

dr. W. J. Taylor

**INTRODUKTIE VAN EEN SYSTEEM TER BEOORDELING VAN DE ZUURSTOFTOESTAND IN
OPPERVLAKTEWATEREN MET BEHULP VAN DIATOMEKEN**

P.L.J. VAN DER AALST

Boxtel, januari 1989

Coördinatie onderzoek: drs. F.A. Kouwe

Gemeenschappelijke Technologische Dienst Oost-Brabant
afdeling Biologisch Laboratorium
Molenpad 8, Boxtel
R 87-ABL-069/LP8

INHOUDSOPGAVE

Voorwoord

Samenvatting

	pag.nr.
1. Inleiding	1
2. Materiaal/Methode van onderzoek	2
2.1. De keuze van de bemonsteringspunten	2
2.2. Werkwijze	3
3. Presentatie gegevens diatomistisch onderzoek	4
3.1. Presentatie relatieve abundantie van groep 1, 2 en 3 in een diagram	4
3.2. Overzicht resultaten diatomistisch onderzoek in het abundantiediagram	5
3.3. De vaststelling van de uiterste kwaliteitsniveau's in het abundantiediagram	6
4. Beoordeling van de resultaten uit het diatomistisch onderzoek met het systeem van Lange-Bertalot	9
4.1. Resultaten benaderingswijze Lange-Bertalot	9
4.2. Toetsing van de m.b.v. het systeem van Lange-Bertalot behaalde resultaten aan de meetgegevens uit het fysisch-chemisch onderzoek	11
5. Kritische beschouwing van het saprobiesysteem van Lange-Bertalot	14
5.1. Een kritische beschouwing van de relatie samenstelling diatomeeënassociatie/gehalte aan organische stof in een oppervlaktewater	14
5.2. Het fysisch- en chemisch onderzoek als instrument bij het onderzoek naar variaties in het O ₂ -gehalte in oppervlaktewateren	17
5.3. Diatomeeën als indicatoren voor de zuurstoftoestand van oppervlaktewateren	20
6. Introductie van het GTD-systeem: een hydrobiologisch systeem ter bepaling van de zuurstoftoestand van Oostbrabantse oppervlaktewateren	21

6.1.	Evaluatie van hetgeen in voorgaande hoofdstukken is behandeld	21
6.2.	Presentatie van het GTD-skorediagram	23
6.2.1.	Interpretatie van de skore	25
6.2.2.	De betekenis van de blokkenindeling A → D in het skorediagram	26
6.2.3.	Toelichting op het GTD-skorediagram	27
6.3.	De constructie van het GTD-skorediagram	28
7.	Beoordeling resultaten diatomistisch onderzoek met behulp van het GTD-systeem/toetsing beoordelingsresultaten aan het systeem van Lange-Bertalot en aan een aantal chemische gegevens	37
7.1.	Beoordeling resultaten diatomistisch onderzoek met behulp van het GTD-systeem	37
7.2.	Vergelijking van de met het systeem van Lange-Bertalot en het GTD-systeem verkregen beoordelingsresultaten	38
8.	De O ₂ -toestand van de Oostbrabantse oppervlaktewateren zoals bepaald met het GTD-systeem	45

Literatuur

De in dit rapport opgenomen figuren en tabellen dragen een nummer, dat bestaat uit het paragraafnummer/de bijlage en het volgnummer in betreffende paragraaf/bijlage. Zo is figuur 5.2.2. de tweede figuur in paragraaf 5.2. en tabel D.3 de derde tabel in bijlage D.

Bijlagen

- A. De samenstelling van de diatomeeënassociatie in relatie tot de mate van organische vervuiling
 - 1. Algemeen
 - 2. Het systeem van Lange Bertalot
 - 3. Groepenindeling van diatomeeënsoorten naar tolerantie voor het gehalte aan (biologisch afbreekbare) organische stof in oppervlaktewateren volgens Lange-Bertalot (Krammer en Lange-Bertalot 1986)
- B. De verdeelsleutel van Lange-Bertalot
- C. Omschrijving van de bij de diverse beoordelingssystemen gehanteerde waterkwaliteitsklassen
 - 1. Het saprobiesysteem van Lange-Bertalot
 - 2. De IMP-klassebeoordeling
 - 3. Een vergelijking tussen de in het systeem van Lange-Bertalot en de bij het IMP gehanteerde waterkwaliteitsklassen
- D. De indicatorwaarde van groep 3
- E. Massale ontwikkeling van een diatomeeënsoort/de indicatorwaarde van *Cocconeis placentula* en *Achnanthes minutissima*
- F. De ontwikkeling en opbouw van een diatomeeënassociatie/werkwijze/ fouten-diskussie
- G. Toelichting op het functioneren van het GTD-skorediagram
- H. De toepasbaarheid van het systeem van Lange-Bertalot
- I. Vergelijking van het diatomistisch systeem ter bepaling van de oppervlaktewaterkwaliteit en andere daartoe door de GTD Oost-Brabant gehanteerde systemen
- J. Lijst van in de periode 1984-1986 bemonsterde oppervlaktewateren met opgave kwaliteitsindicaties (GTD-skore, saprobieklasse Lange-Bertalot en IMP-puntengemiddelden) en grote vervuillingsbronnen
- K. Vergelijking van de saprobie- en zuurstofspektra van een aantal diatomeeënsoorten

Voorwoord

Voorliggend rapport "Introductie van een systeem ter beoordeling van de zuurstofstoestand in oppervlaktewateren met behulp van diatomeeën" is het resultaat van een onderzoek, uitgevoerd door de Gemeenschappelijke Technologische Dienst Oost-Brabant, in de periode 1984-1987.

Het onderzoek had tot doel een biologische beoordeling van de kwaliteit te verkrijgen van de waterfase van een oppervlaktewater. Bij de beoordeling op basis van makrofauna speelt namelijk het bodemsediment een niet onbelangrijke rol. De verwachting bestond, dat een meer op de waterfase afgestemde beoordelingswijze beter zou aansluiten bij de gangbare kwaliteitswaardering op basis van fysisch-chemisch onderzoek. Hiertoe werd ervoor gekozen om gebruik te maken van diatomeeën als indicator voor de waterkwaliteit.

In dit rapport wordt verslag gedaan van de resultaten en bevindingen uit bovengenoemd onderzoek. Gedacht was de onderzoeksgegevens te kunnen verwerken met behulp van een bestaand diatomistisch beoordelingssysteem, namelijk dat van Lange Bertalot. Een van de bevindingen was echter dat dit niet geschikt bleek te zijn. Een analyse van de relatie tussen de aangetroffen samenstelling van de diatomeeënassociatie enerzijds en de biotische en abiotische kenmerken van het oppervlaktewater anderzijds heeft geleid tot een nieuw systeem. In dit rapport wordt dat nieuwe diatomistische systeem gepresenteerd.

Aan de hand van diatomeeën wordt met het systeem een uitspraak gedaan over de zuurstofstoestand van een oppervlaktewater. De uitspraak heeft betrekking op een wat langere periode en niet op de momentane zuurstofstoestand zoals die bij metingen van het zuurstofgehalte wordt vastgelegd.

Hoewel het systeem ontwikkeld is in lijnvormige wateren (voornamelijk beken) wordt in het rapport de verwachting uitgesproken, dat het ook toepasbaar is in andere watertypen.

De directeur,



ir. A. Kiestra

SAMENVATTING

In het beheersgebied van de waterschappen De Aa, De Dommel en De Maaskant wordt door de Gemeenschappelijke Technologische Dienst Oost-Brabant (GTD) routinematig onderzoek verricht naar de waterkwaliteit. Dit onderzoek kent een fysisch-chemische en een hydrobiologische benadering. In het laatste geval wordt onderscheid gemaakt in macrofaunistisch onderzoek (kwaliteitsbeeld bodem én water) en diatomistisch onderzoek (kwaliteitsbeeld betreft alléén het water).

Ten behoeve van het diatomistisch onderzoek is in de periode 1984-1986 onderzoek verricht op 77 verschillende meetpunten in lijnvormige oppervlaktewateren. Deze werden daartoe steeds gedurende een zomerhalfjaar in principe 3 maal op epifytische diatomeeën bemonsterd. In totaal werd in 238 monsters de samenstelling van de diatomeeënassociatie onderzocht. Enkele punten werden 2 jaar onderzocht.

De gegevens uit het diatomistisch onderzoek werden verwerkt met een in Duitsland door Lange-Bertalot (1979) ontwikkeld systeem ter bepaling van de mate van organische vervuiling van oppervlaktewateren en dienden tevens ter toetsing van de bruikbaarheid van dit systeem voor de Oostbrabantse oppervlaktewateren.

In het systeem van Lange-Bertalot worden de in een diatomeeënmonster aangetroffen diatomeeënsoorten, op basis van hun tolerantie voor organische vervuiling, ondergebracht in 3 verschillende groepen. Met behulp van een cijfermatige verdeelsleutel wordt, aan de hand van het % aandeel van groep 1 en groep 2 in de diatomeeënassociatie, de mate van organische vervuiling in een oppervlaktewater bepaald. Lange-Bertalot onderscheidt in zijn systeem 5 kwaliteitsklassen. Deze klassen worden gedefinieerd naar parametertrajecten voor de BZV (het biochemisch O_2 -verbruik) en het O_2 -gehalte.

De conclusie uit het onderzoek is, dat het systeem van Lange-Bertalot niet geschikt is voor de bepaling van de mate van organische vervuiling in de onderzochte Oostbrabantse oppervlaktewateren. Een kritische beschouwing van het systeem en de hiermee verkregen resultaten heeft geleid tot de ontwikkeling van een nieuw diatomistisch systeem. Met behulp van dit "GTD-systeem" kan een uitspraak worden gedaan over de zuurstoftoestand van een oppervlaktewater.

Het GTD-systeem is een hydrobiologisch systeem ter bepaling van de zuurstof-toestand van een oppervlaktewater. Onder de zuurstoftoestand van een oppervlaktewater wordt verstaan: een integrale omschrijving van de variaties in het O_2 -gehalte in een oppervlaktewater over een periode x, als resultante van alle (a)biotische factoren die, direct of indirect, van invloed zijn op dit O_2 -gehalte.

In het GTD-systeem worden de in een monster aangetroffen diatomeeënsoorten, op basis van een verschillende affiniteit voor het O_2 -gehalte, ondergebracht in 3 verschillende groepen (hoofdstuk 6.2.) Deze groepen komen qua samenstelling overeen met de groepen uit het systeem van Lange-Bertalot. Met behulp van het GTD-scorediagram (een grafische verdeelsleutel) wordt, aan de hand van het % aandeel van groep 1, 2 én 3 in de diatomeeën-associatie, een GTD-score 1-10 bepaald. Voor score 1-10 worden geen parametertrajecten voor het O_2 -gehalte (of hierop van invloed zijnde parameters) gedefinieerd. Score 1 indiceert, met betrekking tot de O_2 -status, het beste in het GTD-systeem te onderscheiden kwaliteitsniveau. Score 2-10 indiceren in hoeverre dit kwaliteitsniveau wordt benaderd. Bij score 1 en score 10 (de slechtste in het GTD-systeem te onderscheiden zuurstoftoestand) wordt een algemene omschrijving gegeven van de milieu-omstandigheden, die een rol spelen in de vaststelling van genoemde uiterste kwaliteitsniveau's.

Het blijkt dat, wanneer de GTD-scores worden gelegd naast de gegevens uit het chemisch onderzoek (O_2 -gehalte, NH_4 -N-gehalte en BZV), de volgens het GTD-systeem verkregen kwaliteitsindicatie beter aansluit bij de resultaten uit het chemisch onderzoek dan met het systeem van Lange-Bertalot het geval is. Tevens wordt vastgesteld, dat met behulp van het GTD-systeem, met name in het "middengebied" van de oppervlaktewaterkwaliteit, een meer genuanceerd en werkelijkheidsgetrouw kwaliteitsbeeld over de oppervlaktewaterkwaliteit wordt verkregen dan met behulp van het systeem van Lange-Bertalot.

1. INLEIDING

De vaststelling van de waterkwaliteit in het beheersgebied van de waterschappen De Aa, De Dommel en De Maaskant geschiedt door de Gemeenschappelijke Technologische Dienst Oost-Brabant (GTD) van voornoemde waterschappen aan de hand van resultaten uit zowel fysisch, chemisch als hydrobiologisch onderzoek. Bij het hydrobiologisch onderzoek wordt gebruik gemaakt van bio-indicatoren: de samenstelling van de ter plaatse aangetroffen levensgemeenschap geeft een indicatie over de oppervlaktewaterkwaliteit. Sinds 1971 wordt dit gedaan aan de hand van de makrofauna, waarmee een totale indruk van bodem én water wordt verkregen.

Naast het fysisch en chemisch onderzoek van de waterfase ontstond de behoefte aan een biologische beoordeling daarvan. Daartoe werd in de periode 1984-1987 onderzoek verricht naar de bruikbaarheid van diatomeeën (kiezelwieren). Een diatomistisch beoordelingssysteem moet toepasbaar zijn in alle typen (lijnvormige) wateren binnen het gebied van de GTD Oost-Brabant. De met behulp van dit systeem verkregen informatie over de waterkwaliteit moet komplementair zijn aan de gegevens die zijn verkregen uit overig - door de GTD Oost-Brabant - uitgevoerd waterkwaliteitsonderzoek (zie bijlage I).

Een door H. Lange-Bertalot (1979) ontwikkeld systeem ter bepaling van de mate van organische vervuiling in oppervlaktewateren werd onderzocht op bruikbaarheid in de oostbrabantse oppervlaktewateren. In bijlage A wordt dit systeem besproken, terwijl tevens in algemene zin kort ingegaan wordt op de samenstelling van de diatomeeënassociatie in relatie tot organische vervuiling. Hier wordt ten aanzien van het systeem van Lange-Bertalot volstaan met het volgende. Het systeem bestaat uit 3 groepen met onderling verschillende tolerantie ten opzichte van organische vervuiling. De procentuele verdeling van diatomeeënsoorten uit een monster over de 3 groepen wordt bepaald. Aan de hand van een cijfermatige verdeelsleutel wordt vervolgens de mate van verontreiniging vastgesteld en uitgedrukt in een der 5 in het systeem gehanteerde Saprobieklassen.

In het onderhavige rapport wordt verslag gedaan van het uitgevoerde onderzoek. Naar aanleiding van de resultaten wordt een biologisch systeem gepresenteerd waarmee - aan de hand van de samenstelling van de diatomeeënassociatie - een indruk kan worden verkregen over de zuurstoftoestand van het oppervlaktewater.

2. MATERIAAL / METHODE VAN ONDERZOEK

2.1. De keuze van de bemonsteringspunten

In totaal werden over de periode 1984-1986 252 diatomeeënmonsters onderzocht. Deze monsters werden verzameld op 81 verschillende meetpunten. Bij de keuze van de bemonsteringspunten is getracht alle in Oost-Brabant vertegenwoordigde - lijnvormige - watertypen in het onderzoek te betrekken.

Hierbij is onder meer onderscheid gemaakt naar:

- morfologische kenmerken (o.a. boven-, midden-, benedenlopen van beken;
- hydrologische kenmerken (gekanaliseerd of met een natuurlijke bedding, al dan niet gestuwd, stroomsnelheid, turbulentie en dergelijke);
- de aanwezigheid van natuurlijke factoren, die van invloed zijn op de O_2 -huishouding;
- de aard en mate van menselijke beïnvloeding.

Bij de keuze van de bemonsteringspunten is gestreefd naar een gelijke vertegenwoordiging van oppervlaktewateren met een verschillende waterkwaliteit. Als criterium werd hierbij het IMP-zomerhalfjaargemiddelde uit de periode 1980-1986 gehanteerd.

Een overzicht van de in dit onderzoek bemonsterde oppervlaktewateren en bijbehorende IMP-zomerhalfjaargemiddelden is opgenomen in bijlage J.

2.2. Werkwijze

Vrijwel alle in het onderhavige onderzoek betrokken oppervlaktewateren zijn gedurende de periode van één zomerhalfjaar 3 x (in mei, juli en september) bemonsterd op epifytisch (= aan plantaardig substraat gebonden) diatomeeën materiaal. Een aantal wateren is in twee opeenvolgende jaren bemonsterd. Bij het onderzoek in de kanalen is - bij gebrek aan plantaardig substraat - gebruik gemaakt van kunstmatig substraat. Daartoe werd een perspex plaat van 20x20 cm gedurende een periode van 3 weken, voorafgaand aan de bemonstering, op circa 15 cm onder de water-spiegel opgehangen.

Het totale planten-/schraapmonster werd daarna gedestruëerd in een mengsel van HNO_3 (gec.)/ H_2SO_4 (gec.). Het na opkoken met HCL verkregen sediment werd ingesloten in Naphrax (N.A. 1.74). In het aldus verkregen preparaat werden circa 250 diatomeeënschaaltjes gedetermineerd.

Een nadere omschrijving van de gevolgde werkwijze is, te zamen met een foutendiskussie, opgenomen in bijlage F.

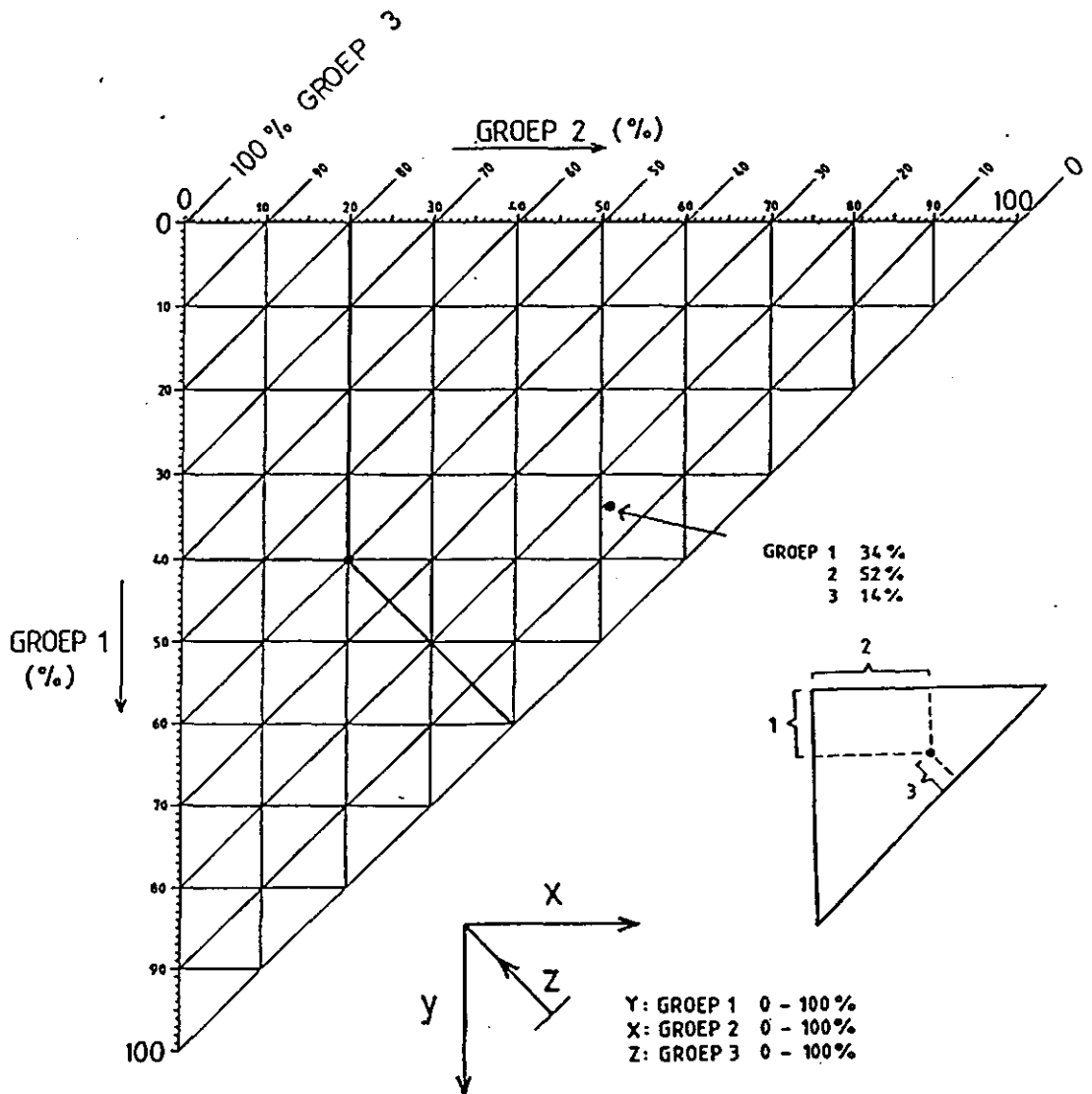
3. PRESENTATIE GEGEVENS DIATOMISTISCH ONDERZOEK

3.1. Weergave relatieve abundantie van groep 1, 2 en 3 in een diagram

De in een monster aangetroffen diatomeeën worden, op basis van een verschillende tolerantie voor organische stof (benadering Lange-Bertalot), ondergebracht in drie diatomeeëngroepen. De in de diverse monsters waargenomen %-verdeling van de diatomeeënsoorten over de drie groepen kan op grafische wijze worden gepresenteerd in een figuur, zoals weergegeven in figuur 3.1.

Figuur 3.1

Abundantiediagram voor de diatomeeëngroepen 1, 2 en 3

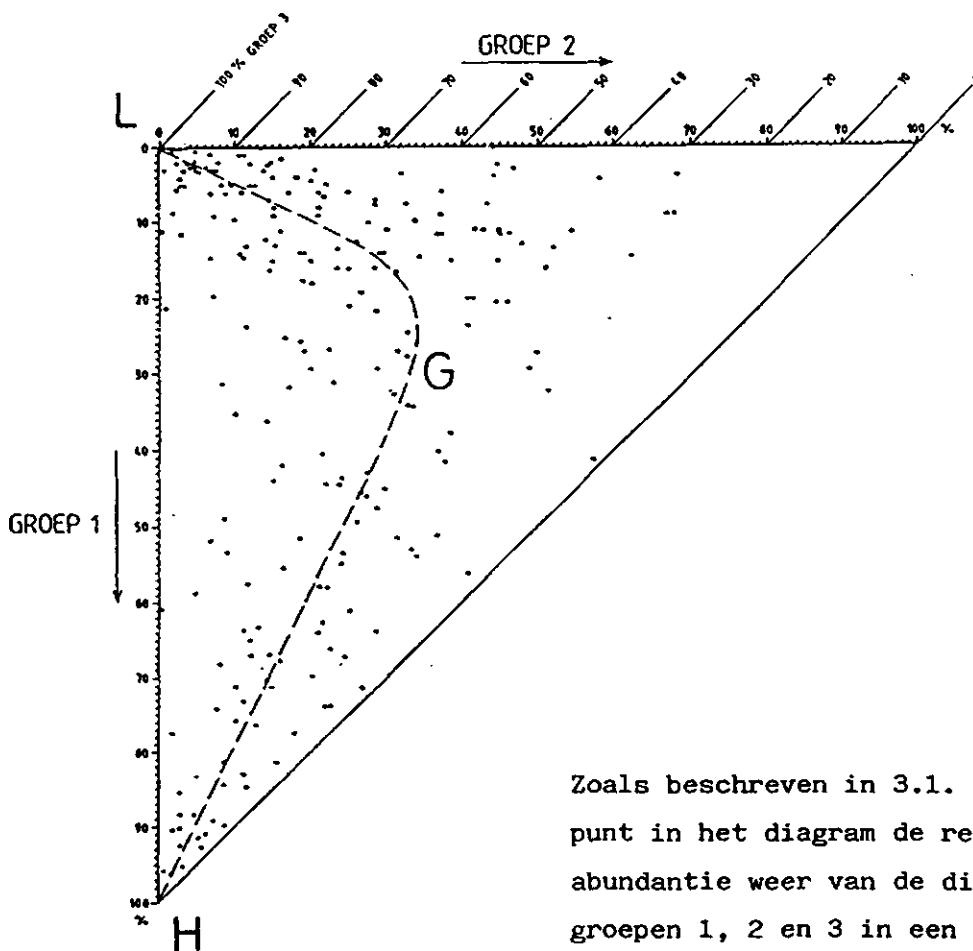


3.2. Overzicht resultaten diatomistisch onderzoek in het abundantiediagram

In het zomerhalfjaar 1984, 1985 en 1986 werd op respectievelijk 27, 33 en 21 meetpunten - verspreid over het waterschap De Aa (11, 9, 7), De Dommel (17, 8, 8) en De Maaskant (9, 6, 6) - in principe drie maal een diatomeeënmonster genomen. De relatieve bezetting van de diatomeeën-indikatorgroepen is weergegeven in figuur 3.2., zoals deze werd vastgesteld in 238 monsters.

Figuur 3.2

De relatieve abundantie van de diatomeeëngroepen 1, 2 en 3, zoals vastgesteld in de onderzochte monsters. Verspreiding bemonsteringspunten: waterschap De Aa, De Dommel en De Maaskant. Periode van onderzoek: 1984 - 1986.



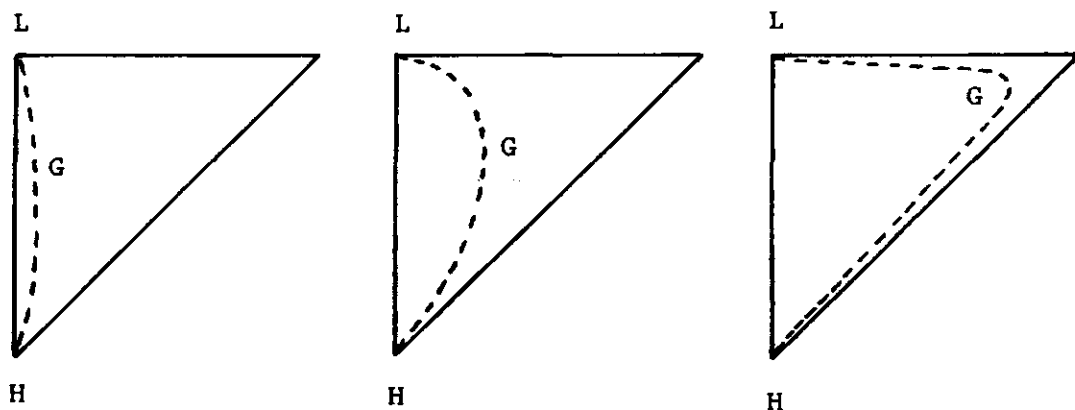
Zoals beschreven in 3.1. geeft een punt in het diagram de relatieve abundantie weer van de diatomeeëngroepen 1, 2 en 3 in een bepaald monster.

Op de betekenis van lijn G, punt H en L in het diagram wordt hierna (3.3.) nader ingegaan.

3.3. De vaststelling van de uiterste kwaliteitsnivo's aan de hand van de samenstelling van de diatomeeënassociatie

Met behulp van een verdeelsleutel kan aan de hand van de relatieve bezetting van de drie diatomeeëngroepen een uitspraak over de oppervlaktewaterkwaliteit worden verkregen. Onafhankelijk van de gehanteerde verdeelsleutel wordt het hoogste respektievelijk het laagste kwaliteitsnivo geïndiceerd indien groep 1 respektievelijk groep 3 met - vrijwel - 100 % in de diatomeeënassociatie is vertegenwoordigd. Dit gegeven is inherent aan het gebruik van een beoordelingssysteem op basis van drie groepen diatomeeën met een verschillende milieuvoorkeur (tolerantie voor organische vervuiling: benadering Lange-Bertalot). Op het hoogste kwaliteitsnivo worden zowel vertegenwoordigers uit groep 1, 2 als groep 3 vitaal aangetroffen. De in groep 1 opgenomen soorten (in het systeem van Lange-Bertalot de vervuilingsgevoelige groep) bereiken bij deze waterkwaliteit echter een ontwikkelingsoptimum, waardoor het relatieve aandeel van soorten uit groep 2 en 3 sterk afneemt (tot < 10 %). In figuur 3.2. wordt het hoogste kwaliteitsnivo gerepresenteerd door punt H (= 100 % groep 1). De op het laagste kwaliteitsnivo heersende omstandigheden worden daarentegen alleen door vertegenwoordigers uit groep drie getolereerd: in het systeem van Lange-Bertalot de vervuilingstolerante groep. In extreem vervuilde situaties bedraagt het relatieve aandeel soorten uit groep 1 en 2 in de diatomeeënassociatie minder dan 10 %. In figuur 3.2. wordt het laagste te onderscheiden kwaliteitsnivo gerepresenteerd door het punt L (= 100 % groep 3).

Het zal duidelijk zijn dat, bij de formulering van een verdeelsleutel, punt H en L indicatief moeten worden geacht voor het hoogste respektievelijk het laagste in een beoordelingssysteem (op basis van 3 diatomeeënindicatorgroepen) te onderscheiden kwaliteitsnivo. Gaande van punt H naar L neemt het relatief aandeel van groep 3 in de diatomeeënassociatie toe ten koste van het aandeel van groep 1, dit ongeacht de in figuur 3.2. afgelegde weg en neemt de geïndiceerde waterkwaliteit af. Elke lijn gaande van H naar L representeert dus een geleidelijk verslechterende oppervlaktewaterkwaliteit.



In bovenstaande figuren representeert lijn G steeds een vloeiende overgang tussen het "beste" en het "slechtste" in een beoordelingssysteem op basis van 3 indicatorgroepen te onderscheiden kwaliteitsniveau (punt H respectievelijk punt L).

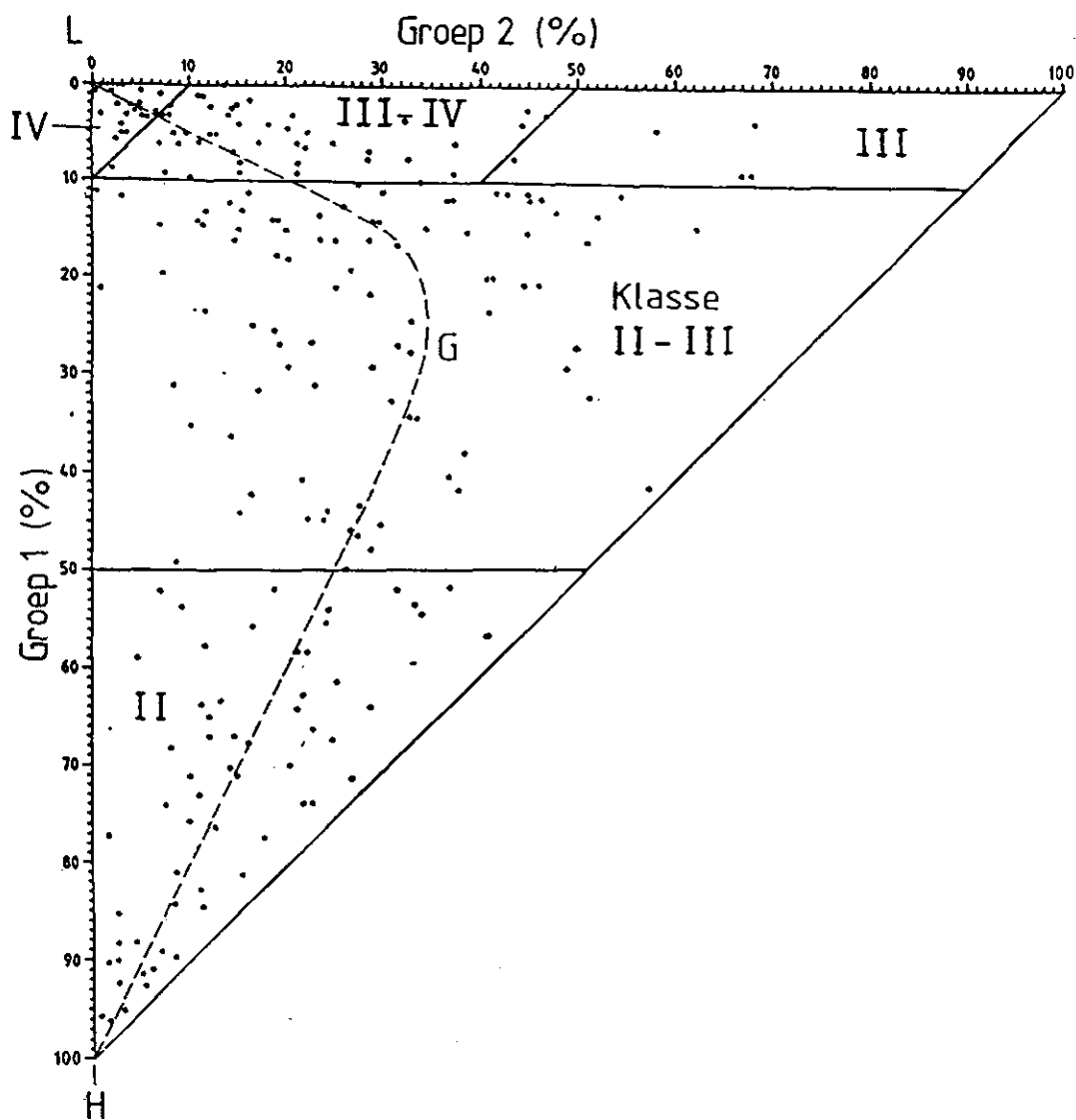
In figuur 3.2. is de relatieve abundantie van groep 1, 2 en 3 in 238 onderzochte monsters weergegeven.

Wordt een lijn G geïnterpoleerd door de punten 100 % groep 1, 100 % groep 3 en de waarnemingen tussen deze (kwaliteits)uitersten, dan geeft lijn G (bij benadering) de gemiddelde verdeling van de diatomeeën over de 3 indicatorgroepen weer tussen punt H en L.

Uit de gelijkmatige verspreiding van de waarnemingen langs lijn G (fig. 3.2.) mag worden geconcludeerd, dat oppervlaktewateren met een verschillende waterkwaliteit min of meer evenredig in het onderzoek zijn vertegenwoordigd.

Figuur 4.1.1.

De beoordeling van de resultaten uit het diatomistisch onderzoek met behulp van het saprobiesysteem van Lange-Bertalot



Toelichting bij figuur 4.1.1.:
zie hoofdstuk 3.

4. BEOORDELING VAN DE RESULTATEN UIT HET DIATOMISTISCH ONDERZOEK MET HET SYSTEEM VAN LANGE-BERTALOT.

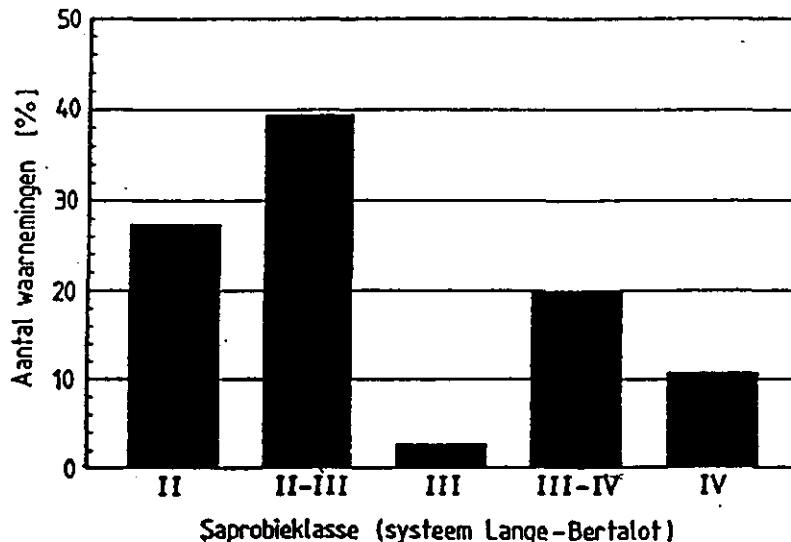
4.1. Resultaten benaderingswijze Lange-Bertalot

Bij de verwerking van de gegevens uit het diatomistisch onderzoek (zie figuur 3.2.) maakt Lange-Bertalot gebruik van een cijfermatige verdeelsleutel (bijlage B). In figuur 4.1.1. is deze verdeelsleutel ingetekend. De blokkenindeling II IV vertegenwoordigen de in het systeem gehanteerde door de verdeelsleutel gedefinieerde waterkwaliteitsklassen. Tevens zijn in deze figuur de gegevens uit het diatomistisch onderzoek opgenomen. De beoordeling van de waterkwaliteit leidt afhankelijk van de samenstelling van diatomeeënassociatie tot een klasse II tot IV, die uit dit diagram wordt afgelezen. In figuur 4.1.2. wordt een overzicht gegeven van de resultaten die met het beoordelings-systeem van Lange-Bertalot werden verkregen. (In bijlage J is de relatieve bezetting van groep 1, 2 en 3 in de diverse monsters weergegeven).

