

WAT/ER/IS

WATER/IS

ALS/ER



WAT/ER/IS
WATER/IS
ALS/ER

**/Uitgave ter gelegenheid van het
veertigjarig bestaan van de
Werkgroep Ecologisch Waterbeheer.**

stowa/GEW

00/ COLOFON

/WAT ER IS, ALS ER WATER IS

Uitgave ter gelegenheid van het veertigjarig
bestaan van de Werkgroep Ecologisch Waterbeheer.

/REDACTIE

Peter Heuts

Lowie van Liere

Bas van der Wal

Bert-Jan van Weeren

/FOTOGRAFIE

Zie bijlage III / Bijdragen fotografie

/VORMGEVING EN ILLUSTRATIES

Shapeshifter.nl

/(ZEEF)DRUK

Spant Zeefdruk / Drukkerij Libertas

/UTRECHT, JUNI 2007

/ISBN 978.90.5773-356.7

/WEW PUBLICATIE 22

/STOWA PUBLICATIE 2007-10

/WWW.WEW.NU

Meer informatie WEW

(Werkgroep Ecologisch Waterbeheer)

/WWW.STOWA.NL

Meer informatie STOWA

(Stichting Toegepast Onderzoek Waterbeheer)

00/ INHOUDSOPGAVE

- 004** **01/ TEN GELEIDE** / Door Henk Hoogenboom
- 008** **02/ WAT ER WAS, WAT ER IS EN WAT ER KOMT** / Door Peter Heuts, Lowie van Liere en Bas van der Wal
- 016** **03/ WEW 40 JAAR: OGEN VAN DE FOREL** / Door Pieter Schroevers
- 024** **04/ DE ECOLOGISCHE PRINCIPES VAN WATERSYSTEMEN** / Door Peter Heuts en Lowie van Liere
- 040** **05/ ECOLOGIE IN DE KRW EN DE FLORA- EN FAUNAWET** / Door Bas van der Wal
- 046** **06/ SLOTEN EN WETERINGEN** / Door Bert Higler
- 058** **07/ RIVIEREN** / Door Bram bij de Vaate
- 068** **08/ BEKEN** / Door Reinder Torenbeek en Herman Wanningen
- 082** **09/ ONDIEPE MEREN** / Door Theo Claassen en Thomas Ietswaart
- 094** **10/ DIEPE MEREN** / Door Herman Gons en Rixt Hovenkamp
- 102** **11/ KANALEN** / Door Ger Boedeltje
- 112** **12/ VENNEN** / Door Gertie Arts en Herman van Dam
- 122** **13/ STEDELIJKE WATEREN** / Door Luuc Mur en Eva de Bruin
- 132** **I/ VERKLARENDE WOORDENLIJST**
- 137** **II/ GERAADPLEEGDE LITERATUUR**
- 141** **III/ BIJDRAGEN FOTOGRAFIE**



01 / PARELVEDERKRUID

01 / TEN GELEIDE /

Door Henk Hoogenboom

De Werkgroep Ecologisch Waterbeheer bestaat veertig jaar. Dat is een feestelijke gebeurtenis die gevierd moet worden. Dat doen we dan ook. Onder meer met de uitgave van dit jubileumboek, gemaakt door echte ecologen. Al noemen sommigen zich niet zo. Als kleine jongens en meisjes volgden ze vaak al met plezier - en soms zorg - hun eigen wateren. Vol verbazing en verwondering waren ze over de veelheid aan leven in dat water. Over de water- en oeverplanten, de algen, de watervlooien, over de libellen, de kokerjuffers, de watermijten, de vissen, salamanders en zo veel meer. Verbaasd ook over het gemak waarmee beken werden rechtgetrokken, vennen werden gedempt, sloten werden vermest en rivieren werden verstuwd.

In het boek vertellen de jongens en meisjes van weleer over de schoonheid van een aantal aquatische ecosystemen in ons land. Maar ook over de rampspoed die de systemen soms treft. Ze zijn inmiddels ouder geworden, wijzer misschien. Twintig ecologen én waterliefhebbers die erg actief zijn of zijn geweest binnen de Werkgroep Ecologisch Waterbeheer.

Als voorzitter is het mijn plicht vooruit te blikken. Wat gaan we de komende veertig jaar doen, welke uitdagingen staan ons te wachten, welke rol gaan we daarin spelen? Als je iets over de toekomst wilt zeggen, is het vaak goed naar het verleden te kijken. In dit boek geeft medeoprichter en erelid Pieter Schroevers een prachtig overzicht van wat de werkgroep de afgelopen veertig jaar heeft gedaan en bereikt. Hij besluit zijn overzicht met een blik op de toekomst. Daar valt weinig aan toe te voegen, maar wel veel aan in te vullen. Zijn oproep om als werkgroep de 'luis-in-de-pels-functie' meer gestalte te geven, deel ik van harte. Er is genoeg kritiek mogelijk op de wijze waarop waterschapsbestuurders omgaan met de Europese Kaderrichtlijn water. Die kritiek moeten we niet gebruiken om de boel af te breken, maar om de ecologie hoger op de 'wat-zijn-onze-doelstellingenladder' te krijgen dan de huidige politiek nu voorstaat.

Volgens Pieter vereist de beoordeling van watersystemen nieuwe theorieën en strategieën. Deze oproep is weer raak. Ik krijg vaak het gevoel dat ecologen de organismen die in de beoordelingsmethoden voor een 'goede ecologische kwaliteit' staan, als

ultiem na te streven doelen zien. Je zou bijna vergeten dat een ecosysteem meer is dan een lijstje gewenste algen, waterplanten, macrofauna en vissen.

Het is mijn ambitie als voorzitter het werk en de inzichten van de Werkgroep Ecologisch Waterbeheer meer onder de aandacht te brengen van bestuurlijk Nederland. Immers, wij constateren dat de ergste verontreinigingen niet meer voorkomen. De kwaliteit van veel watersystemen wordt beter. Maar wij constateren ook dat er ondanks de verbeteringen steeds minder echte parels in het waterrijke Nederland te vinden zijn. En ten slotte constateren we dat wij als ecologen niets te beslissen hebben. We moeten met bestuurders aan tafel komen zitten, met ze spreken, naar ze luisteren en ze zien te overtuigen.

In deze feestelijke omgeving van het veertigjarig bestaan kan ik het niet laten iets prijs te geven over mijn vroegste drijfveer om ecooloog te worden en hoe ik daar invulling aan gaf. Mijn favoriete water is de Zaan. Vanuit mijn ouderlijk huis kon je deze rivier net niet zien, maar wel goed ruiken. Iedereen rook de geur van de fabrieken die hun afval vrij de Zaan in lie-ten lopen en zo onbedoeld inzicht gaven in de grote rijkdom aan vis. Naar zuurstof happend kwamen ze met duizenden aan de oppervlakte. Met honderden drevén ze, met hun witte buiken omhoog, dood bij de sluis.

Mijn eerste actie als toekomstig ecooloog ondernam ik met overtuiging. Ik zette de kraan in de badkamer wijd open. Het schone drinkwater dat in het putje verdween, zou - naar ik aannam - uitmonden in de Zaan en daar de vissen aan gezond water helpen. Als niet alles al dood was, ging de hele buurt in bootjes met teilen en emmers de Zaan op. We schepten ziel-

togende vissen op en zetten ze uit in het veel schone-re water - dachten wij - van het Noordzeekanaal. Dus niks met een schepnetje de polder in om kikkers en salamanders te vangen. Niet romantiek, maar drama legde de kiem voor mijn latere leven als ecooloog.

Deze uitgave is met zichtbaar plezier gemaakt. Het was geen opdracht, er was geen moeten. De bijdragen over de aquatische ecosystemen in ons land zijn met wetenschappelijke kennis en kunde, maar ook met veel verwondering en liefde geschreven. Veel werkgroepleden hebben bovendien enthousiast bijgedragen aan het verzamelen van illustraties. Meer dan we in het boek kwijt konden. De bijdragen moeten niet als wetenschappelijke publicatie worden gelezen, maar als een gedicht op een feest. Want een feest is het. De Werkgroep Ecologisch Waterbeheer bestaat veertig jaar!

/HENK HOOGENBOOM

voorzitter

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'H. Hoogenboom', written in a cursive style.

/JONG GELEERD...

Sommige blauwwieren kunnen met behulp van gasblaasjes hun drijfvermogen regelen.

's Morgens zie je een gifgroene drijf laag, die 's middags weer weg is, maar je ziet dat er dieper in het water nog een groene laag is. Als je 's morgens de drijf laag bemonstert en in een fles in de zon zet zie je dat na een uur de blauwwieren gezonken zijn.

Het experiment werd uitgevoerd in 1982 door een jonge microbioloog en zijn zoon. De vader is nu bestuurslid van de WEW. De zoon heeft vol verbazing en verwondering het experimenteren voortgezet en is nu ook bioloog en actief lid van de WEW.

**02 /BEMONSTERING DRIJFLAAG**

/Gasthuissingel Haarlem, 1982

**03 /DETERMINATIE DRIJFLAAG****04 /CONCLUSIE**

/Na 2 uur in de zon zijn de blauwwieren gezonken

**05 /MICROCYSTIS AERUGINOSA**

/Blauwalg



01 /DETAIL UIT 'HET NAARDERMEER'

/M.A. Koekkoek © Wolters-Noordhoff, Groningen

02/ WAT ER WAS, WAT ER IS EN WAT ER KOMT /

Door Peter Heuts, Lowie van Liere en Bas van der Wal

Waar vind je nog een mooie brede watergang met water- en oeverplanten, en drijfbladplanten als Gele plomp? Waar vind je nog een typisch ruisvoornwater? Na enig nadenken kun je in de omgeving wel enkele wateren opnoemen. Het zijn er wellicht meer dan je in eerste instantie denkt. Het glas is halfvol. Maar als je de 'goede' wateren afzet tegen de watergangen die niet aan deze omschrijving voldoen, is datzelfde glas opeens akelig leeg. Dat was honderd jaar geleden wel anders. In het boek 'In sloot en plas' van Heimans en Thijssen (1895) kwam je volgens de

schrijvers in zowat ieder water een grote verscheidenheid aan planten en dieren tegen. Om jaloers van te worden. Zelfs kroos was een gewaardeerde plant op de sloten, getuige de kreet 'Wat zou een sloot zijn zonder kroos!'. Indertijd wemelde en krioelde het van allerlei klein watergedierte onder en tussen het kroos.

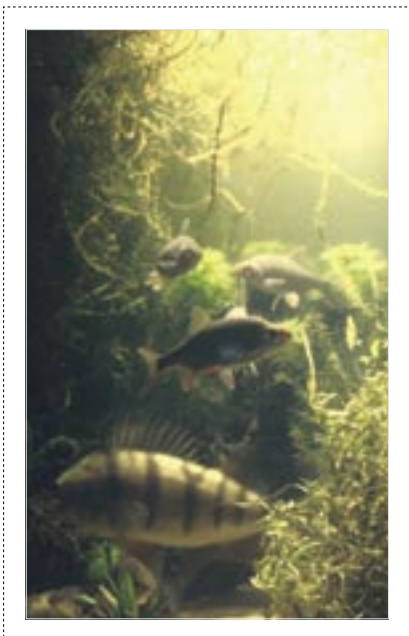
Heimans en Thijssen maakten van het Naardermeer het eerste Nederlandse natuurmonument. Daarmee voorkwamen ze dat het als stortplaats van Amsterdam



02 /LEPELAAR MET JONGEN
/Detail uit 'Het Naardermeer'



03 /PLATBUIK EN MEERKOET MET JONG
/Detail uit 'Het Naardermeer'



04 /RUISVOORNWATER



05 /MEERKOET OP NEST



06 /LEPELAARS



07 /PIJLKRUID



08 /GELE LIS



09 /KIKKERBEET

zou gaan dienen. De schoolplaat van M.A. Koekoek 'Het Naardermeer' geeft aardig weer wat daarvoor hun beweegredenen waren. Op de plaat voeden Zwarte sterns hun jongen, net als een Lepelaar. Een Purperreiger loert naar een Groene kikker, die op zijn beurt een Platbuik (libel) probeert te verschalken. Verder zie je Gele lis, Pijlkruid en enkele drijfbladplanten. Een Meerkoet brengt zijn jong in veiligheid tussen het Riet. De Lepelaar hoort anno 2007 niet meer tot de broedvogels in het gebied en tegenwoordig broeden Zwarte sterns liever op vlotjes die de mens hulpvaardig in het water heeft geplaatst.

De oude schoolplaat 'Aan de rivier' laat ons zien hoe de rivieren en beken vroeger rustig door het laagland meanderden. Deze werden toen nog niet begrensd door dijken, strekdammen en waterkrachtcentrales. Ze waren nog niet gekanaliseerd, met

geasfalteerde oevers waar niks op groeit. Veel last van hoog water hadden ze blijkbaar niet, want de boerderij op de plaat ligt akelig dicht bij de zomerbedding van de rivier. Het is dus waarschijnlijk een (hoofdzakelijk) met smeltwater gevoede rivier met een regelmatige waterafvoer. Tegenwoordig wordt door de rivieren meer regenwater afgevoerd als gevolg van de klimaatverandering. Dit heeft hoge piekbelastingen en overstromingsgevaar tot gevolg. De Otter op de plaat heeft een Zalm gevangen, een vis die lang uit onze wateren verdwenen was maar inmiddels gelukkig weer de Rijn opzwemt. De Otter zelf is ook terug van weggeweest, zij het door herintroductie. Iets wat bij veel ecologen gemengde reacties oproept, omdat de omstandigheden die hebben geleid tot het verdwijnen van otters nog niet voldoende weggenomen zijn.

De Aalscholver op de plaat is weer flink in aantal toegenomen. Hij wordt er als vanouds van beschuldigd



10 /DETAIL UIT 'AAN DE RIVIER'



11 /DETAIL UIT 'AAN DE RIVIER'



12 /DETAIL UIT 'AAN DE RIVIER'

alle vis op te eten. Verder zien we een Reiger, een vogel die zich tegenwoordig ook in stedelijk gebied laat zien, waar hij rustig naast een hengelaar wacht op een mogelijk toegeworpen visje.

Een dier dat eigenlijk ook op deze plaat thuis hoort is de Bever. Herintroductie van deze soort is met succes in de Biesbosch uitgevoerd. Momenteel leeft daar een levensvatbare populatie van ongeveer honderd dieren. Daarnaast vinden we de Bever in de Flevopolder en in Limburg. Ook over vogels is er goed nieuws. In de Oostvaardersplassen heeft voor het eerst een Zeearend gebroed en in de Nieuwkoopse plassen jaagt de Visarend weer. Nog geen zestig jaar geleden waren de meeste wateren glashelder. "Je kon de bodem zien en je zag ook vissen zwemmen tussen de guirlandes van allerlei heldergroene waterplanten. Veel wateren waren in feite machtig mooie aquaria", aldus professor Den Hartog in 1988.

De schoolplaat 'In de weide' laat een matig eutrofe (voedselrijke) sloot zien, met een klei- of veenbodem. Aan de Waterviolier zie je dat de sloot niet beïnvloed is door gebiedsvreemd water. Fijne watteranonkel, Waterweegbree en Pijlkruid maken de zichtbare watervegetatie compleet. Het is een mooie sloot, niet beïnvloed door overmatige bemesting. In de oever staat de Dotterbloem. Het is voorjaar. Dat zie je aan de Pinksterbloem in de wei, en aan de Kieviten bij hun nest met eieren, toen nog zonder nestbeschermer of markeerpalen. Roeken zijn op zoek naar voedsel in het weiland. Deze vogels zijn een tijdje uit beeld verdwenen, maar tegenwoordig zie je ze gelukkig weer steeds vaker. Een Ooievaar zoekt de oever af naar Bruine kikkers, een beeld dat je tegenwoordig ook weer kunt zien in de polder. De Koekoek laat zijn roep horen, terwijl hij speurt naar het nest van de Witte kwikstaart om zijn ei in kwijt te kunnen. Het weiland is bedekt met bloemen, iets wat



13 /BEVER



14 /AALSCHOVER



15 /OTTER



16 /DETAIL UIT 'IN DE WEIDE'

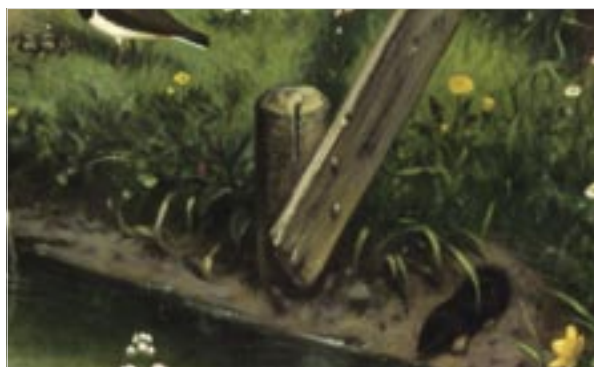
/M.A. Koekoek © Wolters-Noordhoff, Groningen

tegenwoordig niet meer voorkomt. Met de huidige bemesting krijg je alleen een groen grasveld met hoogstens enkele Paardenbloemen en hier en daar een Boterbloem. Het weiland is niet erg nat, want de Mol kan er zijn gangen graven. Verderop staan enkele schapen en helemaal in de verte enkele koeien. Het is een extensief boerenbedrijf dat nog enkele wilgen in het weiland heeft staan als geriefhout.

Voor de goede orde: het was niet overal zo mooi als op de platen van Koekoek. Lokaal was de waterkwaliteit erg slecht door lozingen vanuit de landbouw en de industrie. Het stedelijk water werd gebruikt om afvalwater te lozen. Dit leidde tot stankoverlast in de zomer en vaak tot grote vissterfte. Er waren plekken met een heel goede, maar ook met een erg slechte waterkwaliteit.

