomeen (Bacillariophyceae) in Ehrenbergs Material von Cayenne, Guayana Gallica (1843). 1995. 29 Platen. 99 p. ISBN 3-87429-371-8. Prijs: DM 70,00.

Volume 2: Ecology-Diversity-Taxonomy: Lange-Bertalot and Ditmar Metzeltin: Indicators of Oligotrophy. 800 taxa representative of three ecologically distinct lake types. Carbonate buffered-Oligodystrophic-Weakly buffered soft water. 1996. 2428 fig. 125 Platen. 390 p. ISBN 3-87429-386-6. Prijs: DM 220,00.

Volume 3: Dokumentation und Revision der von Georg Krasske beschriebenen Diatomeen - Taxa/ Diatom Taxa introduced by Georg Krasske. Documentation and Revision by Horst Lange-Bertalot, Klaus Külbs, Thomas Lauser, Michael Nörpel-Schempp und Martina Willmann. 1996. 1605 fig. op 71 Platen. ISBN 3-87429-389-0. In press. Prijs: DM 190,00.

Volume 4: Taxonomy: 4 onderdelen, 100 platen, 286 p. ISBN 3-87429-392-0. DM 190,00 (onder voorbehoud). I. Diatomeeën van de Bären-Insel, zoetwater en mariene soorten, 625 soorten, 15 mariene en 7 zoetwater soorten nieuw beschreven. II. Geissleria lange-bertalotii sp. nov.: 28 fig. III. Hippodonta gen. nov., een nieuw genus binnen Naviculaceae; 111 fig., 4 Platen. IV. Kobayasia gen. et spec. nov.; 18 fig op 1 plaat.

U kunt deze direct bestellen bij Koeltz Scientific Books, postbus 1360, D - 61453, Koenigstein, Duitsland. E-mail: koeltz@ibm.net.  
Of bij de plaatselijke boekhandel (de prijs ligt dan natuurlijk wel hoger).

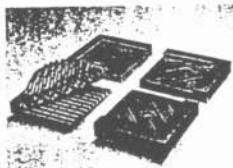
GvE

## Hoogwaardig trillingdempend produkt

Stabren Mesure, ontwikkeld, gefabriceerd en in de handel gebracht door het Franse bedrijf Fabert SA, is een trillingdempend produkt met superieure eigenschappen ten opzichte van de klassieke sandwichconstructies. Dit produkt is speciaal ontwikkeld voor gebruik bij trillingsgevoelige metingen in het laboratorium.

Daarvoor werd uitgegaan van het produkt Stabren, waarvoor in 1989 een prijs voor Innovatie werd toegekend. De basis voor de ontwikkeling van Stabren is gelegen in de bestudering van een dolfijne huid, die bekend is om zijn bijzonder goede dempende eigenschappen van turbulenties in water.

Stabren Mesure bestaat uit vier voeten van 80x80 mm met een nuttige hoogte van 14 mm. Deze voetjes zijn gebouwd uit twee lagen synthetisch rubber (EPDM) die exact elkaar grijpen. De uiterst goede trillingdempende eigenschappen zijn vooral te danken aan de bijzondere vorm van de in elkaar grijpende profielen. In doorsnede heeft elk van de twee rubber vlakken een sinusvormig inwendig profiel, terwijl het uitwendig trapeziumvormig is. De inwendige trillingen worden geabsorbeerd door samendrukking van de rubbervlakken. De sinusvormige inwendige structuur dwingt de trillinggolven om zich schuin door het rubber voort te planten, zodat een zo groot mogelijk deel van het frequentiespectrum wordt bestreken.



Stabren Mesure biedt een uitstekende demping in het gebied van 5 tot 20000 Hz, de maximale demping wordt bereikt bij de lage trillingsfrequenties die typisch zijn voor een onrustige omgeving. Deze trillingen zijn ook het meest schadelijk voor de nauwkeurigheid van meet- en controleapparatuur. Stabren Mesure is bestand tegen een groot aantal agressieve chemicaliën en verdraagt grote temperatuurverschillen zonder wijzigingen te ondergaan of ouderdomsveranderingen te vertonen. Dit produkt is zeer geschikt voor laboratorium- en meetinstrumenten (doseerapparatuur, elektronische weegschalen, microscopen, projectoren enz.), maar kan ook voor de gedempte opstelling van HiFi audioapparatuur worden toegepast.