Figuur 4.1.2.

De procentuele verdeling van de door de samenstelling van de diatomeeënassociaties geïndiceerde saprobienivo's over het saprobiespektrum (systeem Lange-Bertalot).

Waterschap De Aa, De Dommel en De Maaskant. periode 1984-1986.



De samenstelling van de op de diverse bemonsteringspunten aangetroffen diatomeeënassociaties blijkt overwegend (cirka 40 %) indicatief voor klasse II-III. Een betrekkelijk hoge skore wordt onder meer ook waargenomen in klasse III-IV (cirka 20 %). De tussenliggende klasse III wordt daarentegen relatief weinig vastgesteld. Met nadruk dient te worden gesteld, dat dit onevenwichtige skoreverloop in tegenspraak is met de indruk dat in het beoordelingsresultaat een evenwichtige verdeling over de klassen mogelijk moet zijn (zie hoofdstuk 3.3.).

Er is een aantal oorzaken aanwijsbaar voor het relatief geringe aantal waarnemingen in klasse III (zie figuur 4.1.1.).

- Opgemerkt wordt, dat bij de gegeven ligging van de skorevelden de verdeelsleutel van Lange-Bertalot niet in een geleidelijke overgang voorziet tussen klasse II-III en III-IV! Klasse III kan niet worden vastgesteld indien het aandeel van groep 2 in de diatomeeënassociatie (mede op basis waarvan klasse III is gedefiniëerd) minder dan 40 % bedraagt. In de gegeven situatie resulteert het meer of minder aantreffen van één vertegenwoordiger uit groep 1 in een zeer verschillende klassebeoordeling (II-III, III-IV of zelfs IV!)
- Het skoringsgebied voor klasse III ligt in sterke mate geïsoleerd ten opzichte van de gemiddeld waargenomen verdeling van de diatomeeën over de drie tolerantiegroepen (lijn G). Het procentuele aandeel van groep 2 in de diatomeeënassociatie bedroeg in dit onderzoek zelden meer dan 50 % (3 % van het totaal aantal waarnemingen). Ook wordt gekonstateerd, dat het aandeel van groep 2 verhoudingsgewijs vaak achterblijft bij het voor groep 1 en groep 3 vastgestelde aandeel. In het laatste geval indiceert het beoordelingssysteem van Lange-Bertalot klasse II-III.

Een verhoudingsgewijs lage abundantie voor groep 2 wordt overigens ook door Lange-Bertalot regelmatig in zijn onderzoeksresultaten waargenomen. Vrijwel altijd betreft het hier turbulente, snelstromende en daarbij sterk verontreinigde beken en rivieren. Lange-Bertalot verklaart dit verschijnsel als volgt:

1. er is sprake van op het bemonsterde substraat ingevangen diatomeeënsoorten uit groep 1, die afkomstig zijn uit - bovenstrooms van het bemonsteringspunt gelegen - niet of nauwelijks verontreinigd oppervlaktewater;

2. als gevolg van de hoge stroomsnelheid treedt weinig bezinking op van organisch materiaal (waarop vervuilingsminnende diatomeeën tot optimale ontwikkeling komen);
3. in snelstromende wateren treedt als gevolg van turbulentie verrijking van het water met luchtzuurstof op; ondanks de hoge O_2 -vraag is het O_2 -gehalte dusdanig hoog, dat meer gevoelige soorten nog vitaal zijn (soorten die bij een gelijke BZV-waarde in langzaam stromende wateren ontbreken); dit zijn bijvoorbeeld *Cocconeis placentula*, *Diatoma vulgare*, *D. tenella*, *Rhoicosphenia abbreviatum*, *Nitzschia sociabilis* en *N. romana* (allen taxa die in de literatuur in het algemeen als vervuilingsgevoelig worden getypeerd/Lange-Bertalot, 1985).

Er bestaat nog een - niet door Lange-Bertalot aangegeven - mogelijkheid:

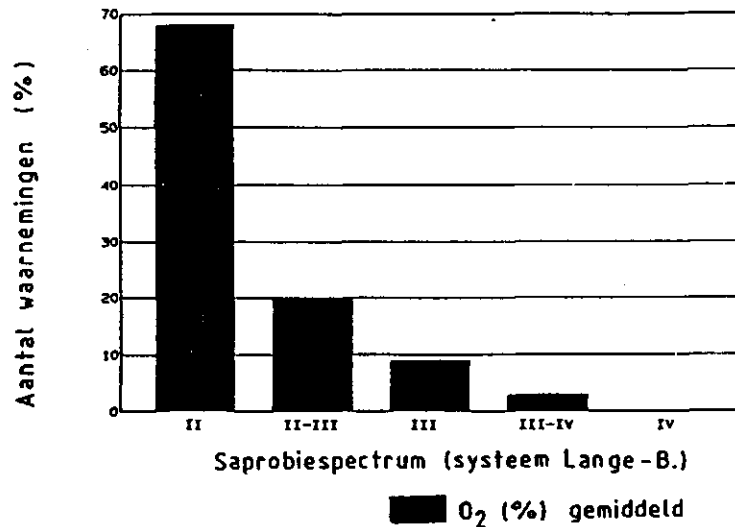
4. verschillende diatomeeënsoorten vertonen een hoge reproductiesnelheid: zo stelde Patrick (1966) vast, dat onder andere *Nitzschia closterium* en *Gomphonema* zich tot meerdere keren per dag kunnen delen; niet uitgesloten mag worden, dat in een situatie waarin perioden met relatief lage en hoge zuurstofgehalten elkaar snel afwisselen, afwisselend diatomeeën uit groep 1 en groep 3 een ontwikkelingsoptimum bereiken en de diatomeeënassociatie gaan overheersen; zo bleek *Pinnularia major* (groep 1) onverminderd vitaal na een delingsvrije periode van 6 weken (Patrick 1966); de onder deze omstandigheden gevormde diatomeeënassociatie bestaat uit een aantal diatomeeëngemeenschappen die bij verschillende O_2 -gehalten tot ontwikkeling zijn gekomen en waarin soorten uit groep 2 relatief gezien - geen optimale ontwikkelingskansen vonden. In hoofdstuk 5 en bijlage F wordt nader op deze materie ingegaan.

4.2. Toetsing van de m.b.v. het systeem van Lange-Bertalot behaalde resultaten aan de meetgegevens uit het chemisch onderzoek.

In vrijwel alle in het onderhavige onderzoek betrokken oppervlaktewateren wordt door de GTD Oost-Brabant routinematig het O_2 -gehalte en de BZV-waarde bepaald. Deze gegevens zijn gebruikt om, aan de hand van de door Lange-Bertalot voor genoemde grootheden gehanteerde parametergrenzen (zie bijlage C), de wateren te karakteriseren in saprobieklassen. In figuur 4.2.1. en 4.2.2. wordt een overzicht gegeven van de resultaten.

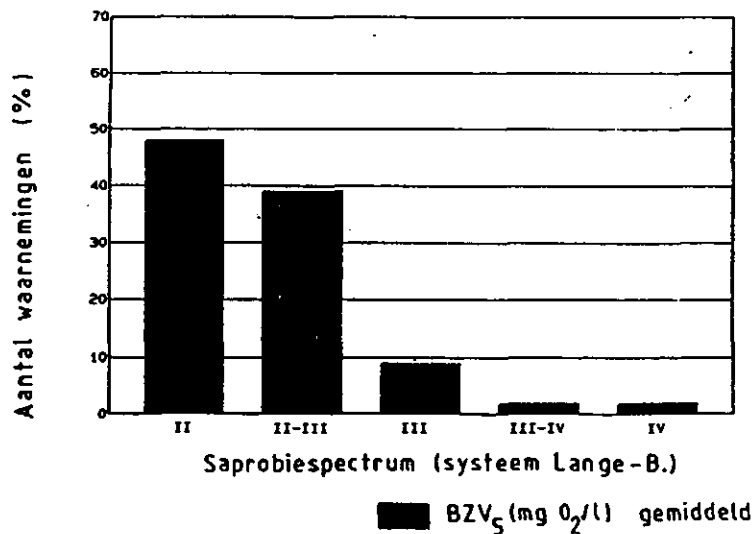
Figuur 4.2.1.

Saprobiespektrum van 73 oppervlaktewateren; gebaseerd op meetgegevens voor het O_2 -gehalte en de door Lange-Bertalot voor deze grootheid gehanteerde parametergrenzen ¹⁾.



Figuur 4.2.2.

Saprobiespektrum van 73 oppervlaktewateren; gebaseerd op BZV-zomerhalf-jaargemiddelden en de door Lange-Bertalot voor de BZV gehanteerde parametergrenzen ¹⁾.



¹⁾ Betreft in het onderhavige onderzoek betrokken oppervlaktewateren die in de periode 1984-1986 werden bemonsterd. Chemische gegevens: 1986.

Het BZV-zomerhalfjaargemiddelde indiceert voor circa 50 % van de bemonsterde oppervlaktewateren een (saprobie)klasse II. Bij een toenemende organische vervuiling neemt de skore geleidelijk af tot < 5 % in klasse III-IV en IV. Het saprobiespektrum op basis van de O_2 -metingen vertoont nagenoeg hetzelfde beeld: ruim 60 % van de wateren scoort in klasse II; minder dan 5 % in klasse III-IV en IV. Dit kwaliteitsbeeld stemt niet overeen met het beeld dat in kwalitatief opzicht met het diatomistisch systeem van Lange-Bertalot over betreffende oppervlaktewateren werd verkregen (zie figuur 4.1.2.).

Konklusies

- Na verwerking van de gegevens uit het diatomistisch onderzoek volgens het saprobiesysteem van Lange-Bertalot, blijkt dat klasse III relatief weinig wordt vastgesteld. Gekonstateerd wordt dat de in dit systeem gehanteerde verdeelsleutel niet voorziet in een geleidelijke overgang tussen klasse II-III en klasse III-IV. Gezien de - in het onderzoek waargenomen - gemiddelde verdeling van de diatomeeën over de drie tolerantiegroepen is het vaststellen van klasse III in de praktijk slechts bij uitzondering mogelijk.
- In hoofdstuk 3.3. wordt geconcludeerd, dat oppervlaktewateren met een verschillende oppervlaktewaterkwaliteit min of meer evenredig in het onderhavige onderzoek zijn vertegenwoordigd. Dit impliceert, dat in de met behulp van het systeem van Lange-Bertalot voor deze wateren verkregen beoordelingsresultaten een min of meer evenredige verdeling over klasse II tot IV mogelijk moet zijn. Met nadruk wordt gesteld, dat dit niet het geval is (zie figuur 4.1.2.).
- Bij de vaststelling van het saprobienivo aan de hand van de meetgegevens voor het O_2 -gehalte en de BZV blijkt dat - bij gebruik van de door Lange-Bertalot voor deze grootheden gehanteerde parametergrenzen - de verdeling van de monsters over de 5 saprobieklassen niet correspondeert met de klasseverdeling volgens het diatomistisch onderzoek.

Gekonkludeerd wordt, dat het saprobiesysteem van Lange-Bertalot niet bruikbaar is voor de beoordeling van de mate van organische vervuiling in de Oostbrabantse oppervlaktewateren.

5. KRITISCHE BESCHOUWING VAN HET SAPROBIESYSTEEM VOLGENS LANGE-BERTALOT

In hoofdstuk 4 wordt gekonkludeerd, dat het diatomistisch saprobiesysteem volgens Lange-Bertalot niet bruikbaar is ter beoordeling van de mate van organische vervuiling in de oostbrabantse oppervlaktewateren. Naar aanleiding van de bevindingen in hoofdstuk 4 worden in dit hoofdstuk het tolerantiebeginsel volgens Lange-Bertalot (bepaalde diatomeeën zijn alleen vitaal beneden konkrete nivo's van organische vervuiling) en het hanteren van parametertrajecten voor de BZV en het O_2 -verzadigingsdeficiet, zoals door Lange-Bertalot omschreven voor de in zijn systeem te onderscheiden vervuilingsnivo's, aan een kritische beschouwing onderworpen.

De door Lange-Bertalot aan groep 3 toegekende indikatorfunctie (= de groep vervuilingstolerante diatomeeën) en het aan groep 3 toegekende indikatief gewicht in de verdeelsleutel volgens Lange-Bertalot worden in bijlage D aan een kritische beschouwing onderworpen.

5.1. Een kritische beschouwing van de relatie diatomeeënassociatie/gehalte aan organische stof in een oppervlaktewater

Volgens Lange-Bertalot is de vitaliteit van bepaalde diatomeeënsoorten afhankelijk van de mate van (biologisch afbreekbare) organische vervuiling in een oppervlaktewater: aan de hand van de samenstelling van een diatomeeënassociatie kan een indruk worden verkregen over de mate van organische vervuiling in een oppervlaktewater (bijlage A).

In zijn saprobiesysteem onderscheidt Lange-Bertalot vijf vervuilingsnivo's (II → IV). Voor deze vervuilingsnivo's worden parametertrajecten voor het O_2 -deficiet en de BZV gedefinieerd. Hiermee suggereert Lange-Bertalot, dat het O_2 -gehalte in een oppervlaktewater direkt aan de mate van organische vervuiling is gerelateerd. Tevens kan uit het voorgaande worden opgemaakt, dat Lange-Bertalot het O_2 -deficiet, als het gevolg van het O_2 -verbruik door organische stof, maatgevend acht voor de vitaliteit van bepaalde diatomeeënsoorten. Anderszins merkt Lange-Bertalot in dit verband ook het volgende op:

"Maatgevend voor de vitaliteit van diatomeeën op een bepaald vervuilingsnivo, is het ter plaatse optredende (aktuele) zuurstofverbruik. Indien naast een hoge BZV-waarde een (relatief) hoog O_2 -gehalte aanwezig is, is dat laatste van overwegend belang voor de samenstelling van de diatomeeënassociatie" (Lange-Bertalot en K. Bonik, 1976).

Naar aanleiding van het bovenstaande rijst de vraag in hoeverre het juist is ervan uit te gaan, dat het O_2 -gehalte direkt aan de mate van organische vervuiling in een oppervlaktewater is gerelateerd. Hierop wordt in navolgende beschouwing nader ingegaan.

Afhankelijk van de mate van organische vervuiling in een oppervlaktewater kunnen ruwweg drie situaties worden onderscheiden.

1. Hoge graad van organische vervuiling

Het O_2 -gehalte is voortdurend laag als gevolg van mineralisatie van organische stof. Geen plantengroei als gevolg van de vaak geringe lichtpenetratie en het voortdurend lage O_2 -gehalte. Bij extreme vervuiling zijn makro-organismen afwezig. De levensgemeenschap bestaat vrijwel volledig uit bacteriën en schimmels. De mate van organische vervuiling kan dermate hoog zijn, dat het O_2 -gehalte onafhankelijk van hydrologische factoren (o.a. turbulentie/ O_2 -inslag) mag worden verondersteld.

2. Middelmatige graad van organische vervuiling

's nachts	O_2 -verbruik	- mineralisatie van organische stof/ nitrifikatie
		- stofwisselingsprocessen van planten en ademhaling door (makro)fauna en vissen
Overdag	O_2 -verbruik	- mineralisatie van organische stof/nitrifikatie
		- ademhaling (makro)fauna en vissen
	O_2 -produktie	- stofwisselingsprocessen planten (onder invloed van licht)

Het verloop van het O_2 -gehalte wordt bepaald door de mate van het O_2 -verbruik en de O_2 -produktie. 's Nachts daalt het O_2 -gehalte als gevolg van bakteriële processen en de activiteiten van (in deze vaak eutrofe wateren veelal massaal aanwezige) hogere planten en algen mogelijk tot ver onder de verzadigingswaarde (25-50 %; Hamm).

Naast de mate van organische vervuiling is dus de plantendichtheid in belangrijke mate medebepalend voor de zuurstoftoestand in "middelmatig" vervuilde wateren. Ook hydrologische factoren kunnen het O_2 -gehalte in belangrijke mate beïnvloeden.

3. Lage graad van organische vervuiling

Het gehalte aan organische stof is (relatief) gering. Het O_2 -gehalte wordt in hoofdzaak bepaald door de aktiviteit van hogere planten en door hydrologische faktoren. Ten opzichte van eutrofe wateren is de plantengroei in deze wateren relatief gering (weinig mineralisatie organische stof c.q. aanvoer anorganische voedingsstoffen) en is de daling van het O_2 -gehalte 's nachts minder geprononceerd.

Uit het bovenstaande blijkt, dat in sterk vervuild en in schoon water er een direkt verband bestaat tussen de mate van organische vervuiling en het O_2 -gehalte; in het eerste geval is het O_2 -verbruik maximaal en in het tweede geval minimaal. In middelmatig vervuild water speelt, naast het optredende mineralisatieproces, de planten- en algenaktiviteit een belangrijke rol in de O_2 -huishouding en is de relatie gehalte organische stof/ O_2 -gehalte niet goed te kwantificeren. Daarnaast is in middelmatig en in sterk vervuilde oppervlaktewateren - waarin het O_2 -gehalte tijdelijk of voortdurend relatief laag is - de faktor stroomsnelheid/turbulentie van groot belang. Als gevolg van de inslag van luchtzuurstof neemt het O_2 -gehalte in het oppervlaktewater toe.

Indien, zoals Lange-Bertalot stelt, het O_2 -gehalte van primair belang is voor de vitaliteit van bepaalde diatomeeënsoorten (zie citaat eerder in dit hoofdstuk), dan moet worden gekonkludeerd dat:

- de samenstelling van de diatomeeënassociatie op het hoogste en het laagste kwaliteitsnivo direkt is gerelateerd aan de mate van organische vervuiling c.q. het O_2 -gehalte in een oppervlaktewater (hier bestaat een direkt verband tussen het O_2 -gehalte en de mate van organische vervuiling);
- de samenstelling van de diatomeeënassociatie in middelmatig vervuilde wateren niet direkt is gerelateerd aan de mate van organische verontreiniging in een oppervlaktewater. De samenstelling van de diatomeeënassociatie geeft een indruk over het O_2 -gehalte als netto-resultaat van alle processen, die direkt of indirekt van invloed zijn op dit O_2 -gehalte in een oppervlaktewater. Derhalve is het niet correct dit O_2 te relateren aan alleen het O_2 -verbruik door organische stof.

5.2. Het fysisch- en chemisch onderzoek als instrument bij het onderzoek naar variaties in het O_2 -gehalte in oppervlaktewateren

In hoofdstuk 5.1. wordt aangegeven, dat het O_2 -gehalte in een oppervlaktewater het resultaat is van een groot aantal fysische, chemische en biologische processen die zich in dat water afspelen: de O_2 -huishouding in een oppervlaktewater. Het aandeel van deze processen in de O_2 -huishouding is in de tijd aan min of meer grote veranderingen onderhevig als gevolg waarvan het O_2 -gehalte in de tijd variabel is. Een in een oppervlaktewater aangetroffen diatomeeënassociatie bestaat feitelijk uit een aantal diatomeeëngemeenschappen, die over een periode x (bepaald door de ouderdom van het bemonsterde substraat) onder steeds wisselende milieu-omstandigheden achtereenvolgens tot ontwikkeling kwamen (zie ook bijlage F). Het O_2 -gehalte is een van de milieu-variabelen. Derhalve geeft de samenstelling van de diatomeeënassociatie in doorsnede een indruk over de veranderingen in het O_2 -gehalte over een periode x .

Voor de omschrijving van de uit het diatomistisch onderzoek met betrekking tot de variaties in het O_2 -gehalte verkregen indicatie, wordt in dit rapport een nieuw begrip geïntroduceerd: de zuurstoftoestand van een oppervlaktewater.

De zuurstoftoestand van een oppervlaktewater: een integrale omschrijving van de variaties in het O_2 -gehalte in een oppervlaktewater over een periode x , als resultante van alle (a)biotische factoren die, direkt of indirekt, van invloed zijn op dit O_2 -gehalte.

In onderstaande beschouwing wordt nagegaan in hoeverre aan de hand van fysisch- en chemisch onderzoek een indruk kan worden verkregen van de zuurstoftoestand van een oppervlaktewater.

De BZV, het O_2 -gehalte en het NH_4 -N-gehalte als graadmeter voor de zuurstoftoestand

Door de GTD Oost-Brabant wordt in een groot aantal oppervlaktewateren routinematig het O_2 -gehalte, het NH_4 -N-gehalte en de BZV-waarde bepaald. Aan de hand van de voor deze grootheden verkregen meetwaarden worden, naar chemische maatstaven, waterkwaliteitsklassen vastgesteld (zie bijlage C.2). Het O_2 -gehalte, het NH_4 -N-gehalte en de BZV-waarden

zijn grootheden - mede - aan de hand waarvan de O_2 -huishouding in een oppervlaktewater kan worden omschreven. Het ligt dan voor de hand om de zuurstoftoestand uit te drukken in termen van de BZV-, het NH_4 -N- en het O_2 -gehalte. Het opstellen van klassegrenzen voor deze grootheden binnen het schema van een biologisch systeem is echter alleen dan verantwoord indien hieraan een significante positieve korrelatie tussen alle meetgegevens ten grondslag ligt. Niet zelden echter blijkt dat het gemeten (momentane) O_2 -gehalte in tegenspraak is met hetgeen - op grond van de BZV - mag worden verwacht. In hoofdstuk 5.1. van dit rapport is reeds opgemerkt, dat andere grootheden - die naast de BZV van invloed zijn op het O_2 -gehalte - hiervoor verantwoordelijk zijn. Deze grootheden worden alleen dan in de beoordeling van de zuurstoftoestand betrokken indien de beoordeling plaatsvindt op basis van over een langere periode kontinu gemeten O_2 -gehalten. De waargenomen variaties in het O_2 -gehalte zijn het netto resultaat van de wisselwerking tussen alle processen die het O_2 -gehalte beïnvloeden. Op basis van een beperkt aantal waarnemingen van het momentane O_2 -gehalte, (6-12/jaar bij de GTD Oost-Brabant) kan geen betrouwbare hydrobiologische klasse-indeling worden gebaseerd.

Ook ten aanzien van de BZV gelden enige beperkingen. De BZV wordt onder standaardcondities bepaald bij 20 °C en een duur van 5 dagen. Hierbij wordt voorbijgegaan aan de verblijftijd van het water op het meetpunt en de ter plaatse heersende temperatuur. In het geval dat een oppervlaktewater wordt belast met onbehandeld organisch afvalwater, is de potentiële O_2 -vraag (benodigd voor de afbraak van organische stof: BZV) in dit water hoog: de momentane (ter plaatse gemeten) O_2 -vraag vaak veel lager. De momentane/aktuele O_2 -vraag neemt eerst in stroomafwaartse richting toe waar de organische stof in toenemende mate biologisch afbreekbaar wordt (groter aantastingsoppervlak voor bacteriën/toename bacteriepopulatie). Het toevoegen van een nitrifikatieremmer (zoals bij de GTD en ook andere instanties gebruikelijk) maakt het verschil tussen de gemeten waarde en de werkelijke, momentane O_2 -vraag in het water nog groter. Eerder door de GTD Oost-Brabant verricht onderzoek (1983) heeft uitgewezen, dat toevoegen van een nitrifikatieremmer (allylthiourem) de BZV regelmatig met een faktor 2 (soms zelfs 5!) verlaagt.

Indien het jaargemiddelde voor de BZV wordt gehanteerd ter beoordeling van de zuurstoftoestand van het water, wordt daarnaast de invloed van het seizoen op de BZV-waarde veronachtzaamd.

Konklusie

Uit het voorgaande moet worden gekonkludeerd, dat het hanteren van "starre" grenswaarden voor het O_2 -gehalte, het NH_4-N -gehalte en de BZV-waarde, bij de beoordeling van de zuurstoftoestand, zijn beperkingen heeft. Hiervoor zijn de volgende redenen aan te geven:

- een incidentele O_2 -meting is niet altijd representatief voor het verloop van het O_2 -gehalte in een oppervlaktewater over een periode x (de periode tussen de voorlaatste en laatste meting);*
het alternatief is continue registratie van het O_2 -gehalte;
- de BZV-waarde geeft geen informatie over het werkelijke (momentane) O_2 -verbruik door organische stof in een oppervlaktewater (de BZV is een maat voor het potentiële O_2 -verbruik door organische stof onder laboratoriumkondities);
- het O_2 -verzadigingsdeficiet wordt niet alleen bepaald door het (aktieve bestanddeel van het) gehalte aan organische stof in een oppervlaktewater; een groot aantal andere (a)biotische factoren is hierop mede van invloed;
- bij een klasse-indeling, op basis van het jaargemiddelde voor de BZV, het O_2 -gehalte en het NH_4-N -gehalte, worden seizoensinvloeden niet in de beoordeling betrokken**.

* In dit verband kan worden gewezen op de problematiek rond het routinematig op hetzelfde tijdstip meten van het O_2 -gehalte in een oppervlaktewater (inherent aan het volgen van een bemonsteringsroute). Op deze wijze wordt geen indruk verkregen over het O_2 -regiem in een oppervlaktewater (zie ook hoofdstuk 5.1.). Bekend is, dat incidentele verstoringen van de O_2 -huishouding (bijvoorbeeld rioolwateroverstorten bij hevige regenval) kunnen plaatsvinden in de tussen twee bemonsteringen liggende periode.

** De O_2 -vraag door NH_4-N is sterk afhankelijk van de watertemperatuur. Een hoge "algen-BZV" (O_2 verbruikt door de ademhaling van algen) wordt voornamelijk in warme, zonrijke perioden vastgesteld. De mate waarin de hier genoemde processen van invloed zijn op de O_2 -huishouding, is sterk seizoensafhankelijk.

5.3. Diatomeeën als indicatoren voor de zuurstoftoestand van oppervlakte-wateren

Lange-Bertalot (1976) brengt diatomeeënsoorten met een vergelijkbare indikatorwaarde (zie ook bijlage A) in drie groepen onder en benadert deze als tolerantiegroepen: de groepen representeren een bepaalde gevoeligheid voor organische vervuiling. De door Lange-Bertalot gekozen benadering voldoet echter alleen bij de beoordeling van sterk vervuilde en schone oppervlaktewateren en niet bij "middelmatig vervuilde" wateren (hoofdstuk 5.1.). Voorts wordt in hoofdstuk 5.1. gesteld, dat de vitaliteit van bepaalde diatomeeënsoorten op alle vervuilingsnivo's primair wordt bepaald door het O_2 -gehalte. Soorten uit groep 3 worden door Lange-Bertalot benaderd als tolerant voor organische vervuiling/-indifferent voor het O_2 -gehalte. In de verdeelsleutel van Lange-Bertalot wordt aan soorten uit groep 3 geen indicatieve functie toegekend (groep 3 is "restgroep"). In bijlage D wordt aannemelijk gemaakt, dat de vitaliteit/reproductiviteit van diatomeeënsoorten uit groep 3 toeneemt met het gehalte aan organische stof in een oppervlaktewater. Derhalve dient aan groep 3 een gelijksoortige indicatorfunctie te worden toegekend als aan groep 1: een affiniteit voor een bepaald kwaliteitsniveau (in termen van O_2 -gehalte/BZV).

Teneinde na te gaan in hoeverre de groepen van Lange-Bertalot bruikbaar zijn ter beoordeling van het O_2 -gehalte in oppervlaktewateren, werden diatomeeën op grond van hun O_2 -behoefte (bron: ecotheek Van DAM) in drie groepen ondergebracht en werd de samenstelling ervan vergeleken met de 3 groepen van Lange-Bertalot. De samenstelling van de aldus geformeerde groepen is nagenoeg gelijk aan de door Lange Bertalot (op grond van de vervuilingstolerantie) geformeerde groepen (zie bijlage K). Gekonkludeerd wordt, dat de groepenindeling volgens Lange-Bertalot niet aan zijn saprobiesysteem is gebonden, doch ook bruikbaar is voor de bepaling van de zuurstoftoestand van een oppervlaktewater.

Indien - binnen het schema van het biologisch systeem - de onderverdeling van de kwaliteitsnivo's wordt gebaseerd op de zuurstoftoestand dan zijn alle grootheden die het O_2 -gehalte in de tijd bepalen in de beoordeling verdisconteerd. In deze opzet wordt aan de voorwaarden voldaan die het functioneren van het systeem in het "middengebied" van de oppervlaktewaterkwaliteit vereist.

6. INTRODUKTIE VAN HET GTD-SYSTEEM: EEN HYDROBIOLOGISCH SYSTEEM TER BEPALING VAN DE ZUURSTOFTOESTAND IN OOSTBRABANTSE OPPERVLAKTEWATEREN.

6.1. Evaluatie van hetgeen in de voorgaande hoofdstukken is behandeld.

Lange-Bertalot hanteert in zijn saprobiesysteem drie diatomeeën-indikatorgroepen. Vertegenwoordigers uit groep 1, 2 en 3 worden hierin respektievelijk gevoelig, minder tolerant en tolerant voor organische vervuiling verondersteld (zie bijlage A). Aan de hand van de relatieve bezetting van de drie diatomeeëngroepen wordt met behulp van een cijfermatige verdeelsleutel (zie bijlage B) een waterkwaliteitsklasse II, II-III, III, III-IV of IV vastgesteld, voor welke klassen Lange-Bertalot parametertrajekten voor de BZV en het O_2 -verzadigingsdeficiet definieert (zie bijlage B).

In hoofdstuk 3.2. wordt een diagram gepresenteerd, waarin de relatieve abundaties van groep 1, 2 en 3 op grafische wijze kunnen worden weergegeven.

In hoofdstuk 3.3. wordt gesteld dat, inherent aan het gebruik van een beoordelingssysteem met behulp van drie diatomeeëngroepen, het hoogste en het laagste waterkwaliteitsnivo wordt geïndiceerd indien groep 1 respektievelijk groep 3 met 100 % in de diatomeeënassociatie zijn vertegenwoordigd: in voornoemd diagram weergegeven met een letter H en L. Tevens wordt in hoofdstuk 3.3. gesteld dat elke lijn in het diagram, gaande van H naar L, een geleidelijke verslechtering van de oppervlaktewaterkwaliteit voorstelt. Aangetoond wordt, dat oppervlaktewateren met een verschillende kwaliteit min of meer evenredig in het onderzoek zijn vertegenwoordigd.

In hoofdstuk 4.1. wordt vastgesteld, dat bij gebruik van het systeem van Lange-Bertalot de "middenklasse" III relatief weinig wordt geïndiceerd en dat dit in tegenspraak is met de min of meer evenwichtige vertegenwoordiging van oppervlaktewateren met een verschillende kwaliteit in het onderhavige onderzoek. Gekonkludeerd wordt, dat de opzet van de verdeelsleutel volgens Lange-Bertalot en de in het onderzoek vastgestelde overwegend lage relatieve abundatie van groep 2 hieraan debet zijn. Voor dit laatste wordt een aantal mogelijke oorzaken aangegeven.

In hoofdstuk 4.2. worden de met het systeem van Lange-Bertalot, met betrekking tot de mate van organische vervuiling, in oostbrabantse oppervlaktewateren verkregen beoordelingsresultaten getoetst aan de meetgegevens voor het O_2 -gehalte en de BZV in desbetreffende wateren.

Vastgesteld wordt, dat bij gebruik van de door Lange-Bertalot voor deze grootheden gedefinieerde parametertrajekten, klasse III en III-IV niet of nauwelijks worden geïndiceerd, welk resultaat niet korrespondeert met de beoordelingsresultaten, die uit het diatomistisch onderzoek werden verkregen.

In hoofdstuk 5.1. wordt een citaat van Lange-Bertalot aangehaald, waarin deze stelt dat het O_2 -gehalte in een oppervlaktewater primair bepalend is voor de vitaliteit van bepaalde diatomeeënsoorten in een oppervlaktewater. Aannemelijk wordt gemaakt, dat in sterk vervuild en in schoon oppervlaktewater een direct verband bestaat tussen de mate van organische vervuiling en het O_2 -gehalte (overeenkomstig de opvattingen van Lange-Bertalot) en dat in "middelmatig" vervuilde oppervlaktewateren, naast het O_2 -verbruik door organische stof, een groot aantal andere (a)biotische processen mede bepalend zijn voor het O_2 -gehalte in een oppervlaktewater (afwijkend van de door Lange-Bertalot in zijn saprobiesysteem gekozen benadering).

In hoofdstuk 5.2. wordt een nieuw begrip geïntroduceerd: de zuurstof-toestand van een oppervlaktewater. Hieronder wordt verstaan: een integrale omschrijving van de variaties in het O_2 -gehalte in een oppervlaktewater over een periode x, als resultante van alle (a)biotische factoren die, direct of indirect, van invloed zijn op dit O_2 -gehalte. Gekonkludeerd wordt, dat voor de beoordeling van de zuurstoftoestand van een oppervlaktewater incidentele metingen van het O_2 -gehalte en (hierop van invloed) de BZV en het NH_4 -N-gehalte van beperkt nut zijn en dat monitoring van het O_2 -gehalte een goed alternatief is.

In hoofdstuk 5.3. wordt aangetoond, dat de door Lange-Bertalot geformeerde diatomeeëngroepen (1, 2 en 3) goed bruikbaar zijn ter bepaling van de zuurstoftoestand van een oppervlaktewater. In bijlage D wordt aannemelijk gemaakt, dat vertegenwoordigers uit groep 3 (in het systeem van Lange-Bertalot de vervuilingsgevoelige diatomeeën) op de hogere vervuilingsniveau's niet alleen dominant zijn, omdat de meer vervuilingsgevoelige diatomeeën hier ontbreken (benadering Lange-Bertalot), doch ook omdat de eerstgenoemden hier optimaal vitaal zijn. Gekonkludeerd wordt, dat aan groep 3 een gelijksoortige indicatorfunctie kan worden toegekend als aan groep 1: een affiniteit voor een bepaald vervuilingsniveau (Lange-Bertalot daarentegen kent aan groep 3 geen indikatief gewicht toe, zie ook bijlage D).

In de volgende paragraaf wordt een grafische verdeelsleutel gepresenteerd, aan de hand waarvan, uit de samenstelling van de diatomeeën-associatie, een indruk kan worden verkregen over de zuurstoftoestand van een oppervlaktewater. Aan de opzet van deze verdeelsleutel liggen bovenstaande bevindingen/resultaten ten grondslag.