Sinds Koekoek zijn platen tekende, is er veel veranderd. Heel slechte plekken zijn er niet meer, maar

mooie plekken zijn zeldzaam geworden. De meeste sloten zijn bedekt met kroos of flab, of nog erger: ze zijn helemaal dood. Veel meren die vroeger helder waren, zijn nu troebel en eenzijdig overbevolkt met blauwwieren en Brasem. Gelukkig is er ook een kentering waar te nemen. Vanuit het diepe dal omstreeks de jaren zestig en zeventig zijn wij weer de goede kant opgegaan, dankzij allerlei wet- en regelgeving en veel extra lokale maatregelen door waterbeheerders. De Groene kikker hoor je weer kwaken en Ooievaars stappen hier en daar parmantig rond in het veenweidegebied. Maar zoals Heimans en Thijssen (1895) het beschrijven zal het niet meer worden: "Toen vele jaren geleden bij de uitbreiding van de stad een brede sloot aan de zuidrand van Amsterdam gedempt werd, wemelde het 's avonds van allerlei waterkevers." Het waren verschillende soorten van de Geelgerande waterkever, de Grote en Kleine pikzwarte watertor. Een dergelijk fenomeen zou nu de landelijke pers halen, zeker in komkommertijd.

**17 /MOL**

/Detail uit 'In de weide'

**18 /KOEKOEK**

/Detail uit 'In de weide'

**19 /OOIEVAAR IN WEILAND****20 /TORENVALK**

Op dit ogenblik staan de zaken er ecologisch gezien niet slecht voor, op papier althans. Met dank aan Brussel en de Europese Kaderrichtlijn water. Waterbeheerders moeten zorgen dat hun (natuurlijke) wateren een zogenaemde Goede Ecologische Toestand bereiken. Deze toestand wordt afgeleid van referentiewateren die niet door de mens beïnvloed zijn. Die kun je nog vinden in landen als Polen en Rusland. De waterkwaliteit moet goed zijn. Wat dat inhoudt, mogen we grotendeels zelf bepalen, zolang de ecologische doelen maar gehaald worden. Het afleiden

van de Goede Ecologische Toestand gebeurt op nationale schaal. Voor sterk veranderde en kunstmatige wateren zoals sloten, vaarten en weteringen - typisch Nederlandse watertypen - bestaat geen natuurlijke referentie. Hier moet de waterbeheerder zelf keuzes maken, maar wel volgens regels die in de Kaderrichtlijn water zijn vastgelegd (zie ook hoofdstuk 05).

Het bovenstaande klinkt allemaal erg ambtelijk en lijkt voorbij te gaan aan de verwondering over het leven in het water, aan de liefde voor de natuur en

aan de schoonheid en de kracht van het ecosysteem. Om dat naar voren te laten komen, heeft het bestuur van de Werkgroep Ecologisch Waterbeheer een groot aantal zeer deskundige leden gevraagd te beschrijven, maar vooral ook: te laten zien wat zij als ecooog verstaan onder een goed functionerend ecosysteem en dit te doen voor een tiental watertypen in ons land.

Bij waterschappen en andere overheden houden veel mensen zich bezig met de uitwerking van de Kaderrichtlijn, ook veel niet-ecologen. Ook voor hen is

het belangrijk te weten wat een goede waterkwaliteit en ecologische kwaliteit feitelijk betekenen. Daarom zijn de beschrijvingen ontdaan van het gebruikelijke jargon, zodat het ook toegankelijk wordt voor niet-ecologen.

Uit de beschrijvingen komt één ding duidelijk naar voren: er is een hoop werk aan de winkel voor ecologen en waterbeheerders. Of je daarbij het glas als halfvol of halfleeg ziet, doet er eigenlijk niet zoveel toe. Zolang het water maar helder wordt.



21 /BASTAARDKIKKERS



22 /SPINNENDE WATERTOR



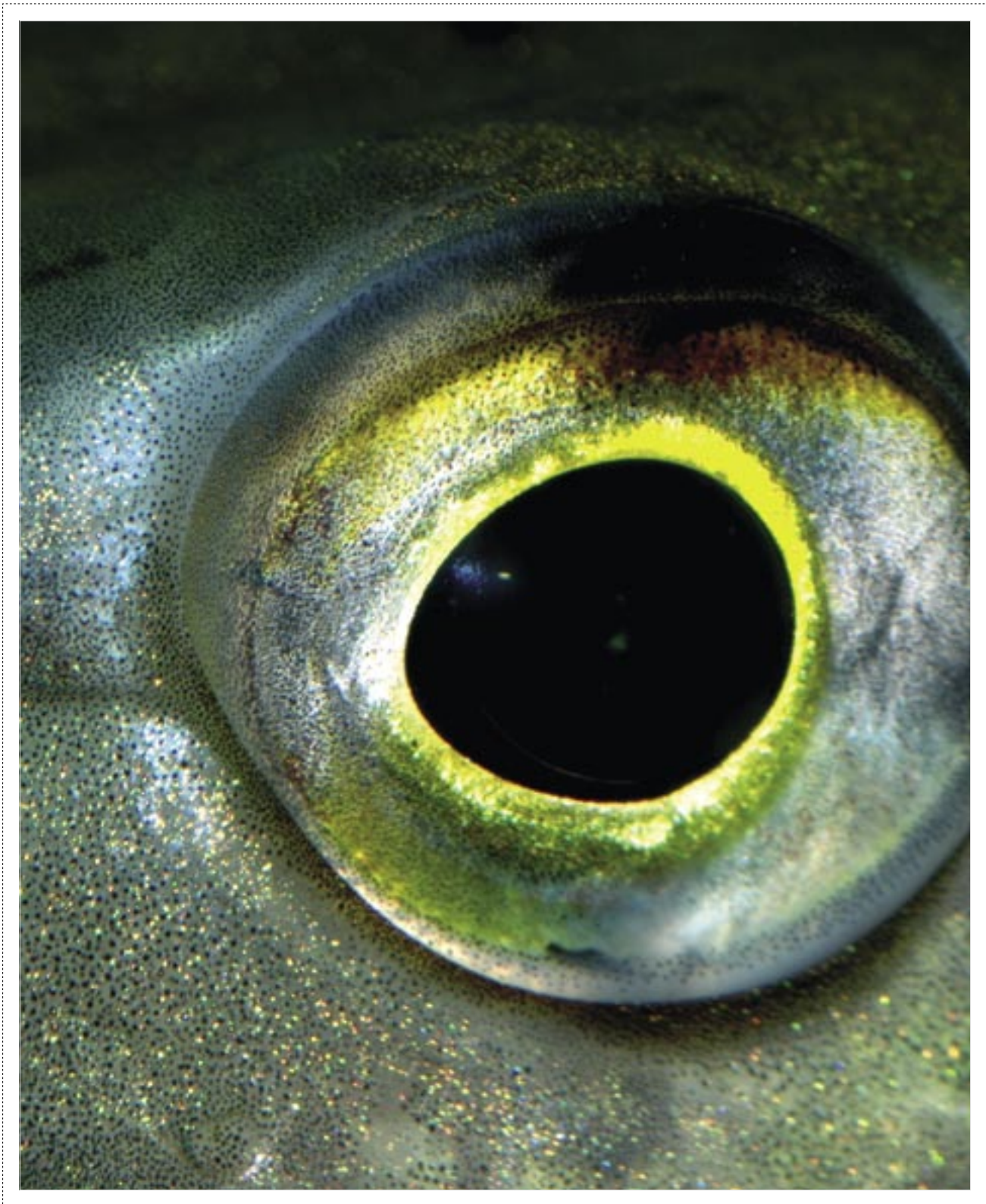
23 /'SLECHTE ECOLOGISCHE TOESTAND'

/Detail schilderij Jeroen Bosch



24 /'GOEDE ECOLOGISCHE TOESTAND'

/Detail schilderij Jeroen Bosch



01 / OOG VAN EEN SNOEK

03/ WEW 40 JAAR: OGEN VAN DE FOREL / Door Pieter Schroevers

“Dit water is niet goed”, zei de man uit Maastricht, die in het jaar 1963 een groepje biologen rondleidde langs het heldere water van de Limburgse Geul. Op de vraag hoe hij dat wist, antwoordde de man: “Dat zie ik aan de ogen van de forellen”. Het was een biologisch waterbeoordelaar van het eerste uur. Er waren in die tijd trouwens meer van dit soort zonderlingen. Zoals de hydrobioloog die amok maakte door het Ministerie van Defensie van wanbeleid te beschuldigen. Bij graafwerkzaamheden zou een ven verloren gaan, en daarin bevond zich een zeldzame diatomeeënsoort. Geen van beiden kreeg een poot aan de grond. Troebele forellenogen?! Het water is toch prachtig? En zo’n diatomee die bijna niemand ooit gezien heeft... Er zijn toch wel belangrijker dingen op de wereld?!

De gebeurtenissen leidden tot lachsalvo’s in de kranten en een reprimande van de generaal. Zo ging dat toen. Eco was (nog) niet in. Maar ook de ecologen gingen niet vrijuit. Ze wisten eigenlijk niet uit te leggen wat hen bezielde. Ze hadden een heel fundamenteel natuurbeeld in hun hoofd, ze voelden dat er iets niet deugde. Maar ze wisten hun argumenten slecht

onder woorden te brengen. De verschijnselen die ze aantroffen, waren symptomen van iets heel wezenlijks, iets wat te maken had met systeemfunctioneren, als ‘dissipatieve structuur’, als leven dus. Maar wie had dat nou in de gaten?

De tijd ging verder. Eco raakte meer in zwang. Er werden biologen aangesteld bij binnenvisserij, drinkwatervoorziening en afvalinstituten. Ze werden geacht kwaliteitsoordelen te geven. Maar ze ervoeren al gauw tekorten. Dezelfde tekorten waar de twee biologen hierboven mee kampten. Ze zochten steun bij elkaar, en samen met natuurbeschermers, die al lang met dit bijltje probeerden te hakken, richtten ze in 1967 een clubje op. De Werkgroep Biologische Waterbeoordeling was geboren.

/RADERWERK

Er was in die jaren enorm smerig water, met blauwvieren, vissterfte en heel veel stank. Die last breidde zich gestaag uit. Maar de vennen van Oisterwijk zaten nog vol desmidiaceeën. De prikken bevolkten nog altijd de beken van de Achterhoek, de boezemgebieden van Friesland waren adembenemend mooi en

de Noordwest-Overijsselse plassen herbergden gave kwelgradiënten met een grote rijkdom aan soorten. De nieuwe werkgroep kwam als geroepen. De wereld begon zich het probleem aan te trekken. Waterschappen, provincies, ministeries: overal had men jonge biologen nodig om de ontluistering een halt toe te roepen.

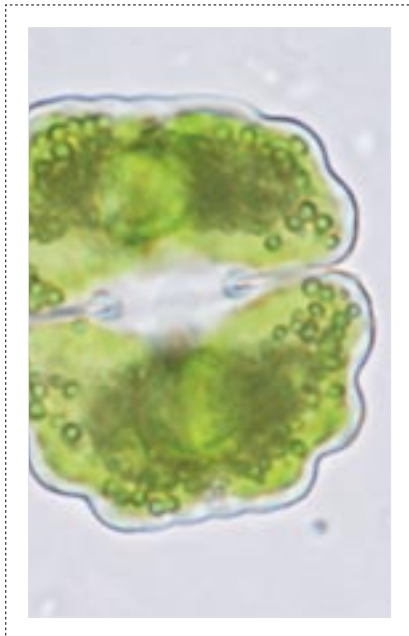
Maar konden ze dat? Natuurlijk niet. Ze konden wel aangeven waar de schoen wrong, en zo ruggensteun geven aan beleid. Maar daarvoor hadden ze een forum nodig waar ze hun problemen konden voorleggen en met elkaar in discussie konden gaan en zo mogelijk onderzoek konden verrichten. Het gevolg: de werkgroep groeide en groeide. Er was veel werk aan de winkel, besepte men al gauw. Van heel praktisch en concreet, tot heel fundamenteel en theoretisch. Van het beantwoorden van de vraag hoe je het best kunt bemonsteren tot, alweer die oude vraag, wat je nu precies onder waterkwaliteit verstaat. Daartussenin doemde een

groot aantal andere, even essentiële vragen op: er was behoefte aan vertrouwdheid met de in gebruik zijnde beoordelingssystemen, maar ook aan een typologie van Nederlandse oppervlaktewateren. Er waren taxonomische kwesties, met name op het gebied van de sterk in de belangstelling staande macrofauna.

Op de achtergrond dook steeds dezelfde prangende, fundamentele vraag op: wat is eigenlijk waterkwaliteit? Welke pretentie kunnen we ons tegenover de wereld permitteren? In de hoofden van vrijwel alle werkgroepleden bestond ook hierover een impliciet beeld wat goed is, en wat slecht. In de praktijk was men het daarover meestal roerend met elkaar eens. De leden beseften heel goed dat je te maken hebt met dat reusachtige raderwerk dat we 'natuur' noemen: een niet concreet waarneembare, maar tegelijk zo immanente zaak. Tegenover andersdenkenden geloof je in je eigen gelijk, maar hoe breng je dat over?



02 / DIVERSE DIATOMEËN



03 /COSMARIUM SUBPROTUMIDUM



04 /DE LAATSTE FOREL

/Uit de Hierdense beek



05 /OOG VAN EEN FOREL

Inderdaad, het verschil met de man van de forellen-ogen is helemaal niet zo groot.

/HANDBOEK

Al deze overwegingen resulteerden in een groots plan: gezamenlijk een handboek schrijven als ruggenstein bij het dagelijkse werk en als een middel om de balans van de afgelopen jaren op te maken. Het handboek kwam en werd een succes. Het is uitbundig gebruikt, tot in alle uithoeken van ons land. Het was een goed handboek, met veel nuttige en bruikbare informatie. Maar de hamvraag werd er niet in beantwoord, en dat was de zwakte van het werk. De auteurs van de verschillende hoofdstukken (gegroepeerd rond de diverse levensvormen: macroflora, fytoplankton, macrofauna, etc.) hadden allemaal hun eigen idee over kwaliteit. Ze stelden zich allemaal voor dat hun opvatting een objectief gegeven zou representeren. Het was vooral om die reden dat na

enkele jaren de gedachte postvatte om een nieuw handboek te maken. Een handboek waarin de handelingsperspectieven zich zouden groeperen rond dit centrale gegeven: hoe kun je vanuit de basisvragen van de ecologie over 'goed' en 'niet goed' praten, en hoe geef je zo iets handen en voeten?

Het mislukte. Er bleken te grote tegenstellingen te bestaan binnen het groepje dat de redactie vormde. Aan de ene kant waren er de practici die het impliciete natuurbeeld voor lief namen, en vooral de methodieken centraal wilden stellen. Aan de andere kant had je de theoretici die de keuze van methoden af wilden laten hangen van een goed onderbouwde ecologische doelstelling. Dit bleek niet samen te gaan, en het plan doofde als een nachtkaaars. Misschien was dit wel het meest treurige moment in het bestaan van de werkgroep: weer terug naar af. Naar de ogen van de forellen, de zeldzame diatomeeën.

/EEN NIEUWE ADEM

Men zou in zulke omstandigheden snel in de verleiding kunnen komen om er het bijltje bij neer te gooien, maar die kans kreeg de werkgroep niet: er kwam een golf van nieuwe leden. Alle beheersinstaties in Nederland die met water te maken hadden, wilden ineens hydrobiologen. En al die hydrobiologen werden lid van hun vakclub. Ze waren jong en ze wilden wat. Dat was te merken. De werkgroep mat zich meer pretentie aan. Daar was ook reden toe, want in beleid en beheer werd haar stem steeds meer nodig. Het eerste wat ze daartoe deed, was het veranderen van de naam. Ze heette vanaf dat moment Werkgroep Ecologisch Waterbeheer, kortweg WEW, wat behalve statusverhoging ook een fraai logo opleverde. Meerdere malen werd de aandacht gericht op de eigen uitgangspunten: zijn we tevreden met onze doelstelling, met de manier waarop we daarmee omgaan? Hoe is onze relatie met zusterorganisaties? Hoe is het gesteld met onze onderlinge communicatie? En bovenal: wat mag de buitenwereld van ons verwachten?

Naast de twee bestaande pijlers waarop het WEW-werk rust - de resultaten van eigen onderzoek en gedachtenontwikkeling, en de manieren waarop aan beleids- en beheersaangelegenheden wordt bijgedragen - duikt een derde pijler op: de wens om een 'luis-in-de-pels' te zijn, ongezouten kritiek te leveren op belangrijke publieke stukken. Al met al gaat het om een groot aantal ambitieuze wensen. Wat weet de werkgroep daarvan waar te maken?

/SUBGROEPEN

De verandering die zich binnen de WEW heeft voorgedaan, wordt wellicht het fraaist gedemonstreerd aan de hand van het fenomeen van de subgroepen. De subgroepen – werkgroepen die ope-

reerden op deelaspecten van het grote werkveld – bestonden al lang. Hun instelling bleek een goede greep te zijn. In het begin functioneerden ze vooral als discussieforum, later kwam er ook aandacht voor gezamenlijk onderzoek. Er waren aanvankelijk vijf subgroepen, die alle de eerste tien jaren overleefden, maar geleidelijk hun elan verloren. Dat was voor de nieuwe generatie een signaal om er verandering in te brengen, niet om het fenomeen van de subgroepen op te heffen, maar om het nieuw leven in te blazen. Dat gebeurde. Van de oorspronkelijke vijf bleven er uiteindelijk twee over: Standaardisatie, later TAP geheten (Toepassing Aquatische ecologie in de Praktijk) en Sloten. In de loop van de tijd ontstonden er talrijke nieuwe subgroepen, met nieuwe namen: Beekherstel, Ecotoxicologie, Ecologische Instrumenten, Communicatie, Macro-evertebratenanalyse, Kaderrichtlijn water, Exoten, Ecologie en Ethiek, Autecologie en zo nog meer. Ja zelfs 'Realisatie', dat een beetje klinkt als het einde van de WEW, maar iets anders bedoelde.

En dan de thema's waarover gedacht en geschreven werd. Het zijn er te veel om op te noemen. Ethiek hoort erbij, de maakbaarheid van de natuur. En wat te denken van omgevallen bomen die de beek haar meanders terug moeten geven? Je kunt het zo gek niet bedenken of het is er. Het laat zien hoe levend de werkgroep is! Het is goed te merken dat dit alles de nodige vruchten afwerpt. Het WEW-uitgavenfonds omvat inmiddels twintig titels. Het betreft stuk voor stuk zeer leesbare, nuttige geschriften. De genoemde subgroepen brengen regelmatig rapporten uit die verschijnen op een eigen website. Er is veel contact met instituties die zich met beleid en beheer bezighouden. Een flink aantal van hen steunt de werkgroep financieel door een donateurschap; zij beseffen dat de werkgroep een niet weg te denken plaats inneemt.