Nadere informatie: Eriks, Alkmaar, telefoon 072 141285, fax 072 155645. Infonummer 17

---

---

# KOELTZ SCIENTIFIC BOOKS

*Wissenschaftliche Buchhandlung - Scientific Booksellers & Publishers*

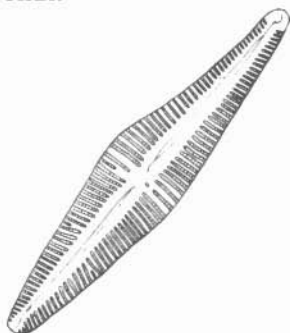
---

---

CATALOG 715 (1996)

DIATOM BOOKS

*DIATOMEENBÜCHER*



KOELTZ SCIENTIFIC BOOKS

P.O. BOX 1360 - D-61453 KÖNIGSTEIN - GERMANY  
HRNCIRSKA 2517 - CR-580 01 HAVLICKUV BROD/CZECH REPUBLIC



---

---

**Voor onze internet surfers:**

**Koeltz Scientific Books is op Internet te vinden onder:**

**<http://www.koeltz.com>**

**Voor al uw diatomeënliteratuur kunt u hier terecht.**

Het is al weer geruime tijd geleden dat we onze jubileumbijeenkomst in Roermond hebben gehad. Op de bijeenkomst heeft Prof. Dr. H. Lange-Bertalot een verhaal gehouden. Hij had een rapport bij zich dat vooral voor NVKD leden die met waterkwaliteitswerk bezig zijn zeer interessant is. Dit rapport is gratis (!) te verkrijgen, zolang de voorraad strekt. U moet echter wel enige moeite doen: stuur een briefje met een verzoek voor het rapport en een grote (ongefrankeerde) envelop met uw naam en adres naar:

**Dr. U. Fesel**

**Hessischen Landesanstalt für Umwelt**

**Rheingaustraße 186**

**D - 65203 WIESBADEN**

**DUITSLAND**

De titel van het rapport is:

*Benthischen Diatomeen-Gesellschaften im Zuge veränderter  
Wasserqualitäten im Rhein zwischen Ludwigshafen und Lorch von 1974  
bis 1993. Diplomarbeit J.W. Goethe-Universität Frankfurt; in  
Umweltplanung, Arbeits- und Umweltschutz, Heft 182; Wiesbaden.*

GvE



**Pre-Publication Offer valid until 1 August 1996**

# *An Atlas of British Diatoms*

illustrated by

**HORACE G. BARBER & JOHN R. CARTER**

arranged by

**BERNARD HARTLEY**

edited by

**PATRICIA A. SIMS**

This comprehensive set of illustrations of freshwater and marine diatoms provides diatomists for the first time with detailed scale drawings of some 2,000 species. This encompasses all the common species, most of which are world-wide in distribution.

The illustrations are mainly the work of H. G. Barber and thus in a uniform style and magnification. Some additional plates have been provided by J. R. Carter and all have been admirably rearranged in an alphabetical order of genera and species by B. Hartley to form a user-friendly guide to the identification of this most abundant group of organisms.

The only comparable work is Schmidt's Atlas which was published between 1874 and 1959 but that Atlas has the species scattered. The present Atlas clusters the species (e.g. 42 plates of *Navicula*) and will form a major source book with the classification having been brought up to date.

The authors have an extremely detailed knowledge of diatoms (well over 100 years in total experience) with a deep understanding of the variation during the growth cycle - this is illustrated by multiple drawings of most taxa. In all there are over 7,000 illustrations.

Publication is planned for summer 1996 when the price will be £70.00 (US \$120) plus postage and handling. Approximately 600 pages. ISBN: 0-948737-45-X.

-----  
**Biopress Limited, The Orchard, Clanage Road, Bristol BS3 2JX, England**

Please reserve ----- copy(s) of *An Atlas of British Diatoms* at the special pre-publication price of £55.00 (US \$95) per book (postage and handling included).

Name

\_\_\_\_\_

Address

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

Secretaris NVDK  
G. van Ee  
Provincie Noord-Holland  
Dienst Ruimte & Groen  
Postbus 6090  
2001 HB Haarlem

Biologisch Centrum  
Kerklaan 30  
Postbus 14  
9750 AA Haren  
Tel. (050) 363 22 59  
Telefax (050) 363 52 05

Datum  
20 januari 1997

Telefoon

Ons kenmerk

Uw kenmerk

Onderwerp  
Sectie Algologie KNBV-Werkgemeenschap Algologie SLW

Bij deze nodig ik u uit voor de wetenschappelijke bijeenkomst van de Sectie Algologie KNBV-Werkgemeenschap Algologie SLW op **woensdag 23 en donderdag 24 april 1997** in het Rijksherbarium te Leiden. Omdat er in 1996 geen najaarsbijeenkomst is gehouden heeft het bestuur besloten om er een tweedaagse bijeenkomst van te maken. De bijeenkomst zal duren tot de lunch op donderdag 24 april. Onderdelen van deze bijeenkomst zijn:

- Rapportage door OIO's en postdocs in dienst van SLW (De Jong, Van der Strate en Draisma).
- Voordrachten van leden van de Sectie-Werkgemeenschap.
- Voordrachten door uit te nodigen gastsprekers. Zowel de KNBV als SLW subsidiëren reis- en verblijfkosten van (buitenlandse) sprekers.