6.2. Presentatie van het GTD-skorediagram

Het GTD-systeem is een hydrobiologisch systeem ter karakterisering van de zuurstoftoestand in oppervlaktewateren met behulp van diatomeeën. Het is gebaseerd op het relatieve voorkomen van 3 groepen van diatomeeënsoorten met voor iedere groep specifieke eisen aan het O_2 -gehalte/de vervuilingstoestand. In het GTD-systeem wordt uitgegaan van de drie diatomeeëngroepen uit het systeem van Lange-Bertalot. De wijze waarop en de mate waarin de drie groepen in de beoordeling van de oppervlaktewateren worden betrokken, wijkt echter belangrijk af van het systeem van Lange-Bertalot. Bij de beoordeling van de zuurstoftoestand in een oppervlaktewater wordt gebruik gemaakt van het in figuur 6.2. weergegeven skorediagram (constructie zie hoofdstuk 3). Het %-aandel van de drie groepen wordt op dezelfde wijze in het diagram gepresenteerd als in 3.1. beschreven.

De drie groepen worden als volgt gekarakteriseerd:

Groep 1 : diatomeeënsoorten met affiniteit voor een (relatief) hoog O_2 -gehalte; Vertegenwoordigers uit groep 1 zijn optimaal vitaal/reproductief gedurende perioden, dat het O_2 -gehalte in een oppervlaktewater (relatief) hoog is. Bij (relatief) hoge O_2 -gehalten tolerant voor organische vervuiling (bijvoorbeeld in de golfslagzone van vervuilde oppervlaktewateren).

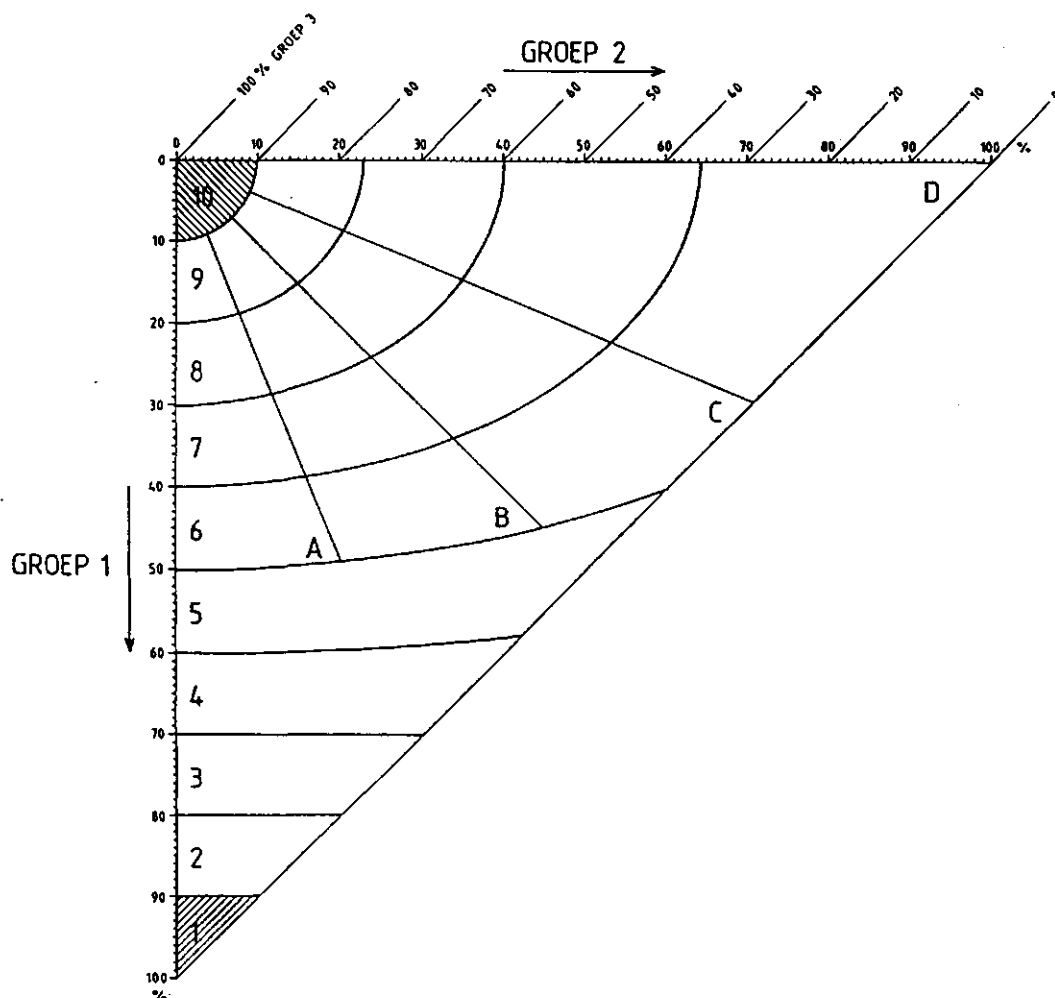
Groep 2 : diatomeeënsoorten, die een laag O_2 -gehalte niet tolereren; Vertegenwoordigers uit groep 2 zijn optimaal vitaal/reproductief gedurende perioden, dat het O_2 -gehalte in een oppervlaktewater matig tot (relatief) hoog is. Onder de diatomeeënsoorten uit deze overgangsgroep (tussen groep 1 en groep 3) bevinden zich waarschijnlijk zowel soorten, die lage O_2 -gehalten niet tolereren als soorten die tot op zekere hoogte afhankelijk zijn van in het water aanwezige organische stoffen. Nader onderzoek moet dit uitwijzen.

Groep 3 : vervuilingsminnende diatomeeënsoorten, die geen specifieke eisen aan het O_2 -gehalte stellen; Vertegenwoordigers uit groep 3 stellen geen specifieke eisen aan het O_2 -gehalte in een oppervlakte-

water doch zijn optimaal vitaal/reproductief gedurende perioden, dat het water (sterk) verrijkt is met organische stoffen (zie ook bijlage D).

Figuur 6.2.

Het GTD-skorediagram



Toelichting bij de velden in het diagram (zie ook paragraaf 6.2.1.):

1 - 10 : de kwaliteitsscore; deze wordt afgeleid uit de % verdeling van de in een monster aangetroffen diatomeeën over de indicatorgroepen 1, 2 en 3; de score indiceert een bepaalde zuurstoftoestand.

A,B,C,D : hiermee wordt aangegeven (index naast skoregetal 6 tot 9) in hoeverre het % aandeel van groep 2 verhoudingsgewijs achterblijft bij het aandeel van groep 1 en groep 3 in de diatomeeënassociatie.

In navolgende paragrafen van dit hoofdstuk wordt nader ingegaan op de preferentie van diatomeeënsoorten uit groep 1, 2 en 3 ten aanzien van het O_2 -gehalte en het gehalte aan organische stof in oppervlaktewateren.

6.2.1. Interpretatie van de skore

Skore 1 (% aandeel van groep 1 in de diatomeeënassociatie > 90 %)

In de praktijk blijkt groep 1 met meer dan 90 % in de diatomeeënassociatie vertegenwoordigd in oppervlaktewateren, waarin het O_2 -gehalte hoofdzakelijk wordt bepaald door activiteiten van flora en fauna en/of door hydrologische factoren. Score 1 betekent geenszins dat in betreffende oppervlaktewateren het O_2 -gehalte voortdurend rond de O_2 -verzadigingswaarde schommelt, noch dat de BZV-waarde (vrijwel) 0 is. Ook in deze wateren vindt afbraak van organische stof plaats; organische stof die ter plaatse is opgebouwd (bijvoorbeeld in de vorm van hogere planten) of die van bovenstrooms wordt aangevoerd. Vrijwel alle in Oost-Brabant gelegen oppervlaktewateren worden incidenteel verontreinigd met bijvoorbeeld huishoudelijk afvalwater (rioolwater-overstort bij langdurige regenval) en/of met afspoelingswater van landbouwgronden. Het feit dat in geen van de in dit onderzoek bemonsterde wateren het % aandeel van groep 1 in de diatomeeënassociatie bij alle drie de bemonsteringen groter dan 90 % bleek te zijn, spreekt wat dit betreft voor zich.

Skore 1 indiceert de (in het GTD-systeem te onderscheiden) relatief beste zuurstoftoestand

Skore 10 (% aandeel van groep 3 in de diatomeeënassociatie > 90 %)

In de praktijk blijkt groep 3 met meer dan 90 % in de diatomeeënassociatie vertegenwoordigd in oppervlaktewateren waarin het O_2 -gehalte voortdurend wordt bepaald door afbraakprocessen van organische stoffen en/of door nitrifikatie. Vaak betreft het hier wateren die worden belast met effluent van rioolwaterzuiveringsinrichtingen en/of ongezuiverd huishoudelijk afvalwater. In het onderhavige onderzoek blijkt in twee verschillende oppervlaktewateren het aandeel van groep 3 in de diatomeeënassociatie bij alle drie de bemonsteringen groter dan 90 %: de Oeffeltse Raam (benedenstrooms de lozing van Oeffelt/huishoudelijk afvalwater) en de Steegse Loop (benedenstrooms de effluentlozing van de r.w.z.i. Schijndel).

Skore 10 indiceert de (in het GTD-systeem te onderscheiden) relatief slechtste zuurstoftoestand

Skore 2-9 (de skore wordt bepaald door het % aandeel van zowel groep 1, 2 als 3 in de diatomeeënassociatie)

De skore geeft aan in hoeverre de onder skore 1 omschreven O_2 -status wordt benaderd. De zuurstoftoestand c.q. variatie in het O_2 -gehalte over een periode x, is afhankelijk van de ter plaatse heersende omstandigheden. Onder wisselende omstandigheden komen tussen de hier- onder omschreven situaties overgangssituaties voor.

Het O_2 -gehalte wordt bepaald door de activiteiten van flora en fauna, afbraakprocessen van organische stoffen, nitrifikatie, hydrologische en fysische factoren. Het O_2 -gehalte varieert gedurende een etmaal als gevolg van wisselwerking tussen voornoemde processen en fluktuaties in de intensiteit van bepaalde biologische processen. Afhankelijk van de omstandigheden treedt overdag (soms extreme) oververzadiging op en 's nachts (tot extreme) onderverzadiging of treedt gedurende het gehele etmaal onderverzadiging op, waarbij 's nachts een anaërobe situatie kan ontstaan.

Skore 2 9 indiceert in hoeverre de onder "skore 1" omschreven zuurstoftoestand wordt benaderd

6.2.2. De betekenis van de blokkenindeling A → D in het skorediagram

Uit de resultaten van het diatomistisch onderzoek blijkt, dat groep 2 verhoudingsgewijs vaak achterblijft bij het % aandeel van groep 1 en groep 3 in de diatomeeënassociatie. In bijlage H van dit rapport wordt hiervoor als mogelijke oorzaak een grote fluktuatie in de milieu-omstandigheden ter plaatse aangegeven. Teneinde meer inzicht te verkrijgen in de oorzaken voor het "achterblijven" van groep 2 is in het GTD-skorediagram een blokkenverdeling A, B, C en D aangebracht. Index A en B (naast de skoregetallen) geven aan dat het aandeel van groep 2 verhoudingsgewijs achterblijft bij het aandeel van groep 1 en 3 in de diatomeeënassociatie. Dit is in sterke mate het geval bij index A en meer geprononceerd naarmate de GTD-skore een relatief betere zuurstoftoestand indiceert (9A → 6A). Het toekennen van een index heeft als zodanig geen invloed op het door een skoregetal geïndiceerde (relatieve) kwaliteitsnivo.

In paragraaf 6.3. (en verder) wordt nader ingegaan op de konstruktie van het GTD-skorediagram en de overwegingen die tot de hier gepresenteerde opzet hebben geleid

6.2.3. Toelichting op het GTD-skorediagram

De samenstelling van de diatomeeënassociatie wordt bepaald door een groot aantal biotische en abiotische factoren. Een aantal van deze factoren is - direct of indirect - van invloed op het O_2 -gehalte in een oppervlaktewater. Het GTD-systeem baseert zich op de stelling dat de zuurstoftoestand in een oppervlaktewater (c.q. de veranderingen in het O_2 -gehalte over een periode x) wordt weerspiegeld in de samenstelling van de diatomeeënassociatie (op een substraat met leeftijd x).

Door middel van een skorediagram (een grafische verdeelsleutel) wordt een verband voorgesteld tussen het % aandeel van groep 1, 2 en 3 in de diatomeeënassociatie enerzijds en de zuurstoftoestand van het oppervlaktewater anderzijds. Dit skorediagram is (in tegenstelling tot de verdeelsleutel van Lange-Bertalot) fundamenteel theoretisch van opzet. In de praktijk biedt dit, ten opzichte van een empirisch bepaalde verdeelsleutel, de volgende voordelen:

1. indien een (of meerdere) diatomeeënsoorten, bij gewijzigde inzichten over de ekologische preferentie, in een andere indikatorgroep worden ondergebracht, heeft dit geen consequenties voor de opzet van de verdeelsleutel;
2. het systeem is met grote waarschijnlijkheid toepasbaar in allerlei typen oppervlaktewateren; wél zal het nodig blijken de voor bijvoorbeeld stilstaande wateren (plassen en dergelijke) verkregen kwaliteitsindikatie (relatieve zuurstoftoestand) te vertalen naar de specifieke factoren, die in deze wateren de zuurstoftoestand bepalen (zie bijlage H); in grote stromende oppervlaktewateren is groep 2 regelmatig goed vertegenwoordigd; lijn G (zie figuur 3.2.) verschuift in het skorediagram dan naar rechts; ook dán doorloopt lijn G alle in het GTD-systeem te onderscheiden kwaliteitsnivo's.

In het GTD-skorediagram worden 10 skorevelden onderscheiden. Afhankelijk van de relatieve abundanties van groep 1, 2 en 3 wordt een skoregetal uit dit diagram afgelezen aan de hand waarvan de zuurstoftoestand in het betreffende oppervlaktewater kan worden gekarakteriseerd. Skore 1 representeert de in het GTD-systeem te onderscheiden beste zuurstoftoestand; skore 2 - 10 geven aan in hoeverre deze toestand wordt benaderd. Skore 10 indiceert de slechtste zuurstoftoestand

6.3. De constructie van het GTD-scorediagram

Hieronder wordt stapsgewijs de konstruktie van het skorediagram weergegeven en toegelicht.

- I. Het % aandeel van groep 2 in de diatomeeënassociatie = 0 %: de kwaliteitsskore wordt bepaald door het % aandeel van groep 1 en groep 3.

Naarmate de zuurstoftoestand van een oppervlaktewater verbetert, neemt de vitaliteit van de in groep 1 opgenomen diatomeeënsoorten toe en domineren zij in toenemende mate (tot > 90 %) de diatomeeënassociatie. Het % aandeel vertegenwoordigers uit groep 3 neemt daarbij geleidelijk af tot nul.

Naarmate het gehalte aan organische stof in een oppervlaktewater stijgt c.q. de zuurstoftoestand verslechtert, neemt de vitaliteit van de in groep 3 opgenomen (vervuilingsminnende) diatomeeënsoorten toe en domineren zij in toenemende mate (tot > 90 %) de diatomeeënassociatie. Het % aandeel vertegenwoordigers uit groep 1 neemt daarbij geleidelijk af tot nul.

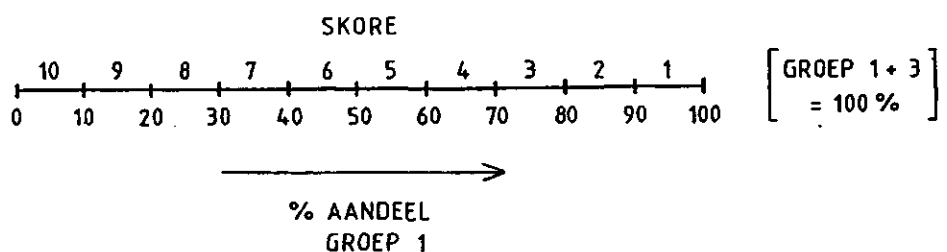
Het % aandeel van groep 1 en groep 3 in de diatomeeënassociatie blijkt op een zelfde, doch onderling tegengestelde wijze gerelateerd aan de zuurstoftoestand in een oppervlaktewater. Op dit gegeven is onderstaande stelling gebaseerd (grafisch weergegeven in figuur 6.3.1.):

Stelling 1

Bij afwezigheid van vertegenwoordigers uit groep 2, verandert de kwaliteitsskore lineair met de veranderingen in het % aandeel van groep 1 en groep 3 in de diatomeeënassociatie.

Figuur 6.3.1.

Konstruktie skorediagram: de kwaliteitsskore in relatie tot het % aandeel van groep 1 en groep 3 in de diatomeeënassociatie bij afwezigheid van vertegenwoordigers uit groep 2.



II. Het % aandeel van groep 2 in de diatomeeënassociatie $\neq$ 0 %: de kwaliteitsscore wordt bepaald door het % aandeel van groep 1, 2 en 3.

Uit het diatomistisch onderzoek blijkt dat (de midden)groep 2 zelden met meer dan 60 % in de diatomeeënassociatie is vertegenwoordigd. Dit ondanks het gegeven dat een groot aantal wateren werd bemonsterd, waarin de zuurstoftoestand als middelmatig kan worden getypeerd. Het % aandeel van groep 2 in de diatomeeënassociatie blijkt niet door de zuurstoftoestand alleen te worden bepaald.

Beneden een bepaald kwaliteitsnivo wordt de vitaliteit van organismen uit groep 2 geremd (tolerantiebeginsel systeem Lange-Bertalot). Daarnaast neemt, bij een toenemende organische vervuiling, het % aandeel vertegenwoordigers uit groep 2 in de diatomeeënassociatie af als gevolg van de toenemende concurrentie van vertegenwoordigers uit groep 3. Deze (vervuilingsminnende) diatomeeënsoorten bereiken dan een ontwikkelingsoptimum en domineren in toenemende mate (tot > 90%) de diatomeeënassociatie. Aan de hand van deze gegevens kan een tweede stelling worden geformuleerd:

Stelling 2

Indien groep 3 met meer dan 90 % in de diatomeeënassociatie is vertegenwoordigd, indiceert dit de binnen het GTD-systeem te onderscheiden slechtste zuurstoftoestand.

Naarmate de zuurstoftoestand verbetert, bereiken de in groep 2 opgenomen soorten een ontwikkelingsoptimum en neemt het % aandeel van groep 2 in de diatomeeënassociatie toe. Bij een verdergaande verbetering bereiken ook de in groep 1 opgenomen diatomeeënsoorten een ontwikkelingsoptimum en domineren zij in toenemende mate (tot > 90 %) de diatomeeënassociatie. Als gevolg van de concurrentie neemt het % aandeel vertegenwoordigers uit groep 2 in de diatomeeënassociatie af tot minder dan 10 %; dit ondanks het feit dat zij onverminderd vitaal blijven. Op het voorgaande is stelling 3 gebaseerd:

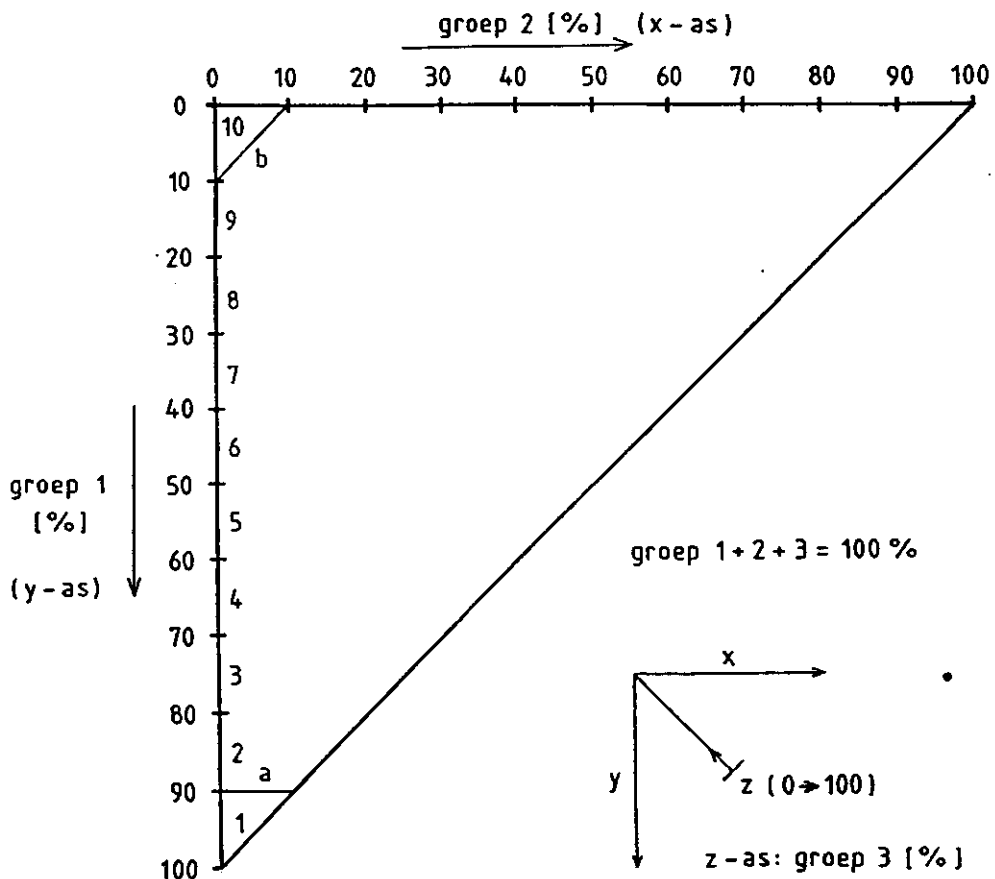
Stelling 3

Indien groep 1 met 90 % of meer in de diatomeeënassociatie is vertegenwoordigd, indiceert dit de binnen het GTD-systeem te onderscheiden beste zuurstoftoestand.

Stelling 2 en 3 zijn op grafische wijze weergegeven in figuur 6.3.2.. De y-as van deze figuur werd eerder in dit hoofdstuk gedefinieerd met behulp van stelling 1 (zie ook fig. 6.3.1.)

Figuur 6.3.2.

Konstruktie skorediagram: de situering van skoreveld 1 en 10 die de beste respectievelijk de slechtste binnen het GTD-systeem te onderscheiden zuurstoftoestand representeren.



De in het skorediagram te onderscheiden skorevelden worden begrensd door skorelijnen (bijvoorbeeld lijn a en b in figuur 6.3.2.). Het verloop van deze skorelijnen dient aan een aantal voorwaarden te voldoen:

1. indien groep 2 = 0 % staan de skorelijnen loodrecht op de y-as;
2. indien groep 1 = 0 % staan de skorelijnen loodrecht op de x-as.

In het eerste geval is de invloed van groep 2 op de skore nihil; in het tweede geval is de invloed van groep 1 op de skore nihil. Immers wanneer een skorelijn parallel aan de x- of y-as loopt, leidt een

verandering in de relatieve abundantie van groep 2 respectievelijk groep 1 niet tot een over- of onderschrijding van deze skorelijn c.q. veranderende skore.

Skoreveld 10 (zie figuur 6.3.2.) wordt mede begrensd door zowel de x-as als door de y-as. Uit bovenstaande voorwaarden volgt dan dat skorelijn b moet worden gedefinieerd als een $1/4$ cirkel met raakpunten op de x- en y-as bij 10 % groep 2 respectievelijk 10 % groep 1. Het skoreveld 1 grenst alleen aan de y-as. De invloed van groep 2 op de skore is nihil indien groep 1 > 90 % en derhalve blijft lijn a gedefinieerd als een rechte lijn (parallel aan de x-as).

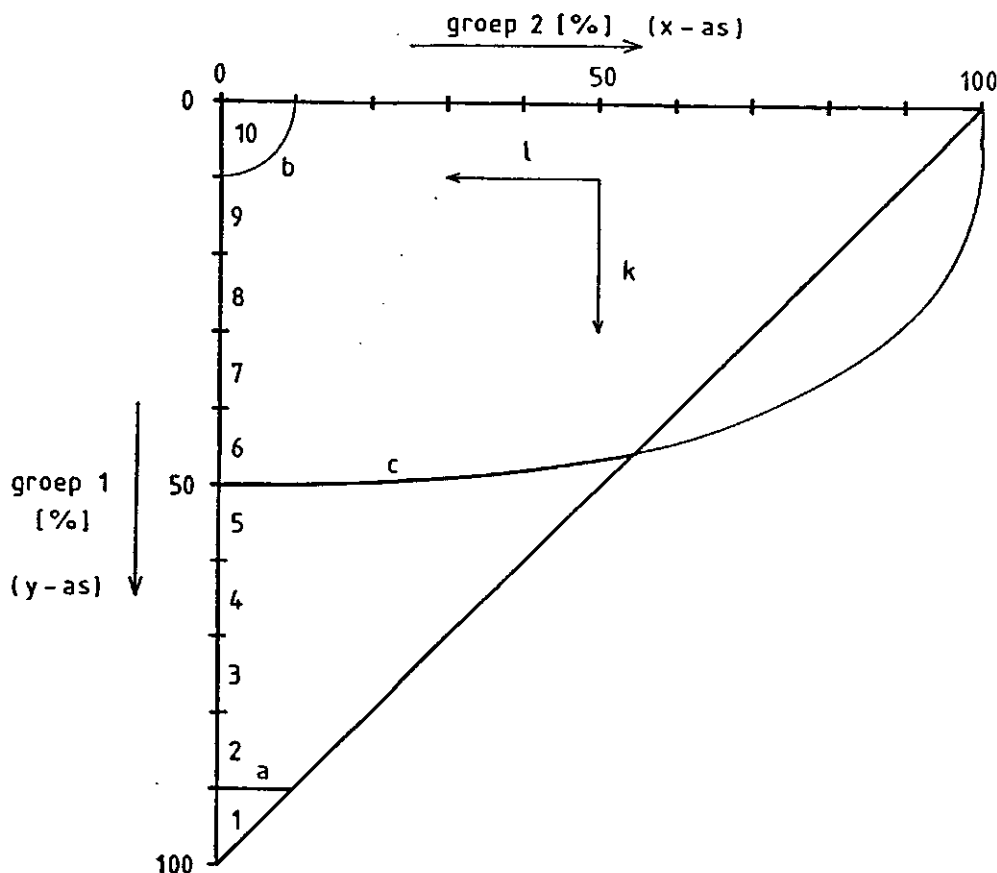
In een skorediagram, waarin de skore 1 en 10 het hoogste respectievelijk het laagste kwaliteitsnivo representeren, wordt het "middengebied van de oppervlaktewaterkwaliteit" gepresenteerd door de skorelijn die skorevelden 5 en 6 scheidt. Het raakpunt van deze lijn aan de y-as werd eerder in dit hoofdstuk al vastgelegd met stelling 1: bij groep 1 en groep 3 = 50 %. Het raakpunt van deze lijn aan de x-as is gelegen bij 100 % groep 2; daar waar deze "middengroep" haar hoogste indikatieve waarde heeft. De situering van de skorelijn voldoet aan de hierboven onder 1 en 2 genoemde voorwaarden, indien deze wordt gedefinieerd als een deel van een ellips. In figuur 6.3.3. is het verloop van deze skorelijn in het skorediagram weergegeven.

In oppervlaktewateren met een middelmatige zuurstoftoestand bereikt het % aandeel van groep 2 hogere waarden dan 60 %. Bij een geleidelijke verbetering of verslechtering van de zuurstoftoestand neemt de konkurrentiedruk (en daarmee de relatieve abundantie) van groep 1 respectievelijk groep 3 progressief toe (zij bereiken een ontwikkelingsoptimum).

Anders geformuleerd: een geleidelijke toename van de relatieve abundantie van groep 1 of groep 3 duidt op een progressief verbeterende respectievelijk verslechterende zuurstoftoestand. In het skorediagram: in de richtingen k en l (zie figuur 6.3.3.) neemt de afstand tussen de opeenvolgende skorelijnen af. Steeds is dan een geringere toename van het % aandeel van groep 1 of groep 3 vereist voor het verkrijgen van een lager respectievelijk hoger skoregetal (toename indikatief gewicht groep 1 of groep 3).

Figuur 6.3.3.

Konstruktie skorediagram: het verloop van de skorelijnen die skoreveld 1 en 10 begrenzen (lijn a en b) en de skorelijn die het "middengebied van de waterkwaliteit" representeert (lijn c).



Het is eenvoudig in te zien dat aan voorwaarde 1, 2 én het hierboven gestelde wordt voldaan, indien alle skorelijnen (met uitzondering van de lijnen a en b, zie figuur 6.3.3.) worden gedefinieerd als - delen van - ellipsen: naar lijn a naderend tot een rechte lijn en naar lijn b naderend tot een cirkelvorm (zie ook figuur 6.2.).

Konstruktie van de ontbrekende skorelijnen

De raakpunten van de skorelijnen aan de y-as zijn reeds vastgelegd door stelling 1 (zie figuur 6.3.1.). Voor de situering van de bijbehorende raakpunten aan de x-as is het volgende van belang (résumé voorgaande paragrafen).

1. De afstand tussen de opeenvolgende skorelijnen neemt af naarmate het % aandeel van groep 3, ten koste van het % aandeel van groep 2 in de diatomeeënassociatie, toeneemt. Dit impliceert dat de afstand tussen de opeenvolgende raakpunten van de skorelijnen aan de x-as, gaande van 0-100 % groep 2, toeneemt.
2. Indien groep 3 $\sim$ 90 % dan wordt de kwaliteitsscore (9 of 10) bepaald door de relatieve abundanties van twee verschillende diatomeeëngroepen. Skorelijn b (zie figuur 6.3.3.) heeft een raakpunt aan de x- en de y-as. De indikatieve waarde van groep 1 en 2 is hier aan elkaar gelijk. Skorelijn b (zie figuur 6.3.3.) is cirkelvormig en daarmee is van deze lijn zowel het raakpunt aan de x- als de y-as bekend: $y = x = 10 \%$.
3. Skorelijn a (zie figuur 6.3.3.) staat loodrecht op de y-as: of skore 1 of 2 wordt bepaald, is afhankelijk van alleen de relatieve abundantie van groep 1. Skorelijn a heeft geen raakpunt aan de x-as.
4. Van skorelijn c, die het middengebied van de waterkwaliteit representeert (zie figuur 6.3.3.), is het raakpunt aan de x- en y-as ook bekend: bij $x = 100$ en $y = 50 \%$. Skorelijn c is een - deel van een - zuivere ellips !

Met uitzondering van de skorelijnen a en b zijn alle skorelijnen ellipsvormig. Ieder van deze lijnen heeft een raakpunt aan de x- en y-as (of een skorelijn wordt over- of onderschreden is afhankelijk van de relatieve abundantie van 2 diatomeeëngroepen). In figuur 6.3.4. is door het xy-paar van skorelijn b en c een lijn gekonstrueerd (lijn Y_1X_1 respectievelijk Y_5X_5). Lijn Y_1X_1 , Y_5X_5 en Y_9X_9 (skorelijn a) snijden de y-as onder een hoek van achtereenvolgens 45° , 64° en 90° . Uit hetgeen onder punt 1 van deze paragraaf wordt gesteld, volgt dat de hoek waaronder de lijnen Y_1X_1 tot en met Y_5X_5 de y-as snijden geleidelijk toeneemt van $45 - 64^\circ$. De hoek waaronder de lijnen Y_5X_5 tot en met Y_9X_9 de y-as snijden neemt geleidelijk toe van $64 - 90^\circ$ (de raakpunten van deze lijnen liggen op de verlengde x-as).

Een geleidelijke vergroting van de hoek waaronder de lijnen Y_1X_1 tot en met Y_9X_9 de y-as snijden kan op een rekenkundige en een grafische wijze worden gerealiseerd. In het eerste geval wordt een konstante hoekvergroting toegepast (in 8 gelijke stappen van $45 \rightarrow 90^\circ$); in het tweede

geval neemt de hoekvergroting steeds toe. Hier is van deze laatste optie gebruik gemaakt. Hiervoor kan een tweetal redenen worden aangevoerd.

- lijn Y_5X_5 snijdt de y- en x-as bij 50 respectievelijk 100 % (aan deze voorwaarde wordt bij de rekenkundige methode niet voldaan);
- naarmate de relatieve abundantie van groep 1 nadert naar 100 %, neemt de hoekvergroting in steeds grotere stappen toe tot 90 °, dit overeenkomstig de toename van het indicatief gewicht van groep 1 (= maximaal bij 90 °/minimaal bij 0 °).

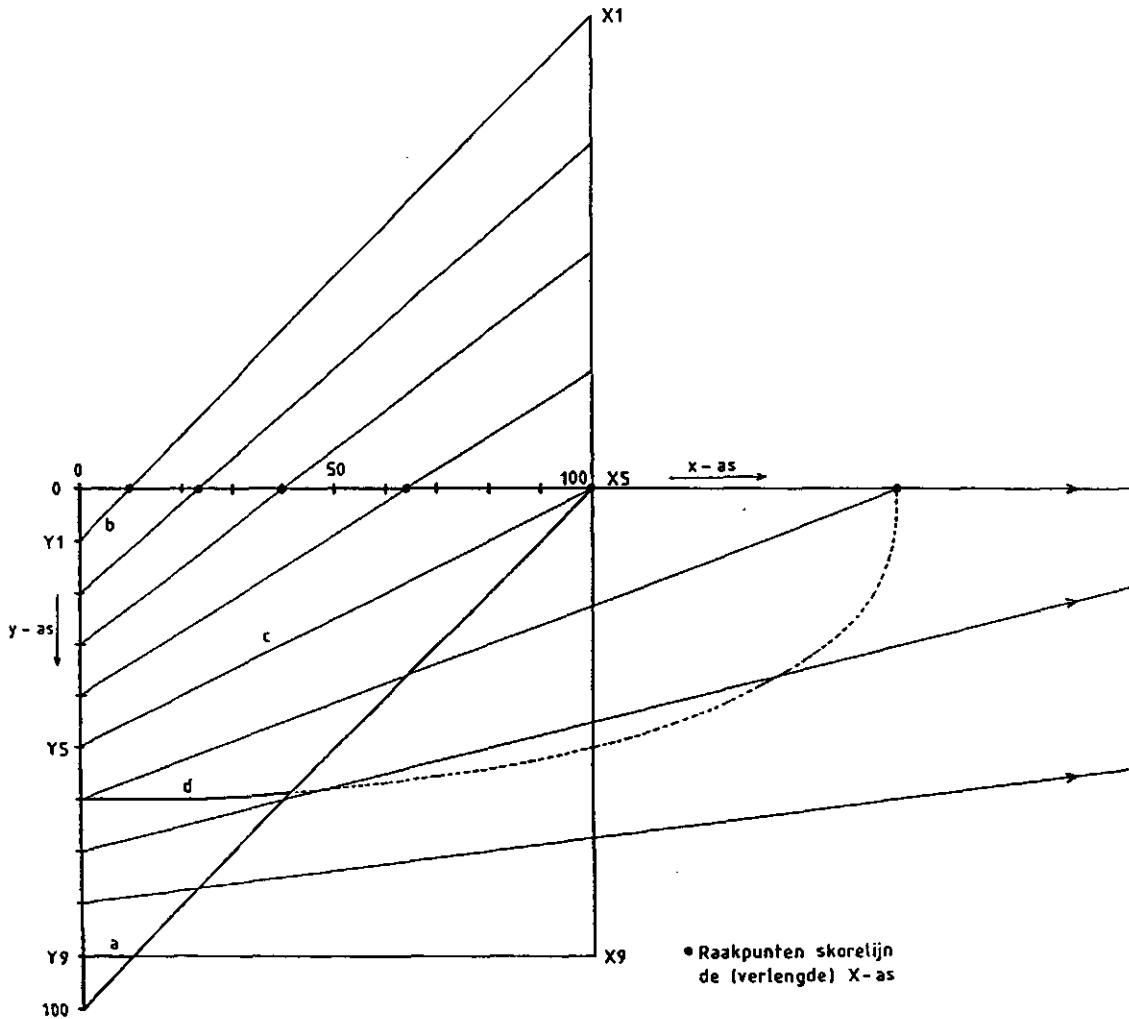
Hieronder wordt de gehanteerde konstruktiemethode stapsgewijs toegelicht.