/KADERRICHTLIJN WATER

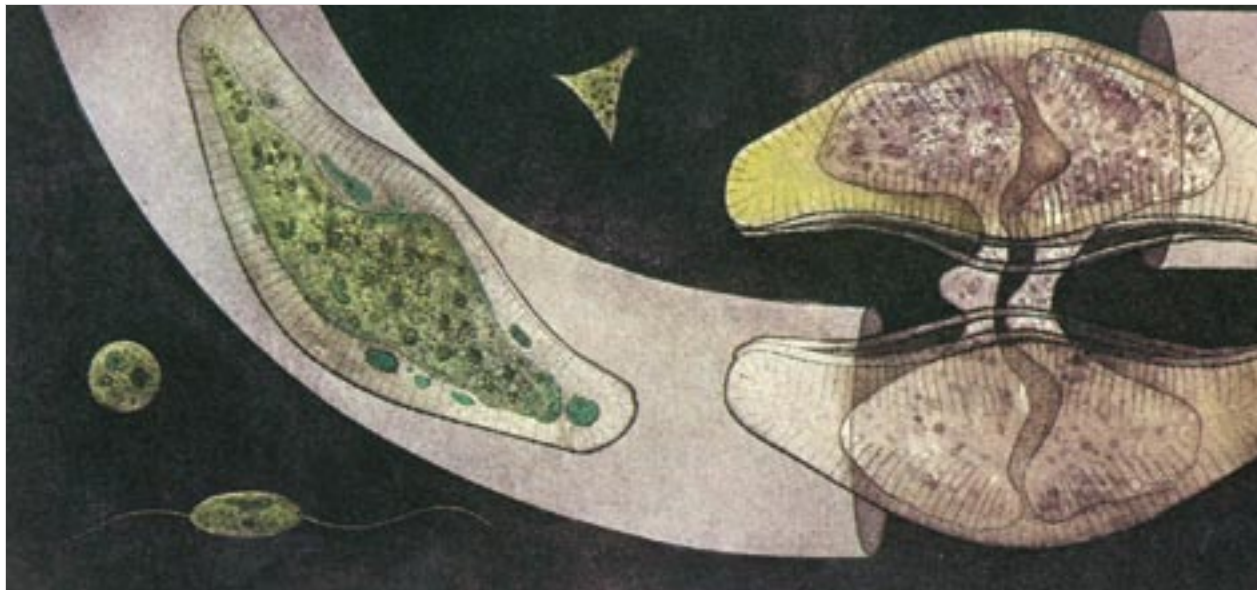
In 2000 werd de Europese Kaderrichtlijn water van kracht. De richtlijn vereist internationaal geregeld waterbeheer en geeft veel ruimte voor een ecologisch beleid, iets waar de WEW eigenlijk altijd voor gestaan heeft: een beleid waarvoor het raderwerk 'natuur' zelf de maatstaf vormt. De uitdaging is de mogelijkheden ervoor optimaal te benutten. Er is voor dit doel een nieuwe subgroep KRW opgericht, maar in feite werkt de gehele werkgroep eraan mee. De WEW krijgt de nodige waardering voor de bijdrage die ze levert bij een goede invulling van de richtlijn. Ook hier zien we hoe de WEW zich in veertig jaar tijd een niet weg te denken positie heeft verworven in de Nederlandse waterwereld. Alleen de 'luis-in-de-pels-functie' zou meer gezicht mogen krijgen. Er zijn een paar goede, fundamentele kritieken geschreven naar aanleiding van de Derde Nota Waterhuishouding, de Nota Ruimte voor Water en de Nota Ecologische

Normen van de Gezondheidsraad, maar daar blijft het zo'n beetje bij, en dat is te weinig.

/HAMVRAAG

Alles overziende mogen we desondanks constateren dat de werkgroep goed functioneert, en een duidelijke, eigen plaats inneemt in het wereldje van waterbeleid en -beheer. Maar hoe staat het nu met die hamvraag, het wezen van het kwaliteitsbegrip? De vraag dus, waar de forellenogen en de zeldzame diatomee ons op attendeerden? Het loont de moeite daar nog even op in te gaan.

Naar algemene normen gerekend gaat het met ons oppervlaktewater niet eens zo slecht. De blauw-wierdominantie is in de meeste meren en plassen niet verdwenen, maar de stinkende massa's zijn wel in aantal en intensiteit afgenomen. Aan de totstandkoming daarvan hebben vele WEW-leden bijgedragen

**06 /CYMBELLA PROSTATATA**

/Ets van Harry van Kruiningen



07 /BARGERVEEN



08 /DE LEIJEN



09 /BARGERVEEN



10 /TERRA NOVA

en daar mag de werkgroep best een beetje trots op zijn. Maar van de desmidiaceeën in de Oisterwijkse vennen is niet veel meer over, en het ziet er niet naar uit dat het gauw beter wordt. Ook van de prikken in de Achterhoekse beken is niets meer te zien, evenals van de kwelgradiënten in de Noordwest-Overijsselse plassen. Er zijn werkgroepleden die dit al lang geleden voorspelden. Zij stelden, dat met de hulp van de techniek de vervuiling zich zou uitsmeren over het gehele land. Zo voldoet alles aan gestelde normen, maar de bijzondere plekjes – waar ecologen nu juist zo veel

belang aan hechten – verdwijnen. En dat proces is onomkeerbaar, grijpt nog steeds om zich heen. Als de werkgroep haar ambities voor de toekomst hoog wil houden, dan moet ze zich dit aantrekken.

Er moet een soort vertaalslag plaatsvinden, die de oude dingen in een nieuw licht plaatst. Bescheiden omgang bijvoorbeeld met saprobiteitsmaatstaven, die op de korte termijn zijn gericht. Niet meer zeuren over het ijkpunt van 1900 als het summum van waarde. Beoordeling vereist nieuwe theorieën, nieu-

we strategieën, nieuwe methoden waarin de lange termijn, de 'duurzaamheid' om een modewoord te gebruiken, overheerst. We kunnen bijvoorbeeld aan gradiëntenstudies denken, aan problemen rond scheiding en verweving, ruimtelijke verdeling, kortom aan zaken die we landschapsecologisch noemen. Welnu, die vertaalslag vindt plaats. We zien het gebeuren, als we de subgroepactiviteiten eens in een tijdreeks proberen te plaatsen. Men zoekt de integratie, het contact met andere disciplines, staat open voor vermaatschappelijking van de doelen, discussie met andere

maatschappelijke groeperingen. Een terugtreden dus van een nostalgische gerichtheid, die het jaar 1900 nog als een streefpeil voor kwaliteit beschouwt, en een technocratische, voor wie oligosaprobie het einddoel is. Wie bij de opsomming van dit alles niet bij de pakken neer wil zitten, wacht een groot karwei. Maar pas met dit voor ogen kunnen we nog hopen dat de zeldzame diatomeeën zich ooit in dit land weer thuis zullen voelen, dat de forellen weer opgewekt uit hun ogen kunnen kijken in heldere Limburgse beken. En wie vindt dat niet de moeite waard?



11 /MOERASDROOGBLOEM



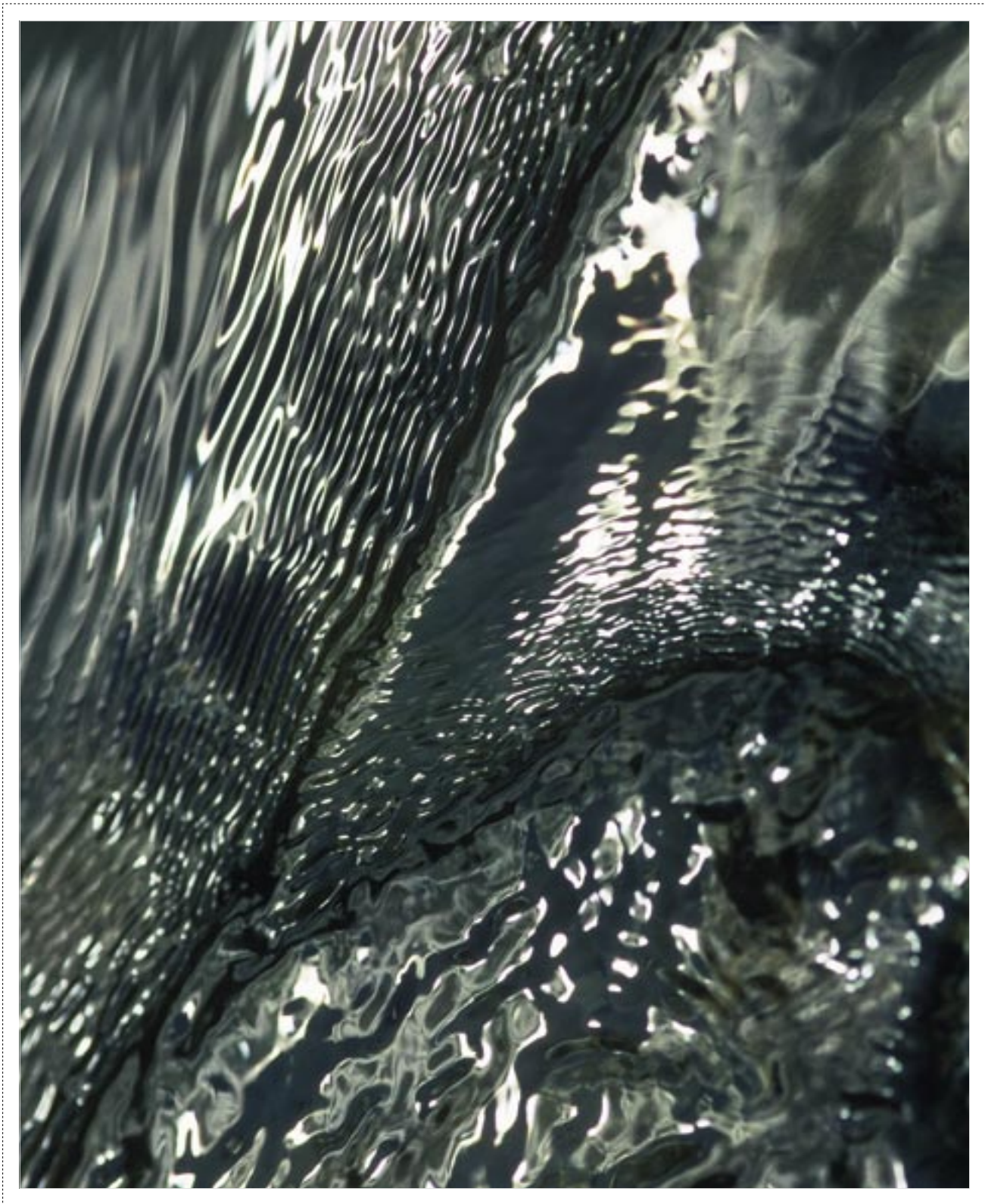
12 /DOTTERBLOEM



13 /HARIG WILGENROOSJE



14 /PARELVEDERKRUID



01 /TURBULENTE WATERSPIEGEL

04/ DE ECOLOGISCHE PRINCIPES VAN WATERSYSTEMEN /

Door Peter Heuts en Lowie van Liere

/ Water attracts me as women attract men, as cherries attract blackbirds, I fall for it every time. And I hope these pages will show, I fall for it still. Water has some kind of powerfull mystery about it. Still waters, moving waters, dark waters: the words themselves have a mysterious, allmost dying fall.

Uit: Down the river. Herbert E. Bates, 1937

/INLEIDING

Langzaam beweegt een groepje mensen zich over de ijsvlakte, gebogen door de felle ijskoude noordoostenwind. Ze trekken een volgeladen slee voort. "Hier moet het zijn," zegt één van hen weifelend. De uitgeademde lucht slaat neer op de ijspegels in zijn baard. Turend in de verte naar oriëntatiepunten bevestigt hij zichzelf: "Hier is het." Hij pakt een ijsboor van de slee en begint te boren.

Bovenstaande scène speelt zich niet af op één

van de poolvlaktes, maar op de Loosdrechtse plassen. Het is de winter van 1986, het vriest al een tijdje. Medewerkers van het toenmalige Limnologisch Instituut te Nieuwersluis gaan de bevroren plassen op om monsters te nemen. Uit de boring blijkt dat het ijs ongeveer twintig centimeter dik is, een Elfstedentocht ligt in het verschiet. De wekenlange bedekking met ijs en sneeuw heeft ervoor gezorgd dat het anders zo troebele water helder is. Het zwevende slib in de plassen is naar de bodem gezakt en kan niet door de wind worden opgewoeld. Staan op water is normaal

voorbehouden aan schaatsenrijders en schrijvertjes, de insecten wel te verstaan. Mensen kunnen alleen op water staan wanneer het de vaste vorm heeft aangenomen en ook nog dik genoeg is. Dus wanneer er ijs ligt.

Water is onontbeerlijk voor het leven op aarde. Leven zonder zuurstof is mogelijk, maar leven zonder water niet. Water is overal om ons heen. Het is zo aanwezig, dat we wel eens vergeten hoe bijzonder water eigenlijk is. Water zit als fijne nevel in de wolken. Het regent als vloeistof naar beneden en komt soms in vaste vorm als hagelstenen of sneeuw omlaag. Door bronnen en beken worden de rivieren gevoed die het water vervolgens afvoeren naar zee.

In het lage Nederland voeren we naar behoefte water af en aan door een uitgebreid stelsel van kunstmatig aangelegde watergangen zoals sloten, weteringen, boezemwateren en kanalen. Kunstwerken zoals gemalen, stuwen en duikers zorgen voor de gewenste aan- en afvoer tussen dijken, kaden en dammen.

/DE CHEMIE VAN WATER

Water bestaat uit twee negatief geladen waterstofatomen en een positief geladen zuurstofatoom. Het vormt zo het watermolecuul H_2O . De waterstofatomen zitten niet symmetrisch aan het zuurstofatoom. Daarom heeft een watermolecuul een positieve en een negatieve kant, zoals bij een magneet. Er ontstaat een onderlinge binding en rangschikking tussen de watermoleculen. Deze binding, waterstofbrug genaamd, speelt een belangrijke rol bij bijvoorbeeld het wateroppervlak. Oppervlaktespanning ontstaat omdat watermoleculen elkaar sterk aantrekken, de moleculen aan de oppervlakte worden naar binnen getrokken. Het wateroppervlak gedraagt zich als een gespannen vlies. Sommige dieren zoals Schaatsenrij-

ders of de kwikzilveren Schrijvertjes maken gebruik van dit grensvlakverschijnsel om op het water te kunnen lopen.

Bij nul graden Celsius gaan vloeibare watermoleculen over in vaste stof, ijs. De moleculen liggen zo gerangschikt, dat ze een groter volume innemen dan in de vloeibare fase. Water heeft zijn grootste dichtheid bij vier graden Celsius. Het gevolg is dat ijs lichter is dan water, het drijft erop. Dit is een heel bijzondere eigenschap, alléén bij ijzer komt dat ook voor. Aan deze eigenschap heeft de aarde het hogere leven te danken. Het betekent namelijk dat diepe wateren niet vanaf de bodem bevroren. Het ijs vormt een isolatiedeken tegen de kou. In het water kunnen allerlei organismen de koude periode overleven en wachten op gunstiger tijden.

Een andere belangrijke eigenschap is dat in water veel stoffen oplossen. Het zijn vooral stoffen die ook een positieve en negatieve kant hebben, zogenoemde polaire stoffen. In zeewater is bijvoorbeeld veel zout opgelost, maar niet iedere zee is even zout. De Baltische Zee en de Zee van Azov bevatten zo weinig zout, dat er veel zoetwatervissen in kunnen leven. In de Dode Zee blijf je gemakkelijk drijven door het hoge zoutgehalte. In zeeën en oceanen zit zout water, in meren en plassen op de continenten is het water zoet. In overgangsgebieden vinden we brak water. Ieder type water kent zijn eigen leefmilieu en soorten organismen. Er zijn maar weinig soorten die zowel in zoute als zoete watermilieus kunnen voorkomen.

Naast zout lossen ook andere stoffen op in water, zoals fosfaat en stikstof. Het zijn belangrijke voedingsstoffen voor planten. Met behulp van zonlicht en kooldioxide kunnen planten deze stoffen gebruiken om te groeien.

In het water vinden allerlei fysische en chemische interacties tussen stoffen plaats. Sommige van die processen zijn zichtbaar door verkleuring van het water. Bij het inlaten van water met een andere samenstelling kan er een colloïdale troebeling optreden, waardoor het water een witte kleur krijgt. Dit komt door een interactie tussen calcium en fosfaatverbindingen (apatiet). Water kan ook een bruinrode kleur hebben, door de aanwezigheid van geoxideerd ijzer (Fe^{3+}). In de wintermaanden verandert bij weinig zuurstof de kleur in wit, als gevolg van reductie van het ijzer naar Fe^{2+} . IJzer kan zich ook binden

aan zwavelwaterstof (H_2S). Water wordt dan zwart. H_2S ontstaat bij rotting. Het wordt gemaakt door zwavelbacteriën, bij de omzetting van sulfaat. Het stinkt naar rotte eieren. Bij de verdere afbraak van veen worden humuszuren gevormd. Het water verkleurt dan bruin of geel.

Voor waterbeheerders is het vooral interessant te weten hoe chemische veranderingen doorwerken in het ecosysteem. De effecten van bemestende stoffen op de algen- en plantengroei (eutrofiëring) zijn redelijk bekend. Maar over de effecten van bestrijdingsmiddelen in het



02 /LICHTMETING ONDER HET IJS

/Loosdrechtse Plassen



03 /SCHAATSERS EN IJSZEILERS

/Loosdrechtse Plassen



04 /SCHAATSENRIJDERS



05 /SCHRIJVERTJES

oppervlaktewater (eufemistisch gewasbeschermingsmiddelen genoemd) weten we weinig. Datzelfde geldt voor medicijnresten en hormoonverstorende stoffen, die via afvalwater in het oppervlaktewater komen. Al neemt de belangstelling ervoor de laatste jaren wel flink toe. Niet alleen door problemen met het weidevee bij veedrenking, maar ook ten gevolge van gesignaleerde gedrags- en geslachtsveranderingen bij vogels en waterdieren.