Op de donderdagmiddag wordt dan een vergadering gehouden van het *Local Organizing Committee* van het *6th International Phycological Congress*.

Om een beeld te krijgen van het aantal deelnemers, aantal sprekers en eventuele wensen ten aanzien van gastsprekers wil ik u verzoek om bijgevoegde strookje aan mij te retourneren vóór **15 februari 1997**. Daarna zal ik het programma opstellen en dit aan alle deelnemers opsturen en publiceren in *Bionieuws*.

Met vriendelijk groet,



Dr. W.T. Stam (secretaris)

Opsturen vóór **15 februari** aan W.T. Stam, Vakgroep Mariene Biologie, Biologisch Centrum RUG, Postbus 14, 9750 AA Haren of informatie doorgeven per e-mail aan [w.t.stam@biol.rug.nl](mailto:w.t.stam@biol.rug.nl)

**ALLEEN OPSTUREN INDIEN U DEELNEEMT !!!**

Naam:.....

Ik zal/wil een voordracht houden

**JA NEE**

De titel van mijn voordracht is:

.....

Ik stel voor om de volgende gastspreker(s) uit te nodigen:

1. naam:.....

onderwerp:.....

2. naam:.....

onderwerp:.....

# THE INTERNATIONAL SOCIETY FOR DIATOM RESEARCH

President: Robert Ross

The Garden House, Evesbatch, Bishop's Frome, Worcester WR6 5BD, U.K.

Tel: (01531) 640366

## Treasurer:

Patricia A. Sims  
Department of Botany  
The Natural History Museum  
Cromwell Road  
London SW7 5BD  
England

Tel: (0171) 938-9352

## Secretary:

Gillian E. Lockett  
School of Biological Sciences  
University of Bristol  
Bristol BS8 1UG  
England

Tel: (0117) 9287482

Fax: (0117) 9257374

e-mail address: F.E.Round@Bristol.ac.uk

## Subscriptions

March 1996

We wish to remind you that the membership subscription became due on the 1st January 1996 and we thank those of you who have already paid. If you have not yet done so, the Treasurer will be grateful if you can pay her as soon as possible. For those members not resident in England, your attention is drawn to the following list of Assistant Treasurers who are authorised to collect subscriptions from members in their own countries to avoid having to pay the additional cost of the exchange rate charges. The amount remains at £30 (US \$50) for 1996.

**If payment is not received by the Society within 60 days of this reminder, you will not qualify to receive *Diatom Research* and your membership will be cancelled.**

Canada	Michèle A. De Seve, M.A. Le Seve Consultants, 734 Outremont No. 4, Outremont, Montreal, Quebec, Canada H2V 3N1.
Finland	Heikki Simola, University of Joensuu, Sect. Ecology, Karelian Institute, P.O. Box 11, Joensuu, SF 80101, Finland.
France	Rene Le Cohu, Lab. d'Hydrobiol., Université P. Sabatier, 118 Rue de Narbonne, Toulouse 31062, France.
Germany	Linda Medlin, Alfred-Wegener-Institut, Postfach 12 01 61, Columbusstrasse, D-27570 Bremerhaven, Germany.
Holland	Hein de Wolf, Rijksgeologische Dienst, Richard Holkade 10, P.O. Box 157, 2000 AD Haarlem, The Netherlands.
Norway	Bjorg Stabell, Department of Geology, University of Oslo, P.O. Box 1047 Blindern, N-0316 Oslo 3, Norway.
Japan	Shigeki Mayama, Department of Biology, Tokyo Gakugei University, Koganei-shi, Tokyo 184, Japan.
U.S.A.	Norman Andresen, Center for Great Lakes & Aquatic Sciences, 2200 Bonisteel Blvd., The University of Michigan, Ann Arbor, Michigan 48109-2099, U.S.A.

## Renewal subscription form: The International Society for Diatom Research

Please make cheques/postal orders payable to "The International Society for Diatom Research"

To: Patricia A. Sims, Treasurer, International Society for Diatom Research, Department of Botany, The Natural History Museum, Cromwell Road, London SW7 5BD, England. (OR): Assistant Treasurer: \_\_\_\_\_

I enclose my membership subscription of £30 (US \$50: or equivalent sum) for the year 1996.

Name: \_\_\_\_\_

Address: \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_