De raakpunten van deze skorelijnen aan de y-as liggen vast evenals het raakpunt van lijn b en c aan de x-as (skorelijn a heeft geen raakpunt aan de x-as). Voor de ontbrekende skorelijnen werden de raakpunten aan de x-as als volgt gekonstrueerd (zie ook figuur 6.3.4.).

- a. Konstruktie lijn X_1X_9 : parallel aan de y-as ingesloten door lijn Y_1X_1 en lijn Y_9X_9 (richting gedefinieerd door stelling 1 en 2, eerder in dit hoofdstuk) en snijdend in X_5
- b. Verdeling lijn X_1X_9 in 8 gelijke lijnstukken (overeenkomstig lijn Y_1Y_9)
- c. Konstruktie verbindingslijnen tussen de op lijnstuk Y_1Y_9 en X_1X_9 gelegen punten. Daar waar deze lijnen de (verlengde) x-as snijden zijn de raakpunten voor de ontbrekende skorelijnen gesitueerd (kontroleer dit voor skorelijn b en d)
- d. Vervolgens kunnen de ellipsen in de raakpunten worden gekonstrueerd. Bij wijze van voorbeeld is dit gedaan met de skorelijn die de y-as raakt bij 60 % groep 1 en waarvan een deel (= skorelijn d) binnen het skorediagram is gelegen.

Figuur 6.3.4.

Konstruktie skorediagram: konstruktie van de raakpunten van de skorelijnen aan de (verlengde) x-as en van skoredlijn d.

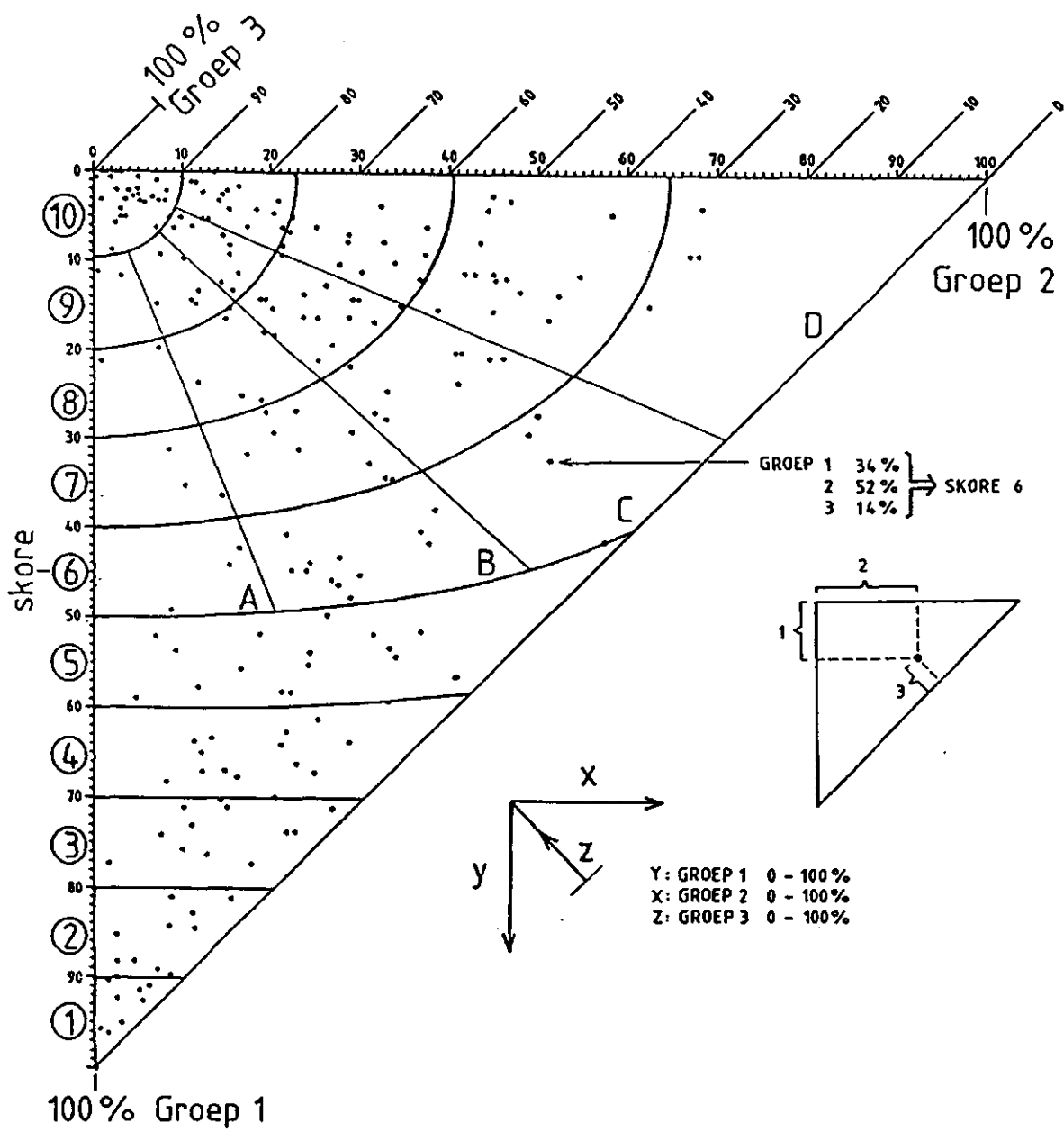


Met uitzondering van de skorelijnen a en b werden alle ellipsvormige skorelijnen in de hierboven gekonstrueerde raakpunten berekend. Derhalve is het mogelijk de kwaliteitsbeoordeling (aan de hand van de % verdeling van de diatomeeëngroepen onder de diatomeeënassociatie) te automatiseren. In hoofdstuk 6.2. is een volledig skorediagram opgenomen.

In bijlage G wordt een toelichting gegeven op het functioneren van het GTD-skorediagram.

Figuur 7.1.1.

De beoordeling van de resultaten uit het diatomistisch onderzoek met behulp van het GTD-skorediagram. (Voor toelichting zie hoofdstuk 3.1. en 7.1.).



7. BEOORDELING RESULTATEN DIATOMISTISCH ONDERZOEK MET BEHULP VAN HET GTD-SYSTEEM / TOETSING BEOORDELINGSRESULTATEN AAN HET SYSTEEM VAN LANGE-BERTALOT EN AAN EEN AANTAL CHEMISCHE GEGEVENS

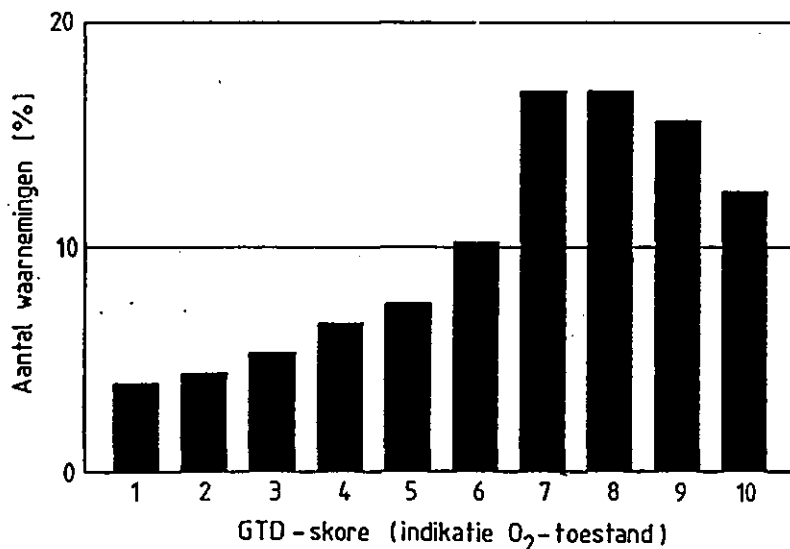
7.1. Beoordeling resultaten diatomistisch onderzoek met behulp van het GTD-systeem

In figuur 7.1.1. zijn de afzonderlijke resultaten uit het diatomistisch onderzoek in een GTD-scorediagram weergegeven: per bemonsteringspunt is het % aandeel van de drie diatomeeëngroepen in de diatomeeënnassociatie weergegeven. Tevens is hierin de in het GTD-systeem gehanteerde verdeelsleutel opgenomen.

In totaal werd, afhankelijk van de samenstelling van de aangetroffen diatomeeënnassociatie, 238 x een score 1-10 uit het GTD-skorediagram afgelezen. In figuur 7.1.2. is de procentuele verdeling van de waarnemingen over het scorespectrum in het GTD-systeem weergegeven.

Figuur 7.1.2.

De procentuele verdeling van de waarnemingen over het scorespektrum in het GTD-systeem.



Uit figuur 7.1.2. blijkt, dat score 7 en 8 relatief het meest worden vastgesteld (beide circa 17 %). Zowel naar score 10 als naar score 1 wordt een geleidelijke afname van het aantal waarnemingen vastgesteld. Score 1 tot en met 5 worden ieder in minder dan 10 % van het totaal

aantal waarnemingen bepaald. Het hier weergegeven resultaat wijkt aanzienlijk af van het resultaat dat met behulp van het systeem van Lange-Bertalot werd verkregen (zie figuur 4.1.2.): met behulp van het GTD-systeem wordt met name in het middengebied van de oppervlaktewaterkwaliteit (in termen van O_2 /vervuiling) een evenwichter verdeling van de waarnemingen over het kwaliteitsspektrum verkregen; bij gebruik van het systeem van Lange-Bertalot wordt de (midden)klasse III verhoudingsgewijs weinig vastgesteld.

Konklusie

Met behulp van het GTD-systeem wordt een meer evenwichtige verdeling van de waarnemingen over het kwaliteitsspektrum verkregen. Bij gebruik van het systeem van Lange-Bertalot wordt de (midden)klasse III slechts zelden vastgesteld. Dit resultaat correspondeert niet met de evenwichtige verdeling van de waarnemingen langs lijn G (zie figuur 3.2.) die een geleidelijke verandering van de oppervlaktewaterkwaliteit representeert.

7.2. Vergelijking van de met het systeem van Lange-Bertalot en het GTD-systeem verkregen beoordelingsresultaten

Door de GTD Oost-Brabant wordt in een groot aantal oppervlaktewateren routinematig het biochemisch zuurstofverbruik (BZV) van biologisch afbreekbare organische stof, het O_2 -gehalte en het NH_4 -N-gehalte bepaald. De resultaten uit dit onderzoek dienen ter vaststelling van de oppervlaktewaterkwaliteit naar chemische maatstaven. Dit gebeurt aan de hand van richtlijnen, die in het Indikatief Meerjaren Programma Water 1980-1984 zijn vastgelegd (zie bijlage C).

De BZV, het O_2 - en het NH_4 -N-gehalte zijn enkele van de parameters, die een rol spelen in de O_2 -huishouding van een oppervlaktewater (zie H. 5.2.).

In deze paragraaf wordt beoogd aan te geven dat de met behulp van het GTD-systeem verkregen beoordelingsresultaten beter bij de meetgegevens uit het fysisch-chemisch onderzoek aansluiten dan de resultaten verkregen met het systeem van Lange-Bertalot. Hierbij kan tot op zekere hoogte¹⁾ gebruik worden gemaakt van het in bijlage C voor de BZV, het O_2 - en het NH_4 -N-gehalte weergegeven puntenwaarderingssysteem. Afhankelijk van de meetresultaten voor bovengenoemde parameters worden minimaal drie punten (naar chemische maatstaven indikatief voor het hoogste

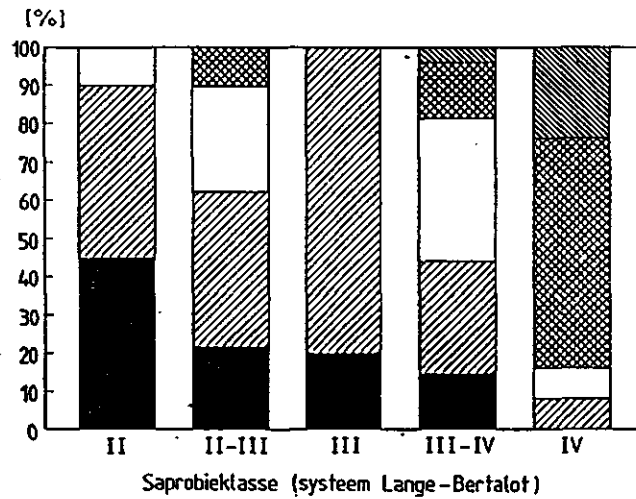
kwaliteitsnivo) en maximaal 15 punten (indikatief voor het laagste kwaliteitsnivo) geskoord. Ter onderscheiding van de kwaliteitsnivo's wordt de puntenwaardering (tot 11 punten) verdeeld in 4 gelijke trajecten met steeds 2 punten verschil²⁾. Worden 3.0 - 5.0 punten geskoord, dan indiceert dit met betrekking tot de zuurstoftoestand in een oppervlaktewater, het relatief beste kwaliteitsnivo. Worden meer dan 11 punten geskoord, dan duidt dit op het relatief slechtste kwaliteitsnivo.

- 1) In hoofdstuk 5.2. wordt gekonkludeerd, dat (bij een fysisch-chemische benadering) alleen een werkelijkheidsgetrouw beeld van de zuurstoftoestand in een oppervlaktewater kan worden verkregen door continue registratie van het O_2 -gehalte.
- 2) De hier voor het puntengemiddelde gehanteerde trajecten wijken af van de in het IMP-water 1980-1984, bij de beoordeling van de waterkwaliteit naar chemische maatstaven, gehanteerde trajecten. Overigens hanteert Lange-Bertalot in zijn systeem parametertrajecten voor het O_2 -gehalte en de BZV die afwijken van de in het IMP Water 1980-1984 voor deze parameters gedefinieerde trajecten (zie bijlage C.3.).

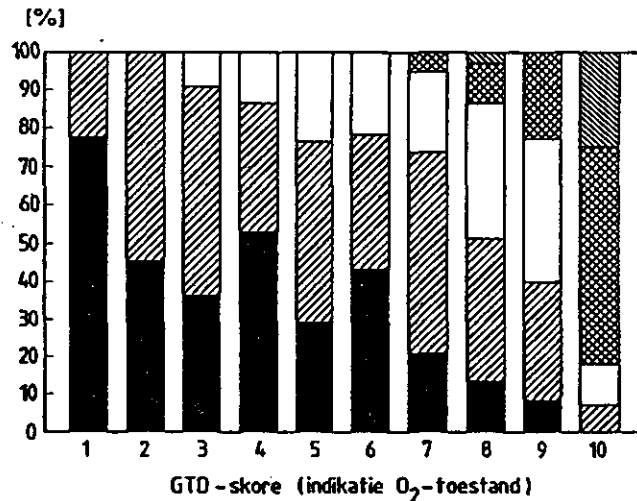
In figuur 7.2.1. en 7.2.2. zijn de puntenwaarderingsspektra weergegeven voor oppervlaktewateren waarvoor, na hydrobiologisch onderzoek, een gelijke klasse (systeem van Lange-Bertalot: figuur 7.2.1.) of een gelijke skore (GTD-systeem: figuur 7.2.2.) werd vastgesteld.

Bij de interpretatie van figuur 7.2.1. en 7.2.2. is nog het volgende van belang: per bemonsteringspunt zijn drie uit diatomistisch onderzoek verkregen (onderling vaak verschillende) kwaliteitsindicaties voorhanden tegen slechts één uit fysisch en chemisch onderzoek verkregen kwaliteitsindicatie (een puntengemiddelde over het zomerhalfjaar).

Figuur 7.2.1. De procentuele verdeling van meetpunten waarvoor eenzelfde saprobiëklasse (systeem: Lange-Bertalot) werd vastgesteld over 5 chemische waterkwaliteitsklassen.



Figuur 7.2.2. De procentuele verdeling van meetpunten waarvoor eenzelfde GTD-score werd vastgesteld over 5 chemische waterkwaliteitsklassen.



Puntenwaardering: BZV, O₂- en NH₄-N-gehalte

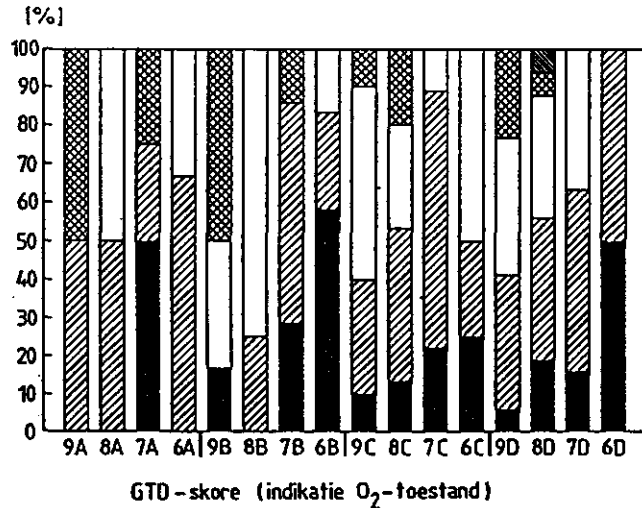
3.0 - 5.0 p.	indikatie
5.1 - 7.0 p.	verslechtering
7.1 - 9.0 p.	zuurstoftoestand
9.1 - 11.0 p.	(naar chemische
> 11 p.	maatstaven)

konklusies/bevindingen (bij figuur 7.2.1. en 7.2.2)

1. Het systeem van Lange-Bertalot voorziet niet in een geleidelijke overgang tussen het beste en slechtste kwaliteitsnivo (klasse II respektievelijk IV). Voor oppervlaktewateren die met een klasse II en II-III zijn beoordeeld wordt in 10 % respektievelijk 40 % van de waarnemingen een puntenwaardering > 7 bepaald. Voor de met (midden)-klasse III beoordeelde wateren blijkt de puntenwaardering steeds < 7.
2. Klasse II uit het systeem van Lange-Bertalot komt bij benadering overeen met skore 1 tot en met 5 in het GTD-systeem (vergelijk de skorevelden in figuur 4.1.1. en 6.2.). Voor oppervlaktewateren, die met een klasse II of skore 1 tot en met 5 zijn beoordeeld, werd een puntengemiddelde 3.0 - 9.0 punten bepaald. Het GTD-systeem verschaft in dit kwaliteitsgebied een meer genuanceerd kwaliteitsbeeld. Naarmate de kwaliteitsskore een slechtere zuurstoftoestand indiceert, neemt:
 - a. het aantal wateren waarvoor een puntengemiddelde 3.0 - 5.0 p. is bepaald af van 79 % tot 30 %;
 - b. het aantal wateren waarvoor een puntengemiddelde 7.1 - 9.0 p. is bepaald toe van 0 % (skore 1 en 2) tot 24 %.
3. Binnen klasse II-III uit het systeem van Lange-Bertalot worden in het GTD-systeem 4 kwaliteitsnivo's onderscheiden (geïndiceerd door skore 6, 7, 8, en 9). Gelet op de verdeling van puntenwaarderings-trajekten is dit reëel:
 - a. wateren die met het systeem van Lange-Bertalot met klasse II-III zijn beoordeeld kregen een puntenwaardering variërend tussen 3.0 - 5.0 p. (cirka 20 %) en 9.1 - 11.0 p. (cirka 10 %);
 - b. het aantal wateren waarvoor een puntengemiddelde 3.0 - 5.0 p. is bepaald neemt, naarmate de GTD-skore een relatief slechtere O_2 -status indiceert, af van 45 % (skore 6) tot 8 % (skore 9); op ditzelfde traject neemt het aantal wateren waarvoor een puntengemiddelde 9.0 - 11.0 p. is bepaald toe van 0 % tot 25 %.

In figuur 7.2.3. is figuur 7.2.2. gedetailleerd uitgewerkt: hierin zijn de puntenwaarderingspektra weergegeven voor oppervlaktewateren waarvoor een skore 6-9 met index A, B, C of D (=blokkenverdeling in het GTD-skorediagram: zie figuur 6.2.) werd verkregen

Figuur 7.2.3. De procentuele verdeling van meetpunten waarvoor eenzelfde GTD-score (6 - 9) en GTD-score-index (A - D) werd vastgesteld, over 5 chemische waterkwaliteitsklassen.



Puntenwaardering: BZV, O₂- en NH₄-N-gehalte

3.0 - 5.0 p.	indikatie
5.1 - 7.0 p.	verslechtering
7.1 - 9.0 p.	O ₂ -toestand
9.1 - 11.0 p.	(naar chemische
> 11 p.	maatstaven)

Bespreking figuur 7.2.3.

Uit figuur 7.2.3. blijkt voor geen van de met 6A - 6D beoordeelde oppervlaktewateren de puntenwaardering een gemiddelde van 9 punten te overschrijden. Dit is evenmin het geval in wateren waarvoor een GTD-score 7D en 7C is vastgesteld. In wateren beoordeeld met een score 7B en, meer nog, wateren beoordeeld met een score 7A blijkt de spreiding in het puntengemiddelde groter. Eenzelfde tendens wordt waargenomen voor oppervlaktewateren, die met een GTD score 9D → 9A werden beoordeeld (zie tabel 7.2.1.).

Tabel 7.2.1.

Procentuele verdeling van oppervlaktewateren met een GTD skore 7D → 7A en 9D → 9A over de 4 puntenwaarderingsstrajekten van chemische parameters (BZV, NH_4N , O_2).

puntenwaarde- ringstrajekt	GTD-skore							
	7D	7C	7B	7A	9D	9C	9B	9A
3.0 - 5.0	16	22	29	50	6	10	17	
5.1 - 7.0	47	67	57	25	35	30		50
7.1 - 9.0	37	11			35	50	33	
9.1 - 11.0			14	25	24	10	50	50

Uit tabel 7.2.1. blijkt, dat voor wateren die met een GTD skore 7D → 7A of 9D → 9A werden beoordeeld, een grotere spreiding in het puntengemiddelde en/of een minder evenwichtige verdeling hiervan over de punten-spektra wordt waargenomen. Met enige reserve (het aantal waarnemingen binnen enkele "blokken" is zeer gering) mag worden gekonkludeerd, dat index D → A duidt op een, naar chemische maatstaven, toenemende fluktuatie in de oppervlaktewaterkwaliteit (in termen van O_2 -gehalte/BZV).

Uit hoofdstuk 7.2. blijkt, dat de met behulp van het GTD-systeem verkregen uitspraak over de zuurstoftoestand van oppervlaktewateren een grotere realiteitswaarde heeft, dan de met behulp van het systeem van Lange-Bertalot verkregen uitspraak over de vervuilingstoestand in de betreffende wateren. Dit wordt aan de hand van onderstaande praktijk-voorbeelden nog eens bevestigd.

In het onderhavige onderzoek is een aantal met effluent van rioolwater-zuiveringsinrichting of ongezuiverd huishoudlijk afvalwater belaste oppervlaktewateren 3 x op diatomeeën bemonsterd. Dit zijn onder andere: het Peelkanaal (lozing Mill), de Ledeackerse beek (lozing Rijkevoort), de Poppelse en de Rovertse Leij op de grens met België, de Zandleij nabij Cromvoirt (effluent r.w.z.i. Tilburg-Noord) en de Teeffelensche Wetering (effluent r.w.z.i. Oijen). In voornoemde wateren wordt met behulp van het systeem van Lange-Bertalot per water twee tot drie maal een klasse II-III vastgesteld. Klasse II-III wordt ook regelmatig vastgesteld in oppervlaktewateren die slechts in geringe mate met biologisch afbreekbare organische stof zijn vervuild, zoals bijvoorbeeld de Peelrijt, de Astense Aa en de Bakelse Aa. Hieruit moet worden

gekonkludeerd, dat met behulp van het systeem van Lange-Bertalot een onvoldoende genuanceerd kwaliteitsbeeld wordt verkregen over oppervlaktewateren, die gering tot sterk belast zijn met organische stof. Het GTD-systeem geeft deze nuancering wel en geeft daarmee een meer realistische indruk, die in dit geval betrekking heeft op de zuurstof-toestand van deze wateren: met effluent of huishoudelijk afvalwater vervuilde wateren skoren in het GTD-systeem zelden 7 of lager; relatief schone wateren daarentegen skoren weinig 8 of hoger. De hiermee geïndiceerde verschillen in de zuurstoftoestand van betreffende wateren komen goed overeen met hetgeen, op grond van het O_2 -verbruik in betreffende wateren mag worden verwacht.

Eindkonklusie

Het systeem van Lange-Bertalot is niet geschikt voor de beoordeling van de vervuilingstoestand van Oost-Brabantse oppervlaktewateren. Het op basis van beschikbare gegevens ontwikkelde systeem ter karakterisering van de zuurstoftoestand met behulp van diatomeeën is een goed werkzaam systeem.

8. DE ZUURSTOFTOESTAND VAN OOST-BRABANTSE OPPERVLAKTWATEREN ZOALS BEPAALD MET HET GTD-SYSTEEM: 1984-1986

In de periode 1984-1986 is op 77 verschillende meetpunten, verspreid over het waterschap De Aa, De Dommel en De Maaskant, de samenstelling van de epifytische diatomeeënassociatie onderzocht. Met behulp van het GTD-systeem werd, per meetpunt, in het algemeen drie x per zomerhalfjaar (mei, juli en september) een indruk verkregen over de zuurstof-toestand. (Gegevens meetpunten en GTD-skores in bijlage J).

In figuur 8.1.-8.9. zijn naast een korte beschrijving de skores weergegeven op een wijze, die het mogelijk maakt de waterkwaliteit, zowel ruimtelijk als in de tijd te volgen. Gebruik wordt gemaakt van histogrammen waarin de GTD-skore wordt gepresenteerd door de lengte van een witte balk:

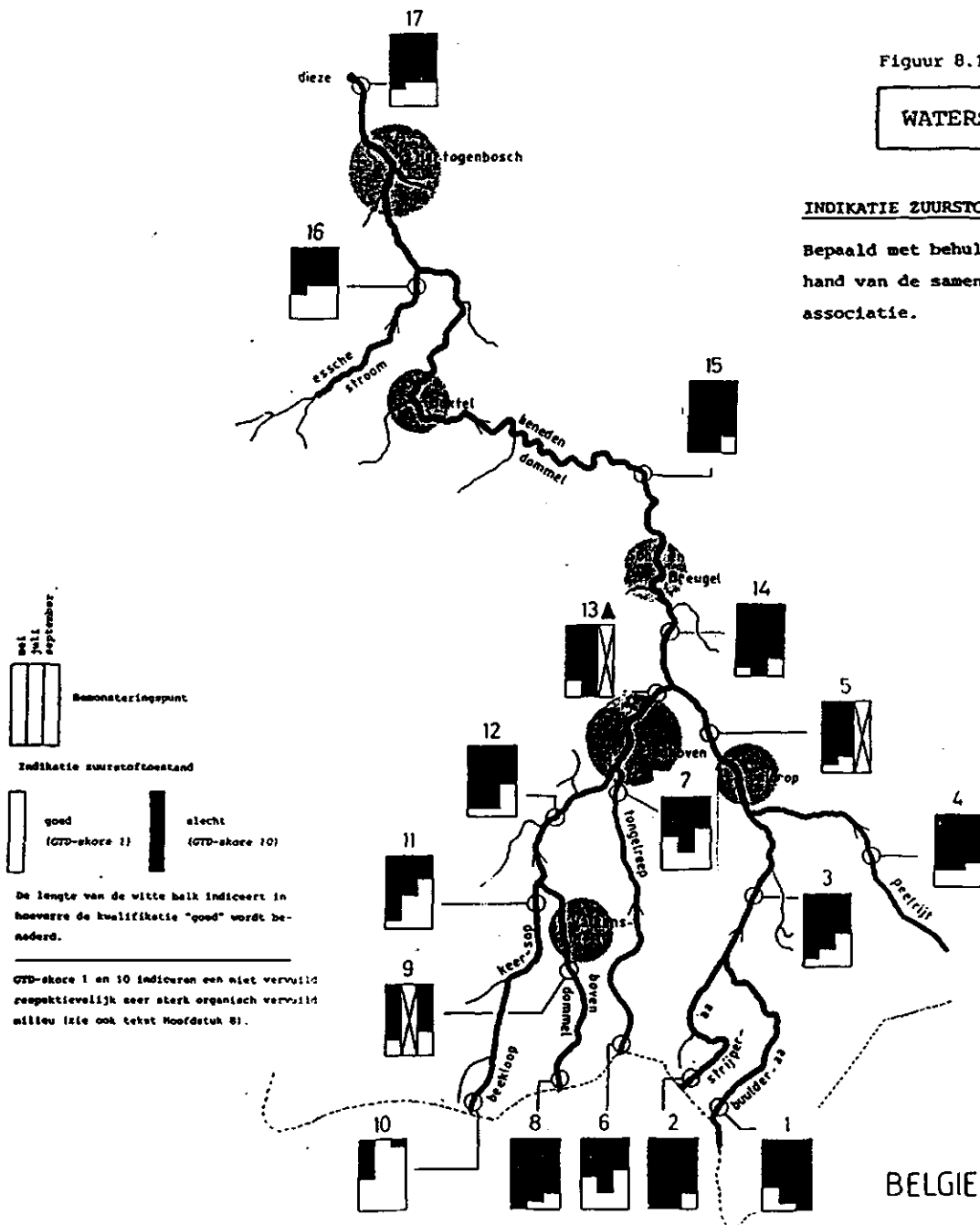
lengte witte balk minimaal (balk geheel zwart): de slechtste in het GTD-systeem te onderscheiden zuurstoftoestand (skore 10); dit duidt op een zeer hoge organische vervuiling c.q. O_2 -vraag.

lengte witte balk maximaal (zwart ontbreekt): de beste in het GTD-systeem te onderscheiden zuurstoftoestand (skore 1); dit duidt op een zeer geringe organische vervuiling.

Bij skore 1 en 10 bestaat een direkt verband tussen de zuurstoftoestand en organische vervuiling. Bij skore 2 - 9 bestaat geen eenduidig verband tussen de zuurstoftoestand en het gehalte aan organische stof (hoofdstuk 5). Dit is nog het minst het geval bij skore 5 en 6 welke als "het middengebied van de oppervlaktewaterkwaliteit" (in termen van de O_2 -huishouding) kunnen worden gekarakteriseerd. Eerder wordt een indruk verkregen over het water-ecosysteem in zijn structurele en procesmatige eigenschappen, waarin een groot aantal (a)biotische factoren een rol spelen. Om deze en andere redenen (zie ook hoofdstuk 5.2.) is het hanteren van parametergrenzen binnen het raamwerk van het GTD-systeem niet aan te bevelen. Beleidsoverwegingen bepalen uiteindelijk in hoeverre wordt voldaan aan de diverse gebruiksdoeleinden en functies van het betreffende water.

Toelichting bij figuur 8.1.

Aan de hand van het diatomistisch onderzoek werd een hoge mate van organische vervuiling vastgesteld in de vanaf Belgisch grondgebied belaste Strijper Aa (bemonsteringspunt 2), Buulder Aa (1) en Boven Dommel (8). De Beekloop (op de grens met België: punt 10) is blijkens de diatomeeëngegevens een schone beek. In de Keersop (11) varieerde de vervuiling vrij sterk: aan de hand van de diatomeeën werden indicaties verkregen dat gedurende het zomerhalfjaar zowel sprake is geweest van situaties met relatief weinig als situaties met zeer sterke vervuiling. In de Dommel tussen Eindhoven en Nijnsel (punt 13, 14 en 15) wordt regelmatig de slechtste in het GTD-systeem te onderscheiden zuurstof-toestand geïndiceerd. Oorzaken hiervoor zijn de effluentlozing van de r.w.z.i. Eindhoven en de rioolwateroverstorten van de stad Eindhoven.



Toelichting bij figuur 8.2.

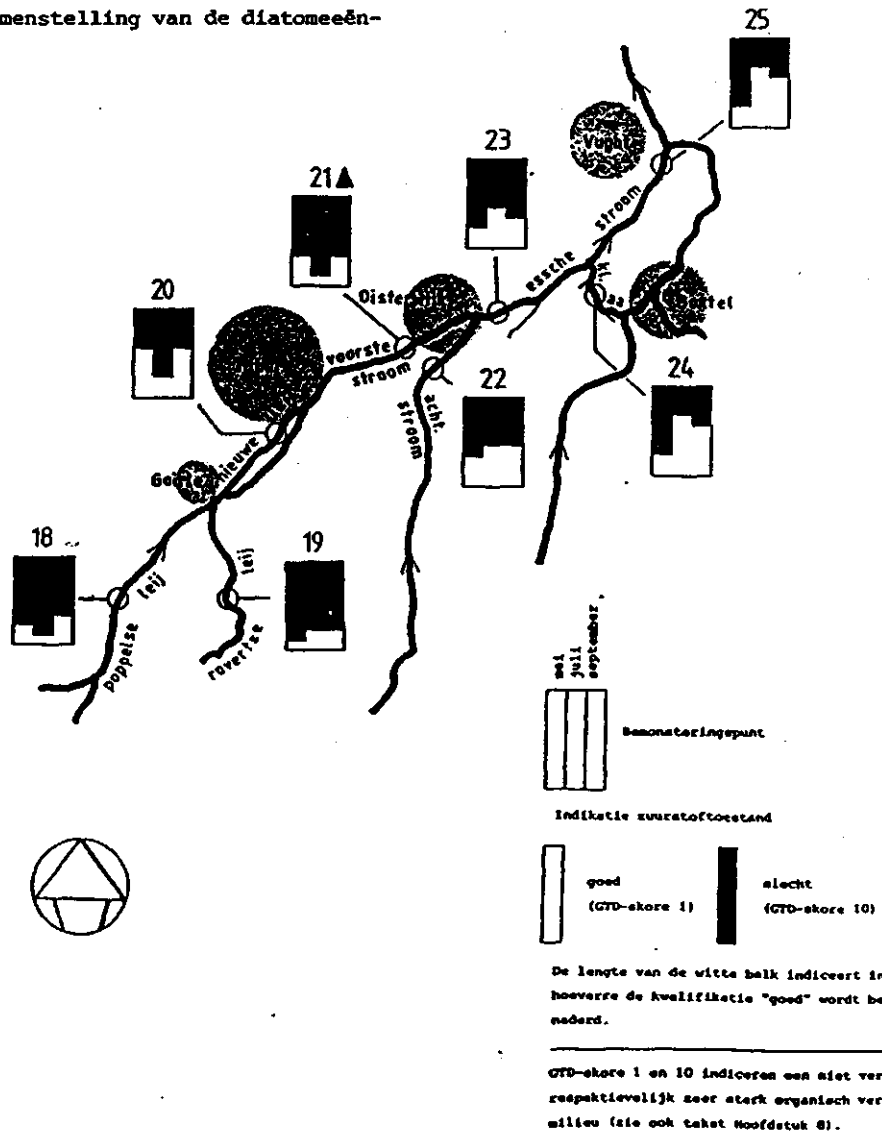
De zuurstoftoestand in de op Belgisch grondgebied belaste Rovertse Leij (19) en Poppelse Leij (18), zoals geïndiceerd door de diatomeeën, duidt op een vrij ernstige organische vervuiling. De zuurstoftoestand in de Voorste Stroom (21) is, onder invloed van de effluentlozing van de r.w.z.i. Tilburg-Oost, consistent slechter dan in de bovenstrooms daarvan gelegen Nieuwe Leij (20). Het kwaliteitsbeeld in de Kleine Aa (24) en, benedenstrooms daarvan, in de Esche Stroom (25) vertoont eenzelfde beeld.