/NUTRIËNTEN & TROFIEGRAAD

De hoeveelheid opgeloste voedingstoffen of nutriënten in het water, de trofiegraad, bepaalt hoeveel levende organismen in het water kunnen voorkomen. Wanneer er weinig nutriënten beschikbaar zijn, is het water helder en komen er weinig organismen in voor. Er is immers niet voldoende voedsel aanwezig voor planten, dus ook niet voor dieren die van de planten leven. De soorten die er wel voorkomen zijn bijzonder, omdat ze zich aan dit voedselarme milieu hebben aangepast. De productiviteit is laag. Een dergelijk voedselarm water noemen we oligotroof. We vinden voedselarme wateren voornamelijk op de zandgronden. Ze worden veelal gevoed door kwel- of regenwater.

Mesotrofe wateren hebben een gemiddelde productiviteit en zijn eveneens helder. In dit soort wateren komen al meer planten en dieren voor. Voedselrijke of eutrofe wateren hebben veel nutriënten en een hoge productiviteit. In dit soort wateren komen algemene soorten voor. Men vindt ze in het laagveengebied en op rivierklei. Als de aanwezige voedingstoffen door waterplanten wordt opgenomen, zijn deze wateren in het algemeen helder en zien ze er mooi uit. Maar als algen de overhand hebben, zijn de wateren troebel en wordt veel slib gevormd.

Als er overmatig veel nutriënten in wateren zitten, worden ze hypertroof genoemd. Vaak is dat het gevolg van menselijk toedoen zoals het overvloedig bemesten van landbouwgronden en nalevering van fosfaat als gevolg van vroegere belasting. De algen worden zo dominant, dat onderwaterplanten verstoken blijven van zonlicht en afsterven. Dit geeft stankoverlast. In de lichtarme omgeving komen blauwwieren tot ontwikkeling. Enkele soorten kunnen zich in het water bewegen met behulp van gasblaasjes en kunnen drijfblagen vormen. Ook kunnen sommige blauwwieren giftige stoffen afscheiden. Ze zijn scha-



06 /ZWAVELBACTERIËN



07 /DOTTERBLOEM IN BLOEI EN IJZERBACTERIËN

delijk voor andere aquatische organismen, maar ook voor huis- en boerderijdieren, die graag aan de drijf-laag likken, en zwemmers.

In kleine stilstaande wateren zoals sloten, zien we bij hypertrofie dat kroos een lichtdicht dek vormt waaronder geen leven meer mogelijk is. Flab (Floating Algal Biomass: een conglomeraat van draadwieren) en Kroosvaren kunnen ook een dergelijk dek vormen in hypertrofe wateren. Of we nu te maken hebben met een hypertrofe plas of sloot, het resultaat is hetzelfde: dominantie van enkele soorten die zich in dit slechte milieu kunnen handhaven en zich soms explosief vermeerderen. Andere factoren die de aanwezigheid van organismen bepalen zijn onder meer diepte, de vorm van de watergang of plas, de waterstroming en de verblijftijd van het water.

De trofiegraad kan gebruikt worden als indicator voor de waterkwaliteit.

/ZUURSTOFGEHALTE & SAPROBIE

Saprobie is een maat voor de belasting van wateren met organische stoffen. Organische stoffen zijn

afkomstig van plantaardig materiaal (dode algen, boombladeren), van dieren (mest) en van menselijke bronnen (afvalwater). Bacteriën breken deze stoffen af en gebruiken daarbij zuurstof. Als er veel organisch materiaal aanwezig is, kan het zuurstofgehalte in een water zo laag worden, dat er voor allerlei dierlijke organismen gebrek ontstaat en sterfte optreedt. Het meest in het oog springende effect is vissterfte. Wat men vaak niet ziet is de sterfte van waterplanten en andere waterorganismen. Vooral ongewervelde waterdieren reageren sterk op de hoeveelheid organische stoffen, omdat ze deze als voedselbron kunnen gebruiken en omdat sommige soorten gevoelig zijn voor het zuurstofgehalte.

De samenstelling van de macrofaunapopulatie in een water geeft een goed inzicht in de effecten van de belasting met organische stoffen. Het is zodoende een goede maat voor de saprobie. Weinig verontreiniging betekent dat een levensgemeenschap zich optimaal kan ontwikkelen. Sterke verontreiniging houdt in dat de levensgemeenschap soortenarm is, waarbij slechts een paar soorten in zeer grote aantallen voorkomen. Net als trofie is saprobie een



08 /DRIJFLAAG BLAUWWIER

/Microcystis aeruginosa



09 /DEK VAN KROOSVAREN

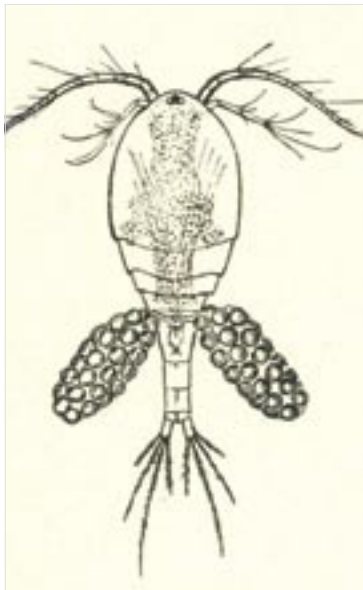
goede indicator voor de waterkwaliteit. Door afvalwater te zuiveren worden negatieve effecten ervan zoveel mogelijk tegengegaan.

/HET VOEDSELWEB

Planten maken met zonlicht en kooldioxide levend plantaardig materiaal. Hierbij komt zuurstof vrij. Dit proces heet fotosynthese. Planten hebben bouwstenen nodig om te groeien, voornamelijk fosfaat en stikstof. Daarnaast hebben ze sporenelementen nodig. De nutriënten komen zowel van buiten in het ecosysteem (bijv. lozingen en uit- of afspoelen van mest), als via interne bronnen, zoals dood organisch materiaal in het water en de waterbodem. Daarnaast zetten allerlei organismen, voornamelijk bacteriën en schimmels, plantaardige en dierlijke resten om in voor planten gemakkelijk op te nemen voedingsstoffen. Deze organismen worden *reducenten* genoemd. Planten noemen we *primaire producenten*.

Dieren die van planten leven, noemen we plantenetters, herbivoren of *primaire consumenten*. In het water zijn dit zoöplankton (zoals watervlooien), vislarven en allerlei soorten ongewervelde dieren die van de algen of waterplanten leven. *Secundaire consumenten* zijn dieren die de primaire consumenten opeten. Het betreft voornamelijk planktivore vissen, zoals jonge Brasem. *Tertiaire consumenten* eten op hun beurt de planktivore vissen. Dit zijn piscivore (visetende) vissen zoals Snoek, Baars en Snoekbaars, en andere predatoren (roofdieren) zoals de Otter, de Blauwe reiger en de Aalscholver. We noemen hen ook wel toppredatoren.

Om het ecosysteem te begrijpen, stellen we een voedselpiramide op, een keten van groepen organismen die elkaar tot voedsel dienen. De brede basis wordt gevormd door primaire producenten die de bovenliggende laag van voedsel voorzien en zo



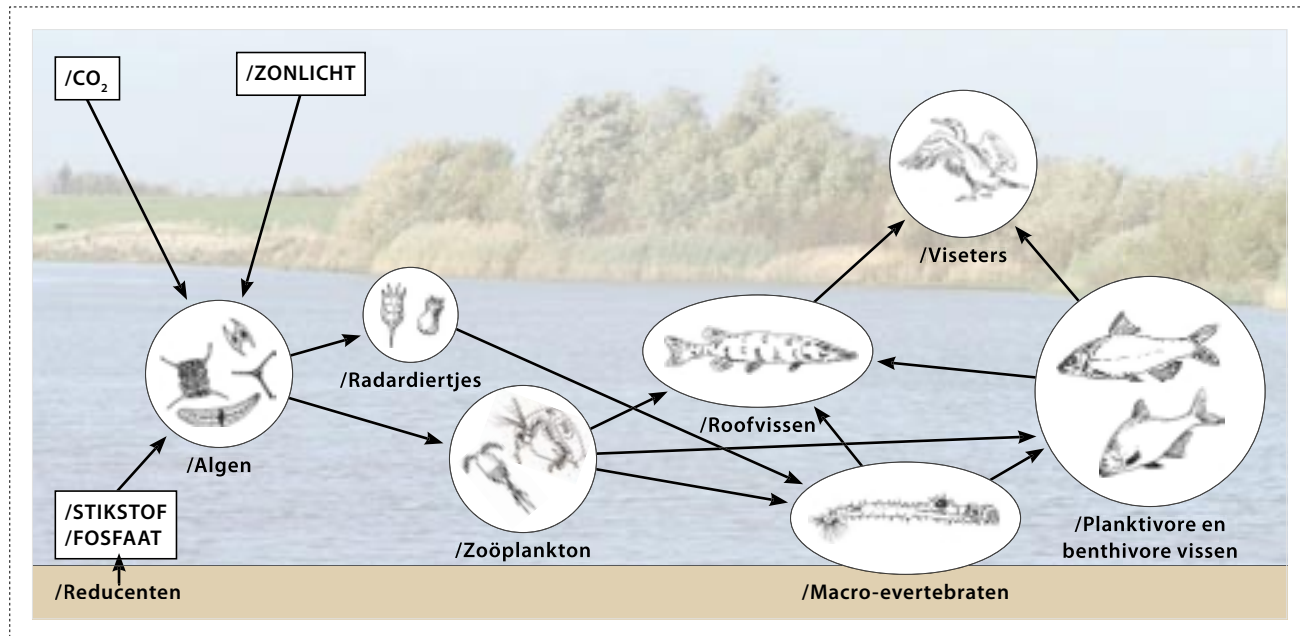
10 /ROEIPOOTKREEFT
/Tekening uit 'In sloot en plas'



11 /ANTONIE VAN LEEUWENHOEK
/Tekening uit 'In sloot en plas'



12 /WATERVLO
/Tekening uit 'In sloot en plas'



13 /VOEDSELWEB

bepalen hoe de piramide eruit ziet, het 'bottom-up effect'. Een watersysteem kan echter ook vanuit de top worden gereguleerd. Indien voldoende top-predatoren aanwezig zijn, onderdrukken deze de hoeveelheid zoöplanktonetende vissen. Daardoor komen er meer watervlooien in het water, met als gevolg dat zij de algen beter kunnen begrazen. Dit noemt men het 'top-down effect'. In een aquatisch systeem vind je vaak een complex netwerk van producenten en consumenten van verschillend niveau. De onderlinge relaties worden weergegeven in een voedselweb.

/ALGEN, WATER- EN OEVERPLANTEN

In het water vinden we microscopisch kleine planten zoals groenalgen, kiezelwieren en sialgen, het fytoplankton. Sommige soorten zijn ééncellig, terwijl andere kolonies vormen waarvan enkele soorten zelfs met het blote oog te zien zijn. Sommige al-

gen leven op stenen, op grotere planten of op een ander substraat in het water. Dit wordt perifyton of fyto-benthos genoemd. Opvallend zijn de draadalgen, die grote drijvende plakken vormen. Het is een teken van een slechte waterkwaliteit. Een bijzondere groep zijn ook kranzwieren. Dit zijn vertakte meer-cellige algen die in het algemeen alleen in schoon water leven. Men treft ze vaak als eerste aan in pas gegraven sloten en plassen.

Bacteriën en blauwwieren (cyanobacteriën) in het water vormen een aparte groep organismen, de Prokaryota. Ze maken geen deel uit van het planten- of dierenrijk, omdat ze geen celkern hebben. Ze behoren tot de eerste levensvormen op aarde. Blauwwieren hebben ervoor gezorgd dat er voldoende zuurstof in de atmosfeer kwam, zodat het landleven tot ontwikkeling kon komen. Het is fascinerend, en getuigt van een ongelofelijk aanpassingsvermogen,



14 /KRABBESCHEER MET BLOEM

dat juist de organismen die ervoor zorgden dat ons zuurstofminnend 'hoger leven' mogelijk werd, opnieuw dominant konden worden in de extreem moeilijke omstandigheden veroorzaakt door onze 'culturele eutrofiëring'.

Een uitbundige hoeveelheid van algen of cyanobacteriën veroorzaakt algenbloei of waterbloei. Dit leidt tot verkleuring van het water. Afhankelijk van de algen- of cyanobacteriënsoort, of de groeiomstandigheden van de soort, kan dat groen, geel, blauw, paars of rood zijn. Waterbloei kan over de gehele waterkolom voorkomen, maar het meest in het oog springen de drijfblazen van cyanobacteriën. Waterbloei is een wereldwijd probleem. Het woord komt in vele talen voor: waterbloom, flowering of the waters, Wasserblüte, Fleur de l'eau, Tjevenjie Vodjie (Russisch), Llysnafedd algaidd (Welsh). Ook het Arabisch en Swahili hebben er een woord voor.

Waterbloei is geen verschijnsel van onze tijd alleen. De Romeinse reiziger en schrijver Plinius beschreef in Babylonië (77 voor Christus) de rode verkleuring van het water in de zomer. De eerste plaag in Egypte (Exodus 7: 20-21) zou best een waterbloei geweest kunnen zijn. In de Romeinse tijd zijn er verslagen van verkleuring van een meer (Lago di Monterosi) waar stedelijk afvalwater in terechtkwam. Toen Giraldus Cambrensis (bisschop Gerard van Cambridge) in 1188 in Wales soldaten voor de kruistochten rekruteerde, beschreef hij de groene verkleuring van meren in de zomer. In volksliederen van middeleeuws Engeland komt de zinsnede 'breaking of the meres' voor. Dat 'breaking' komt van het troebel worden van bierwort wanneer de gist bij het bereiden van bier begint te groeien. Ook Shakespeare veronderstelde kennis van waterbloei bij zijn publiek, want hij laat Gratiano in de *Koopman van Venetië* in de tweede acte zeggen: "There are a sort

of men whose visages cream and mantle like a standing pond". In Zwitserland sprak men over 'Burgunderblutalgen' omdat men dacht dat de roodkleuring van het water door eutrofiëring veroorzaakt werd door het bloed van Bourgondische soldaten die verslagen werden in 1476 en verdronken in Zwitserse meren.

In de Nederlandse literatuur en folklore komen verwijzingen naar algenbloei niet voor. In zijn Sendbrieven aan de Royal Society in Londen lijkt Antonie van Leeuwenhoek verbaasd wanneer hij een bepaald verschijnsel beschrijft: 'In 't begin van maant Augustus was ik in een Tuyn, daar een Visryke Vyver was, op wiens water meest doorgaans een dun vliesje, dat uyt den groene sag, dreef, sonder dat men eenige andere groente in 't water sag: dat my vreemt voorkam, om dat ik op andere jaren het water seer klaar in dien Vyver hadde gesien, ende dat de sloot, waar uyt de Vyver syne geduyrige verversinge geniet,

seer klaar was; en my werde gezezt, dat wanneer het regent, het geseyde vlies weg is'. Wanneer Van Leeuwenhoek de drijfslag bestudeert met zijn microscoop merkt hij op: 'en ik ontdekte in het selve zoo een onbedenkelyke van Kleine Dierkens, die bij na door het Vergroot-glas het gesigt ontweken, dan het geen Mensch is en is te doen geloven, dan die daar het gesigt van heeft'. Met deze tekst en de tekeningen die Antonie van Leeuwenhoek daarvan maakte is de eerste wetenschappelijke beschrijving van een *Microcystis* bloei een feit (1718). Inmiddels kennen we de waterbloei van cyanobacteriën maar al te goed in Nederland.

Rond en in een water kun je verschillende soorten water- en oeverplanten zien. Sommige groeien op de oever, anderen staan met hun wortels in het water. Je hebt planten die op het water drijven en planten die zich geheel onder water bevinden. Op deze wijze kun





16 /SPINNENDE WATERKEVER MET PROOI



17 /GROOT BLAASJESKRUID



18 /ZWEEFALGEN EN WATERPEST



19 /GROENE KIKKER



20 /WATERSCHORPIOEN



21 /STAAFWANTS

je verschillende lagen en groeivormen onderscheiden. Ook de bladeren zien er verschillend uit. Zo heb je de grasachtige planten, met nauwelijks of geen stengel en lange smalle bladeren, planten met brede kleine bladeren of gewoon sprietten. Als je goed kijkt kun je ook nog heel veel verschillende kleuren groen zien. Elke plant lijkt zijn eigen kleur groen te hebben. Wanneer deze verschillende groeivormen aanwezig zijn en uit meerdere plantensoorten bestaan, spreken we van een goed ontwikkelde vegetatie.

Het voorkomen van planten wordt voornamelijk bepaald door omgevingsfactoren als licht, aanwezigheid van nutriënten, waterkwaliteit en vraat door dieren. Voor ondergedoken waterplanten in plassen is naast de hoeveelheid nutriënten ook de helderheid en de diepte belangrijk. Drijvende wortelende planten als Waterlelie en Gele plomp komen in het algemeen op beschutte plekken voor. Het voorkomen van oeverplanten wordt in grote mate bepaald door de vorm van de oever. Op een steile beschoeide oever zullen nauwelijks planten groeien, terwijl in een brede plas-draszona de vegetatie wel tot ontwikkeling kan komen. Standplaatsfactoren en concurrentie tussen plantensoorten bepalen welke planten tot ontwikkeling kunnen komen. In een baggerbodem van enkele tientallen centimeters kunnen veel plantensoorten niet meer groeien.

/MACROFAUNA

Er komen veel soorten ongewervelde dieren in het water voor, ook wel macrofauna of macro-evertebraten genoemd. Deze onderscheiden zich van de gewervelde dieren, doordat ze geen inwendig skelet hebben. Ongewervelde dieren bestaan onder meer uit slakken, schelpdieren, insecten, bloedzuigers, mijten en platwormen.

Het al dan niet voorkomen van macrofauna-soorten, en de samenstelling van de soorten, wordt bepaald door omgevingsfactoren, zoals zuurstofgehalte, waterstroming, voedsel en substraat. Sommige dieren kunnen goed overleven in voedselrijke en zuurstofarme omstandigheden zoals tubifex wormen, steekmuglarven en rattenstaartlarven. Andere dieren hebben juist helder oligotroof en zuurstofrijk water nodig, zoals kokerjuffers en libellenlarven. De eerste situatie vinden we in hypertrofe sloten waar slechts enkele dieren in kunnen leven, terwijl de tweede situatie in heldere beken voorkomt (Steen-vliegen). Waterpissebedden en slakken vinden we vooral in het overgangsgebied.

We kunnen bij de verschillende watertypen aangeven welke soorten er onder ideale omstandigheden voorkomen en welke soorten er eigenlijk niet thuis horen. In een heldere plantenrijke sloot komen bepaalde soorten voor (kevers en waterwantsen) die in kroosloten ontbreken. Daarnaast worden er kenmerkende soorten onderscheiden. Dit zijn soorten die specifiek zijn voor bepaalde omstandigheden en daardoor uniek zijn voor een bepaald watertype. Zeldzame soorten vertellen iets over de natuurlijkheid van een sloot of een beek. De soortensamenstelling geeft ons informatie over de ecologische kwaliteit.

/VISSEN

Tot voor kort was er in het regionaal waterkwaliteitsbeheer weinig aandacht voor vissen. Inmiddels is duidelijk dat ze grote invloed kunnen hebben op de waterkwaliteit.

Sommige vissen, zoals Karper en Brasem, kunnen in grote aantallen de waterkwaliteit negatief beïnvloeden. Deze vissoorten zoeken hun voedsel

deels in de bodem. Ze woelen de bodem op, waardoor de waterkolom troebel wordt. Op deze wijze komen nutriënten vanuit de bodem in het water en kan algenbloei ontstaan. Het lichtklimaat voor ondergedoken waterplanten wordt ongunstig en de waterplanten sterven af. Door de bodemwoelers kunnen de planten zich niet meer vestigen in de bodem. Op deze manier wordt een neerwaartse spiraal in gang gezet van door planten gedomineerde wateren naar door algen gedomineerde wateren.

De problemen met vissoorten zijn vaak van menselijke aard. Door rigoureuze onderhoudsmethoden, biotoopverlies (door ontgrinden, rechtekken van beken, strak peilbeheer, etc.), waterverontreiniging, visonvriendelijke gemalen, versnippering van biotopen door peilscheidingen en het verdwijnen van zoet-zout overgangen, verdwijnen veel vissoorten of gaan ze sterk achteruit. Inmiddels is er bij de waterbeheerders meer aandacht gekomen voor karakteristieke vissoorten van polders zoals de Bittervoorn, de Grote en Kleine modderkruiper en voor karakteristieke vissoorten van beken zoals het Bempje en de zeer zeldzame Gestippelde alver.

In Nederland komen ongeveer zestig verschillende vissoorten voor. Deze vissen maken op verschillende manieren gebruik van de omgeving. Sommige komen uitsluitend in stromend water voor, terwijl andere soorten juist stilstaand water prefereren. Weer andere soorten maken van beide watertypen gebruik. Op basis van deze levensstrategie kunnen we de soorten indelen. Limnofiele soorten zijn vissen die in stilstaand water leven waar veel planten voorkomen. Voorbeelden zijn de Zeelt en de Ruisvoorn, ook wel Rietvoorn genoemd. Ze zijn afhankelijk van de aanwezigheid van waterplanten. Eurytope vissen

zoals Brasem, Blankvoorn en Kolblei, hebben geen voorkeur voor stromend of stilstaand water en kunnen in beide typen voorkomen. Rheofiele soorten hebben stromend water nodig om hun levenscyclus te kunnen voltooien. De Barbeel, Winde, Kopvoorn en Serpeling zetten hun eieren af in stromend water. Waar de eieren precies worden afgezet, kan weer verschillen van soort tot soort.

Sommige vissen hebben genoeg aan één leefmilieu en kunnen daar hun hele levenscyclus voltooien, terwijl andere soorten meerdere leefgebieden gebruiken. Vissoorten die migreren in zoet water noemen we potamodrome soorten. De migraties kunnen zowel op lokale als regionale schaal plaatsvinden. Diadrome vissoorten daarentegen brengen verschillende stadia van hun leven door in zeer verschillende leefmilieus. Ze verplaatsen zich van nationaal tot intercontinentaal niveau. Diadrome vissoorten zijn onder te verdelen in katadrome en anadrome vissoorten. De katadrome Zalm plant zich voort in zoet water en groeit op in zout water. De anadrome Aal heeft juist een omgekeerde levenscyclus. Hij plant zich voort in de zoute Sargassozee voor de kust van Amerika en groeit op in de zoete wateren van Europa.

Amphidrome soorten verblijven in zowel zoet als zout water. Hun verplaatsing heeft niks met de voortplanting te maken. Ze zijn op zoek naar voedsel en schuilplaatsen. Daarnaast vindt er dispersie plaats. Dit zijn ongerichte verplaatsingen om nieuwe leefgebieden te mobiliseren en uitwisseling van genetisch materiaal te bevorderen om inteelt te voorkomen.

/WATERDIEREN

In het water komen allerlei soorten dieren voor. De kleinste zijn de ééncelligen, die van kleine algen,



22 /HOUTPANTSERJUFFER

Lestes viridis

bacteriën en organische partikels leven. Dan zijn er de microscopisch kleine raderdierpjes en de grotere kreeftachtigen, zoals de mosselkreeftjes, eenoogkreeften en kieuwpootkreeften, waarvan sommige soorten enkele millimeters groot kunnen worden. Deze leven voornamelijk van bacteriën, algen of raderdierpjes. Daphnia's zijn goed waarneembaar in het water, hun springerige voortbeweging heeft ze de naam watervlo bezorgd.

In het water is een heel scala aan ongewervelde dieren te vinden (zie ook onder de kop Macrofauna). Veel van deze dieren brengen hun hele leven in het water door, zoals waterkevers en slakken. Maar een aantal insecten (zoals de meeste libellen en muggen) woont alleen als ei en larve in het water. In en om het water komen ook veel gewervelde dieren voor, zoals vissen, amfibieën, reptielen, vogels en zoogdieren. Gewervelde dieren hebben allemaal een inwendig

skelet met als centraal onderdeel een wervelkolom.

Vissen brengen hun hele leven in het water door. De Aal kan echter bij vochtig weer het water verlaten en via land naar ander water gaan. Amfibieën brengen ook een deel van hun leven in het water door, als ei en als larve. Als volwassen dier leven ze op het land, maar voor de voortplanting blijven ze aangewezen op het water. Een reptiel als de Ringslang is aangepast aan het leven in en aan het water en kan goed zwemmen.

Verschillende vogelsoorten brengen veel tijd in en op het water door, om voedsel te zoeken en om zich voort te planten. De Wilde eend, Knobbelzwaan en Meerkoet leven voornamelijk van de planten in het water. De Zwarte stern eet voornamelijk insecten, de Blauwe reiger en Ooievaar hebben naast vissen ook kleine zoogdieren en amfibieën op hun menu staan.

De Fuut en de Aalscholver zijn echte viseters. Ook zijn er meerdere zoogdieren die in en aan het water leven. De Otter en de Bever zijn de bekendste soorten, de Noordse woelmuis, Watervleermuis en de Waterspitsmuis de kleinste.

Al deze dieren stellen eisen aan het water. Niet alleen aan de voedselbeschikbaarheid en waterkwaliteit, maar ook aan de leefomgeving. De inrichting van de oever en de wijze van onderhoud van de watergang bepalen in grote mate welke dieren en planten zich kunnen vestigen en kunnen standhouden. Zijn er genoeg leefgebieden om de levenscyclus te voltooien? Is de populatie groot genoeg om zichzelf in stand te houden? Bestaat de mogelijkheid van uitwisseling van genetisch materiaal met andere populaties? Het beantwoorden van al deze vragen in de praktijk draagt bij aan het in stand houden van een diverse levensgemeenschap.

/MENS EN MILIEU

Decennia geleden waarschuwden biologen al voor het verdwijnen van soorten. Dat leverde aanvankelijk weinig maatschappelijke en politieke respons op. Pas toen in de jaren vijftig en zestig stank, schuim en smerig zicht het probleem zichtbaar maakten, kwam daar verandering in. Scheikundigen, ingenieurs en enige juristen ondernamen actie. Dat leidde tot de Wet verontreiniging oppervlaktewateren die in 1970 van kracht werd. Dankzij de wet konden directe lozingen naar het oppervlaktewater worden aangepakt. Dat heeft er onder meer toe geleid dat ons afvalwater wordt gezuiverd, voordat het in het oppervlaktewater terechtkomt. We gebruiken geen fosfaathoudende wasmiddelen meer (een omstreeks 1990 afgesloten convenant met de industrie). De hoeveelheid mest die op de bodem gebracht mag wor-

den, is verminderd en de mest moet uiteindelijk in de bodem geïnjecteerd worden (verschillende mestwetregelgeving, vanaf 1985). Op de belasting van het oppervlaktewater met fosfaat en stikstof heeft het laatste overigens weinig effect gehad. Een aantal bestrijdingsmiddelen is verboden; er blijven er echter nog veel over. Giflozingen komen beduidend minder voor. De capaciteit van de riolering is vergroot. En zo zijn er legio voorbeelden.

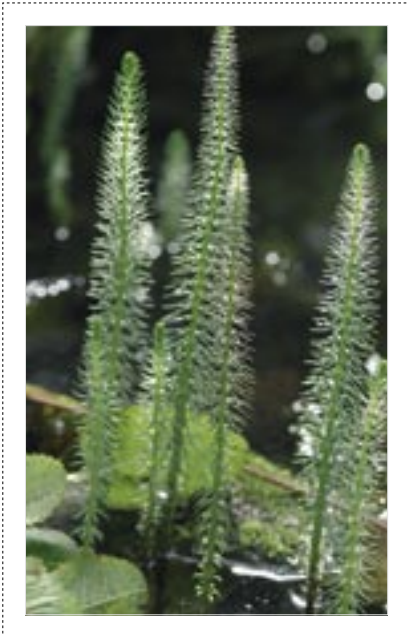
Daarnaast gebeurde er natuurlijk veel meer. Waterbeheerders hebben de afgelopen decennia regionaal en lokaal veel extra maatregelen genomen, mede gestimuleerd door subsidieregelingen. Hierdoor hebben nationaal, regionaal en lokaal beleid elkaar versterkt.

Tot slot: er zijn het verleden veel serieuze pogingen gedaan om vanuit de ecologie te werken aan schonere en gezondere watersystemen. Denk aan de ontwikkeling van een biologisch waterbeoordelingssysteem door de Werkgroep Biologische Waterbeoordeling, de voorloper van de Werkgroep Ecologisch Waterbeheer. Helaas strandden de pogingen door onderlinge onenigheid (zie hoofdstuk 3), omdat waterbeheerders hun eigen methodiek ontwikkelden, of omdat ze een bestaande methodiek gebruikten (bijv. Kaspers en Carbe).

De ontwikkeling en uitvoering van het STOWA ecologisch waterbeoordelingssysteem zette het denken van de waterbeheerders pas meer op één lijn. Het is uiteindelijk de Europese Kaderrichtlijn water geweest, die de ecologie pregnant op de voorgrond heeft geplaatst.



23 /DWERGDUIKERWANTS
/Plea minutissima



24 /LIDSTENG



25 /ZWARTE SNORVEDERMUG
/Prodiamesa olivacea



26 /KWAK



27 /KOEKOEKSBLOEM



28 /POELSLAK



01 /VUURSALAMANDER

05/ ECOLOGIE IN DE KRW EN DE FLORA- EN FAUNAWET / Door Bas van der Wal

/ Water is geen gewone handelswaar, maar een erfgoed dat als zodanig beschermd, verdedigd en behandeld moet worden.

Uit: Europese Kaderrichtlijn water, 2000

/INLEIDING

Het waterbeheer was de afgelopen 35 jaar vooral gebaseerd op belangrijk geachte conditionerende variabelen, zoals zuurstofgehalte, biochemisch zuurstofverbruik, nutriëntenconcentraties en chloridegehalten. Met soms vreemde gevolgen. Zo is de lozingsnorm voor nutriënten afgeleid van de wankale oppervlaktewaternorm voor de zomerhalfjaargemiddeldeconcentratie in stilstaande, eutrofiëring gevoelige wateren. Met de komst van de Kaderrichtlijn water is veel veranderd. De doelen in het waterbeheer worden sinds het van kracht worden

van de richtlijn uitgedrukt in ecologische termen.

Het betrekken van de samenstelling van de aquatische levensgemeenschappen in het beleid en beheer van oppervlaktewater is niet nieuw. De complexiteit van levensgemeenschappen is er echter mede de oorzaak van dat discussies over gewenste (en ongewenste) levensgemeenschappen - de ecologische doelen - zich tot voor kort vooral afspeelden buiten het blikveld van beleid en bestuur. In bescheiden mate zijn wel de resultaten van het waterbeheer uitgedrukt in ecologische termen.

Er is een aantal systemen beschikbaar voor het beoordelen van de ecologische toestand van oppervlaktewater.

In de Kaderrichtlijn water (KRW) is getracht de complexe werkelijkheid van de ecosystemen te vangen in een beperkt aantal biologische 'kwaliteitselementen'. Voor het zoete water zijn dat vissen, watervegetatie (waterplanten en fytobenthos), macrofauna en fytoplankton. De Europese Commissie heeft voorgeschreven dat voor deze kwaliteitselementen doelen (gewenste soortensamenstelling) moeten worden be-

schreven. De voor- of achteruitgang van de waterkwaliteit moet worden weergegeven ten opzichte van die biologische doelen. Brussel is kennelijk van mening dat het stellen van doelen voor de biologie niet voldoende basis is voor een goed (en controleerbaar) waterbeheer. Om te kunnen voldoen aan de door Brussel gewenste 'Goede Ecologische Toestand' dan wel 'Goed Ecologisch Potentieel' moeten daarom ook nog doelen worden beschreven voor een aantal conditionerende variabelen, zoals stikstof, fosfaat, chloride, zuurstof en temperatuur. Deze variabelen moeten een



02 /ZWANENBLOEM

/Algemene soort



03 /DOTTERBLOEM

/Algemene soort



04 /KLEINE WATERSALAMANDER

/Algemene soort



05 /GEWONE PADDEN

/Algemene soort

**06 /RIVIERDONDERPAD**

/Betrekkelijk zeldzame soort

**07 /KLEINE MODDERKRUIPER**

/Betrekkelijk zeldzame soort

**08 /WATERDRIEBLAD**

/Betrekkelijk zeldzame soort

**09 /BEENBREEK**

/Betrekkelijk zeldzame soort

zodanige waarde hebben, dat ze het bereiken van de Goede Ecologische Toestand niet in de weg staan.

/CATEGORIEËN EN TYPEN WATER

In de Kaderrichtlijn water is ervoor gekozen de biologische doelen te definiëren ten opzichte van de onverstoorde (natuurlijke) toestand. Aangezien in die onverstoorde toestand de aquatische levensgemeenschap verschilt van watersysteem tot watersysteem, wordt een indeling in categorieën en typen verplicht gesteld. De categorieën zijn op Europese schaal gede-

finieerd. Het zijn rivieren, meren, overgangswateren en kustwateren. Alle watersystemen moeten worden ondergebracht in één van deze vier categorieën, ook als zij niet meer in natuurlijke staat verkeren, maar 'sterk veranderd', of 'kunstmatig' (KRW-terminologie) zijn. Dit leidt soms tot gekunstelde kwalificaties. Zo behoren de (kunstmatige) sloten tot de categorie van de meren, aangezien zij niet (of nauwelijks) stromen. Het ligt voor de hand dat in Nederland bijna alle 'waterlichamen'(eveneens een KRW-term) sterk veranderd, of kunstmatig zijn. Binnen de categorieën worden typen

onderscheiden. Deze type-indeling is tot stand gekomen op basis van een door de EU voorgeschreven set criteria, zoals vorm, aard van de ondergrond en stroomsnelheid. In Nederland zijn 42 typen gedefinieerd, waarvan slechts ongeveer de helft algemeen voorkomt. In dit boek passeert een aantal van die typen de revue.

/NEDERLAND EN DE KADERRICHTLIJN WATER

Voor alle natuurlijke watertypen heeft Nederland de bijbehorende levensgemeenschappen beschreven. Daarnaast is vastgelegd wat de erbij horende fysische, chemische, hydrologische en morfologische omstandigheden zijn. De Kaderrichtlijn schrijft voor dat je bij het beschrijven van de gewenste ecologische toestand van niet-natuurlijke wateren rekening mag houden met de ecologische gevolgen van onomkeerbare hydromorfologische veranderingen. Het gaat dan om veranderingen ten behoeve van de veiligheid (dammen, dijken, etc.) of ten behoeve van grote economische belangen (scheepvaart, water aan- of afvoer, etc.) De effecten van andere vormen van beïnvloeding, zoals lozingen, mogen niet meegenomen worden bij het beschrijven van de gewenste ecologische toestand. Bij het beschrijven van de ecologisch hoogst haalbare toestand moeten wel weer verzachtende maatregelen meegenomen worden, zoals de aanleg van vispassages en natuurlijke oevers.

Omdat het erg moeilijk is de effecten van een (groep van) onomkeerbare ingrepen te bepalen en dus vanuit de referentie (natuurlijke situatie) een hoogst haalbare ecologische toestand te beschrijven is in Nederland gekozen voor een alternatieve aanpak. Daarbij wordt uitgegaan van de huidige (dus niet meer: natuurlijke) ecologische toestand van de watersystemen. Daarbij worden de verwachte effecten van alle denkbare verbeteringsmaatregelen opgeteld. In feite wordt

dus een hoogst haalbaar habitatype vastgesteld, waarbij vervolgens een levensgemeenschap beschreven wordt. Dat is het 'Maximaal Ecologisch Potentieel' (MEP). Omdat het ecologisch hoogst haalbare niet altijd ook economisch haalbaar is, staat de Europese Commissie toe dat er gewerkt wordt met afwijkende (lees: lagere) doelen. Dat is bijvoorbeeld het 'Goed Ecologisch Potentieel' (GEP), of een daarvan afgeleide nog lagere beleidsdoelstelling. Daarbij hoort wel een zeer stringent systeem van motivatie en verantwoording.