Figuur 8.2

WATERSCHAP DE DOMMEL

INDIKATIE ZUURSTOFTOESTAND ZOMERHALFJAAR 1985

Bepaald met behulp van het GTD-systeem aan de hand van de samenstelling van de diatomeeën-associatie.



Toelichting bij figuur 8.3.

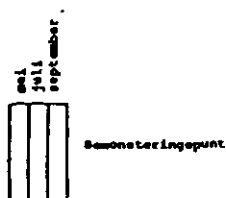
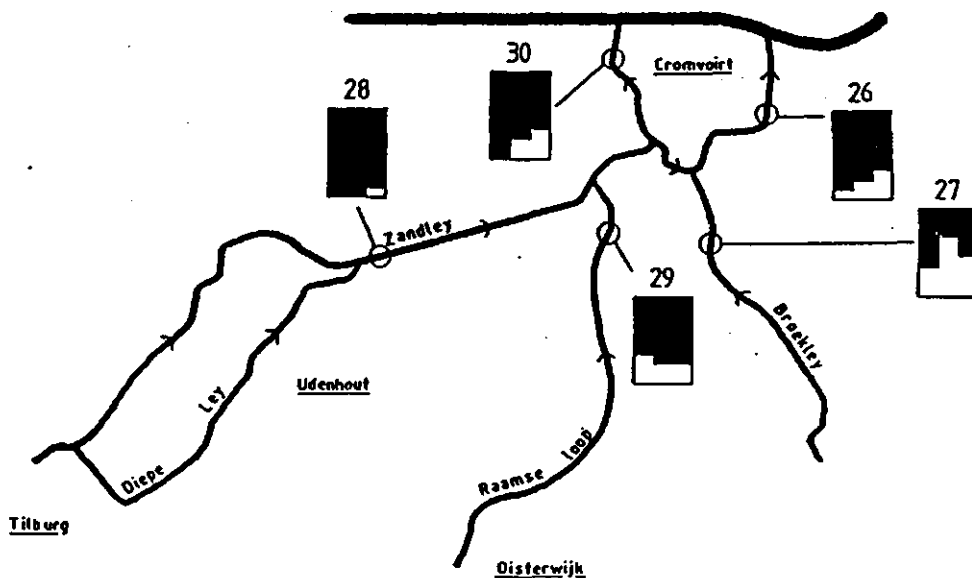
De samenstelling van de diatomeeënassociatie in de met effluent van de r.w.z.i. Tilburg-Noord belaste Zandleij (28), duidt op een zeer slechte zuurstoftoestand c.q. zeer ernstige organische vervuiling. Na samenvloeiing met de Raamse Loop, waarvoor een minder slechte kwaliteits-indikatie is verkregen, verbetert de zuurstoftoestand in de Zandleij enigszins. De zuurstoftoestand in de Broekleij, zoals geïndiceerd door de diatomeeën, verslechtert aanzienlijk na samenvloeiing met de Zandleij.

Figuur 8.3

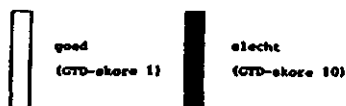
WATERSCHAP DE DOMMEL

INDIKATIE ZUURSTOFTOESTAND ZOMERHALFJAAR 1986

Bepaald met behulp van het GTD-systeem aan de hand van de samenstelling van de diatomeeën-associatie.



Indikatie zuurstoftoestand



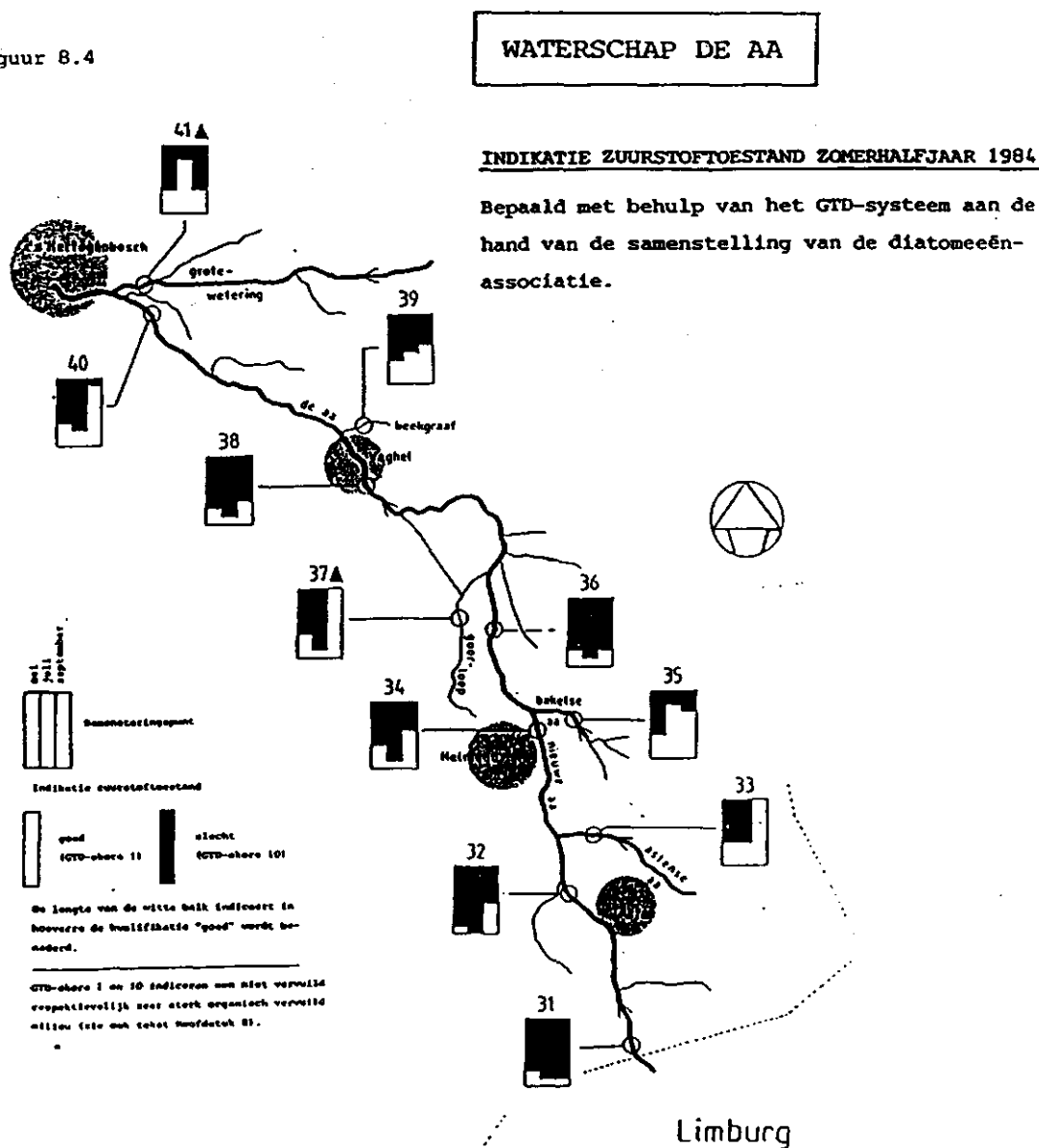
De lengte van de witte balk indiceert in hoeverre de kwalificatie "goed" wordt benaderd.

GTD-shore 1 en 10 indiceren een niet vervuild respectievelijk zeer sterk organisch vervuild milieu (zie ook tekst Hoofdstuk 8).

Toelichting bij figuur 8.4.

De rivier de Aa op de grens met België vertoonde, zoals geïndiceerd door de diatomeeën, het gehele zomerhalfjaar een beeld van ernstige vervuiling. Dit is in mei en juli eveneens het geval op het benedenstrooms daarvan gelegen meetpunt in de Aa (punt 32). In september blijkt de zuurstoftoestand op dit meetpunt aanzienlijk verbeterd. Een aanzienlijke kwaliteitsverbetering wordt in september ook waargenomen in de Astense Aa (33), de Goorloop (37) en de Aa voor samenvloeiing met de Grote Wetering (40) die dan als zeer schoon kunnen worden gekarakteriseerd. Na samenvloeiing met de Astense Aa verbetert de zuurstoftoestand in de hoofdrievier de Aa aanzienlijk (34). Deze kwaliteitsverbetering wordt grotendeels teniet gedaan door de effluentlozing van de r.w.z.i. Helmond; dit ondanks het feit dat ook vanuit de Bakelse Aa (35) relatief schoon water wordt aangevoerd.

Figuur 8.4



Toelichting bij figuur 8.5.

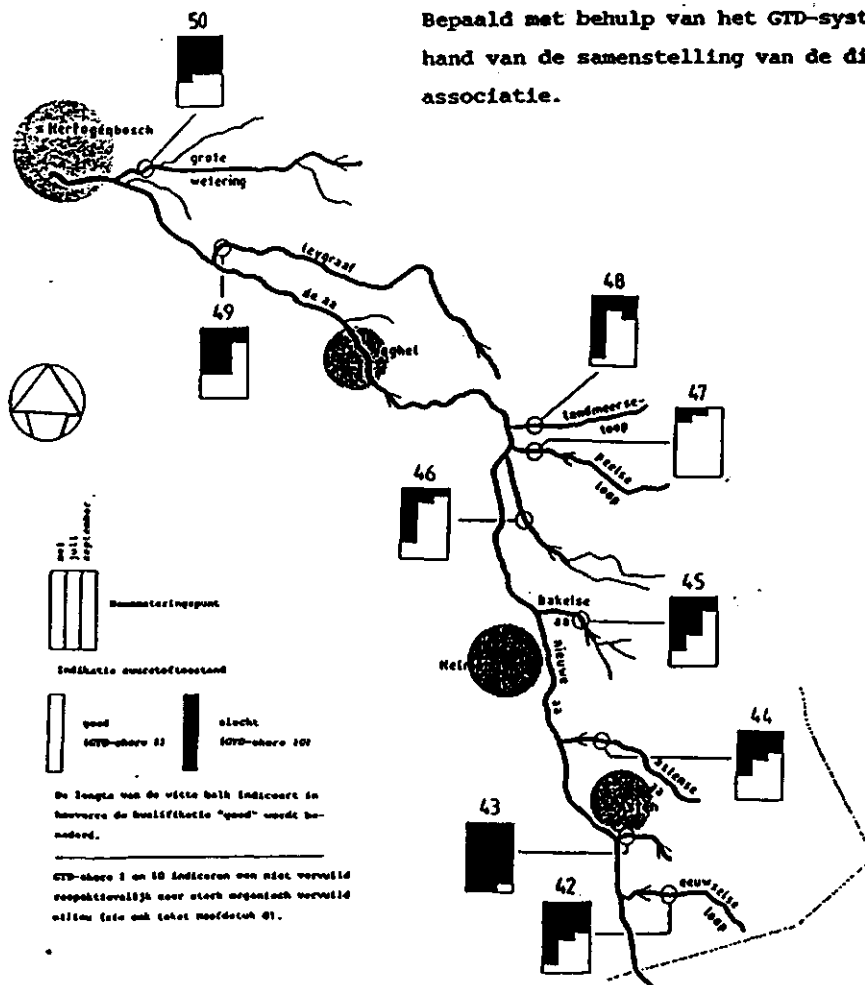
Uit het diatomistisch onderzoek blijkt dat de effluentlozing van de r.w.z.i. Asten een zeer slechte zuurstoftoestand in de Vordeldonkse Broekloop (43) tot gevolg heeft. Een goede zuurstoftoestand indiceert de diatomeeënassociatie gedurende het gehele zomerhalfjaar in de Peelse Loop (47). In mei wordt in de Landmeerse Loop (48) en de Snelle Loop (46) een relatief slechte kwaliteit bepaald. In juli en september blijkt de toestand van beide wateren aanzienlijk verbeterd. Eenzelfde kwaliteitsverloop is, hoewel minder geprononceerd, onder meer waarneembaar in de Bakelse Aa (45) en de Astense Aa (44). De Bakelse Aa, Astense Aa en de Grote Wetering werden in 1984 al op diatomeeën onderzocht. Bij twee van de drie metingen bestaat steeds een grote overeenkomst tussen de in 1984 en 1985 verkregen kwaliteitsindicaties, een op de drie metingen levert in 1985 een vrij grote kwaliteitsverbetering

Figuur 8.5

WATERSCHAP DE AA

INDIKATIE ZUURSTOFTOESTAND ZOMERHALFJAAR 1985

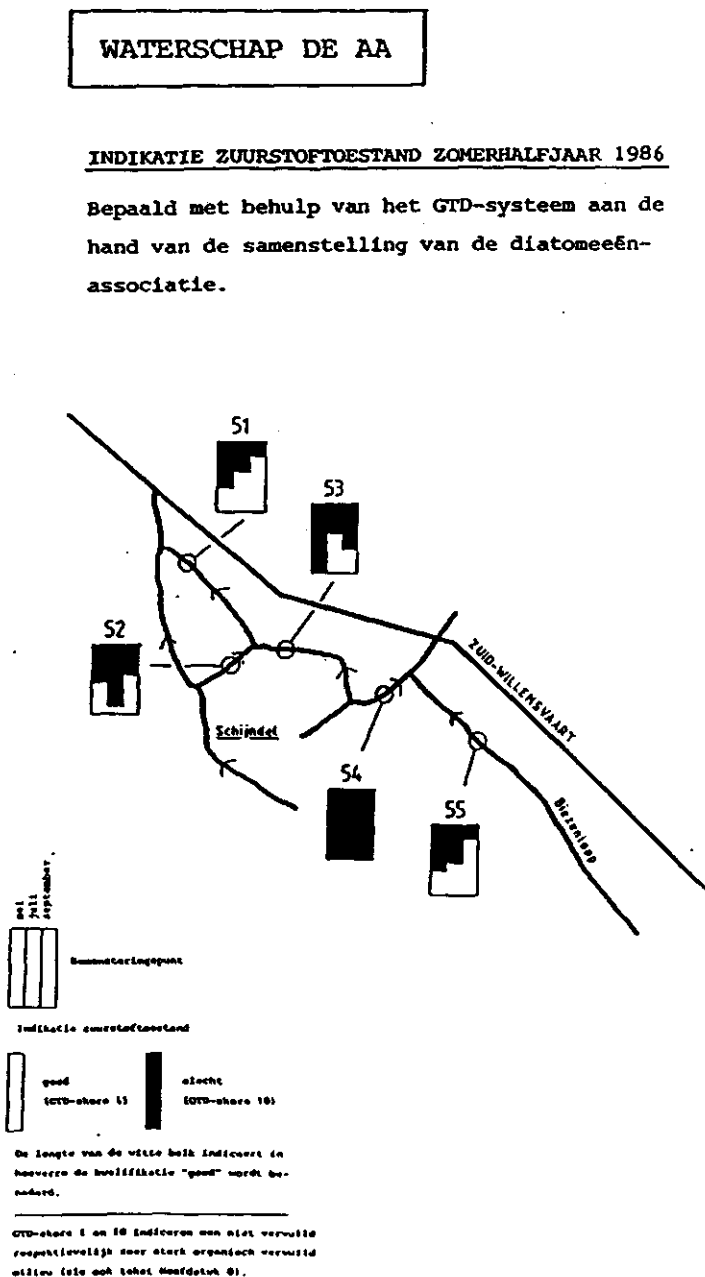
Bepaald met behulp van het GTD-systeem aan de hand van de samenstelling van de diatomeeën-associatie.



Toelichting bij figuur 8.6.

De met effluent van de r.w.z.i. Schijndel belaste Steegsche Loop (54) is, blijkens de gegevens uit het diatomistisch onderzoek, extreem vervuild met organische stof. In de overige onderzochte oppervlaktewateren blijkt de zuurstoftoestand, zoals geïndiceerd door de diatomeeën, gedurende het zomerhalfjaar aan grote schommelingen onderhevig. Naast een als "middelmatig" te karakteriseren zuurstoftoestand wordt in de Dungense Loop (52) en de Molenheidse Loop (53) een zeer slechte zuurstoftoestand (sterk organische vervuiling) vastgesteld. In de Biezenloop (55) en de Dungense Loop wordt met behulp van het GTD-systeem een "middelmatig" tot relatief goede zuurstoftoestand bepaald.

Figuur 8.6



Toelichting bij figuur 8.7.

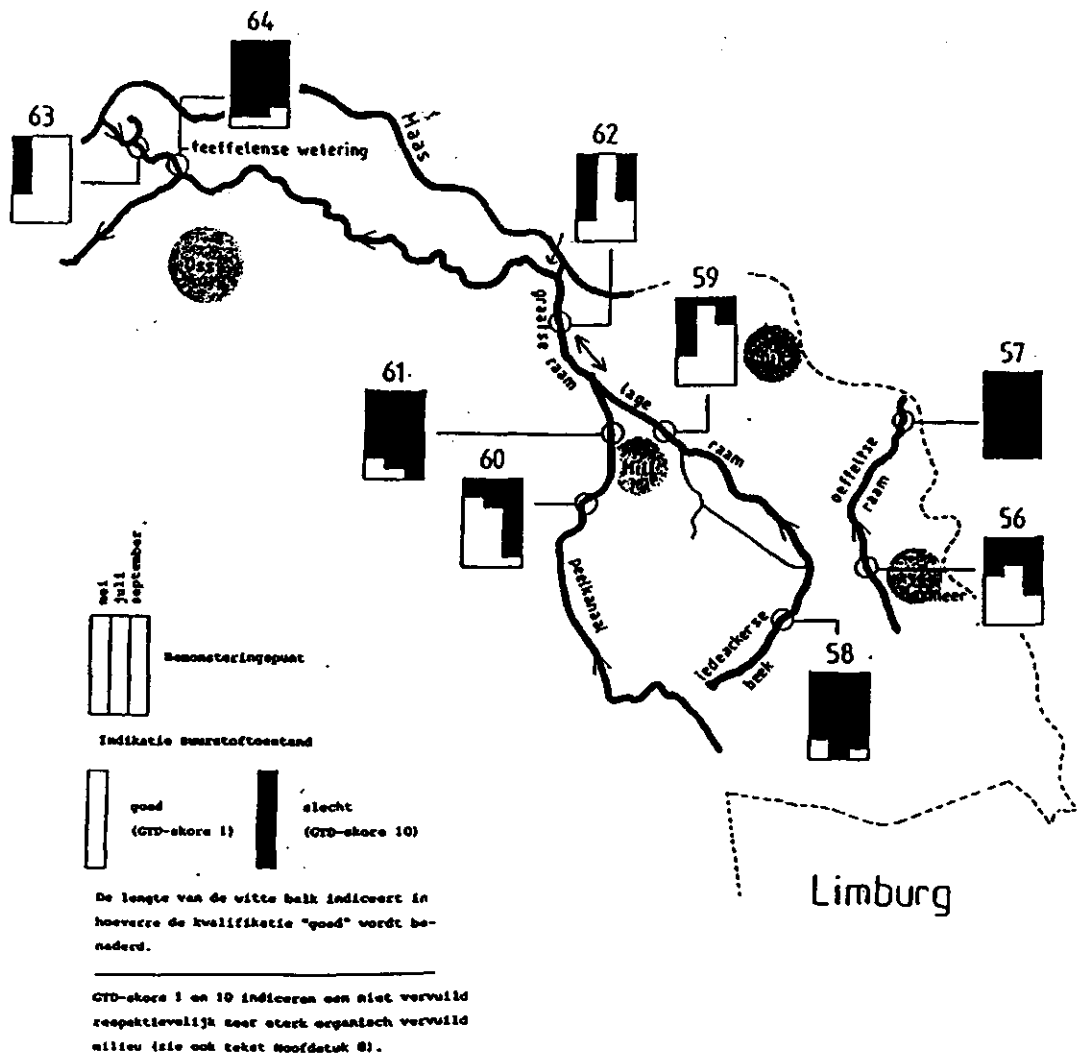
De door de diatomeeën geïndiceerde zuurstoftoestand in de Oeffeltse Raam neemt in 1984 in stroomafwaartse richting (56 57) onder invloed van de ongezuiverde lozing van een bedrijf in aanzienlijke mate af. Een aanzienlijke verslechtering van de oppervlaktewaterkwaliteit wordt ook waargenomen in het Peelkanaal (60 61: verantwoordelijk hiervoor is de (inmiddels gesaneerde) lozing van huishoudelijk afvalwater van Mill) en de Teeffelse Wetering (63 64).

Figuur 8.7

WATERSCHAP DE MAASKANT

INDIKATIE ZUURSTOFTOESTAND ZOMERHALFJAAR 1984

Bepaald met behulp van het GTD-systeem aan de hand van de samenstelling van de diatomeeën-associatie.



Toelichting bij figuur 8.8.

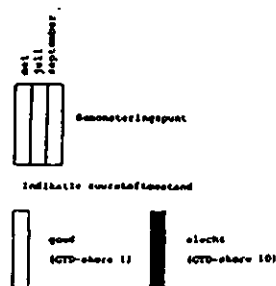
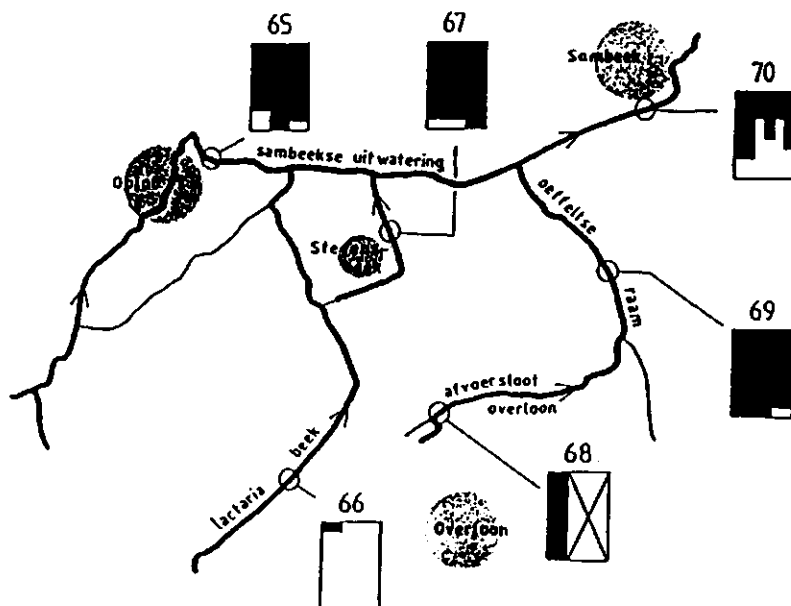
De met huishoudelijk afvalwater belaste afvoersloot van Overloon (68) is, bij afwezigheid van geschikt natuurlijk substraat, alleen in mei op diatomeeën onderzocht. Zowel voor de afvoersloot als de benedenstrooms daarvan gelegen Oeffeltse Raam (69) werd met behulp van het GTD-systeem een indicatie verkregen voor een zeer slechte waterkwaliteit (hoge O_2 -vraag door organische stof). Eenzelfde kwaliteitsbeeld werd vastgesteld in de Sambeekse Uitwatering (65) en de Lactaria Beek (67) die met huishoudelijk afvalwater van Oploo repektievelijk Stevensbeek zijn belast. Het meer bovenstrooms in de Lactaria Beek gelegen meetpunt (66) behoort tot de schoonste wateren in het beheersgebied. In de Sambeekse Uitwatering nabij Sambeek (70) is in juli en september een massale ontwikkeling van (groene) draadalgen vastgesteld. Er werd plantenmateriaal verzameld met en zonder aangroei van draadalgen. De diatomeeën in het algen/plantenmonster indiceerden steeds een relatief slechtere zuurstoftoestand. Ondanks alles bleek de zuurstoftoestand op dit punt aanmerkelijk verbeterd ten opzichte van de bovenstrooms hiervan gelegen meetpunten.

Figuur 8.8

WATERSCHAP DE MAASKANT

INDIKATIE ZUURSTOFTOESTAND ZOMERHALFJAAR 1985

Bepaald met behulp van het GTD-systeem aan de hand van de samenstelling van de diatomeeën-associatie.



De lengte van de witte balk indiceert in hoeverre de kwaliteitsklasse "goed" wordt benaderd.

GTG-score 1 en 10 indiceren een niet vervuld respectievelijk zeer sterk onvoldoende vervuld milieu (zie ook tabel Hoofdstuk 8).

Toelichting bij figuur 8.9.

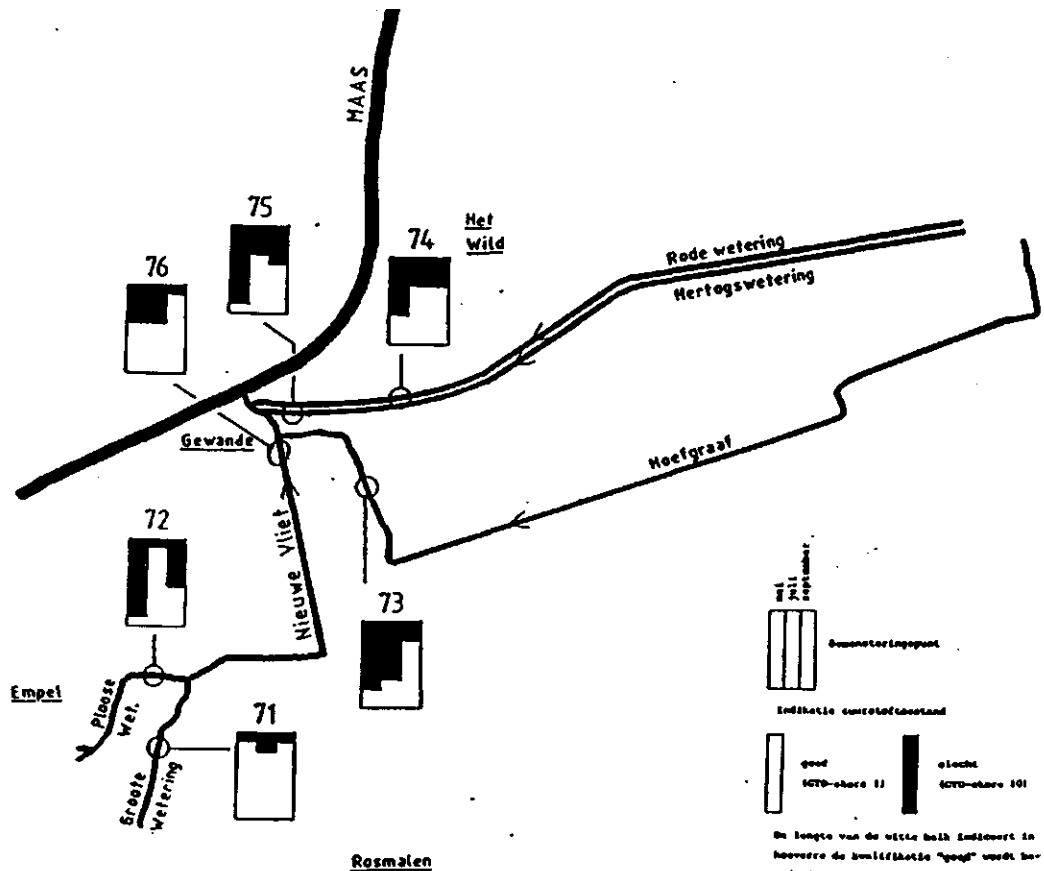
De door de diatomeeën in de Groote Wetering (71) geïndiceerde zuurstof-toestand duidt consistent op een geringe organische vervuiling. In de Ploose Wetering (72), de Hoefgraaf (73) en de Hertogswetering (75) varieerde de zuurstoftoestand aanzienlijk: aan de hand van de diatomeeën werden indicaties verkregen dat gedurende het zomerhalfjaar zowel sprake is geweest van situaties met zeer weinig vervuiling als situaties met zeer sterke vervuiling. In de Nieuwe Vliet (76) en de Rode Wetering (74) wordt, gemiddeld over het zomerhalfjaar, een vrij goede zuurstoftoestand geïndiceerd.

Figuur 8.9

WATERSCHAP DE MAASKANT

INDIKATIE ZUURSTOFTOESTAND ZOMERHALFJAAR 1986

Bepaald met behulp van het GTD-systeem aan de hand van de samenstelling van de diatomeeën-associatie.



Literatuur

- Brown, S-D. en Austin, A.P., 1973, *Hydrobiologia*, vol. 43, 3-4, pag. 333-356. Diatom Succession and Interaction in Littoral Periphyton and Plankton.
- Coste, M. and M. Richard, 1981. *Proc. 6th Symp. on recent and fossil diatoms (Budapest, 1980)*: 191 - 201. Koeltz, Koenigstein.
On some interesting finely striated Nitzschiae observed under light and electron microscopes. Systematic and ecological aspects.
- Dam, H. VAN en Kooyman, H., 1982, *Acta. Bot. Neerl.* 31 (1/2), p. 1-4.
A new Diatom from Dutch Moorland Pools: *Navicula Heimannii* (Bacillariophyceae).
- Foged N., 1974, *Bibliotheca Phycologica* 15: 1-118 (Cramer, Vaduz).
Freshwater diatoms in Ireland.
- Foged, N., 1977, *Bibliotheca Phycologica* 34: 1-221 (Cramer, Vaduz).
Freshwater diatoms in Ireland.
- Germain, H., 1981. Boubée, Paris, 444 p.
Flore des Diatomées. Eaux douces et saumâtres de Massif Armoricain et des contrées voisines d'Europe occidentale.
- Hellebust, J.A. en Lewin, J., 1977, In: Ed. Werner, D. *The Biol. of Diatoms*, Oxford: Blackwell, p.169-197, Heterotrophic Nutrition.
- Huber - Pestalozzi, G., 1942, (Thienemann, A), Band XVI, T.2, h.2, *Das Phytoplankton des Süßwassers*. (Nadruk 1975), Die Binnengewässer.
- Hustedt, F., 1930, Heft 10. *Bacillariophyta (Diatomeae)*, zweite Auflage. Fischer, Jena 466 pp.
(Reprint 1976, Koeltz, Koenigstein), Die Süßwasserflora Mitteleuropas.
- Hustedt, F., 1959, Band VII, Teil 2, (Reprint 1977, K. Koenigstein), 845p.,
Die Kieselalgen Deutschlands Österreichs und der Schweiz, Kryptogamen-flora von Deutschland, Österreich und der Schweiz.
- Jørgensen, E.G., 1977, In: Ed. Werner, D. *The biology of Diatoms*, Oxford: Blackwell, p. 150 - 167. Photosynthesis.
- Klapwijk, S.P., 1982, *Hoogheemraadschap van Rijnland*.
Hydrobiologisch onderzoek naar de uitwerking van het waterkwaliteitsklassensysteem van Caspers en Kerbe voor grote wateren in Zuid-Holland.
- Knudson, B.M., 1952, 1. taxonomy and morphology *Ann. Bot., N.S.* 16: 421 - 440.
The diatom genus *Tabellaria*.
- Kobayasi H. en Mayama S., 1982, *Jap. J. Phycol.* (Sōrui) 30: 188 - 196.
Most pollution-tolerant diatoms of severely polluted rivers in the Vicinity of Tokyo.
- Krammer, K., 1980, *Bacillaria*, Vol 3, p. 197 - 225 (Cramer, Braunschweig).
Morphologic and Taxonomic Investigations of Some Freshwater Species of the Diatom Genus *Amphora* Ehr.
- Krammer, K., 1982, *Micromorphology of Diatom Valves*, 11: 1 - 298.
Valve morphology in the genus *Cymbella* C.A. Agardh.
- Krammer, K. en Lange-Bertalot, H., 1985, *Bibliotheca Diatomologica* Band 9, 230 p (Cramer, Berlin/Stuttgart), *Naviculaceae*.
Neue und wenig bekannte Taxa, neue Kombinationen und Synonymie sowie Bemerkungen zu einigen Gattungen.
- Krammer, K. en Lange-Bertalot, H., 1986, *Süßwasserflora von Mitteleuropa. Bacillariophyceae*; 1. Teil: Band 2/1; Fischer, Stuttgart, 876 p.
Naviculaceae.
- Lange-Bertalot, H., 1976, *Nova Hedwigia* 28: 253 - 286.
Eine revision zur Taxonomie der Nitzschiae *Lanceolatae* Grunow. Die "klassischen" bis 1930 beschriebenen Süßwasserarten Europas.
- Lange-Bertalot, H. en K. Bonik, 1976, *Arch. Hydrobiol./Suppl.* 49: 303 - 332.
Massenentwicklung bisher seltener und unbekannter Diatomeen als Indikator starker Abwasserbelastung in Flüssen.
- Lange-Bertalot, H., 1978, *Arch. Hydrobiol./Suppl.* 51, *Algol. studies* 21, 393-427,
Diatomeen-Differentialarten anstelle von Leitformen: ein geeigneteres Kriterium der Gewässerbelastung.
- Lange-Bertalot, H., 1978, *Nova Hedwigia* 30: 635 - 652.
Zur systematik, Taxonomie und Ökologie des abwasserspezifisch wichtigen Formenkreises um "*Nitzschia thermalis*".
- Lange-Bertalot, H. en R. Simonsen, 1978, *Bacillaria* 1: 11-111.
A taxonomic revision of the Nitzschiae *lanceolatae* Grunow 2. European and related extra-european fresh water and brackish water taxa.
- Lange-Bertalot, H., 1979, *Simonsenia, Bacillaria* 2: 127 - 136.
A new genus with morphology intermediate between *Nitzschia* and *Surirella*.
- Lange-Bertalot, H., 1979, *Arch. Hydrobiol./Suppl.* 56: 184-219
Toleranzgrenzen und Populationsdynamik benthischer Diatomeen bei unterschiedlich starker Abwasserbelastung
- Lange-Bertalot, H., 1979, *Nova Hedwigia, Beiheft* 64, 285 - 304.
Pollution Tolerance of Diatoms as a Criterion for Water Quality Estimation.
- Lange-Bertalot, H. en Lorbach, K.D., 1979, *Arch. Hydrobiol.*, 87-3, p. 347 - 363.
Die Diatomeenbesiedelung des Rheins in Abhängigkeit von der Abwasserbelastung.
- Lange-Bertalot, H., 1980, *Bacillaria* 3: 41 - 77.
New species, combinations and synonyms in the genus *Nitzschia*.
- Lange-Bertalot, H., 1980, *Bot. Notiser*, 133: 585 - 594.
Ein Beitrag zur revision der Gattungen *Rhoicosphenia* Grun. *Gomphonema* C. Ag., *Gomphonema* Cl.
- Lange-Bertalot, H., 1980, Die Formenkreise um *Navicula lanceolata*, N. *viridula*, N. *Cari*. *Cryptogamie: Algologie* 1: 29-50.
Zur taxonomischen revision einiger ökologisch wichtiger "*Naviculaceae lineolatae*" Cleve.
- Lange-Bertalot, H., 1980, *Hedwigia* 33: 723 - 787.
Zur systematische Bewertung der bandförmigen Kolonien bei *Navicula* und *Fragilaria*.
Kriterien für die Vereinigung von *Synedra* (subgen. *Synedra*) Ehrenberg mit *Fragilaria* Lyngbye. *Nova*
- Lange-Bertalot, H. en M. Ruppel, 1980, *Arch. Hydrobiol./Suppl.* 60: 1 - 31.
Zur Revision taxonomisch problematischer, ökologisch jedoch wichtiger Sippen der Gattung *Achnanthes* Bory.
- Lange-Bertalot, H., 1981, *Cour.Forsch.-Inst. Senckenberg*, 41, p. 97 - 110 (Frankfurt am Main).
Kieselalgen als Indikatoren der Gewässerqualität. Ins besondere bei hoher kommunaler und Industrieller Belastung im Main und Rhein.
- Lange-Bertalot, H. und Rumrich, U., 1981, *Proc. 6th Symp. on recent and fossil diatoms (Budapest, 1980)*: 135 - 153.
The taxonomic identity of some ecologically important small *Naviculaceae*.
- Müller-Haeckel, A en Hakansson, H., 1978, *Arch. Hydrobiol.*, 84 - 2: 199 - 216.
The Diatomflora of a small stream near Abisko (Swedish Lapland) and its annual periodicity, judged by drift and colonization.