/DE FLORA- EN FAUNAWET

Anders dan bij de Kaderrichtlijn water, waar het gaat om ecosysteemfunctioneren, staan bij de Europese Vogelrichtlijn en Habitatrichtlijn de bescherming van soorten en hun leefgebieden centraal. Deze twee richtlijnen zijn in het Nederlands recht verankerd in de Flora- en faunawet en de Natuurbeschermingswet. In drie lijsten bij de Flora- en faunawet staan beschermde soorten met naam en (Latijnse) toenaam beschreven. Daarbij hoort de bescherming van waardevolle habitats. Het Bevoegd Gezag voor de Flora- en faunawet zijn het Rijk en de provincies. Voor iedere handeling die genoemde soorten of habitats kan aantasten, moet ontheffing worden aangevraagd. Voor de waterschappen geldt een door de Minister van LNV goedgekeurde gedragscode die het systeem van ontheffingen goeddeels overbodig maakt. Dat geldt overigens niet voor gebieden die zijn aangemerkt als beschermde gebieden.

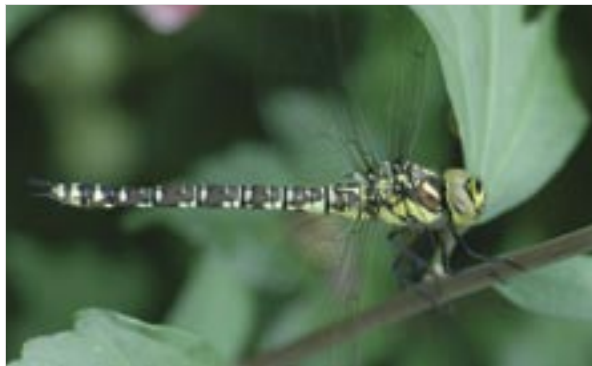
De gedragscode bevordert het natuurbewustzijn van waterschapsmedewerkers en hun opdrachtnemers (aannemers). Watersystemen hebben een belangrijke natuurfunctie. Veel van de beschermde soorten uit de Flora- en faunawet komen voor in, of langs het water. In dit boek wordt, daar waar relevant, ook aandacht besteed aan de voor het natuurbeheer belangrijke organismen.



10 /POELKIKKER
/Zeldzame soort



11 /DRIJVENDE WATERWEEGBREE
/Zeldzame soort



12 /GROENE GLAZENMAKER
/Zeldzame soort



13 /RINGSLANG
/Zeldzame soort



14 /BEVER
/Zeldzame soort



15 /BITTERVOORN
/Zeldzame soort



01 /KLEINE WATERSALAMANDER

06/ SLOTEN EN WETERINGEN

/ Door Bert Higler

/ Weinig jongens in hun laatste schooljaren zijn er tegenwoordig, die niet weten, dat tusschen het groen tapijt van eendekroos en de veen-, zand- of kleibodem van elke sloot een wereld van planten en dieren leeft, zoo rijk aan vormen, zoo wonderlijk in levenswijze, dat alleen het lezen er van in het schoolboek en het zien er van in afbeeldingen de lust wekt er meer van te weten, en de begeerte doet ontstaan naar het zien van de werkelijkheid.

Uit: In sloot en plas. Heimans en Thijsse, 1895

/INLEIDING

Een sloot is een kunstmatig, min of meer permanent watervoerend, lijnvormig water, maximaal acht meter breed, waarin stroming geen belangrijke ecologische factor vormt, of, als dat wel het geval is, kunstmatig en slechts tijdelijk of periodiek van aard is. Als sloten breder zijn dan een meter of acht, spreken we van weteringen. Weteringen zijn over het algemeen niet alleen breder maar ook dieper, want ze hebben of hadden een belangrijke functie als vaarwater. Er is morfologisch gezien sprake van een vloeiende

overgang van greppels via smalle slootjes naar brede sloten en weteringen. Nederland heeft de grootste dichtheid aan sloten ter wereld. Geschat wordt dat er in totaal een lengte van 300 tot 400 duizend kilometer aanwezig is. Sloten komen in het hele land voor, behalve in Zuid-Limburg en op de Veluwe.

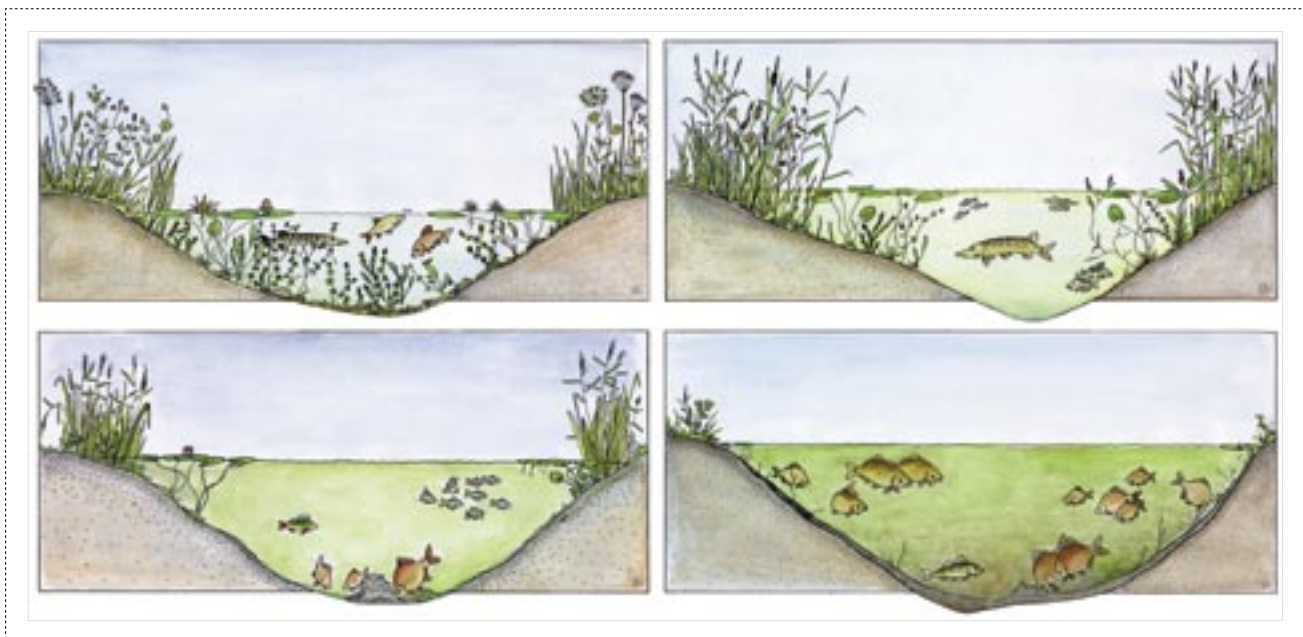
In de vroege middeleeuwen (achtste eeuw) werden achter de zeedijken de eerste afwateringssloten gegraven, waarbij men gebruik maakte van natuurlijke waterloopjes en kreken. In de veertiende eeuw

werden laaggelegen stukken land achter de zeedijken omkaad, omdat er ook toen al sprake was van inklinking en zeespiegelrijzing. Dat waren de eerste polders en deze werden doorsneden door sloten voor een goede afwatering. Deze situatie komt in het holocene deel van Nederland nog grootschalig voor. De inklinking van veenweidegebieden door diepe ontwatering voor de landbouw heeft inmiddels dramatische vormen aangenomen, die met hydrologische maatregelen niet meer te beheersen is.

In beekdalen zijn in het verleden sloten gegraven om wateroverlast in voor- en najaar te voorkomen. In (hoog)veengebieden werden sloten gegraven om het veen te ontwateren en turf per boot af te kunnen voeren. Dat werden dan al snel weteringen. Natte bossen werden ook ontwaterd door sloten en greppels te graven. Daardoor werd de houtproductie verhoogd.

Zo zijn de Nederlanders in het hele land nijvere slotengravertjes geworden: hydrologen in de dop.

Hoewel er ook geïsoleerde sloten bestaan, vormen de meeste toch een netwerk van met elkaar verbonden wateren, die in contact staan met boezemvaarten. Die monden op hun beurt uit in nog grotere wateren. Idealiter zijn dat plassen. Als de verschillende stappen passeerbare overgangen hebben, wordt een soort stroomgebied gevormd, dat voor veel vissoorten een fantastisch leefgebied betekent. Om het waterpeil beheersbaar te houden, wordt uit deze systemen veel goed, gebiedseigen water uitgeslagen (in het winterhalfjaar) en veel slecht, want voedselrijk en gebiedsvreemd, Rijnwater ingelaten (in de zomer). Dat heeft in grote delen van het land de waterkwaliteit niet alleen verslechterd, maar vooral ook genivelleerd. Zo'n honderd jaar geleden was de situatie anders. De bekende botanicus Chris van Leeuwen woonde als



02 / DWARSPROFIEL MET BIJBEHORENDE VEGETATIE EN VISSEN

/De bovenste afbeelding is de situatie bij een goede toestand, de onderste afbeelding bij slechte toestand



03 /DETAIL UIT 'IN SLOOT EN PLAS'

/M.A. Koekkoek © Wolters-Noordhoff, Groningen

kind in Gouda. Hij vertelde dat als je naar het midden van de polder ging, er langzamerhand geen groene kikkers meer gevonden werden. Dat kwam omdat het centrum van de polder gevoed werd door regenwater dat zeer voedselarm was. Naar de randen van de polder nam de menselijke invloed steeds meer toe. Daar waren sloten min of meer verontreinigd en voedselrijk, en daarin kon je van alles vinden.

Hierboven is weliswaar gesproken over een vloeiende overgang van klein naar groot, maar er zijn meer factoren die de ecologische toestand van sloten en weteringen bepalen. Deze zogenoemde sleutelfactoren zijn het chloridegehalte, de zuurgraad, kwel of stroming, de bodemsamenstelling, droogval, de steilheid van het talud, dimensie en waterkwaliteit.

De natuurlijke ontwikkeling van de meeste sloten is verlanding. Na schoning en baggeren moet

de sterk verarmde levensgemeenschap weer opgebouwd worden tot de volgende jaarlijkse schoning. Deze blijft dan steeds in een pioniersfase steken.

/BIOLOGIE

Heimans en Thijsse vonden kroos in de sloot een goed teken. Dat blijkt niet alleen uit het motto van dit hoofdstuk, maar ook uit enkele andere opmerkingen in hun aanstekelijke boek 'In sloot en plas'. Het zegt tevens iets over de kwaliteit van de sloten die zij bekeken. Wij vinden een sloot mooi als er helder water in staat, verspreide groepen waterplanten aanwezig zijn met open ruimte daartussen, zonder grote hoeveelheden kroos, kroosvaren of draadalgen. De oevervegetatie is ook belangrijk. Een rijke oevervegetatie heeft beworteling in de oevers, waar veel jonge stadia van waterdieren tussen verblijven. Bij goed schoningsbeheer, waarbij delen van de vegetatie blijven bestaan, kan een



04 /RINGSLANG



05 /OEVERPLANT KATTESTAART

/Tussen lisdodde



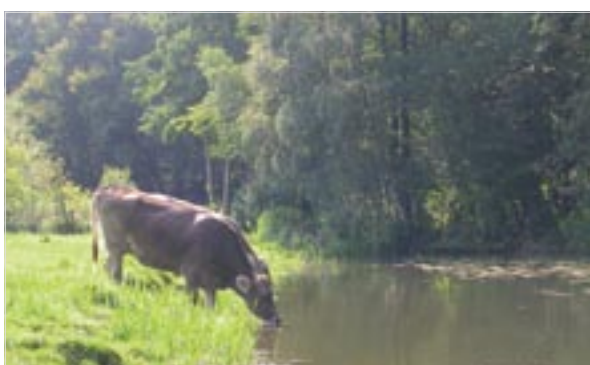
06 /SLOOT

/Gele plomp en glanzig fonteinkruid



07 /OVERGANG VAN VEEN NAAR KLEI

/Waterranboldonkseweg



08 /DRINKWATER VOOR VEE



09 /SLOOT MET RIETKRAAG

natuurlijke successie optreden en een rijkere vegetatie ontstaan. De biodiversiteit in zulke sloten is ongelofelijk groot.

Vogels als Purperreiger, Witgatje en Oeverloper fourageren in sloten. Dodaars, Kuifeend, Waterral, Porcelainhoen, Waterhoen, Meerkoet, Zwarte stern, Watersnip en Rietgors gebruiken sloten als broedgelegenheid. Weidevogels zijn indirect afhankelijk van sloten.

Verbonden systemen van sloten, weteringen en plassen met plekken die diep genoeg zijn voor overwintering en ondiepe plekken om te paaien, zijn ideaal voor een grote diversiteit aan vissoorten. Hiermee hangen bijzondere relaties samen zoals die tussen Bittervoorn en Zwanemossel, Stekelbaars en Lepelaar, maar ook tussen planten en ongewervelde dieren als Krabbescheer en de Groene glazenmaker.

Sloten zijn uitgelezen biotopen voor amfibieën zoals padden, kikkers en salamanders. Ook ring-slangen worden er vaak aangetroffen. In zekere zin

vormen sloten refugia in oorspronkelijke leefgebieden die ongeschikt zijn geworden door vervuiling, dempen van poelen of andere oorzaken.

/Sloottypen

Er zijn zoete en brakke sloten. Deze zijn op basis van het bodemtype te verdelen in klei-, zand- en veensloten. Zand- en veensloten kunnen voedselrijk of voedselarm (en dan soms zuur) zijn. In het Handboek Natuurdoeltypen worden op basis van sleutelfactoren voor flora en fauna zeven sloottypen onderscheiden.

a/ Brakke sloten

Deze zijn over het algemeen vegetatiearm, maar er zijn wel kenmerkende brakwaterplanten zoals Ruppia, Zannichellia, Groot nymfkruid en Brakwaterkransblad. Een heel kenmerkend wier is Darmwier. Er zijn nogal wat kreeftachtigen en vedermugsoorten die typisch zijn, maar ook enkele wantsen- en keversoorten worden (bijna) uitsluitend in brakwatersloten gevonden. Een kenmerkende vissoort is de Brakwatergrondel, maar ook de Drie- en Tiendoornige stekelbaars en de Paling worden veel aangetroffen.



10 /NEST VAN EEN STEKELBAARSJE

/Tekening uit 'In sloot en plas'



11 /KROOSVERWIJDERING

/Door Schotse hooglander

Een bijzonder en zelden vermeld verschijnsel is het voorkomen van blauwalgmatten op de bodem.

b/ Zwak zure zandsloten en zure hoogveensloten

Zwak zure zandsloten met een pH van 5.5-6.5 en zure hoogveensloten met een pH < 5.5 vertonen in vegetatie en fauna overeenkomsten met vennen en hoogveenplasjes. Er komen altijd sphagnumsoorten voor. Er zijn weinig vissen die een lage pH verdragen (Amerikaanse hondsvij), maar veel soorten uit neutrale wateren kunnen ook in niet al te zure wateren voorkomen. Er zijn veel gespecialiseerde macrofaunasoorten, waarbij opvallend veel kevers, libellen en kokerjuffers.

c/ Oligo- tot mesotrofe zandsloten

Deze sloten met een pH tussen 6 en 7 en dikwijls gevoed door kwel, kunnen een rijke levensgemeenschap herbergen met soorten die ook in beekjes of vennen gevonden worden. Kenmerkende planten zijn *Luronium* en fonteinkruiden. Karakteristieke macrofaunasoorten zijn kevers van het geslacht *Hydroporus* en *Acilius canaliculatus*. Daarnaast komen specifieke soorten uit verschillende ordes als libellen, muggen, mijten en haften voor.

d/ Mesotrofe veensloten

Deze zijn hydrologisch geïsoleerd van polder-systemen. Het relatief voedselarme karakter maakt dat er overeenkomsten in vegetatie en fauna met het vorige type zijn. De bodem is evenwel venig, wat voor andere waterplanten zorgt. Veel fonteinkruidsoorten, Waterdrieblad, Holpijp en charasoorten zijn kenmerkend. Er komen veel soorten insecten voor (wantsen, kevers, kokerjuffers en haften) die ook van andere voedselarme omstandigheden bekend zijn, terwijl er minder soorten en individuen van de groepen

bloedzuigers, platwormen, borstelwormen, slakken en tweekleppigen gevonden worden.

e/ Kleisloten

Kleisloten kunnen brak of zoet zijn. Door opwerveling van het fijne bodemmateriaal zijn ze vaak troebel. Er zijn wel specifieke planten voor kleisloten, zoals Zwanebloem, Watergentiaan en Fijn hoornblad maar er is geen karakteristieke macrofauna.

f/ Eutrofe veensloten

Deze komen het meest voor. Helaas zijn ze vaak sterk verontreinigd, maar in 'zuivere' toestand zijn het de rijkste biotopen die in Nederland te vinden zijn. De vegetatie is over het algemeen overdadig met zeer veel soorten, waarbij Krabbescheer kenmerkend is. In bredere sloten komen Gele plomp en Waterlelie voor. Op de bodem ligt een dikke laag detritus en saprope-lium. De sloten moeten vanuit waterhuishoudkundig oogpunt regelmatig geschoond en gebaggerd worden, tenzij ze overgedimensioneerd zijn. Zoals bij de planten, kun je er alle Nederlandse soorten macrofauna aantreffen die niet specifiek zijn voor zure, brakke of stromende wateren.

Eutrofe veensloten vertegenwoordigen in ecologische zin de kenmerken van oorspronkelijke stilstaande wateren in de kustmoerassen. Door de grote lengte en oppervlakte van sloten in Nederland zitten er in grote hoeveelheden soorten die in het buitenland ontbreken of schaars zijn. Een aantal in Nederland zeer algemene soorten staat in de omringende landen op rode lijsten!

/Slechte ecologische situatie

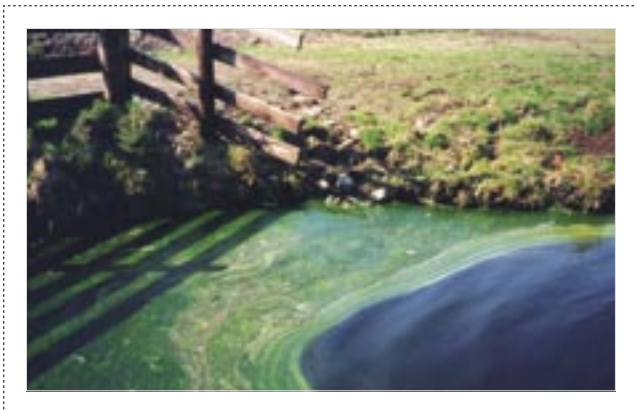
De ongewenste toestand van brakke en eutrofe veensloten is de aanwezigheid van een gesloten



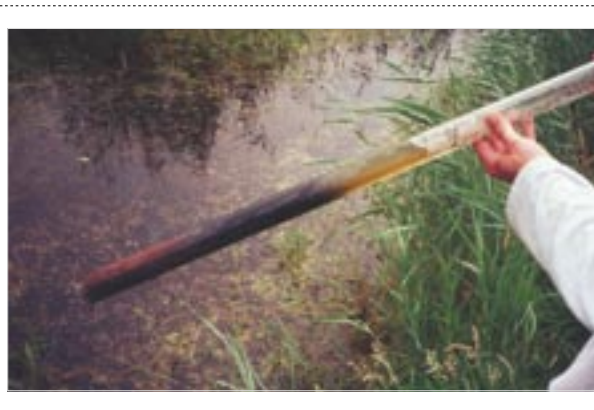
12 /SLOOT DICHTGEGROEID MET KROOS



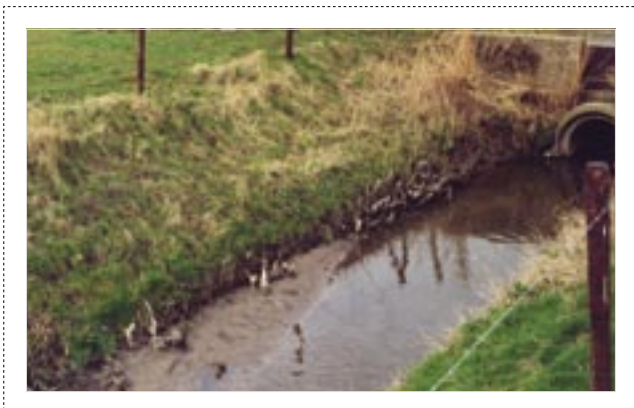
13 /WATERHOEN VERSTRIKT IN FLAB



14 /EUTROFE VEENSLOOT
/Algendrijflaag in sloot



15 /SLECHT BODEMPROFIEL



16 /RIOOVERSTORT IN SLOOT



17 /FLABSLOOT



18 /GROTE WATERNAVEL

/Een zeer opdringerige exoot

kroosvaren- of kroosdek en de overvloedige aanwezigheid van draadwieren (flab).

Een kroosdek sluit het water af voor lichtinval, waardoor er geen algen en hogere planten kunnen groeien. Dit veroorzaakt zeer lage zuurstofgehalten, waardoor er bijna geen dieren kunnen leven. Flab veroorzaakt grote fluctuaties in het zuurstofgehalte van nul in de nacht tot sterke overzadiging overdag. Samen met pH-fluctuaties zorgt dit voor omstandigheden die voor veel dieren beperkend zijn.

Voedselarme en zure sloten zijn zeer gevoelig voor eutrofiëring, waardoor de karakteristieke flora en fauna verdwijnt.

/HERSTEL, BEHEER EN KANSEN

Herstel is in het kader van niet-natuurlijke wateren als sloten een moeilijk te definiëren begrip. De

referentie van de verschillende typen sloten, zoals beschreven in het Handboek Natuurdoeltypen, kan als uitgangspunt dienen. Er worden de laatste jaren goede maatregelen getroffen om de kwaliteit van sloten te verbeteren, waardoor een gevarieerder ecosysteem ontstaat. De maatregelen betreffen: schonen & baggeren, overdimensioneren, aanpassen van hydrologie en peilbeheer, het tegengaan van eutrofiëring, morfologische inrichting, verzoeting & verbrakking. We lichten ze kort toe.

In sloten waar een volledig ontwikkelde vegetatie als referentie wordt opgegeven, zal geschoond moeten worden om verlanding te voorkomen. Dit zou gespreid in tijd en ruimte plaats moeten vinden (cyclisch beheer), om zoveel mogelijk plekken die goed ontwikkeld zijn, te sparen. Het verdient aanbeveling de najaarsschoning uit te stellen tot het voorjaar. Dit kan zeker in overgedimensio-

neerde sloten. De Flora- en faunawet en de bijbehorende gedragscode voor waterschappen zijn tegenwoordig behulpzaam bij een meer ecologisch gericht beheer. Baggeren moet evenals schonen liefst gespreid in tijd en ruimte en niet te vaak plaatsvinden. De bagger moet niet op de slootrand gedeponeerd worden, want dan spoelen nutriënten weer terug in het water. Het zichtbare effect van baggeren is meer waterplanten en minder kroos(varen).

Overdimensionering kan in sommige gevallen positief uitwerken. Er hoeft minder geschoond te worden. Het kan ook nadelig uitwerken, omdat er een grotere drainage optreedt, die in natuurgebieden tot verdroging leidt.

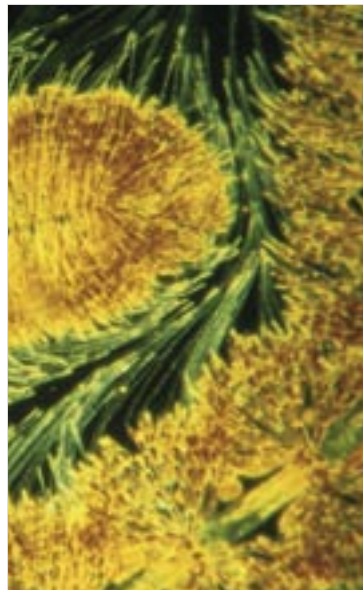
Het aanpassen van hydrologie en peilbeheer betekent in de praktijk het vasthouden van gebieds-

eigen water in natte perioden en voorkomen dat in de droge tijd gebiedsvreemd water ingelaten moet worden.

Eutrofiëring is de grootste bedreiging van het sloot-ecosysteem. Het aanpakken ervan kan gebeuren via sanering van riooloverstorten, het stoppen van lozingen, peilverhoging, het verminderen van mestgiften en het verminderen van het gebruik van bestrijdingsmiddelen. Andere mogelijkheden zijn het instellen van een bemestingsvrije zone, een deel van het slotensysteem als helofytenfilter benutten en het creëren van een langere aanvoerweg van voedselrijk water. Andere ernstige bedreigingen zijn het dempen van sloten, de intensivering van de landbouw met de daarbij behorende ruilverkavelingen, de minimalisering van slootprofielen en de profilering van (klei)sloten met een zogenoemde V-bak.



19 /*OEDOGONIUM*, DRAADALG
/Ets van Harry van Kruijningen



20 /*DRAPARNALDIA PLUMOSA*
/Draadalg in flab



21 /*SPIROGYRA*, DRAADALG
/Ets van Harry van Kruijningen



22 /STUWTJE IN SLOOT



23 /STUW BARCHEM



24 /WATERGENTIAAN



25 /GESCHOONDE SLOOT
/Krabbescheer verwijderd



26 /DROOGZETTING DOOR ONDERBEMALING



27 /DIFFUSE LOZING VIA DRAINAGE

**28 /MOLEN AAN DE WETERING****29 /GRAVERIJ OOST INHAM**
/Met krabbescheerveld

Inrichtingsmaatregelen zoals profielvariatie en dimensionering in breedte en diepte werken positief uit voor vissen en macrofauna. Een aflopend talud bevordert de plantengroei. Het bevorderen van de doorstroming kan in veel sloten opeenhoping van bagger en kroos voorkomen.

Verzoeting treedt op in voormalige brakke sloten. Indien mogelijk zou zoute kwel gestimuleerd moeten worden. Verbrakking kan het areaal van brakke sloten vergroten. Als verbrakking niet gewenst wordt, moet er met zoet water doorgespoeld worden of moet het peil worden verhoogd.

Het resultaat van veel van deze maatregelen is bemoedigend. Er zijn soms weer prachtige sloten ontstaan met helder water en een rijke vegetatie die afhankelijk is van de grondsoort van de slootbodem. De verschillende sloten en slootssystemen zijn karakteristiek voor het Nederlandse landschap en maken dit boeiend.



01 /WAAL

07/ RIVIEREN / Door Bram bij de Vaate

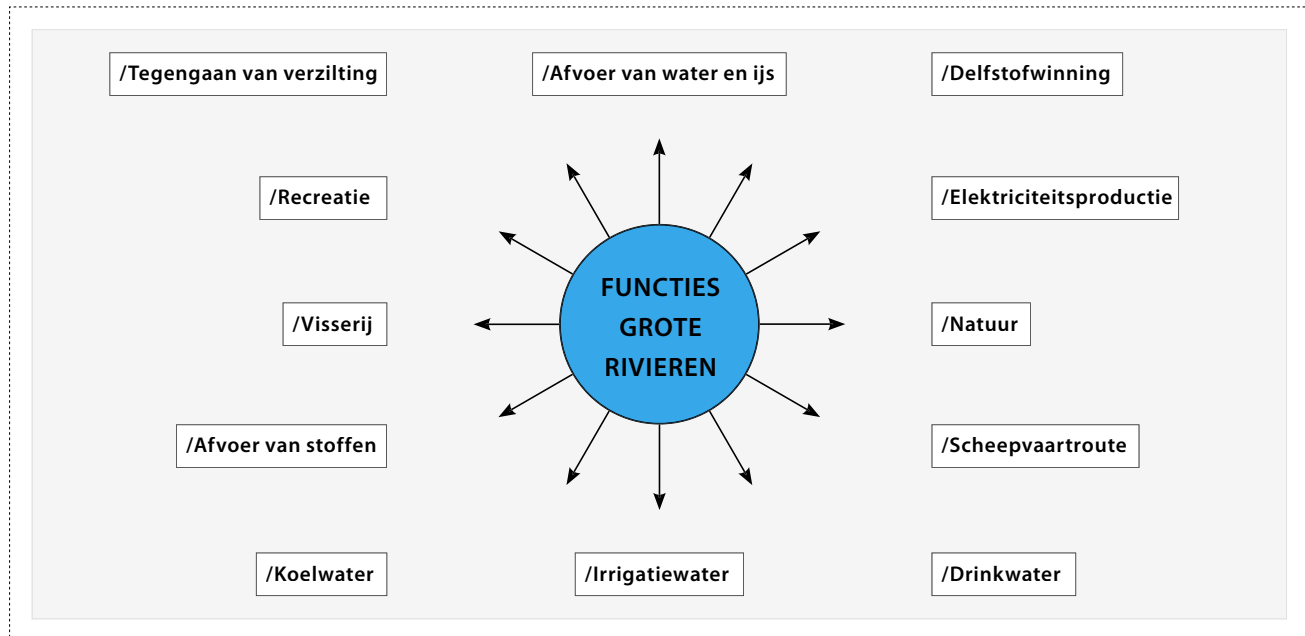
/ Rivier, gij breede, glimlachrijke,
Die met uw schatten ons verrijkt,
Tot 't mondingsland der rechte dijken
Door burcht en wijnberg ingedijkt.

Uit: De Rivier. Simon Vestdijk, 1945

/INLEIDING

Water. Als kind word je er al door geboeid. Van jongs af aan heeft het een onweerstaanbare aantrekkingskracht. Het fungeert in de jonge jaren lang als gewild 'speelgoed'. Als we opgroeien, ontdekken we dat stromend water veel meer spelmogelijkheden biedt dan stilstaand water. Onbewust maken we gebruik van de dynamiek die stromend water in zich heeft. Later gaan we ons daarover verbazen, wanneer we beseffen dat stromend water ons land geboetseerd heeft en welke krachten water kan ontketenen.

Nederland is voor een belangrijk deel de delta van de Rijn. In het grensgebied met Noordrijn-Westfalen begon de rivier zich te splitsen in een netwerk van afvoergeulen die zich meanderend een weg door het landschap baanden. De rivier kon ongestoord z'n gang gaan totdat de mens zich permanent in de delta ging vestigen en hinder begon te ondervinden van zijn onbeteugelde boetseerdang. Door bedijkingen en het vastleggen van de bedding werd al ongeveer duizend jaar geleden getracht de rivier in toom te houden, zodat



02 /DE VOOR DE MENS BELANGRIJKSTE FUNCTIES VAN DE GROTE RIVIEREN

de bewoners in staat werden gesteld een zekerder bestaan op te bouwen.

/DEGRADATIE

In de afgelopen duizend jaar is er veel in de Rijn-delta veranderd. De uitgestrekte vlodvlaktes werden door bedijkingen teruggebracht tot wat nu de uiterwaarden zijn, riviertakken werden afgedamd, meanders afgesneden en de hoofdgeulen werden belangrijke scheepvaartroutes met daaraan gekoppeld een daarop afgestemd beheer. Over mogelijke consequenties voor de natuur werd niet nagedacht. Er was nog relatief weinig oog voor relaties tussen de mens en de natuur of voor relaties binnen natuurlijke levensgemeenschappen. Het begrip ecologie zou pas in de twintigste eeuw worden geïntroduceerd. Men was nog te veel bezig met het alledaagse leven om te kunnen overleven. Intussen werd de rivier langzaam maar zeker ook bedreigd door effecten

van bewoning, met name waterverontreiniging. Het stroomgebied van de Rijn werd hoe langer hoe dichter bevolkt. Alles wat aan afval werd geproduceerd, kwam uiteindelijk grotendeels in de rivier terecht waar het kosteloos werd afgevoerd naar zee. Een goedkopere oplossing voor een mogelijk afvalprobleem was er niet. Dit gold zeker na de industriële revolutie in de negentiende eeuw toen de vervuiling exponentieel toenam, omdat vooral geproduceerd werd tegen zo laag mogelijke kosten en vervuiling beschouwd werd als een onderdeel van het produceren. Overigens was de toenemende waterverontreiniging geen exclusief probleem voor het stroomgebied van de Rijn. In alle belangrijke West-Europese rivieren was dit het geval.

In de tweede helft van de negentiende eeuw nam op sommige riviertrajecten de stankoverlast zulke ernstige vormen aan, en kreeg men daarnaast

nog te maken met epidemieën door het gebruik van rivierwater als drinkwater, dat drastische maatregelen noodzakelijk waren om het leefmilieu voor de mens te verbeteren. Lokaal gebeurde dat wel, maar van het treffen van een samenhangend geheel aan maatregelen voor het totale stroomgebied was nog geen sprake. Voor de Rijn had dit tot gevolg dat de waterkwaliteit steeds verder achteruit ging met als dieptepunt de zestiger jaren van de vorige eeuw. Het rivierwater was toxisch geworden voor veel diersoorten die in de rivier leefden. Het gevolg was dat gevoelige soorten waren verdwenen. In de rivierbodem kwam alleen nog een zeer beperkt aantal soorten wormen en muggenlarven voor, terwijl de visstand was gedecimeerd. Het verdwijnen van soorten was overigens niet alleen het gevolg van de sterk verslechterde waterkwaliteit, ook het rivierbeheer speelde daarin een grote rol. De rivier had er inmiddels veel functies bij gekregen waarmee in het beheer rekening moest worden gehouden (zie figuur 02). En naast deze functies was er natuurlijk nog altijd de noodzaak om te zorgen voor voldoende veiligheid tegen overstromingen van de eertijds zo uitgestrekte vloedvlakte.

Voor de rivier karakteristieke biotopen als grind- en zandbanken, ondiepe oeverzones, nevengeulen en ooibossen waren verdwenen. En daarmee ook de planten- en diersoorten die er hun habitat vonden. Door het afdammen van de afvoergeulen in de delta werd de mogelijke intrek van diadrome vissen sterk gehinderd. Diadrome vissen brengen hun leven gedeeltelijk in zee en in de zoete binnenwateren door. Ze worden anadroom genoemd wanneer ze in zee opgroeien en zich in het zoete water voortplanten (o.a. Zalm, Zeeforel, Fint), katadroom zijn ze in het omgekeerde geval (Aal). In het geval deze soorten de verder stroomopwaarts gelegen zijrivieren benutten voor de voortplanting (o.a. Atlantische zalm, Zeeforel) was er nog een extra handicap ontstaan door de aanleg van dammen in al deze zijrivieren. Hierdoor was een belangrijk deel van de paaiplassen onbereikbaar geworden.

Ook de uiterwaarden ontkwamen niet aan degradatie. Door veelvuldig landbouwkundig gebruik, grind-, zand- en kleiwinning en stadsuitbreidingen verdween veel van de karakteristieke stroomdalflora. Dit verlies werd nog eens versterkt door



03 /IJSSSEL BIJ RHEDEN, CA. 1840
/Kartobibliografie van de rivierkaart



04 /MAASNIELDERBEEK GASTHUISNOORD
/Nevengeul in de uiterwaarden



05 / LOZING IN EEN RIVIER



06 / BLOEMENRIJKE RIVIERDIJK
/Uit: 'Onze groote rivieren'



07 / AKKERS LANGS GREN SMAAS



08 / STUW HAGESTEIN



09 / VISTRAP HAGESTEIN



10 / BESTEENDE IJSSELOEVER

grootschalige dijkverhogingen en het gebruik van zogenoemde technische grasmengsels.

/HERSTEL

In de jaren zeventig van de vorige eeuw begonnen de resultaten zichtbaar te worden van structurele maatregelen ter verbetering van de waterkwaliteit. Niet alleen in ons land, ook in de andere Rijnsoeverstaten waren wetten aangenomen om de verontreiniging aan te pakken. Daarnaast waren de zuiveringstechnieken voor huishoudelijk en industrieel afvalwater aanzienlijk verbeterd en internationaal werd samengewerkt in de internationale commissie ter bescherming van de Rijn tegen verontreinigingen, een commissie die in 1950 was opgericht. Bovendien was het milieubewustzijn van de burger door diverse internationale publicaties sterk toegenomen (o.a. 'Silent Spring' van Rachel Carson en het rapport van de Club van Rome).