Nörpel, M (Frankfurt).

Afbeeldingen van Eunotia-soorten uit een dissertatie in voorbereiding.

Patrick, R. en Reimer, C.W., 1966. Monogr. 13, Academy of Natural Sciences Philadelphia, I: 688 p.

The diatoms of the United States, exclusive of Alaska and Hawaii.

Patrick, R. en Reimer, C.W., 1975, II (1): 213 p. Monogr. 13, Academy of Natural Sciences, Philadelphia.

The diatoms of the United States, exclusive of Alaska and Hawaii,

Patrick, R., 1977, In Ed. Werner. D. The biology of Diatoms, Oxford: Blackwell, pp 284 - 332.

Ecologie of freshwater diatoms and diatom communities.

Reichardt, E., 1984, Bibliotheca Diatomologica, Band 6, 169 p. (Cramer, Vaduz).

Die Diatomeen der Altmühl (Beiträge zur Diatomeenflora der Altmühl 2).

Reichardt, E., 1985, Ber. Bayer. Bot. Ges., 56, p. 167 - 187.

Diatomeen an feuchten Felsen des Südlichen Frankenjuras.

Ruppel, M. en Lange-Bertalot, H., 1977, Natur u. Museum (Frankfurt a.M.) 107: 157 - 164.

Kieselalgen-Neufunde als wichtigen Bioindikatoren im Abwasser von Frankfurt am Main.

Schimanski, H., 1973, Nova Hedwigia 24: 237-335

Beitrag zur Diatomeenflora von Erlangen.

Schimanski, H., 1978, Nova Hedwigia 30: 557-633.

Beitrag zur Diatomeenflora des Frankenwaldes.

Werff, A. VAN DER and A. Huls, 1957 - 1974, 10 loose-leaf issues, published by the first author. Abcoude -

De Hoef (Reprint 1976, Koeltz, Koenigstein).

Diatomeeënflora van Nederland.

Bijlagen

DE SAMENSTELLING VAN DE DIATOMEËENASSOCIATIE IN RELATIE TOT DE MATE VAN ORGANISCHE VERVUILING

1. Algemeen

Diatomeeën komen in elk watertype voor. Zelfs in sterk vervuilde oppervlaktewateren waar hogere waterplanten, vissen en vele andere organismen niet meer kunnen leven, treft men vitale diatomeeënpopulaties aan. Men treft diatomeeën aan in het plankton en op zeer uiteenlopend substraat (hogere planten, stenen, beschoeiing en dergelijke). Op taxonomisch en ekologisch gebied is zeer veel onderzoek aan deze groep van organismen verricht. De samenstelling van de diatomeeënassociatie wordt bepaald door diverse fysische en chemische grootheden in het betreffende milieu. Het voorkomen van bepaalde soorten wordt bepaald door een combinatie van deze factoren. Een van die grootheden is de saprobiegraad: de hoeveelheid organisch materiaal beïnvloedt de O_2 -huishouding in een oppervlaktewater daar bij biologische afbraakprocessen zuurstof wordt verbruikt. In geval van een wisselende organische vervuiling past de diatomeeënassociatie zich aan iedere verandering aan, hetgeen tot uitdrukking komt in verschuivingen binnen het soortenspektrum.

Op de relatie saprobie/samenstelling diatomeeënassociatie is een aantal methoden ter beoordeling van de saprobietoestand van een oppervlaktewater gebaseerd. Vaak betreffen dit systemen (o.a. Sládeček) waarbij aan een organisme een bepaalde indikatorwaarde (affiniteit ten opzichte van een bepaald saprobienivo) wordt toegekend. In het algemeen worden daarbij 5 saprobieklassen onderscheiden die onder meer kunnen worden omschreven naar termen van bio-aktiviteit, de O_2 -huishouding en naar waarnemingen voor het O_2 -gehalte en het biochemisch zuurstofverbruik (BZV).

2. Het systeem van Lange-Bertalot

Naar aanleiding van resultaten uit een onderzoek in de Main (1973 - 1976) en de Rijn (1974 - 1977) konkludeert Lange-Bertalot (1979), dat wanneer aan diatomeeën indikatorwaarden voor een bepaald saprobienivo worden toegekend deze niet geschikt zijn voor de vaststelling van de biologische waterkwaliteit. Lange-Bertalot baseert deze konklusie op het feit dat diverse diatomeeënsoorten - zonder dat er sprake is van optimale groei - kunnen voorkomen van gering tot in sterk vervuild oppervlaktewater. Hij vindt het dan niet terecht aan deze organismen

een indikatorwaarde (affiniteit) voor één bepaald saprobienivo toe te kennen. Relevant acht Lange-Bertalot echter wel - en hierop baseerde hij het in het onderhavige onderzoek getoetste systeem - dat bepaalde diatomeeënsoorten een bepaald vervuilingsnivo niet of nauwelijks meer tolereren en, in vergelijking met meer resistente soorten, niet of nauwelijks worden aangetroffen. Lange-Bertalot onderzocht de tolerantiegrenzen van een 100-tal algemeen in Europese (en niet-Europese) rivieren voorkomende soorten en bracht deze onder in drie groepen met onderling verschillende tolerantie ten opzichte van organische vervuiling: groep 1, 2 en 3 respectievelijk gevoelig, minder tolerant en tolerant ten opzichte van organische vervuiling (zie ook bijlage A: paragraaf 3). Na verdeling van de in een monster aangetroffen diatomeeënsoorten over de drie tolerantiegroepen wordt aan de hand van de verkregen procentuele verdeling door middel van een cijfermatige verdeelsleutel (bijlage B) een indicatie verkregen over de mate van organische verontreiniging in het betreffende oppervlaktewater. Lange-Bertalot onderscheidt in zijn systeem 5 saprobieklassen (naar toenemende vervuiling: II, II-III, III, III-IV en IV). De omschrijving van de diverse saprobienivo's en de bijbehorende trajekten voor de BZV en het O_2 -gehalte zijn door Lange-Bertalot ontleend aan Hamm (1969) (zie bijlage C.1).

3. Groepenindeling van diatomeeënsoorten naar tolerantie voor het gehalte aan (biologisch afbreekbare) organische stof in oppervlaktewateren volgens Lange-Bertalot (Krammer en Lange-Bertalot 1986)

Groep 3: diatomeeënsoorten die tot in een polysaproob milieu (doch niet alleen hier) onverminderd vitaal zijn. De meeste in deze groep opgenomen soorten zijn waarschijnlijk saprophiel (nader onderzoek vereist: Lange-Bertalot). Een aantal soorten wordt nog relatief abundant in oligosaprobe/katharobe kwel- en bergbeken aangetroffen (onder andere *Navicula subminuscula* en *Nitzschia palea* var. *debilis*). Binnen groep 3 is een fijnere verdeling naar tolerantie mogelijk (Lange Bertalot, 1986).

Soortensamenstelling groep 3

Achnanthes minutissima var. *saprophila* ⁽¹⁾, *Amphora veneta*, *Fragilaria ulna* var. *ulna*, *Gomphonema parvulum*, *Navicula accomoda*, *N. atomus* var. *atomus* en var. *permitis*, *N. goeppertiana*, *N. minima*, (zelden) *N. minuscula* var. *muralis*, *N. minusculoides*, *N. saprophila*, *N. seminulum*, *N. subminuscula*, *N. veneta*, (zelden) *Nitzschia angusteforaminata*, *N. communis*, *N. gandersheimiensis*, *N. palea*, *N. umbonata* (ook *Navicula molestiformis*/syn. *N. Twymaniana*: Lange-Bertalot, 1979).

In het GTD-systeem wordt aan vertegenwoordigers uit groep 3 affiniteit voor een milieu met een "slechte" zuurstoftoestand toegekend (zie bijlage D).

Groep 2: minder vervuilingstolerante diatomeeënsoorten die tot in een α -mesosaproob milieu onverminderd vitaal zijn en waarvan de vitaliteit in een α -mesosaproob/polysaproob milieu reeds wordt geremd.

(1) Een in 1980 door Kobayasi en Mayama omschreven variëteit. Lange-Bertalot stelt, dat het hier een aerophile diatomee betreft (1986). De soort is in groep 1 (!) opgenomen. Ondanks elektronenmikroskopisch onderzoek kon tot op heden niet worden vastgesteld wanneer de soort of de variëteit in een monster aanwezig was (zie ook bijlage E).

Soortensamenstelling groep 2:

Achnantes lanceolata, *Cymbella silesiaca*, *Fragilaria capucina* var. *vaucheriae*, *F. pulchella*, *Melosira varians*, *Navicula gregaria*, *N. halophila*, *N. trivialis*, *Nitzschia amphibia*, *N. filiformis*, *N. hungarica*, *N. paleacea*, *N. supralitorea*, en de aan *Surirella ovalis*, *S. angusta* en *S. ovata* verwante soorten (ook *Frustulia vulgaris*: Lange-Bertalot, 1979 en *Cymbella ventricosa*: Lange-Bertalot, 1978).

minder talrijk worden vaak aangetroffen:

Achnanthes hungarica, *Anomoeoneis spaerophora*, *Caloneis amphisbaena*, *Fragilaria parasitica*, *F. ulna* var. *acus*, *Gomphonema pseudoaugur*, *Navicula capitata*, *N. cincta*, *N. cuspidata*, *N. lacunolaciniata*, *N. menisculus*, *N. pupula*, *N. pygmaea*, *Nitzschia acicularis*, *N. apiculata*, *N. clausii*, *N. levidensis*, *N. microcephala*, *N. pusilla*, *N. sigma*, *N. tryblionella*.

kritische beschouwing vereist nog de tolerantie van:

Cymatopleura librile, *Diatoma tenue*, *Fragilaria capucina* var. *capucina* ⁽²⁾, *F. fasciculata*, *Navicula arvensis*, *Pinnularia gibba* ⁽³⁾, *P. microstauron* var. *brebissoni*, *Nitzschia archibaldii* ⁽⁴⁾ en de moeilijk te definiëren aan *Navicula cryptocephala* verwante taxa ⁽⁵⁾.

Navicula lanceolata (in het koelere jaargetijde, in oligo- en β - mesosaprobe wateren, deels de plaats innemend van voornamelijk vervuilingsgevoelige soorten) wordt bij massale ontwikkeling ook in α - mesosaprobe milieu's aangetroffen. Een indeling van *N. lanceolata* in enige tolerantiegroep is derhalve niet raadzaam.

- (2) Bij de in het onderhavige onderzoek gehanteerde groepenindeling in groep 1 ondergebracht (overeenkomstig de opgave in Lange-Bertalot, 1979)
- (3) In groep 2 (Lange Bertalot, 1979)
- (4) In groep 1 (Ekothiek VAN Dam).
- (5) Kobayasi en Mayami (1982) plaatsen *Navicula cryptocephala* in de vervuilingsgevoelige groep diatomeeën. Gesteld wordt dat dit overeenkomstig de indeling van Lange-Bertalot is. Laatstgenoemde geeft echter aan dat de vervuilingstolerantie van *N. cryptocephala* nog kritisch onderzoek behoeft

(Krammer en Lange-Bertalot, 1986). In het onderhavige onderzoek is *N. cryptocephala* ingedeeld in groep 2; overeenkomstig de opgave in de ecotheek van VAN Dam (1983).

Groep 1: Vervuulingsgevoelige diatomeeënsoorten die niet vitaal worden agetroffen beneden het door klasse II-III door Lange-Bertalot als "kritisch" omschreven vervuilingsnivo. Het hoogste kwaliteitsnivo dat door Lange-Bertalot in zijn saprobiesysteem wordt onderscheiden is klasse "II en beter". Hieruit volgt dat de voor een oligosaproob/katharob milieu (klasse I) karakteristieke diatomeeënsoorten door Lange-Bertalot in groep 1 werden ondergebracht (Lange-Bertalot vindt het afzonderlijk weergeven van een waterkwaliteit beter dan klasse II, in verband met het zeldzame voorkomen in M.Europa, niet relevant (Lange-Bertalot, 1979). Nochtans geeft hij (1986) een lijst van voor een oligosaproob/katharob milieu karakteristieke soorten.

In Oost-Brabant is het voorkomen van oligosaproob/katharob (stromende) wateren zeer beperkt. Mogelijk is in de onmiddellijke nabijheid van de oorsprong van een kwelbeek sprake van dit milieu. De voor oligosaproob milieu's karakteristieke diatomeeënsoorten worden bij geringe vervuiling al verdrongen door minder extreem vervuulingsgevoelige soorten.

Skore 1 (GTD-systeem) duidt geen bepaald limnosaprobiteitsnivo aan. Voor het karakteriseren van een oligosaproob milieu moet (ook bij hanteren van het systeem van Lange-Bertalot) worden verwezen naar de lijst van hiervoor karakteristieke soorten (Lange-Bertalot, 1986).

Soortensamenstelling groep 1:

Alle niet in groep 3 en groep 2 opgenomen taxa. Dit met enig voorbehoud ten aanzien van nog nader ekologisch te onderzoeken taxa (Lange-Bertalot, 1986). Hieronder is de soortensamenstelling van groep 1 weergegeven zoals deze door Lange-Bertalot werd beschreven in 1979.

<i>Cymbella cistula</i>	<i>Synedra tabulata</i>
<i>Cymbella sinuata</i>	<i>Gomphoneis olivacea</i>
<i>Denticula tenuis</i>	<i>Nitzschia dissipata</i>
<i>Diploneis oculata</i>	<i>Nitzschia romana</i>
<i>Fragilaria construens</i>	<i>Nitzschia frustulum</i>
<i>Fragilaria capucina</i>	syn. <i>N. inconspicua</i>

<i>Frustulia rhomboides</i>	<i>Rhoicosphenia curvata</i>
<i>Gomphonema truncatum</i>	<i>Amphora ovalis</i>
<i>Gomphonema angustatum</i>	<i>Diatoma vulgare</i>
<i>Gomphonema augur</i>	<i>Cocconeis placentula</i>
<i>Gyrosigma acuminatum</i>	<i>Cocconeis pediculus</i>
<i>Gyrosigma attenuatum</i>	<i>Achnanthes minutissima</i>
<i>Navicula mutica</i>	<i>Cymbella prostrata</i>
<i>Navicula rhynchocephala</i>	<i>Navicula tripunctata</i>
<i>Nitzschia linearis</i>	<i>Gomphoneis curta</i>
<i>Nitzschia recta</i>	<i>Achnanthes exigua</i>
<i>Nitzschia sigmoidea</i>	<i>Achnantes clevei</i>
<i>Nitzschia sociabilis</i>	<i>Amphipleura pellucida</i>
	<i>Caloneis bacillum</i>
	<i>Cymbella affinis</i>
	<i>Cymbella tumida</i>

Overigens kan het aantal van de hierboven in groep 1 opgenomen (vervuilingsgevoelige) diatomeeënsoorten volgens Lange-Bertalot (1979) zeker nog worden uitgebreid met duizenden (minder frequent/abundant in de grote Europese rivieren aangetroffen) soorten⁽⁶⁾. Daarentegen is het aantal (in groep 3 opgenomen) vervuilingstolerante soorten waarschijnlijk vrijwel volledig (Lange-Bertalot, 1979). Typische planktonvormen werden door Lange-Bertalot niet in de waterkwaliteitsbeoordeling betrokken.

⁽⁶⁾ In de ecotheek van VAN Dam (1983) wordt een aantal niet door Lange-Bertalot beschreven taxa als meer vervuilingstolerant getypeerd. Hieronder is een aantal soorten die meer of minder algemeen in het onderhavige onderzoek werden aangetroffen:

Meridion circulare, *Eunotia exigua*, *Navicula integra* en *N. capitatoradiata*.

DE VERDEELSLEUTEL VAN LANGE-BERTALOT

Tabel B.1.

De drie groepen diatomeeën naar oplopende tolerantie voor organische vervuiling, met bijbehorende verdeelsleutel (Lange-Bertalot, 1979) ter bepaling van de vervuilingstoestand van het oppervlaktewater.

tolerantiegroepen t.o.v. toename org. vervuiling	verdeelsleutel op basis van % voorkomen v.d. tolerantiegroepen	waterkwaliteits- klasse	omschrijving vervuilings toestand*
1 gevoelig	1 > 50 %	II of beter	tot matig vervuild
	1 10 - 50 %	II - III	kritisch vervuild
2 minder tolerant	1 < 10 % en 1 + 2 > 50 %	III	sterk vervuild
	1 < 10 % en 1 + 2 10 - 50 %	III - IV	zeer sterk ver- vuild
3 tolerant	1 + 2 < 10 %	IV	overmatig vervuild

* Een nadere omschrijving van de vervuilingstoestand (naar limnosaprobiteit/parametertrajekten voor BZV en O₂-gehalte) is opgenomen in bijlage C.

OMSCHRIJVING VAN DE BIJ DE DIVERSE BEOORDELINGSSYSTEMEN GEHANTEERDE WATERKWALITEITSKLASSEN.

1. Het saprobiesysteem van Lange-Bertalot

De door Lange-Bertalot gehanteerde saprobiëklassen zijn gedefinieerd naar parametertrajekten voor het O_2 -verzadigingsdeficiet en de BZV_5 (zie tabel C.1.)

Tabel C.1.

De door Lange-Bertalot onderscheiden saprobiëklassen met bijbehorende parametertrajekten voor het O_2 -verzadigingsdeficiet (%) en de gemiddelde BZV_5 (mg O_2 /l) .

klasse	BZV_5 (mg O_2 /l)	O_2 -verzadigingsdeficiet	omschrijving vervuilingsgraad/ limnosaprobiteitsnivo
I + I-II	< 2	langdurig < 15	niet tot gering/oligo-saproob
II	< 4	langdurig < 30	tot matig/ β - mesosaproob
II-III	4 - 7	langdurig < 50	kritisch/ β/α -mesosaproob
III	7 - 13	langdurig < 75	sterk/ α -mesosaproob
III-IV	13 - 22	< 90	zeer sterk/ α -meso/polysaproob
IV	> 22	> 90	extreem/polysaproob

2. De IMP-klassebeoordeling

Door de GTD Oost-Brabant wordt in een groot aantal oppervlaktewateren routinematig het O_2 -gehalte, het NH_4 -N gehalte en de BZV bepaald. Aan de hand van de voor deze grootheden verkregen meetwaarden worden, naar chemische maatstaven, waterkwaliteitsklassen vastgesteld.

Daarbij wordt gebruik gemaakt van een puntenwaarderingssysteem, zoals vastgelegd in het Indikatief Meerjaren Programma van 1980-1984 (zie tabel C.2.).

Tabel C.2.

Puntenwaardering voor O_2 (%) , BZV ($mg O_2/l$) en NH_4-N ($mg N/l$)
(uit: IMP Water 1980-1984).

punten waardering	O_2	BZV ₅	NH_4-N
1	91 - 110	< 3	< 0,5
2	71-90/111-120	3.1- 6.0	0.5-1.0
3	51-70/121-130	6.1- 9.0	1.1-2.0
4	31-50	9.1-15.0	2.1-5.0
5	< 30 en > 130	> 15	> 5.0

De waarderingspunten voor de drie parameters voor een bepaalde periode worden gemiddeld en gedeeld door het aantal waarnemingen. Aan de hand van het puntengemiddelde wordt de waterkwaliteitsklasse vastgesteld volgens tabel C.3.

Tabel C.3.

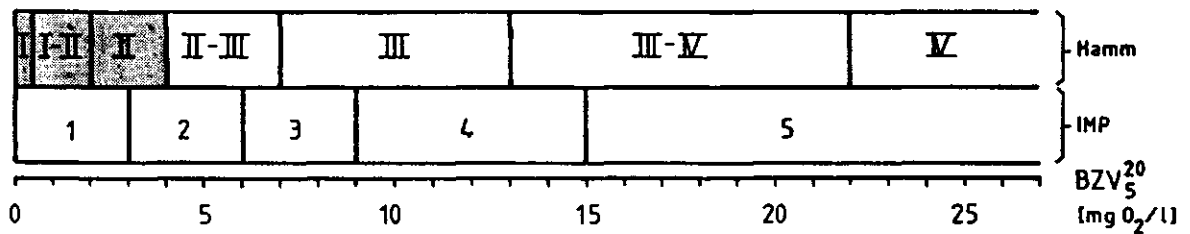
Vaststelling indicatie waterkwaliteit naar IMP-richtlijnen

puntengemiddelde voor 3 parameters	indicatie water- kwaliteit	klasse
3.0- 4.5	zeer goed	1
4.6- 7.5	goed	2
7.6-10.5	matig	3
10.6-13.5	slecht	4
13.6-15.0	zeer slecht	5

3. Een vergelijking tussen de in het systeem van Lange-Bertalot en de bij het IMP gehanteerde waterkwaliteitsklassen.

Tabel C.4.

Vergelijking van de IMP-klassen (1 t/m 5) met de waterkwaliteitsklassen volgens Hamm (II t/m IV) bij de beoordeling van de waterkwaliteitsklassen op basis van de BZV_5^{20} .



Klasse I en I-II worden door Lange-Bertalot niet onderscheiden van klasse II.

Bij beschouwing van tabel C.4. blijkt dat de klasse-aanduiding volgens Hamm en volgens het IMP niet identiek zijn. De door Hamm en de in het IMP vastgelegde parametertrajekten overlappen elkaar. Dit heeft ondermeer tot gevolg dat, de ondergrens van de IMP-klasse 5 de ondergrens van klasse III-IV uit het systeem volgens Hamm (in deze systemen het slechtste respektievelijk op één na slechtste kwaliteitsnivo) dicht nadert. Derhalve duiden de door Lange-Bertalot gehanteerde saprobieklassen (II, II-III, III, III-IV en IV) niet dezelfde waterkwaliteitsnivo's aan als in het IMP gehanteerde Klassen (1 t/m 5)

DE INDIKATORWAARDE VAN GROEP 3

De indikatorwaarden van de diatomeeëngroepen 1, 2 en 3 worden door Lange-Bertalot benaderd als tolerantie-indices (zie ook bijlage A). De tolerantie van de in deze groepen opgenomen diatomeeënsoorten is alleen naar de lagere kwaliteitsnivo's begrensd en nooit naar de hogere kwaliteitsnivo's (Lange-Bertalot, 1978). Ditzelfde geldt voor de meeste saprophiele taxa (Lange-Bertalot, 1978). Over de in (de vervuilings-tolerante) groep 3 opgenomen diatomeeënsoorten zegt Lange-Bertalot het volgende.

"These most pollution-tolerant taxa can also occur in better localities, although not predominant, and therefore cannot serve as "differential species" for the different levels of saprobity. Their occurrence alone cannot indicate a distinct level of saprobity. However, it is rather important whether sensitive taxa participate in the community with more than a few individuals or not (Lange-Bertalot, 1978)".

Bij de beoordeling van de saprobietoestand van een oppervlaktewater aan de hand van de samenstelling van de diatomeeënassociatie maakt het systeem van Lange-Bertalot gebruik van een cijfermatige verdeelsleutel (zie bijlage B). Deze sleutel is zodanig van opzet dat aan groep 3 geen indikatief gewicht wordt toegekend. Dit wordt duidelijk geïllustreerd in tabel D.1.

Tabel D.1.

De waterkwaliteitsbeoordeling bij een verschillend aandeel van groep 1 en groep 3 in de diatomeeënassociatie (%); in klassen (volgens Lange-Bertalot) en, ter vergelijking, met behulp van de GTD-skore.

Groep 1	Groep 3	Klasse	GTD-skore
99	1	II*	1
79	21	II*	3
59	41	II*	5
41	59	II-III*	6
11	89	II-III*	9
9	91	IV	10

* Kwaliteitsindikatie bepaald door alléén het % aandeel van groep 1 in de diatomeeënassociatie.

Lange-Bertalot stelt in zijn onderzoek vast dat vertegenwoordigers uit groep 3, hoewel niet dominant, regelmatig ook in matig of in gering belaste oppervlaktewateren relatief abundant voorkomen. *Nitzschia palea* en *Navicula accomoda* (typische vertegenwoordigers uit groep 3) worden zelfs in katharobe kwelwateren aangetroffen (Lange-Bertalot, 1978). Lange-Bertalot verbindt hieraan de konklusie, dat aan de in groep 3 opgenomen organismen niet met zekerheid een affiniteit voor enig kwaliteitsnivo kan worden toebedacht.

Ook uit de resultaten van het onderhavige onderzoek blijkt, dat groep 3 regelmatig relatief abundant wordt aangetroffen in wateren die, naar chemische maatstaven, als relatief schoon kunnen worden gekarakteriseerd. Anderzijds blijkt uit de resultaten van het diatomistisch onderzoek, dat de in groep 1 opgenomen diatomeeënsoorten in staat zijn om, op de hogere kwaliteitsnivo's, de soorten uit groep 3 (en groep 2) weg te concurreren. Dit ondanks het gegeven dat de organismen uit groep 3 (en groep 2) op de hogere kwaliteitsnivo's onverminderd vitaal zijn (tolerantiebeginsel Lange-Bertalot). Wordt ondanks de hoge concurrentiedruk, naast een relatief hoog % aandeel van groep 1, dan tóch een hoge abundantie van vertegenwoordigers uit groep 3 vastgesteld dan moet dit gegeven worden betrokken bij de beoordeling van de oppervlaktewaterkwaliteit. Met andere woorden: aan groep 3 dient óók indicatief gewicht bij de beoordeling van de oppervlaktewaterkwaliteit te worden toegekend. Bij de in het GTD-systeem gekozen opzet van de verdeelsleutel wordt ervan uitgegaan dat:

1. de organismen uit groep 3 affiniteit bezitten voor een met organische stof verrijkt milieu en dat (derhalve)
2. het aantreffen van vertegenwoordigers uit groep 3, al dan niet talrijk, herleidbaar is tot milieufactoren die de vitaliteit/reproductiesnelheid van deze diatomeeënsoorten stimuleren.

Hoewel dit niet tot uitdrukking komt in zijn verdeelsleutel onderkent ook Lange-Bertalot, dat de in groep 3 opgenomen diatomeeënsoorten optimaal vitaal/reproductief zijn in een met organische stof verrijkt milieu:

"Groep 3 erfasst alle Arten, die im Main genauso wie in anderen - nicht nur europäischen- Flüssen mit organisch stark verschmutstem Wasser ein Entwicklungsoptimum erreichen. Dies geschieht nicht nur relativ durch Zurucktreten der sensibleren Konkurrenz, sondern auch absolut durch eine signifikant gesteigerte Vermehrungsrate (Lange-Bertalot, 1978)".

In deze bijlage wordt een aantal mogelijke verklaringen gegeven voor een verhoudingsgewijs hoge abundantie van groep 3. De strekking hiervan is steeds dat groep 3 abundant wordt aangetroffen indien sprake is van een met organische stof verrijkt milieu en dat, afwijkend van de door Lange-Bertalot gekozen benadering, aan groep 3 (indien relatief talrijk vertegenwoordigd) indikatief gewicht moet worden toegekend. In het GTD-skorediagram wordt aan groep 3 indikatief gewicht toegekend indien groep 1 < 50 % . Indien groep 1 > 50 %, dan wordt de skore alleen bepaald door het % aandeel van groep 1 in de diatomeeënassociatie: indien groep 1 = 55 %, dan wordt altijd skore 5 bepaald; is groep 1 = 25 % dan wordt, afhankelijk van het % aandeel van groep 3 (of 2) een skore 6, 7 of 8 bepaald! (zie ook figuur 6.2.).

Hieronder volgt een aantal overwegingen welke hebben geleid tot de toekenning van een affiniteit van vertegenwoordigers uit groep 3 voor een met organische stof vervuild milieu.

1. In de literatuur zijn veel gegevens bijeengebracht, die wijzen op een affiniteit van de meeste in groep 3 opgenomen diatomeeënsoorten voor met organische stoffen verrijkte oppervlaktewateren. Of dit nu het gevolg is van N-heterotrofe eigenschappen (veel onderzoekers laten zich hierover in positieve zin uit, van C-heterotrofie of van auxotrofie (afhankelijkheid van groeifactoren als aminozuren, vitamines en dergelijke; zoals aangetoond voor een aantal diatomeeënsoorten) is in dit verband niet relevant.

De opvatting van Chohnoky (1968), dat bepaalde diatomeeënsoorten obligaat N-heterotroof zijn, wordt niet zonder meer door Lange-Bertalot aanvaard (Lange-Bertalot, 1978 en 1986). Een aantal Nitzschia soorten, door Chohnoky hierbij als voorbeeld aangegeven, is volgens Lange-Bertalot eerder C-heterotroof dan N-heterotroof

(Lange-Bertalot et.al., 1986). C-heterotrofie wordt door Lange-Bertalot karakteristiek geacht voor *Navicula permitis* en mogelijk voor een aantal andere vertegenwoordigers uit groep 3:

"*Navicula permitis*, has been demonstrated by Lewin to pass to carbon heterotrophy facultatively. As judged from the ecology as well as typical agglomerations on flocks of organic detritus - especially pronounced with *Navicula saprophila* nov. spec.- heterotrophy seems to be a characteristic feature also for the associated species (Lange-Bertalot, 1976)".

Overigens onderkent Lange-Bertalot, dat het merendeel van de vervuilingstolerante taxa waarschijnlijk tegelijkertijd affiniteit bezitten, saprobiont of saprophiel zijn ten opzichte van een milieu, dat is belast met biologisch afbreekbare organische stof (Lange-Bertalot, et.al., 1986).

2. In snelstromende, zelfs bij een hogere organische belasting (door turbulentie) nog O₂-rijke oppervlaktewateren vinden vertegenwoordigers uit groep 3 goede ontwikkelingskansen (Lange-Bertalot, 1976). Ondanks de hogere organische belasting worden in deze goed geaereerde wateren ook vertegenwoordigers uit de meer vervuilingsgevoelige groepen 1 en 2 aangetroffen; soorten die bij eenzelfde organische belasting in langzaamstromende wateren ontbreken (Lange-Bertalot, et.al., 1986). Gabri (1984) geeft van dergelijke poly-oxibionte of minimaal meso-oxibionte, maar gelijktijdig saprophiele of saprobionte taxa de volgende voorbeelden aan: *Cocconeis placentula*, *Diatoma vulgare*, *D. tenella*, *Rhoicophenia abbreviata*, *Nitschia sociabilis* en *N. romana*. Dit zijn allen taxa, die in de literatuur in het algemeen als vervuilingsgevoelig gekarakteriseerd worden (Lange-Bertalot et.al., 1986).
3. In kwelwateren aanwezige slijkdeeltjes en resten van het zoöbenthos vormen een mikrohabitat waarin zich saprophiele diatomeeën kunnen ontwikkelen (Lange-Bertalot, 1976). In bijlage F wordt gewezen op het voorkomen van mikrohabitats, die zich in kwalitatief opzicht (in betere of slechtere zin) onderscheiden van de algehele toestand van het oppervlaktewater en het feit, dat dit zich weerspiegelt in de samenstelling van de aangetroffen diatomeeënassociatie. In hoofdstuk 6.2.1. wordt gesteld, dat ook in relatief schone oppervlaktewateren biologisch afbreekbare organische stof aanwezig is (ter plaatse opgebouwd en/of

door het substraat ingevangen) waarop vertegenwoordigers uit groep 3 vitaal en reproductief zijn. Ook Lange-Bertalot onderkent dit in zijn onderzoeksresultaten (Lange-Bertalot, 1976).

Door weloverwogen substraatbemonstering (in bijlage F komt dit uitgebreid aan de orde) dient te worden voorkomen, dat de in dergelijke mikrohabitats tot ontwikkeling gekomen diatomeeënsoorten het diatomistisch beeld in een preparaat bepalen.

4. In hoofdstuk 4.1. wordt gesteld, dat in een milieu met een sterk wisselend O_2 -gehalte c.q. gehalte aan biologisch afbreekbare stof afwisselend diatomeeën uit groep 1 en groep 3 een ontwikkelingsoptimum bereiken. Het gegeven dat náást een hoge relatieve abundantie van vertegenwoordigers uit groep 1 óók relatief veel taxa uit groep 3 worden aange troffen duidt derhalve op een (gemiddeld) slechtere O_2 -toestand, dan geïndiceerd door alleen het % aandeel van groep 1 in de diatomeeënas-sociatie (zie ook bijlage H).

Konklusie

Gekonkludeerd moet worden dat, indien groep 3 in toenemende mate deel uitmaakt van de diatomeeënnassociatie, dit gegeven moet worden betrokken in de beoordeling van de oppervlaktewaterkwaliteit. Dit is in het GTD-systeem als uitgangspunt genomen bij het verkrijgen van een meer genuanceerde uitspraak in het (in het systeem van Lange-Bertalot onvol-doende genuanceerde) "middengebied van de oppervlaktewaterkwaliteit" tussen het door 100 % groep 1 en 3 gedefinieerde hoogste respektievelijk laagste kwaliteitsnivo.

MASSALE ONTWIKKELING VAN EEN DIATOMEËNISOORT/DE INDIKATORWAARDE VAN COCCONEIS PLACENTULA EN ACHNANTHES MINUTISSIMA

Inleiding

Een aantal diatomeeënsoorten wordt soms massaal in een oppervlaktewater aangetroffen. In dergelijke gevallen wordt de uitspraak over de waterkwaliteit in belangrijke mate gebaseerd op de indikatorwaarde van één diatomeeënsoort. Indien de indikatorwaarde van betreffende soort niet korrekt wordt beoordeeld, wordt een foutieve kwaliteitsindicatie verkregen. Indien meerdere diatomeeënsoorten in de beoordeling worden betrokken, wordt dit risico gespreid.

In tabel E.1. en E.2. is aangegeven voor welke vervuilingsgevoelige diatomeeënsoorten (in de periode 1984-1985) een relatieve abundantie $\geq 40\%$ werd vastgesteld. Hieruit blijkt dat *Achnanthes minutissima* en *Cocconeis placentula* veelvuldig massaal worden aangetroffen. In het waterschap De Dommel is *A. minutissima* slechts éénmaal (1984; de Keersop) hoogabundant aangetroffen; *C. placentula* daarentegen 11 x. In het waterschap De Aa blijkt *A. minutissima* alléén in 1985 massaal aanwezig. In de Bakelse Aa is deze soort in september 1984 en 1985 zeer talrijk. In juli 1984 wordt hier *C. placentula* echter veruit dominant aangetroffen. Ook in het waterschap De Maaskant is *A. minutissima* vaak met meer dan 40 % in de diatomeeënassociatie vertegenwoordigd. Een enkele maal worden ook *Fragilaria capucina* (1985; de Nieuwe Leij) en *Eunotia pectinalis* (1985; Lactaria beek) hoogabundant in een monster aangetroffen.

Uit de tabellen E.1. en E.2. blijkt, dat *C. placentula* alleen in juli en september met meer dan 40 % in de diatomeeënassociatie wordt aangetroffen. Dit komt overeen met de opgaven in diverse literatuur, waarin wordt gesteld dat deze soort in de tweede helft van het zomerhalfjaar een ontwikkelingsoptimum bereikt. *A. minutissima* wordt ook in mei wel abundant aangetroffen. *C. placentula* en *A. minutissima* werden nooit hoog abundant in eenzelfde monster aangetroffen. Brown en Austin (1973) stellen vast dat de abundantie van deze soorten een negatieve correlatie vertoont en geven als vermoedelijke oorzaak de concurrentie tussen beide soorten aan: de soort die zich als eerste op het substraat vestigt en reproductief is, wordt dominant.

De mate waarin de met het systeem van Lange-Bertalot en het GTD-systeem verkregen kwaliteitsindikatie wordt bepaald door het massale voorkomen van één vervuilingsgevoelige soort.

In ruim 20 % van de gevallen dat een oppervlaktewater met een klasse II, II-III of III werd beoordeeld, bleek één (als vervuilingsgevoelig getypeerde) diatomeeënsoort met meer dan 40 % in de onderzochte diatomeeënassociatie vertegenwoordigd. Daarnaast werd - voor vervuilingsgevoelige soorten (groep 1) - vaak een abundantie 10-40 % vastgesteld. Indien groep 1 met meer dan 10 % in de diatomeeënassociatie is vertegenwoordigd, dan wordt in het systeem van Lange-Bertalot de indicatieve waarde van de soorten uit groep 2 en 3 (ongeacht de mate van voorkomen) genegeerd en wordt minimaal klasse II-III vastgesteld. Het is dus van het grootste belang, dat de indicatieve waarde van de in groep 1 opgenomen soorten juist is. De met het GTD-systeem verkregen kwaliteitsindikatie wordt in aanzienlijk mindere mate bepaald door het % aandeel soorten uit groep 1 in een diatomeeënassociatie. Is groep 1 bijvoorbeeld met circa 55 % in de diatomeeënassociatie vertegenwoordigd, dan wordt een score 5 uit het GTD-skorediagram afgelezen: in het GTD-systeem indicatief voor het middengebied van de oppervlaktewaterkwaliteit. Het systeem van Lange-Bertalot indiceert in dit geval een klasse II (het hoogste door Lange-Bertalot onderscheiden kwaliteitsnivo).

Met name voor *Cocconeis placentula* en *Achnanthes minutissima* bestaan bij veel onderzoekers twijfels omtrent de plaatsing van deze soorten (door Lange-Bertalot) in (de vervuilingsgevoelige) groep 1. Hieronder wordt verder ingegaan op de ecologie van *C. placentula* en *A. minutissima*. De gegevens zijn in hoofdzaak ontleend aan de ecotheek van H. van Dam, waarbij die informatie is overgenomen, die een verdergaande tolerantie voor organische vervuiling indiceert dan aangegeven door Lange-Bertalot.

Cocconeis placentula

Volgens opgave in de literatuur (onder andere Möller en Pankow, 1981) bereikt *C. placentula* pas later in het zomerhalfjaar een ontwikkelingsoptimum. Dit komt overeen met hetgeen in het onderhavige onderzoek wordt gekonstateerd (zie tabel E.1. en E.2.). De soort wordt onder andere op hogere waterplanten, op draadalgen en op niet plantaardig substraat aangetroffen.

Lange-Bertalot brengt *C. placentula* onder in de groep vervuilingsgevoelige diatomeeën (sterk verminderde vitaliteit bij voor klasse III tot IV omschreven milieu-omstandigheden (Lange-Bertalot, 1979). De geraadpleegde literatuur is minder expliciet in de omschrijving van de indicatieve waarde; waarvan hieronder een beknopte samenvatting

Wehrle (1942) en Hustedt (1957): bestand tegen invloeden afvalwater; tolerantie misschien afhankelijk van kalkgehalte oppervlaktewater?

Hornung (1959): bij voldoende O_2 -gehalte ook tegen sterke vervuiling bestand.

Schnieder (1965): ten opzichte van O_2 -onderverzadiging en vervuiling weinig gevoelig; nog zeer algemeen bij O_2 43-112 %; ontbreekt bij O_2 17 % (grens in klassesysteem van Hamm gelegen tussen III en III - IV); saprobie-indifferent.

Mauch (1976): konklusie uit vergelijkend literatuuronderzoek: oligosaproob/ β -mesosaproob

Möller en Pankow (1981): bij "goede" O_2 -gehalten tot in de α -mesosaprobie zone doordringend.

Reichardt (pers. med.): vaak talrijk na blauwwiergroei in stromende wateren; enigzins tolerant voor vervuiling als gevolg van eutrofiëring; mogelijk als overgangsoort tussen klasse II en III (indeling naar Lange-Bertalot) te beschouwen.

Everards (pers. med.): in sterk vervuilde oppervlaktewateren indicatief voor kwaliteitsverbetering; in onvervuilde wateren indicatief voor een verslechtering van de oppervlaktewaterkwaliteit.

Lange-Bertalot (1986): afwezig in langzaamstromende, in hogere mate met organische stof belaste oppervlaktewateren; daarentegen bij een gelijke belasting in snelstromende (soor turbulentie zuurstofrijke) wateren + algemeen.

Fabri (1984): Poly-oxibiont of minstens meso-oxibiont maar daarnaast saprophiel of saprobiont.

Smit (pers. med.): in zeer vuil water afwezig. In vervuilde wateren aangetroffen (15-20 %) naast *Gomphonema parvulum* en *Nitzschia palea*.

Achnanthes minutissima

A. minutissima wordt op diverse substraten aangetroffen en kan (door afspoeling) ook in het plankton relatief talrijk worden aangetroffen (diverse auteurs). In de beschikbare literatuur wordt herhaaldelijk aangegeven, dat deze soort zwakstromende of stilstaande wateren preferert (onder andere Cholnoky; 1968); anderszins blijkt A. minutissima optimaal vitaal in - door turbulentie - goed geaereerde wateren (onder andere Scheele; 1952). Mede hierdoor wordt deze soort ook talrijk aangetroffen in sterk met organisch materiaal belaste oppervlaktewateren waarin het O_2 -gehalte voldoende hoog is. A. minutissima is zelfs relatief abundant (9,1 %) aangetroffen in de eerste zuiveringstrap van een zuiveringsinrichting. Door recirkulatie van water uit de laatste trap bleek het O_2 -gehalte - ondanks de zware organische belasting - voldoende hoog (13,8 mg/l) om groei mogelijk te maken.

Lange-Bertalot heeft A. minutissima ondergebracht in de groep vervuiliingsgevoelige diatomeeën (groep 1). Dat deze soort echter ook in sterker vervuild oppervlaktewater voor kan komen, moge blijken uit onderstaande literatuurgegevens.

Backhaus (1986b): in water dat weinig organische stof bevat of organische stof die weinig O_2 verbruikt.

Hornung (1955): pas bij zeer sterke vervuiling minder abundant.

Scheele (1956): ook naast relatief grote aantallen N-heterotrofe Nitzschia's (20-40 %) op waarschijnlijk goed geaereerde plaatsen.

Schoeman (1972): ook vrij talrijk in zwaar met organische stof belast oppervlaktewater waarin het O_2 - voldoende hoog is (13,8 mg/l)

Mauch (1976): konklusie uit vergelijkend literatuuronderzoek: oligosaproob/ α -mesosaproob.

Reichardt (pers. med.): A. minutissima is geen bruikbaar indikatororganisme en moet uit het systeem worden verwijderd (evenals Gomphonema olivacea en Rhoicosphenia curvata). Wordt aangetroffen in zowel schoon als zeer vuil water, op drogende rotsen en tussen mos (waarin, gedurende het dag-nachtritme, zeer lage O_2 -waarden zouden voorkomen). Kanttekening: is dit geen aanleiding om aan A. minutissima aerophiele eigenschappen toe te kennen? Dit zou haar voorkomen in vervuilde wateren (mits voldoende O_2 -rijk) kunnen verklaren.

Overigens mag zeker niet worden uitgesloten, dat *A. minutissima* (e.a. vertegenwoordigers uit groep 1) kortdurende perioden met een laag O_2 -gehalte overbruggen met een "rustperiode", terwijl zij onder gunstiger omstandigheden (zij het slechts een deel van een etmaal) optimaal vitaal/reproductief zijn.

Smit (pers. med): regelmatig massaal in schone sloten. Nooit in situaties van vervuiling. Indikatief voor schoon water.

Door Kobayasi en Mayama (1982) wordt een vervuilingstolerante variëteit van *A. minutissima*, *A. minutissima* var. *saprophila*, omschreven. In hoeverre deze variëteit (in 1986 door Lange-Bertalot zonder kanttekeningen aan groep 3 toegevoegd) ook in Oostbrabant voorkomt is tot op heden niet bekend. De door Kobayasi en Mayama opgetekende criteria ter onderscheiding van var. *saprophila* blijken (ook bij gebruik van het elektronenmikroskoop) onvoldoende duidelijk. In bijlage H.1. van dit rapport worden de onderzoeksresultaten van Kobayasi en Mayama (1982) ter discussie gesteld.

Samenvatting/konklusies

Niet zelden blijkt de (met behulp van het GTD-systeem/systeem van Lange-Bertalot) verkregen indicatie over de oppervlaktewaterkwaliteit in belangrijke mate gebaseerd op de indicatorwaarde van de in grote aantallen aangetroffen diatomeeënsoorten *Achnanthes minutissima* en *Cocconeis placentula*. In een dergelijke situatie is het van het grootste belang, dat de aan deze soorten toegekende indicatorwaarde korrekt is.

Uit vergelijkend literatuuronderzoek kan worden opgemaakt, dat de vitaliteit van *A. minutissima* en *C. placentula* - en dit geldt ongetwijfeld ook voor veel andere vervuilingsgevoelige soorten - in hoofdzaak lijkt te worden bepaald door de kontaktmogelijkheid met zuurstof en minder door de O_2 -vraag/organische vervuiling van het milieu.

Voornoemde soorten blijken - bij voldoende hoge O_2 -gehalten - ook in sterker vervuild oppervlaktewater vitaal.

Door veel onderzoekers wordt, in het licht van het voorgaande, betwijfeld of plaatsing van *C. placentula* en *A. minutissima* (door Lange-Bertalot) in groep 1 juist is. In het GTD-systeem worden genoemde soorten niet op grond van hun vermeende gevoeligheid voor organische vervuiling (benadering Lange-Bertalot) doch op grond van hun O_2 -behoef-

te in groep 1 geplaatst. Dit in overeenstemming met hetgeen uit diverse literatuur ten aanzien van de ekologische preferentie van *C. placentula* en *A. minutissima* kan worden opgemaakt.

Naschrift

Het is niet ondenkbaar dat zich op drijvend plantenmateriaal, plantenmateriaal dat regelmatig wordt blootgesteld aan luchtzuurstof of plantenmateriaal dat zich in de golfslagzone bevindt, een diatomeeënasociatie ontwikkelt waarin zich, ten opzichte van op blijvend ondergedoken plantenmateriaal, relatief veel vervuilingsgevoelige soorten bevinden. Nader onderzoek moet dit uitwijzen.

Tabel E.1.

Diatomeeënsoorten die een abundantie ≥ 40 % bereikten. Zomerhalfjaar 1984

maand	Dommel	Cocconeis placentula	Achnanthes minutissima
7/9	Beekloop/grens België	232/189	
7	Essche Stroom/Halder	107	
9	Tongelreep/grens België	109	
9	Tongelreep/Eindhoven	145	
9	Keersop + K.Molen		134
Aa			
7/9	Bakelse Aa/Helm.-Bakel	123	
7	Gr.Wetering/samenvloeiing Aa	170	
9	Aa/nabij sluis 10 ZW-vrt	235	
9	Aa/brug Helmond-Bakel	134	
9	Goorloop/Beek en Donk	220	
9	Aa/stuw Berlicum	188	
Maaskant			
5/7	Peelkanaal/bov.str. Mill		175/139
7	Oeff.Raam/weg Rijkevoort		116
7/9	L.Raam/weg Mill-Beers		149/119
7	Gr.Raam/Esscharen	214	
7/9	Teeff.Wet./voor effl. Oijen	210/195	

Tabel E.2.

Diatomeeënsoorten die een abundantie $\geq$ 40 % bereikten. Zomerhalfjaar 1985.

		Fragilaria	Cocconeis	Achnanthes	Eunotia
maand Dommel		capucina	placentula	minutissima	pectinalis
5	Nieuwe Leij/Tilburg	117			
7	Acht.Stroom/Kl.Speyk		104		
7	Essche Stroom/Oisterw.		104		
7/9	Kl. Aa/Hellweg		136/139		
7/9	Eschhe Stroom/Halder		154/114		
Aa					
7/9	Astense Aa/Oostappen		104/140		
9	Berkelse Aa/Helm.-Boekel			121	
7	Snelle Loop/weg B & Donk			139	
7/9	Peelse Loop/Esd.dijk			122/204	
9	Landmeerse Loop			104	
9	Leygraaf/Middelrode		199		
Maaskant					
5/7/9	Lactaria Beek/Overl.Oploo			200/192	157

DE ONTWIKKELING EN OPBOUW VAN EEN DIATOMEENASSOCIATIE / WERKWIJZE / FOUTENDISCUSSIE

Bij het diatomistisch onderzoek naar de kwaliteit van het oppervlakte-
water wordt ondermeer gebruik gemaakt van op stengel- en bladoppervlakken
van hogere waterplanten levende diatomeeën. Een weloverwogen keuze van
het te bemonsteren plantenmateriaal vergt enig inzicht in de ontwikkeling
en opbouw van de diatomeeënassociatie en in het onderkennen van mikroha-
bitats.

De structuur van de diatomeeënassociatie ⁽¹⁾

Indien een schoon substraat in een oppervlaktewater wordt gebracht, dan
bevinden zich daarop binnen afzienbare tijd een aantal diatomeeënsoorten.
Uit deze soorten ontwikkelt zich op het substraat in een tweedimensionaal
vlak een aantal diatomeeënkolonies (onder andere *Achnanthes lanceolata* en
Cocconeis placentula). Naarmate de kolonies in grootte toenemen en minder
plaats beschikbaar is, neemt de competitie tussen de soorten toe.
Diatomeeënsoorten die zich met geleisteeltjes op het substraat vasthech-
ten (o.a. *Synedra*) vormen vervolgens kolonies loodrecht op het substraat.
Aldus ontwikkelt de diatomeeëngemeenschap zich verder in een driedimen-
sionaal vlak en worden er nieuwe habitats gevormd. In dit stadium neemt
de diversiteit sterk toe. In dit verband dient te worden opgemerkt dat
Gomphonema, die "boomvormige" kolonies vormt, zich pas vestigt nadat zich
een duidelijke driedimensionale diatomeeëngemeenschap heeft gevormd.

De ontwikkeling van de diatomeeënassociatie

Kolonisatie van het substraat vindt plaats vanuit het plankton. In het
plankton bevindt zich een groot aantal diatomeeënsoorten die in verschil-
lende (meer bovenstrooms gelegen) milieus tot ontwikkeling zijn gekomen.
Onder deze op drift geraakte diatomeeën bevinden zich derhalve zowel
vervuilingsgevoelige als vervuilingssminnende soorten. Uit deze diato-
meeënsoorten ontwikkelt zich op het substraat een diatomeeëngemeenschap
waarvan de samenstelling wordt bepaald door de op dat moment heersende
milieu-omstandigheden.

(1 Overgenomen uit: Patrick, 1986

Veranderen de milieu-omstandigheden dan komen andere diatomeeënsoorten tot optimale ontwikkeling, die zich afzetten op de oorspronkelijke gemeenschap. De oorspronkelijke gemeenschap sterft af of gaat (ten dele) over in een rusttoestand⁽²⁾. Op het substraat bevinden zich uiteindelijk een aantal - elkaar overlappende - diatomeeëngemeenschappen, die onder verschillende milieu-omstandigheden tot ontwikkeling kwamen. In een preparaat wordt een doorsnede van deze diatomeeëngemeenschappen bekeken. Bij het determineren en tellen van de diatomeeënschaaltjes in een preparaat kan niet worden beoordeeld of een bepaalde diatomee op het moment van bemonstering vitaal was⁽³⁾. Evenmin kan worden vastgesteld of het op het substraat ingevangen individuen betreft (bijvoorbeeld getransporteerd op slibdeeltjes) en of het soortenaantal en de soortdichtheid werden bepaald door al dan niet sterk wisselende milieu-omstandigheden. Mogelijk duidt het hoogabundant naast elkaar voorkomen van vervuilingsgevoelige en vervuilingstolerante soorten op grote fluktuaties in de oppervlaktewaterkwaliteit (zie ook hoofdstuk 4.1.).

⁽²⁾ Volgens Gerloff en Skoog (1954) kunnen veel algensoorten onder gunstige (nutriëntrijke) omstandigheden grote hoeveelheden van verschillende nutriënten opslaan. Deze algen zijn onder ongunstiger omstandigheden tijdelijk niet afhankelijk van het hen omringende milieu (Patrick, 1977)

⁽³⁾ Door toepassing van bepaalde kleurtechnieken kan, in een nog niet gedestruëerd diatomeeënmonster, de verhouding tussen het aantal dode en levende cellen worden bepaald. Aannemende dat ook de dode diatomeeën (onder andere milieu-omstandigheden/eerder tijdens de opbouw van de diatomeeënassociatie) op het substraat eens vitaal waren, dienen ook de dode diatomeeën worden betrokken in de beoordeling van de oppervlaktewaterkwaliteit. Tenslotte dankt het diatomistisch beoordelingssysteem haar karakter als integrerende parameter aan de laagsgewijze opbouw van de diatomeeënassociatie.

Factoren die de soortensamenstelling en soortdichtheid van een diatomeeënassociatie bepalen / mikrohabitats

Eerder in dit rapport (hoofdstuk 5 e.a.) is al uitgebreid aandacht besteed aan de samenstelling van de diatomeeënassociatie in relatie tot het O_2 -gehalte en de vervuilingstoestand van een oppervlaktewater. Zowel het O_2 -gehalte als het gehalte aan organische stof kunnen in een oppervlaktewater van plaats tot plaats echter sterk verschillen.

Hieronder wordt nader ingegaan op milieufactoren, die tot het ontstaan van dergelijke mikrohabitats kunnen leiden en de effecten hiervan op de samenstelling van de diatomeeënassociatie.

1. Stroomsnelheid.

Door stroming wordt een continue aanvoer van nutriënten gewaarborgd en worden excretieprodukten afgevoerd. De kans dat enig nutriënt groei-limiterend wordt neemt daardoor af, evenals de kans op autotoxische effecten. Door stroming worden ook steeds nieuwe diatomeeën(soorten) uit het bovenstrooms gelegen gebied aangevoerd. In sterk met organische stof vervuilde wateren c.q. wateren met een hoge O_2 -vraag kan het O_2 -gehalte door turbulentie (inslag van luchtzuurstof over het grensvlak lucht/water) relatief goed zijn en kunnen diatomeeënsoorten uit groep 1 goed bestaan. In een dergelijke situatie is het niet ondenkbaar, dat de samenstelling van de diatomeeënassociatie op submers plantenmateriaal (ondanks de hoge BZV-waarde) een relatief goede zuurstoftoestand indiceert. De met behulp van het diatomistisch beoordelingssysteem verkregen kwaliteitsindikatie geeft in dit geval een meer werkelijkheidsgetrouw beeld van de zuurstoftoestand in een oppervlaktewater, dan een reeks gemeten BZV-waarden (zie ook hoofdstuk 5.2.).

Op drijvende plantendelen kunnen zich beduidende hoeveelheden aerophiele diatomeeënsoorten bevinden. Hun aanwezigheid wordt bepaald door de kontaktmogelijkheid met luchtzuurstof en is op geen enkele wijze indicatief voor het O_2 -gehalte c.q. de zuurstoftoestand van het oppervlaktewater. Het verdient derhalve aanbeveling alleen submers plantenmateriaal te bemonsteren.

2. Aard en toestand van het bemonsterde substraat.

In niet vervuilde oppervlaktewateren, waarin de zuurstoftoestand uitgesproken goed is, wordt op het te bemonsteren plantenmateriaal vaak nog wat organisch materiaal waargenomen. Dit kan ter plaatse zijn

opgebouwd (bijvoorbeeld halfvergane plantenresten) of op het substraat zijn ingevangen. Met name sterk vertakte/bossig groeiende waterplanten (zoals *Callitriche*, *Elodea* en enkele *Potamogeton*soorten) fungeren in deze zin als een zeef voor slibvlokken en ander organisch materiaal. In dergelijke mikrohabitats zijn vervuilingsminnende diatomeeën optimaal vitaal. Daarnaast komt het regelmatig voor dat het substraat (vrijwel) volledig is bedekt met bacteriën, schimmels of draadalgen. Uit de literatuur (o.a. Lange-Bertalot, 1976) zijn gegevens bekend, dat zich op een dergelijk substraat een diatomeeënassociatie kan bevinden, die qua samenstelling afwijkt van hetgeen in dezelfde omgeving op onvervuild substraat wordt aangetroffen.

3. Licht.

De behoefte aan licht (bestralingsduur en lichthoeveelheid) kan aanzienlijk verschillen tussen sommige diatomeeënsoorten. Direkt zonlicht blijkt de ontwikkeling van *Cyclotella meneghiniana*, *Fragilaria capucina* en *Navicula cryptocephala* te stimuleren. Andere soorten (bijvoorbeeld van het genus *Surirella*) worden zelfs op de bodem van diepe meren aangetroffen (Rice, 1938). In het algemeen mag worden gesteld dat bij onvoldoende lichtpenetratie - ook indien een oppervlaktewater in potentie rijk aan diatomeeën is - de vitaliteit van diatomeeën door lichtgebrek sterk wordt afgeremd.

Samenvatting/konklusies

Voor het verkrijgen van een representatief beeld over de O_2 -status van een oppervlaktewater dient het bemonsteren van mikrohabitats te worden vermeden. Mikrohabitats vormen ondermeer:

- drijvende plantendelen of plantendelen die op andere wijze (tijdelijk) in aanraking zijn met luchtzuurstof; hierop bevinden zich aerophiele diatomeeën die op geen enkele wijze indikatief zijn voor het O_2 -gehalte c.q. de zuurstoftoestand van een oppervlaktewater;
- halfvergane plantenresten, planten met een sterke aangroei van bacteriën, schimmels en/of draadalgen en sterk vertakte/bossig groeiende waterplanten waarin veel organisch vuil is ingevangen; hierop bevinden zich vervuilingsminnende diatomeeën hetgeen niet altijd hoeft te duiden op een slechte zuurstoftoestand van het oppervlaktewater.

Het bemonsteren op te grote diepte moet, met name indien sprake is van algenbloei of veel zwevende stof (verminderde lichtpenetratie), worden vermeden daar de vitaliteit van veel diatomeeënsoorten bij lichtgebrek afneemt.

Factoren die de betrouwbaarheid van de onderzoeksresultaten bepalen.

1. Beschikbaarheid van substraat

In een situatie waarin weinig of geen hogere waterplanten worden aangetroffen kunnen inhangende oevergrassen worden bemonsterd. De aanwezigheid van muggelarfhuisjes, ei-afzettingen van waterdieren of een aanslag op het bladoppervlak kan dan als criterium worden gehanteerd dat betreffende bladeren zich reeds gedurende langere tijd onder de waterspiegel bevinden.

2. De kwaliteit van de determinaties

Hoewel in belangrijke mate bepaald door de ervaring van de onderzoeker zijn ook factoren als de beschikbaarheid van, veelal moeilijk toegankelijke, specialistische literatuur bepalend. Met name op taxonomisch gebied is de verwarring groot en is het moeilijk up to date te blijven.

3. Het gebruikte optische systeem

Het onderscheid van bepaalde, ekologisch sterk verschillende taxa is gebaseerd op een subjectieve beoordeling (onder andere *Gomphonema parvulum/angustatum*) of vereist het gebruik van een elektronenmikroskoop (en blijkt ook dan vaak nog moeilijk: *Achnanthes minutissima* en de variëteit *saprophila*).

4. De indeling van de diatomeeënindicatorgroepen

Met name ten aanzien van de (vaak hoog abundant aangetroffen) soorten *Cocconeis placentula* en/of *Achnanthes minutissima* bestaan bij veel onderzoekers twijfels omtrent de plaatsing door Lange-Bertalot in de vervuilingsgevoelige groep 1. Hierop wordt uitvoerig ingegaan in bijlage E.

TOELICHTING OP HET FUNKTIONEREN VAN HET GTD-SKOREDIAGRAM

Hieronder wordt een aantal stellingen uit hoofdstuk 7 aangehaald, deels verder toegelicht en ondersteund met behulp van enkele tabellen. Hetgeen in deze bijlage wordt behandeld heeft betrekking op - of volgt uit - de konstruktie en het funktioneren van het GTD-skorediagram. Zie naast de tekst figuur G.2.

Vergelijking indikatief gewicht groep 1 en groep 2

Het existentiegebied van de in groep 1 opgenomen diatomeeënsoorten is kleiner dan dat van de in groep 2 opgenomen soorten. Derhalve is het indikatief gewicht (de invloed op de skorebepaling) van groep 1 groter dan dat van groep 2.

Het indikatief gewicht van groep 2 bij de beoordeling van de zuurstof-toestand in een oppervlaktewater is minimaal, indien het % aandeel van groep 1 in de diatomeeënassociatie $\geq 60\%$.

In het skorediagram: alleen indien het aandeel van groep 1 $< 60\%$ dan is het aandeel van groep 2 medebepalend voor het beoordelingsresultaat: de skorelijn die de y-as raakt bij groep 1 = 60% vertoont een opwaartse buiging (de skorelijnen tussen de lager gelegen skorevelden lopen bij benadering parallel aan de x-as).

Voorbeeld: indien groep 1 is 59% dan wordt afhankelijk van het % aandeel van groep 2 in de diatomeeënassociatie een skore 4 of 5 bepaald.

Het indikatief gewicht van groep 2 bij de beoordeling van de zuurstof-toestand in een oppervlaktewater neemt niet lineair toe bij een geleidelijke daling van het % aandeel van groep 1 in de diatomeeënassociatie van 50 naar 0% .

In het skorediagram: naarmate het % aandeel van groep 1 in de diatomeeënassociatie daalt is een geringere toename van het % aandeel van groep 2 vereist ter verbetering van de skore.

Voorbeeld: (tabel G.1.)

Tabel G.1.

De voor een verbetering van de GTD-skore vereiste toename van het % aandeel van groep 2 bij een verschillend % aandeel van groep 1 in de diatomeeën-associatie.

groep 1	skore			
	9 - 8	8 - 7	7 - 6	6 - 5
45	-	-	-	45
35	-	-	32	-
25	-	23	28	-
15	16	19	26	-
0	13	17	25	-

Uit tabel G.1. blijkt dat naarmate het % aandeel van groep 1 daalt (45 0%) een geringere toename van het % aandeel van groep 2 is vereist te verbetering van de skore (het indikatief gewicht van groep 2 neemt toe).

Dit kan als volgt worden verklaard aan de hand van het verloop van de skorelijnen: de tussen de y-as en de (raaklijnen aan de) skorelijnen ingesloten hoek neemt niet lineair af van 90 ° (skorelijnen of x-as: invloed groep 1 minimaal). Derhalve neemt ook de invloed van groep 1 op de skorebepaling niet lineair af (en de invloed van groep 2 niet lineair toe) met het afnemen van het % aandeel van groep 1 in de diatomeeënassociatie. Dit is in overeenstemming met de stelling dat het indikatief gewicht van groep 1 op de hogere kwaliteitsnivo's groter is dan dat van groep 2.

Naarmate de zuurstoftoestand verslechtert, het % aandeel van groep 3 in de diatomeeënassociatie toeneemt, naderen het indikatief gewicht van groep 1 en 2 tot elkaar en zijn in skore 10 uiteiendelijk aan elkaar gelijk.

In het skorediagram: de skorelijnen worden minder ellipsvormig; naderen steeds meer naar een cirkel. De laatste skorelijn is uiteiendelijk cirkelvormig. Een en ander komt duidelijk tot uitdrukking in tabel G.2.

Tabel G.2.

De range waarbinnen het % aandeel van groep 1 (bij groep 2 = 0 %) en groep 2 (bij groep 1 = 0 %) eenzelfde skore indiceert (bij skore 6 → 10).

kw. skore	groep 1 (groep 2=0 %)	groep 2 (groep 1=0 %)
6	40 - 50	65 - 100*
7	30 - 40	40 - 65
8	20 - 30	23 - 40
9	10 - 20	10 - 23
10	0 - 10	0 - 10

Naarmate het % aandeel van groep 3 in de diatomeeënassociatie toeneemt (skore 6 - 10), komt de voor een verbetering van de kwaliteitsskore benodigde toename van groep 1 of groep 2 en dus het indikatief gewicht meer overeen. Bij skore 10 is het indikatief gewicht van groep 1 en groep 2 uiteindelijk gelijk.

Uit de resultaten van het diatomistisch onderzoek blijkt, dat het % aandeel van groep 2 regelmatig (verhoudingsgewijs) achterblijft bij het aandeel van de vervuilingsgevoelige en de vervuilingsminnende groep 1 respectievelijk groep 3 in de diatomeeënassociatie. De beoordeling van de zuurstoftoestand in een oppervlaktewater op basis van gegevens die elkaar blijkbaar tegenspreken leidt tot een impasse. Ook Lange-Bertalot neemt in zijn onderzoeksresultaten de hierboven geschetste situatie waar. Lange-Bertalot gaat in zijn beoordelingssysteem echter voorbij aan de tegenstrijdigheid in de gegevens en baseert de uitspraak over de waterkwaliteit op alleen het % aandeel van de vervuilingsgevoelige groep (groep 1).

In het GTD-systeem wordt aan groep 1 en groep 3 een gelijke indikatieve functie toegekend. De beoordeling van de gegevens uit het diatomistisch onderzoek vereist daarom een andere benadering.

In een sterk met organische stof belast oppervlaktewater (waarin de vervuilingminnende diatomeeënsoorten uit groep 3 tot optimale ontwikkeling komen) kan, als gevolg van hydrologische omstandigheden en/of een tijdelijke afname van de organische belasting, het O_2 -gehalte dusdanig hoog zijn, dat soorten uit groep 1 goed tot ontwikkeling komen. In de gegeven situatie duidt het relatief lage % aandeel van vertegenwoordigers uit groep 2 op een slechter kwaliteitsnivo als geïndiceerd door alleen het % aandeel van groep 1.

Het indicatief gewicht van groep 2 bij de beoordeling van de zuurstof-toestand neemt toe naarmate het % aandeel van groep 2 verhoudingsgewijs meer achterblijft bij het % aandeel van groep 1 en groep 3 in de diatomeeën-associatie.

In het skorediagram: (tabel G.3.)

Tabel G.3.

De invloed van groep 2 op de GTD-skore (indikatie O_2 -status) en de klasse volgens Lange-Bertalot (indikatie vervuilingstoestand) bij een verschillende % aandeel van groep 1 en groep 3 in de diatomeeënassociatie.

groep			skore	klasse
1	2	3		
11	2	87	9	II - III
23	0	77	8	II - III
31	2	67	7	II - III
49	2	49	6	II - III

Het tweede voorbeeld in bovenstaande tabel is aan de praktijk ontleend aan de resultaten uit het diatomistisch onderzoek: gegevens Peelkanaal benedenstrooms de lozing van ongezuiverd huishoudelijk afvalwater van Mill (waterschap De Maaskant). Merk op dat het GTD-systeem en het systeem van Lange-Bertalot zeer verschillende kwaliteitsnivo's indiceren en dat met behulp van het GTD-systeem een meer genuanceerde uitspraak over de oppervlaktewaterkwaliteit wordt verkregen.

Het indicatief gewicht van groep 3

In tegenstelling tot in het systeem van Lange-Bertalot (hier wordt groep 3 als een "restgroep" beschouwd: het saprobienivo wordt bepaald aan de hand van alleen het % aandeel van groep 1 en groep 2 in de diatomeeënassociatie) wordt in het GTD-systeem groep 3 ook in de waterkwaliteitsbeoordeling betrokken.

Het indicatief gewicht van groep 3 bij de beoordeling van de zuurstof-toestand neemt toe naarmate het % aandeel van groep 3 in de diatomeeën-associatie toeneemt.

In het skorediagram: (tabel G.4.)

Tabel G.4.

Trajekten voor de GTD-skore (indikatie zuurstoftoestand) en de saprobie-
klassen (systeem Lange-Bertalot) bij een verschillend % aandeel van groep 1
in de diatomeeënassociatie (zie ook figuur 4.1..1. en 6.2.).

groep 1	range skore	range klasse
60	5	II
58	5 - 6	II
35	6 - 7	II - III
25	6 - 7 - 8	II - III
15	6 - 7 - 8 - 9	II - III
9	6 - 7 - 8 - 9 - 10	III/III - IV

Naarmate het % aandeel van groep 1 in de diatomeeënassociatie daalt, neemt de invloed van groep 3 op het beoordelingsresultaat toe. Indien groep 1 = 60 % dan speelt het % aandeel van groep 3 in het beoordelingsresultaat geen enkele rol (altijd wordt skore 5 uit het GTD-skorediagram afgelezen). Bedraagt het % aandeel van groep 1 daarentegen slechts 5 %, dan wordt, afhankelijk van het aandeel van groep 3, een skore 6, 7, 8, 9 of 10 vastgesteld ! Wordt de verdeelsleutel van Lange-Bertalot gehanteerd dan wordt het % aandeel van groep 3 alleen in de kwaliteitsbeoordeling betrokken indien groep 1 < 10 %.

Uit tabel G.3. en G.4. blijkt, dat met behulp van het GTD-systeem een meer genuanceerde kwaliteitsindruk wordt verkregen dan met behulp van het systeem van Lange-Bertalot.

DE TOEPASBAARHEID VAN HET SYSTEEM VAN LANGE-BERTALOT

1. In relatief grote stromende oppervlaktewateren

Lange-Bertalot geeft aan dat zijn saprobiesysteem (1978, 1979) vergelijkbare resultaten geeft in de Rijn, de Main en een aantal andere Europese rivieren en beken. Schoeman (1979) gebruikte het saprobiesysteem van Lange-Bertalot voor de bepaling van de oppervlaktewaterkwaliteit in de Hennops rivier (Z. Afrika) en stelde vast dat de met behulp van dit systeem verkregen kwaliteitsindicatie goed correleerde met de gegevens uit het chemisch waterkwaliteitsonderzoek. Kobayasi en Mayama (1982) onderzochten 5 extreem vervuilde ondiepe rivieren in de omgeving van Tokyo (Japan) en konkluderen dat het systeem van Lange-Bertalot, ondanks het relatief hoge O_2 -gehalte in deze ondiepe wateren, zeer goed bruikbaar is. Hieronder worden enkele resultaten uit dit onderzoek weergegeven.

Tabel H.1.

Beknpte weergave van de resultaten uit het onderzoek van Kobayasi en Mayama (zie ook in de tekst).

Parameter	Range	Saprobieklasse (Lange-B.)
O_2 -gehalte (%)	53 - 114	II-III en beter
BZV ₅ (mg O_2 /l)	22 - 79	IV
Groep 1 (%)	0 - 2,9	
Groep 3 (%) ⁽¹⁾	94 - 100	

(1 Benadering diatomeeënindicatorwaarde groep 3 volgens Lange-Bertalot

Kobayasi en Mayama korreleerden de uit het diatomistisch onderzoek verkregen kwaliteitsindicatie alleen aan de meetwaarden voor de BZV₅. Hieronder wordt nader ingegaan op de resultaten (en de interpretatie daarvan) uit dit onderzoek.

Diskussie

Uit de onderzoeksresultaten van Kobayasi en Mayama blijkt, dat in extreem vervuilde wateren, zelfs indien het O_2 -gehalte groter is dan 7 mg O_2 /l, organismen uit groep 1 vrijwel geheel ontbreken. Ervan uitgaande dat de vitaliteit van de in groep 1 opgenomen diatomeeënsoorten niet wordt geremd door de hoge organische belasting a priori doch juist door de daarmee in het algemeen samengaan de zuurstofloosheid van het oppervlaktewater, moeten de door hen verkregen onderzoeksresultaten (uitgaande van het tolerantiebeginsel volgens Lange-Bertalot) op zijn minst opmerkelijk worden genoemd. De bij deze hoge O_2 -waarden waargenomen lage abundantie van vertegenwoordigers uit groep 1 kan alleen dan worden verklaard indien wordt aangenomen, dat de vervuilingstolerante soorten (onder voor hen zeer gunstige omstandigheden) in staat zijn om de vervuilingsgevoelige soorten weg te konkurreren. Hieruit volgt dat aan de vertegenwoordigers uit groep 3 affiniteit voor organische stof en een aan vertegenwoordigers uit groep 1 gelijkwaardig indikatief gewicht moet worden toegekend. In dit kader bezien dient te worden afgevraagd of hier werkelijk sprake is van een *Achnanthes minutissima* var. *saprophila*, temeer daar de ter onderscheiding van de soort aangegeven criteria vooralsnog vaag blijken (zie ook bijlage E van dit rapport).

2. In relatief kleine stromende oppervlaktewateren

Lange-Bertalot merkt op dat in turbulentie, snelstromende en daarbij sterk verontreinigde beken en stromen het % aandeel van groep 2 regelmatig verhoudingsgewijs achterblijft bij het aandeel van groep 1 en 3 in de diatomeeënassociatie (1986). Dit verschijnsel werd door Lange-Bertalot in langzaamstromende grote oppervlaktewateren daarentegen slechts zeer zelden waargenomen.

In de oostbrabantse oppervlaktewateren blijft het % aandeel van groep 2, in tegenstelling tot in de Main (Lange-Bertalot, 1978), regelmatig achter bij het aandeel van groep 1 en groep 3. In hoofdstuk 5.1. wordt daarvoor een aantal mogelijke oorzaken aangegeven. Aangezien dit ver-

schijnsel zich blijkbaar beperkt tot de relatief kleine oppervlaktewateren, ligt het voor de hand de oorzaak hiervoor te zoeken in de dimensie van het oppervlaktewater.

Grote waterlopen als de Main hebben ten opzichte van kleine, vaak incidentele vervuillingsbronnen een groot bufferend vermogen. De waterkwaliteit in de Main wordt in hoofdzaak bepaald door relatief grote vervuillingsbronnen, waarvan de vervuiling niet alleen goed is gedefinieerd maar ook min of meer konstant is. Grote fluktuaties in het gehalte aan organische stof treden in hoofdzaak op als gevolg van de wisselende afvoer (seizoenafhankelijk: verdunningsgraad). De samenstelling van het water is in de tijd relatief konstant en vertoont, benedenstrooms van grote vervuillingsbronnen, een geleidelijke afname van de organische vervuiling c.q. toename van het O_2 -gehalte (Lange-Bertalot, 1979). Onder deze weinig veranderlijke milieu-omstandigheden ontwikkelt zich een diatomeeënassociatie, waarin groep 1, 2 en 3 naar verhouding zijn vertegenwoordigd.

Een groot aantal van de in het onderhavige onderzoek betrokken oostbrabantse oppervlaktewateren wordt direkt of indirekt belast met effluent van rioolwaterzuiveringsinstallaties. Benedenstrooms van deze goed gedefinieerde vervuillingsbronnen blijkt, ondanks de + konstante belasting die deze voor het milieu vormen, geen duidelijke geleidelijke en konstante verbetering van de oppervlaktewaterkwaliteit op te treden. De samenstelling van het water in de (in vergelijking met de Main relatief kleine) oostbrabantse oppervlaktewateren blijkt in belangrijke mate te worden bepaald door veranderlijke milieufactoren als regenval, rioolwateroverstorten, regenval en beregening (wateronttrekking) en door verspreide (incidentele) lozingen. De substraatgebonden diatomeeënassociatie staat in de oostbrabantse oppervlaktewateren (en in relatief kleine oppervlaktewateren in het algemeen) bloot aan veel grotere milieuvariaties dan in bijvoorbeeld de Main en de Rijn. De samenstelling van de diatomeeënassociatie duidt derhalve niet op een bepaalde waterkwaliteit, doch is de resultante van voortdurende variaties daarin. In hoofdstuk 5.1. van dit rapport wordt aannemelijk gemaakt, dat onder deze omstandigheden groep 2 verhoudingsgewijs achter kan blijven bij groep 1 en groep 3.

**VERGELIJKING VAN HET DIATOMISTISCH SYSTEEM TER BEPALING VAN DE
OPPERVLAKTEWATERKWALITEIT EN ANDERE DAARTOE DOOR DE GTD OOST-BRABANT
GEHANTEERDE SYSTEMEN**

Vergelijking tussen het fysisch-chemisch en het diatomistisch onderzoek

In hoofdstuk 5 van dit rapport kwam al uitgebreid aan de orde in hoe-
verre de met het fysisch-chemisch onderzoek en het diatomistisch onder-
zoek verkregen onderzoeksresultaten verenigbaar zijn.

Kort samengevat komt dit op het volgende neer.

Het meten van de biologische waterkwaliteit met behulp van plaatsgebon-
den organismen levert, met name indien het gehalte aan organische stof
sterk varieert, een meer betrouwbaar beeld op van de oppervlaktewater-
kwaliteit over een bepaalde periode dan steekproefsgewijze metingen aan
een (beperkt aantal) fysisch-chemische grootheden. Dit vanwege het
feit, dat de wisselende omstandigheden over een langere periode in het
resultaat van de (enkelvoudige) monsternamen geïntegreerd zijn. De
vitaliteit van de substraatgebonden diatomeeën is afhankelijk van de
variëaties in de kwaliteit van het hen omringende water. Bij een rela-
tief korte verblijftijd van het water geven diatomeeën ook bij sterk
wisselende milieu-omstandigheden, een indicatie van de gemiddelde
oppervlaktewaterkwaliteit.

Het in dit rapport gepresenteerde GTD-systeem is een diatomistisch
systeem ter bepaling van de zuurstoftoestand van het oppervlaktewater.
Bij een fysisch-chemische benadering wordt alleen een werkelijk
betrouwbare indruk over de zuurstoftoestand van het water verkregen bij
continue registratie van het O_2 -gehalte.

Vergelijking tussen het makrofaunistisch en het diatomistisch onderzoek

1. De invloed van een wisselende watersamenstelling op de samenstelling
van de levensgemeenschap.

Bij zowel het makrofaunistisch als het diatomistisch onderzoek wordt
de beoordeling van de oppervlaktewaterkwaliteit gebaseerd op het
aantal aangetroffen organismen, dat indicatief is voor bepaalde
milieu-omstandigheden. Indien de oppervlaktewaterkwaliteit verslech-
tert neemt het aantal vervuilingsgevoelige soorten af of verdwijnt
volledig. Bij een verbetering van de milieu-omstandigheden dringen
deze soorten (door migratie en/of ontwikkeling van een nieuwe gene-

ratie) hernieuwd in het oppervlaktewater door. Van een aantal diatomeeënsoorten is bekend dat zij zich, onder optimale omstandigheden, meerdere malen per dag kunnen delen (*Nitzschia closterium* en *Gomphonema* tot verschillende delingen per dag: Patrick, 1966). Als gevolg daarvan kan de diatomeeëngemeenschap zich snel (volledig) herstellen en is de kwaliteitsverbetering spoedig uit de soortensamenstelling en soortdichtheid afleesbaar. De makrofauna kent echter vaak een seizoensafhankelijke generatiecyclus en de respons op de verbeterde oppervlaktewaterkwaliteit verloopt aanzienlijk trager. Ook is de snelheid waarmee organismen (door migratie) hernieuwd in een water doordringen voor diatomeeën vele malen groter.

De uit het diatomistisch en het makrofaunistisch onderzoek verkregen beoordelingsresultaten (ten aanzien van de oppervlaktewaterkwaliteit) vullen elkaar aan. Het diatomistisch onderzoek verschaft informatie omtrent de "gemiddelde" waterkwaliteit over een relatief korte - aan de bemonstering voorafgaande - periode. De duur van deze periode wordt bepaald door de keuze (ondermeer de ouderdom) van het bemonsterde substraat en bedraagt - in een mengmonster - circa 1 maand. De periode waarover het makrofaunistisch onderzoek informatie verschaft wordt bepaald door de generatiecyclus (en het daarin bereikte stadium) van de aangetroffen soorten. De generatiecyclus van de in de beoordeling van de oppervlaktewaterkwaliteit betrokken soorten varieert van enige maanden tot enkele jaren. De periode waarover het makrofaunistisch onderzoek over de waterkwaliteit informeert bedraagt circa 3 - 6 maanden (soorten met een relatief korte generatiecyclus worden vaak dominant aangetroffen en bepalen in belangrijke mate de uitspraak over de waterkwaliteit).

2. De stroomsnelheid als bepalende faktor voor de kwaliteitsindikatie van het oppervlaktewater

In langzaamstromende of stilstaande oppervlaktewateren bezinkt het in het water gesuspendeerde organische materiaal. Als gevolg hiervan neemt de O_2 -vraag (afbraak org. stof) in het water af en op/in de bodem toe. Hierdoor kan een wezenlijk verschil ontstaan tussen de samenstelling van de levensgemeenschap op of nabij de bodem en deze in de bovenstaande waterkolom.

Bij makrofaunistisch onderzoek worden zowel bodemorganismen als organismen uit het bovenstaande water (zich ophoudend tussen de waterplanten) bemonsterd. Het totaal aan de in beide frakties aangetroffen organismen wordt betrokken in de kwaliteitsbeoordeling van het betreffende oppervlaktewater. In wateren met een slibrijke bodem en weinig plantengroei wordt de kwaliteitsbeoordeling in hoofdzaak gebaseerd op de indikatieve waarde van de aan het slib gebonden organismen. Deze organismen, die bij lage O_2 -gehalten nog vitaal zijn, karakteriseren eerder de kwaliteit van de waterbodem dan de oppervlaktewaterkwaliteit. Aanvullende informatie omtrent de kwaliteit van het bovenstaande water kan dan worden verkregen door bestudering van de epifytische diatomeeënassociatie, waarvan de samenstelling niet of nauwelijks wordt beïnvloed door de O_2 -vraag op de bodem.

3. Algemeen

Uitgesproken voordelen biedt het diatomistisch onderzoek bij oppervlaktewateren, die voor makrofaunistisch onderzoek moeilijk toegankelijk zijn of wateren waarin makrofauna slechte ontwikkelingskansen worden geboden. Dit is met name het geval voor de kanalen: planten ontbreken (vestigingsplaats voor een groot aantal organismen), de onderwaterbodem is niet of moeilijk bereikbaar en (als gevolg van de geringe lichtpenetratie) zeer arm aan organismen. Het bemonsteren van diatomeeënmateriaal is dan evenwel goed mogelijk. Hierbij kan gebruik worden gemaakt van kunstmatig substraat (perspex plaatjes, rietstengels e.d.), dat bijvoorbeeld 3 weken vóór de bemonstering wordt aangebracht. Ook door afkrabben van beschoeiing of (brug)pijlers kan diatomeeënmateriaal worden verzameld.

Diatomeeën worden in grote aantallen (en vaak nog soortenrijk) aangetroffen in oppervlaktewateren waarin makrofauna, hogere waterplanten en bijvoorbeeld vissen niet meer kunnen bestaan.

Konklusies

De beoordeling van de oppervlaktewaterkwaliteit op basis van de in een samenstelling van water aangetroffen diatomeeënassociatie onderscheidt zich in kwalitatief opzicht op navolgende wijze van andere door de GTD Oost-Brabant gehanteerde beoordelingssystemen: ten opzichte van het

1. fysisch-chemisch onderzoek:

de resultaten uit dit onderzoek betreffen een momentopname; dit in tegenstelling tot bij het diatomistisch onderzoek, waarbij de wisselende milieu-omstandigheden over een langere periode in het resultaat van de (enkelvoudige) monsternamen geïntegreerd zijn;

2. makrofaunistisch onderzoek:

de resultaten uit dit onderzoek worden (afhankelijk van de omstandigheden ter plaatse) in meer of mindere mate bepaald door de bodemgesteldheid. De aangetroffen diatomeeënassociatie verschaft dan aanvullende informatie over de samenstelling van de bovenstaande waterkolom.

De periode waarover het makrofaunistisch en het diatomistisch onderzoek informatie verschaffen over de waterkwaliteit is verschillend (ruwweg over een periode van 1 respectievelijk 3-6 maanden).

LIJST VAN IN DE PERIODE 1984-1986 BEMONSTERDE OPPEVLAKTIEWATEREN MET OPGEVE KWALITEITSINDIKATIES (GTD-SKORE, SAPROBIEKLASSE LANGE-BERTALOT EN IMP-PUNTINGEMIDDELDEN) EN VERVULLINGSINDIKATIE.

waterschap De Dommel		GTD-skore		Klasse (Lange-Bertalot)				IMP-puntwaardeering				vervullingsindicatie		
Bemonsteringsjaar / volgnummer / code bem.punt / omschrijving bem.punt		m	s	m	s	j	s	IMP-1	n	IMP-2	IMP-3			
1984	1 250053	Bouder Aa	7D	9D	10	III-IV	III-IV	IV	IV	7,9	9	2,2	(7,7)	7,7
	2 250055	Strijper Aa	10	10	8D	IV	IV	III-IV	IV	11,0	9	1,1	(12,4)	12,4
	3 250057	Groote Aa	9D	8D	6B	III-IV	III-IV	III-IV	IV	6,0	12	1,9	7,0	5,5
	4 250045	Peelrijt	6B	8B	7C	II-III	II-III	II-III	IV	7,4	12	1,7	8,0	6,9
	5 250047	Kleine Dommel	9D	8C	x	III-IV	III-IV	x	IV	5,7	14	1,2	5,4	4,9
	6 250017	Tongelreep	6D	8C	5	III	III-IV	II-III	IV	4,5	11	0,6	(4,0)	4,0
	7 250015	Tongelreep	6D	8D	5	II-III	III-IV	II	IV	4,6	14	0,5	4,7	4,7
	8 250011	Boven Dommel	10	9C	8C	IV	III-IV	III-III	IV	5,8	11	1,0	(6,0)	6,0
	9 250012	Boven Dommel	8D	x	7B	III-IV	x	II-III	IV	5,6	14	0,7	5,7	4,7
	10 250031	Beekloop	6B	1	2	II-III	II	II	IV	4,4	9	0,4	(5,0)	5,0
	11 250036	Keersop	9C	8B	4	III-IV	III-III	II	IV	4,1	6	1,1	3,3	3,7
	12 250013	Boven Dommel	9D	9B	6B	III-IV	III-IV	II-III	IV	4,3	14	0,7	5,0	4,4
	13 250019	Boven Dommel	8D	10	x	III-IV	IV	x	IV	(11,0)			(11,0)	(11,0)
	14 250029	Dommel	9D	10	8C	III-IV	IV	II-III	IV	(11,0)			(11,0)	(11,0)
	15 250021	Beneden Dommel	7D	10	8C	III-IV	IV	II-III	IV	9,5	14	14,0	20,0	9,9
	16 250090	Esche Stroom	7D	8B	6C	II-III	II-III	II-III	IV	7,5	13	0,9	7,2	7,4
	17 254162	(Oude) Dize	8D	7D	7D	III-IV	III-IV	III-IV	IV	9,5	13	1,2	(8,7)	6,7
1985	18 250113	Poppelsche Leij	8C	9C	7C	II-III	III-IV	II-III	IV	6,5	9	1,4	8,0	8,4
	19 250111	Rovertsche Leij	9C	8C	8D	II-III	II-III	III-IV	IV	8,5	9	0,9	7,7	7,7
	20 250116	Nieuwe Leij	5	8C	5	II	II-III	II	IV	8,3	13	1,5	8,0	7,4
	21 250117	Voorste Stroom	7A	9B	7B	II-III	II-III	II-III	IV	10,7	14	1,0	10,7	10,2
	22 250105	Achterste Stroom	7D	6A	8D	III	II-III	III	IV	6,2	13	1,6	5,3	5,5
	23 250092	Esche Stroom	8D	6B	7C	III-IV	II-III	II-III	IV	7,7	13	0,8	8,0	7,4
	24 250098	Kleine Aa of Dommeltje	8D	4	5	III-IV	II	II	IV	4,1	3	0,2	(4,0)	4,0
	25 250090	Esche Stroom	6C	4	5	II-III	II	II-III	IV	7,5	23	0,9	6,2	(6,2)
1986	26 250129	Broekleij	9D	8C	7B	III-IV	II-III	II-III	IV	8,9	2	1,6	6,0	6,9
	27 250121	Broekleij	7C	4	6B	II-III	II	II-III	IV	5,6	12	1,1	(5,6)	(5,6)
	28 250127	Zandleij	10	10	9D	IV	IV	III-IV	IV	9,5	2	1,7	10,7	9,5
	29 250123	Ramsche Loop	7D	8D	8D	II-III	III-IV	III-IV	IV	7,7	12	2,2	6,7	6,9
	30 250218	Zandleij	10	8B	7C	IV	II-III	II-III	IV	8,4	2	2,3	10,0	8,4

(beoordelingsresultaat) m: mei
j: juli
s: september

IMP-1: puntengemiddelde over het zomerhalfjaar 1980-1986
IMP-2: puntengemiddelde 2^o kwartaal bemonsteringsjaar
IMP-3: puntengemiddelde 3^o kwartaal bemonsteringsjaar
IMP(2+3): puntengemiddelde zomerhalfjaar (bemonsteringsjaar)
n: totaal aantal waarnemingen zomerhalfjaar 1980-1986
σ_{n-1}: standaarddeviatie puntengemiddelde zomerhalfjaar

●: Lozing huishoudelijk en/of industrieel afvalwater
▲: Effluentlozing r.w.s.i.

LIJST VAN IN DE PERIODE 1984-1986 BEMONSTERDE OPPERVLAKTENWATEREN MET OPGAVE KWALITEITSINDIKATIES
(GTD-SKORE, SAPROBIEKLASSE LANGE-BERTALOT EN IMP-PUNTENGEMIDDELDEN) EN VERVUILINGSINDIKATIE.

waterschap De Aa	Bemonsteringsjaar / volgnummer / code bemonstering / omschrijving bemonstering	GTD-skore	Klasse (Lange-Bertalot)					IMP-puntengemiddelde					vervuilingsindicatie
			a	b	c	d	e	IMP-1	h	IMP-2	IMP-3	IMP-4	
1984	31 150211 Aa duiker in weg Soerendind/Hetden	80 90 90	III-IV	III-IV	III-IV	III-IV	III-IV	9,9	12	8,7	8,4	8,0	Peelwater
32 150212 Aa nabij sluis 10 Zuid-Willemsvaart	90 10 8A	II-III	III-IV	III-IV	III-III	II-III	II-III	10,2	14	8,7	8,4	8,0	
33 150233 Ardenache Aa Oosttappen bov.str. stuw monding Aa	70 70 1	II-III	III-III	III-III	II	II	II	4,9	14	7,0	5,9	4,7	
34 150213 Aa brug in de weg Helmond/Bakel	70 90 5	II-III	III-IV	III-IV	II	II	II	7,9	12	7,3	7,7	8,0	
35 150244 Bakelische Aa brug in de weg Helmond/Bakel	70 3 4	II-III	III-III	III-III	II	II	II	4,5	14	8,3	5,2	5,0	
36 150214 Aa brug in de weg Beek/Gewert	80 90 8C	II-III	III-IV	III-IV	II-III	II-III	II-III	8,4	13	8,3	7,0	5,7	
37 150282 Goorloop in de weg naar Lieshout Beek & Donk	70 9A 1	II-III	III-III	III-III	II	II	II	6,4	14	6,3	6,2	6,0	
38 150215 Aa parallel a/d weg Sloech/Helmond Havelit	80 90 7B	II-III	III-IV	III-IV	II-III	II-III	II-III	7,1	14	7,0	6,7	6,3	
39 150274 Beekgraaf duiker in de weg Dintcher/Veghel	70 8B 5	II-III	III-III	III-III	II	II	II	6,3	14	6,0	5,8	5,7	
40 153210 Aa bov.str. stuw nabij Berlicum	70 9C 2	II-III	III-III	III-III	II-III	II-III	II-III	8,9	12	8,2	7,1	6,0	
41 150293 Groote Vetering nabij uitmonding in sandvanger Aa	70 3 7C	II-III	III-III	III-III	II	II-III	II-III	6,3	14	8,0	6,9	5,7	Vinkel (± 6 km ²) Bedrijfszuiverings- inrichting Veghel Vinkel (± 5 km ²)
1985	42 150221 Eerselche Loop bov.str. stuw in weg Som.eind/Neusden	90 9C 5	II-III	III-III	III-III	II	II	9,0	13	7,3	8,2	9,0	
43 150236 Voordalonsche Brookloop direct bemonstr. affluënsing Asten	10 10 9C	IV	IV	IV	III-IV	III-IV	III-IV	11,0	3	11,0	11,0	11,0	
44 150233 Ardenache Aa Oosttappen bov.str. stuw monding Aa	70 5 4	II-III	III-III	III-III	II	II	II	4,9	14	5,0	4,5	4,0	
45 159244 Bakelische Aa brug in de weg Helmond/Bakel	80 9C 3	II-III	III-III	III-III	II	II	II	4,5	14	5,7	5,0	4,3	
46 150284 Snelle Loop bov.str. stuw uitm. in Aa te Eedonk	80 3 2	III-IV	III-IV	III-IV	II	II	II	4,7	14	4,0	4,5	5,0	
47 150255 Peelache Loop bov.str. stuw voor vltm. in de Aa	3 2 1	II	II	II	II	II	II	4,3	14	5,0	4,7	4,3	
48 150256 Landmeersche Loop bov.str. Schuurkerkweg te Eedonk	9C 3 4	III-IV	III-IV	III-IV	II	II	II	5,8	13	6,0	5,5	5,0	
49 150273 Leijgraaf brug in de weg Middeldrode/Heeswijk	70 7B 3	II-III	III-III	III-III	II	II	II	5,7	14	4,7	4,5	4,3	
50 150293 Groote Vetering nabij uitmonding in sandvanger Aa	70 8B 8B	II-III	III-III	III-III	II-III	II-III	II-III	6,3	14	5,7	4,7	3,7	
1986	51 150286 Dungenche Loop bov.str. stuw voor duiker onder Zu-vaart	70 5 3	III	III	III	II	II	6,8	14	7,0	6,2	5,3	Schijnadel
52 150288 Dungenche Loop voor samenvl. met Molneldensche Loop	80 90 7C	III	III	III-IV	II	II	II	6,7	2	6,3	6,7	7,0	
53 150287 Molneldensche Loop voor de samenvl. met Dungenche Loop	10 5 7C	IV	IV	III-III	II-III	II-III	II-III	7,4	2	7,7	7,4	7,0	
54 150282 Steegche Loop in de weg Schijnadel/Heeswijk	10 10 10	IV	IV	IV	IV	IV	IV	11,4	14	11,7	11,0	10,3	
55 150281 Bieseloop Juiet bemonstr. industrieterrein Veghel	70 9C 3	II-III	III-III	III-III	II	II	II	5,5	14	5,0	5,2	5,4	

IMP-1: puntengemiddelde over het somerhalfjaar 1980-1986
IMP-2: puntengemiddelde 2^e kwartaal bemonsteringsjaar
IMP-3: puntengemiddelde 3^e kwartaal bemonsteringsjaar
IMP (2x1): puntengemiddelde somerhalfjaar (bemonsteringsjaar)
n: totaal aantal waarnemingen somerhalfjaar 1980-1986
σ n-1: standaarddeviatie puntengemiddelde somerhalfjaar
σ n-1: 1980 t/m 1986

●: Lozing huishoudelijk e:
industrial afvalwater
▲: Effluentlozing t.w.v.1
I: huishoudelijke afvalwater

LIJST VAN IN DE PERIODE 1984-1986 BEMONSTERDE OPPERVLAKTWATEREN MET OPGAVE KWALITEITSINDIKATIES (GTD-SKORE, SAPROBIEKLASSE LANGE-BERTALOT EN IMP-PUNTENGEMIDDELDEN) EN VERVUILINGSINDIKATIE.

waterschap De Maasland		IMP-puntwaarde		Klasse (Lange-Bertalot)		meetgegevens 1980-1986		bemonsteringsjaar		vervuilingsindicatie
bemonsteringsjaar / volgnummer / code bes.punt / omschrijving bes.punt		GTD-skore		a b c		IMP-1 h n		IMP-2	IMP-3	
1984 56 350414 Oeffeltsche Raan		in de weg Rijkveert		5 4 7A		II		4,9	11	4,7
57 350415 Oeffeltsche Raan		ben.str. lozing Oeffelt		10 10 10		IV		14,3	13	14,0
58 350427 Lebeskersche Beek		ten 2 van Rijkveert/Hoekstraat		8C 10 9B		II-III		10,6	12	9,3
59 351430 Lage Raan		brug in de weg Mill/Beers		7A 2 4		II-III		6,1	14	5,2
60 351422 Peeltkanaal		Volkeleweg bov.str. Mill		3 4 9B		II		7,9	14	9,0
61 351423 Peeltkanaal		ben.str. Mill		8A 9A 10		II-III		10,3	12	11,0
62 351427 Graafsch Raan		brug nabij Zeschuren		8C 1 8A		II-III		7,1	14	6,4
63 350453 Teeffelsche Wetering		bov.str. effluentlozing rzvi Olfen		7A 1 1		II-III		4,2	14	4,2
64 350452 Teeffelsche Wetering		voor uitmonding in de Hertogswetering		9D 9B 8B		III-IV		6,2	14	6,3
1985 65 350419 Sambeetsche Uitwatering		brug in de weg St.Anthonis/Oploo		8A 10 9C		II-III		8,3	12	7,0
66 350417 Lactarialeek		duiker in de weg Overloot/Oploo		2 1 1		II		4,5	12	3,7
67 350418 Lactarialeek		duiker in radioweg ten N van Stevenbeek		9D 9D 10		III-IV		11,3	13	11,0
68 350416 Afvoersloot Overloot		nabij kruising rondweg Overloot		10 x x		IV		(11,5)	(11,5)	(11,5)
69 350413 Oeffeltsche Raan		Groeningse dijk te W van Groeningen		10 10 9D		IV		9,5	14	9,7
70 351410 Sambeetsche Uitwatering		brug in de weg Sambeek/Vierlingsbeek		8D 8B/4 4/7D		III-IV		6,4	12	5,7
1986 71 350445 Grote Wetering		brug in de weg Rosmalen/Empeel		2 3 2		II		5,1	10	5,2
72 350443 Ploesche Wetering		Empeelse weg nabij Empeel		9D 2 8B		III-IV		6,8	14	6,3
73 350442 Hoefgraaf		brug in de weg Empeel/Het Wild		8D 7B 3		III-IV		6,2	12	(6,2)
74 350454 Rode Wetering		brug in de Tuxandriaweg		7D 4 4		II-III		6,2	12	(6,2)
75 353430 Hertogswetering		nabij gemeel Gewande		8D 4 5		III-IV		8,2	14	8,5
76 353440 Nieuwe Vliet		nabij gemeel Gewande		5 5 2		II		5,9	2	5,9
1986 77 Zuid-Willemsvaart		nabij sluis 4 te Waghel		6D 6D 6C		II-III		3,9	2	5,0
78 Zuid-Willemsvaart		nabij sluis 11 te Anten		6C 7C 8B		II-III		-	-	4,7
79 Beestrikanaal		ter hoogte van Velechap		7C 7A 5		II-III		5,4	2	5,1
80 Wilhelminakanaal		ter hoogte van Beest		6C 8D 6D		II-III		6,8	2	4,3
81 Wilhelminakanaal		ter hoogte van Tilburg		7D 6D 6C		II-III		5,8	2	-

IMP-1: puntengemiddelde over het zomerhalfjaar 1980-1986
IMP-2: puntengemiddelde 2e kwartaal bemonsteringsjaar
IMP-3: puntengemiddelde 3e kwartaal bemonsteringsjaar
IMP(2+3): puntengemiddelde zomerhalfjaar (bemonsteringsjaar)
n: totaal aantal waarnemingen zomerhalfjaar 1980-1986
G_{n-1}: standaarddeviatie puntengemiddelde zomerhalfjaar 1980 t/m 1986

m: mei
j: juli
s: september

(Beoordelingsresultaat)

IMP-1: puntengemiddelde over het zomerhalfjaar 1980-1986
IMP-2: puntengemiddelde 2e kwartaal bemonsteringsjaar
IMP-3: puntengemiddelde 3e kwartaal bemonsteringsjaar
IMP(2+3): puntengemiddelde zomerhalfjaar (bemonsteringsjaar)
n: totaal aantal waarnemingen zomerhalfjaar 1980-1986
G_{n-1}: standaarddeviatie puntengemiddelde zomerhalfjaar 1980 t/m 1986

VERGELIJKING VAN DE SAPROBIE- EN ZUURSTOFSPEKTRA VAN EEN AANTAL DIATOMEËENSOORTEN

In tabel K.1. wordt van 300 diatomeeënsoorten het zuurstofspektrum vergeleken met het saprobiespektrum. De gegevens zijn ontleend aan de ecotheek van VAN Dam (1983). Lange-Bertalot (1979) geeft van een 100-tal diatomeeënsoorten saprobie-indices aan. Deze komen, op één uitzondering na, overeen met desbetreffende opgaven in voornoemde ecotheek:

Fragilaria parasitica wordt door Lange-Bertalot in groep 2 geplaatst (onderverminderd vitaal tot in een α -mesosaproob milieu: klasse III) en wordt in de ecotheek getypeerd als indicatief voor klasse II en beter. Van een aantal diatomeeëntaxa geeft Lange-Bertalot wel, de ecotheek géén saprobiespektrum weer. Dit zijn in het systeem van Lange-Bertalot allen vertegenwoordigers uit groep 1.

Tabel K.1.

Het zuurstofspektrum van diatomeeënsoorten met een vergelijkbare vervuilingstolerantie.

	groep		
0	1 (klasse II en beter)	2 (klasse II-III en III*)	3 (klasse III-IV en IV*)
10	47		
11	25	1	
20	42	4	
22	25	6	1
30	6	14	
33	6	21	2
40		1	2
44	1	7	12
50			
55			3
0	70	3	1

* De klasseindeling zoals overgenomen uit de ecotheek van VAN Dam wijkt enigszins af de indeling volgens Lange-Bertalot: laatstgenoemde geeft voor vertegenwoordigers uit groep 2 een onverminderde vitaliteit tot

in klasse III, een afnemende vitaliteit in klasse III-IV aan; vertegenwoordigers uit groep 3 worden op alle kwaliteitsnivo's (II IV) vitaal verondersteld.

Toelichting bij tabel K.1.

0: O₂-spektrum (O₂-gehalten waarbij de diatomeeënsoorten in het oppervlaktewater worden aangetroffen).

- 1 Water kontinu verzadigd met zuurstof
- 2 Water tamelijk zuurstofrijk
- 3 Zuurstofgehalte van het water matig, soms laag
- 4 Zuurstofgehalte van het water laag
- 5 Zuurstofgehalte van het water zeer laag

Cijferkombinatie XX: indicatie O₂-spektrum zeer waarschijnlijk korrekt.

Cijferkombinatie XO: voorlopige indicatie O₂-spektrum.

Van een groot aantal diatomeeënsoorten is in de ecotheek van VAN Dam wel een saprobiespektrum doch géén zuurstofspektrum opgenomen: "0" in tabel K.1.

Uit tabel K.1. blijkt dat vertegenwoordigers uit groep 3 overwegend worden aangetroffen in oppervlaktewateren waarin het O₂-gehalte laag is. Dit gegeven ondersteunt de in het GTD-systeem gekozen benadering van de indikatorwaarde van groep 3 en is strijdig met de door Lange-Bertalot in zijn systeem gekozen benadering (zie bijlage D).

Diatomeeënsoorten die in het GTD-systeem als vervuilingsminnend worden getypeerd (groep 3) en die volgens de indeling in tabel K.1. overwegend in tamelijk zuurstofrijke wateren/wateren met een soms laag O₂gehalte voorkomen, zijn *Navicula atomus* (0: 22), *Fragilaria ulna* en *Navicula minuscula* var. *muralis* (0: beide 33). Genoemde *Navicula* soorten worden regelmatig buiten het oppervlaktewater, in natte/vochtige milieu's aangetroffen. *N. atomus* kan zelfs als karakteristiek voor vochtige/tijdelijk droge milieu's worden getypeerd (ecotheek VAN Dam). Het mag niet worden uitgesloten dat het aerophile karakter van *N. minuscula* var. *muralis* en van *N. atomus* mede aanleiding was tot de plaatsing in het aangeven zuurstofspektrum. Uit tabel K.1. kan voorts worden opgemaakt dat het merendeel van de als vervuilingsgevoelige getypeerde diatomeeënsoorten (groep 1) een tamelijk zuurstofrijk tot kontinu met zuurstof

verzadigd milieu prefereert. Vertegenwoordigers uit de minder vervuilingstolerante groep (groep 2) worden voornamelijk aangetroffen in oppervlaktewatervoren waarin het zuurstofgehalte matig, soms laag is.

Samenvatting/Konklusies

Diatomeeënsoorten die door Lange-Bertalot als vervuilingstolerant worden getypeerd (vertegenwoordigers uit groep 3) blijken affiniteit te bezitten voor een zuurstofarm (= sterk organisch vervuild) milieu. Dit gegeven korrespondeert met de in het GTD-systeem gekozen benadering van de indikatorwaarde van groep 3 en is strijdig met de door Lange-Bertalot in zijn systeem gekozen benadering, waarin deze vertegenwoordigers uit groep 3 op alle vervuilingsnivo's vitaal veronderstelt.

Diatomeeënsoorten die door Lange-Bertalot als minder vervuilingstolerant (groep 2) of als vervuilingsgevoelig (groep 1) worden gekarakteriseerd, vertonen affiniteit voor een tamelijk zuurstofrijk, soms zuurstofarm milieu respektievelijk een (tamelijk) zuurstofrijk milieu. Ook dit komt overeen met de in het GTD-systeem gekozen benadering van de indikatorwaarde van groep 2 en 1. Gekonkludeerd wordt, dat bij de in het GTD-systeem gekozen benadering van de indikatorwaarden van groep 1, 2 en 3, de in deze bijlage geschetste relatie tussen de O_2 - en saprobiespektra van diatomeeën beter tot uitdrukking komt dan in het systeem van Lange-Bertalot.