De massale vissterfte in de Rijn als gevolg van de lozing van het bestrijdingsmiddel endosulfan in juni 1969 gaf een nieuwe impuls aan de strijd tegen de watervervuiling. Analysetechnieken voor het opsporen en kwantificeren van schadelijke stoffen werden hoe langer hoe geavanceerder. Detectiegrenzen konden worden verlaagd. Het scala aan stoffen dat gemeten werd, nam aanzienlijk toe. Tot aan de volgende milieuramp in 1986, een brand bij het chemieconcern Sandoz in Bazel, lag het accent uitsluitend op de verbetering van de waterkwaliteit. De met het bluswater meegevoerde chemicaliën veroorzaakten destijds in de Rijn een enorme sterfte onder vissen en ongewervelde dieren.

Na de Sandoz-ramp werd een meer algemene doelstelling speerpunt in het internationale beleid, namelijk het ecologisch herstel van de Rijn. Dat be-

tekende naast een verdere verbetering van de waterkwaliteit, ook het herstel van karakteristieke rivierbiotopen, in de hoop dat de daarbij behorende levensgemeenschappen zich weer zouden gaan ontwikkelen. 'Zalm terug in de Rijn' werd de politieke slogan en daarnaast één van de doelen. In ons land was het beleid voor ecologisch herstel niet alleen gericht op de Rijn, maar omvatte het ook de andere rivieren. Met de inwerkingtreding van de Europese Kaderrichtlijn water in 2000 heeft het ecologisch herstel van alle oppervlaktewateren en het grondwater in de Europese Unie inmiddels een wettelijke basis gekregen.

/BIOLOGIE

Ecologisch herstel van de grote rivieren, vooral gericht op de terugkeer van karakteristieke levensgemeenschappen, is niet zo simpel. Dit komt door de vele functies die rivieren in ons land hebben en de enorme veranderingen die de rivieren in de loop der eeuwen hebben ondergaan. Een natuurlijke laaglandrivier heeft bijvoorbeeld een meanderend karakter. In onze sterk veranderde rivieren kan dat niet meer, vanwege het ruimtegebruik langs de rivieren en in verband met de veiligheid van de bewoners van de oorspronkelijke vloedvlakte. De hoofdgeulen zijn vastgelegd met kribben of besteede oevers. Hiermee is een onnatuurlijke biotoop gecreëerd waar vissen en ongewervelde dieren die harde substraten nodig hebben om hun levenscyclus of een deel daarvan te doorlopen, van profiteren. Omdat de vloedvlakten sterk verkleind zijn, treden relatief sterke waterstandsschommelingen op als gevolg van fluctuaties in de afvoer. Dit heeft onder meer als consequentie dat in de hoofdgeul van ongestuwde riviertrajecten en in aangetakte nevengeulen vegetaties van ondergedoken waterplanten en oevervegetaties nauwelijks tot ontwikkeling kunnen komen. Daarnaast is in

de hoofdgeulen van zowel gestuwde als ongestuwde rivieren het onderwatertalud zodanig steil, dat het areaal waarin ondergedoken waterplanten zich eventueel zouden kunnen vestigen zeer beperkt is. Ook is het areaal aan zoetwatergetijdengebieden in de afgelopen eeuwen sterk gereduceerd door de afsluiting van zeegaten. Een duidelijk voorbeeld hiervan is de Biesbosch, waar nu nog nauwelijks de getijden merkbaar zijn. Door in de toekomst de Haringvlietsluizen te gaan gebruiken als stormvloedkering, ontstaat in het gebied weer een getijdenslag van ongeveer een meter.

Natuurontwikkeling gericht op ecologisch herstel is in beperkte mate en vrijwel uitsluitend mogelijk in de uiterwaarden. Door de aanleg van nevengeulen, het uit cultuur nemen van gronden en daarop spontane oobosontwikkeling toe te staan, of de gronden op een meer natuurlijke wijze te laten begrazen, worden kansen geschapen voor de herintroductie van autochtone flora en fauna. Het succes is echter sterk afhankelijk van het gevoerde beheer en van wat rivierkundig mogelijk is in de huidige situatie.

Terugkeer naar een echte natuurlijke situatie is zoals gezegd niet meer mogelijk, gezien de functies die de rivier heden ten dage heeft en de veiligheid die moet worden gewaarborgd. Met het in werking treden van de Europese Kaderrichtlijn water in 2000 zijn de grote rivieren in ons land dan ook gekarakteriseerd als zogenoemde sterk veranderde wateren. De richtlijn schrijft voor dat in zo'n geval gestreefd moet worden naar een 'Maximaal Ecologisch Potentieel'. In feite is dit een geconstrueerde referentie. Deze is gebaseerd op een natuurlijke situatie en aangepast voor onomkeerbare ingrepen. Om een dergelijke referentie te kunnen maken is kennis over levensgemeen-

schappen in natuurlijke rivieren gecombineerd met recent ontwikkelde toekomstscenario's (o.a. 'Waterbeheer 21^{ste} eeuw', 'Ruimte voor de rivier'). Ook zijn ontwikkelingen erbij betrokken, die zich in de afgelopen decennia (ongeveer 30 jaar) in de rivieren hebben voorgedaan.

/Onbekende levensgemeenschappen

Een belangrijke recente ecologische ontwikkeling is de verdere uitbreiding van het aantal planten- en diersoorten dat van nature niet in de Nederlandse oppervlaktewateren voorkomt. Deze maken de terugkeer van de oorspronkelijk aanwezige levensgemeenschappen onmogelijk. Het is bovendien onvoorspelbaar hoe de levensgemeenschappen van de grote rivieren zich in de toekomst zullen gaan ontwikkelen, omdat inmiddels is gebleken dat sommige van deze exoten, als de introductie daarvan al te voorspellen zou zijn, zich in nieuw gekoloniseerde gebieden anders gedragen dan in hun oorspronkelijke verspreidingsgebied. Een duidelijk voorbeeld hiervan is de Ponto-Kaspische vlokreeft *Dikerogammarus villosus* die sinds enige jaren massaal in de Rijnakken en de Maas voorkomt. De soort gedraagt zich dermate agressief tegenover andere ongewervelde dieren, dat andere soorten daardoor sterk in dichtheden teruglopen en *D. villosus* zeer waarschijnlijk een barrière vormt voor de rekolonisatie van inheemse soorten.

Soorten vergroten hun verspreidingsgebied of koloniseren nieuwe gebieden wanneer dispersiebarrières wegvallen. Sprekend voorbeeld voor aquatische organismen is het verbinden van stroomgebieden door kanalen (bijv. het Main-Donaukanaal). Soorten kunnen dan plotseling, over relatief grote afstanden, hun verspreidingsgebied sterk uitbreiden. Als exoten hun areaal sterk uitbreiden of lokaal in relatief



11 /ZALM

hoge dichtheden voorkomen, spreekt men wel van invasieve soorten. Heeft een soort zich permanent in een gebied gevestigd, dan gaat men er vanuit dat die ingeburgerd is. Vanaf dat moment wordt de betreffende soort niet door iedereen meer als een exoot beschouwd. Probleem hierbij is echter de juiste indicatie van het tijdstip van vestiging. Bij de vissen worden soorten aangetroffen die zich niet of moeilijk in Nederland kunnen handhaven, zoals de Gras- en Zilverkarpers, Regenboogforel en verschillende steurvariëteiten. Deze soorten lijken blijvend door nieuwe uitzettingen; hetzij opzettelijk, voor bijvoorbeeld de hengelsport (Regenboogforel), vanuit tuinvijvers (steurvariëteiten) of ten behoeve van het waterbeheer (Graskarper), hetzij onopzettelijk door ontsnappingen uit kwekerijen.

Voor de grote rivieren en de daarmee verbonden wateren kan de verbinding van stroomgebieden door kanalen beschouwd worden als de belangrijk-

ste verspreidingsvector bij ongewervelde dieren. Zo heeft de opening van het Main-Donaukanaal in 1992, waarbij de stroomgebieden van Rijn en Donau met elkaar werden verbonden, ervoor gezorgd dat het aantal exoten onder vissen en ongewervelde dieren sterk is gestegen. Bij de vissen speelt daarnaast de introductie van soorten door aquariumhouders. Zij willen soms van hun ongewenste vissen af en dumpen ze in het oppervlaktewater.

Ook de aquacultuur in diverse landen is oorzaak van introducties. Dit geeft vaak aanleiding tot secundaire introducties: in het ene land of stroomgebied zijn ze bewust of onbewust uitgezet om vervolgens via een verbindingskanaal naar een ander gebied te migreren. De introductie van waterplanten is vooral het gevolg van de verkoop van exotische planten in bijvoorbeeld tuincentra. In de rivieren spelen ze echter (nog) geen rol van betekenis.



12 /AMERIKAANSE RIVIERKREEFT



13 /PONTO-KASPISCHE VLOKREEFT

/Dikerogammarus villosus



14 /BLAUWBAND

/Exoot



15 /ROOFBLEI

/Exoot

Het kolonisationsucces van exoten hangt af van een groot aantal biotische en abiotische factoren. Belangrijke biotische factoren zijn onder meer: groeisnelheid, generatieduur, aantal nakomelingen, aanwezigheid van een pelagisch ontwikkelingsstadium, wijze van voeden, voedselkeuze, tolerantie voor opgeloste stoffen en ecologische amplitude. Abiotische factoren spelen in onze grote rivieren eveneens een belangrijke rol. Gedacht moet worden aan:

a/ De verbetering van de waterkwaliteit vanaf

het einde van de jaren zeventig. Dit leidde tot open niches waarvan niet alleen autochtone soorten maar ook exoten dankbaar gebruik maken.

b/ Het creëren van habitats die vroeger niet in de grote rivieren aanwezig waren. Nieuwe habitats worden vooral gevonden in of op de onderwaterluids van bestaande (voor)oevers en kribben. Deze vormen uitstekende woon- en schuilplaatsen voor lithofiele organismen als de Amerikaanse rivierkreeft, *Orconectes limosus*.

c/ De toename van de watertemperatuur, waardoor thermofiele (warmteminnende) exoten sterk worden bevoordeeld in hun groei en voortplanting, terwijl ze ook de winters kunnen overleven. In de periode 1910-1980 nam de jaargemiddelde watertemperatuur toe met 3 °C en vanaf het midden van de vorige eeuw met ongeveer 0,5 °C per 10 jaar.

d/ Lokale thermische verontreiniging. Gebieden die daaraan bloot staan vormen in de winter maanden refugia voor thermofiele soorten.

De hierboven beschreven ontwikkeling maakt geconstrueerde referenties, noodzakelijk voor het beoordelen van de ecologische kwaliteit, weinig 'waardvast'. Door niet tijdig rekening te houden met de aanwezigheid van exoten in beoordelingssystemen bestaat het gevaar dat positieve ecologische ontwikkelingen in de rivieren, als gevolg van diverse ingrepen, onvoldoende duidelijk kunnen worden gemaakt aan de beheerder en beleidsmedewerkers. Dat zou jammer zijn, want de bestaande inspanningen zoals natuurontwikkeling in de uiterwaarden en het verder terugdringen van de waterverontreiniging, zijn

gebaat bij zo goed mogelijke beoordeling. De inspanningen zorgen er nog steeds voor dat het huis verder op orde wordt gemaakt voor de terugkeer van de oorspronkelijke flora en fauna. Dat niet-inheemse soorten daar ook gebruik van maken is een feit, maar hoeft geen belemmering te zijn om op de ingeslagen weg voort te gaan.



16 /LEK BIJ AMERONGEN



17 /OEVER MILLINGERWAARD



01 /WEIDEBEEKJUFFER (VROUWTJE)

08/ BEKEN / Door Reinder Torenbeek en Herman Wanningen

/ Beken stromen

Van hoog naar laag
Van zoet naar zout
Van helder naar troebel
Van klein naar machtig groot

Een beek is dynamisch
Zit vol verrassingen
Het buigt naar links en naar rechts
Soms komt het terug

Beken zitten vol met leven
Het is eten en gegeten worden
Geen beest is er veilig
Toch is het er best gezellig

Zie hoe de rivierprik door de beek zwemt
Helemaal uit zee gekomen
Op zoek naar een plekje om te paaien
"Ahhh", zucht hij: "Wat is deze beek toch mooi"

Herman Wanningen

/INLEIDING

Beken zijn lijnvormige, stromende wateren die het neerslagoverschot afvoeren. Een beek is doorgaans een vertakt systeem. Door samenvloeiing van zijbeken neemt de afvoer en de grootte van de beek toe. Uiteindelijk wordt een beek zo groot, dat we van een rivier spreken. De rivier mondt uiteindelijk uit in zee. De grens tussen een beek en een rivier ligt bij een breedte van acht meter, of een stroomgebied van honderd km².

Typologieën van beken zijn meestal gebaseerd op de grootte van de beek in combinatie met de stroomsnelheid of het verhang. Er kan onderscheid gemaakt worden in twee hoofdtypen: laaglandbeken en heuvelandbeken. Het laatste hoofdtype komt alleen in Zuid-Limburg voor. Beide hoofdtypen zijn onderverdeeld in bovenlopen, middenlopen en benedenlopen. Er kan ook een onderscheid gemaakt worden naar grootte (namelijk de breedte van de beek of de grootte van het stroomgebied) en stroomsnelheid. Bovendien wordt de bodemsoort als typerende factor gebruikt, waarbij

**02 /LAAGHEIVELDSE BEEK**

/Meanderende, midden/benedenloop

**03 /BLOEMENBEEK**

/Meanderende, midden/benedenloop

**04 /MOLENBEEK**

/Meanderende, midden/benedenloop

**05 /GEESERSTROOM**

/Meanderende, midden/benedenloop

**06 /SMAL BROEKERLOOPJE**

/Meanderende, beschaduwde bovenloop

**07 /GASTERENSE DIEP**

/Meanderende, midden/benedenloop

**08 /LAAGHEIVELDSE BEEK**

/Genormaliseerde beek

**09 /TANKENBERG-WEST**

/Sprenghonnelbeek

kalkhoudende, zandhoudende, kiezelhoudende en organische bodems worden onderscheiden.

In Nederland komen beken vooral voor op de pleistocene zandgronden in het oosten en zuiden van het land. Er komen echter ook beken voor op klei- en veenbodems. Landschappelijk liggen beken in beekdalen. Dit kunnen gletsjerdalen uit de ijstijden zijn, die later met dekzanden zijn opgevuld. In vlakere terreinen heeft het stromende water wel een beekgeul gevormd, maar is er minder sprake van een

beekdal. Ten slotte komen in de duinen zogenoemde duinrellen voor.

Voordat de mens zijn intrede deed waren de beekdalen over het algemeen begroeid met veen en elzenbroekbossen. Deze fungeerden als een soort spons. Het regenwater kwam hierdoor zeer traag tot afstroming. Ook in drogere perioden was er door de sponswerking altijd voldoende water in het beekdal. De beken stroomden hierbij oppervlakkig en al vlechtend door het landschap.

Rond de middeleeuwen begon de mens meer invloed op het beekdallandschap uit te oefenen, zij het kleinschalig. Dat veranderde in de periode tussen 1800-1900. Beekdalen werden ontgonnen en er werden greppels aangelegd voor een betere afwatering. De beekdalen werden geschikt gemaakt voor kleinschalige landbouw. De meeste beken die wij in Nederland als natuurlijke, meanderende beken beschouwen, komen voort uit deze periode. Ze zijn dus feitelijk toch door de mens beïnvloed, zij het op extensieve schaal.

Het ligt voor de hand te veronderstellen dat beken altijd in het laagste deel van een beekdal liggen. Van nature zal dat zeker zo zijn, maar bij de ontginning van beekdalen werden beken vaak opgeleid. Dat wil zeggen dat ze langs een hoger gelegen deel in het beekdal werden geleid. Het doel hiervan was om op gezette tijden gronden te laten bevoeien. Hierbij bezonk het slib, dat als bemesting van de gronden fun-

geerde. Deze vergravingen waren meestal beperkt in omvang. Dat wil zeggen dat de dimensies (breedte en diepte van de beek) beperkt bleven. Het gevolg was, dat er bij hoge afvoeren hoge stroomsnelheden voorkwamen waardoor een proces van meandering kon optreden. Hierdoor kreeg de beek een kronkelende loop.

Een geheel aparte categorie vormen de sprengen die zich vooral langs de oost- en zuidrand van de Veluwe bevinden, maar ook elders in Nederland zoals bij de Utrechtse Heuvelrug. Sprengen zijn waterlopen die ooit gegraven zijn op locaties waar van oorsprong helemaal geen oppervlaktewater aanwezig was. Dit met als doel om grondwater aan te boren, om zo permanent over schoon en stromend water te beschikken. In Limburg worden ze bronbeken genoemd. Het schone en stromende water werd vroeger vooral gebruikt om watermolens aan te drijven en voor wasserijen.



10 /DETAIL ECOLOGISCH GOEDE BEEK

/© Beatrijs van den Bosch



11 /BEEKROMBOUT



12 /KLEINE EGELSKOP



13 /BOSBEEKJUFFER



14 /WATERSPREEUW



15 /IJSVOGEL



16 /GROTE GELE KWIKSTAART



17 /BERMPJE



18 /SERPELING



19 /WINDE



20 /RIVIERPRIK



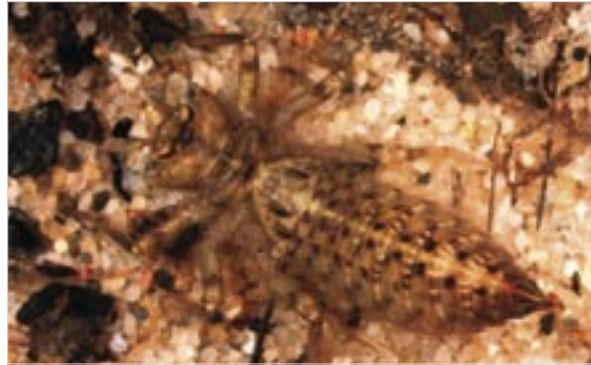
21 /BEEKFOREL



22 /KOPVOORN



23 /HAFTENLARVE

/ *Leptophlebia marginata*

24 /GEWONE BRONLIBEL

/ *Cordulegaster boltonii*

/BIOLOGIE

De belangrijkste sturende factor voor de biologie in beken is stroming. Het is de motor voor processen als erosie en sedimentatie. Deze processen zorgen voor gevarieerde dwarsprofielen en een veelheid aan substraten, variërend van grind, grof en fijn zand tot slib. Ook komen plaatsen met bladpakketten en takken voor. Deze variatie is van groot belang voor de planten en dieren in de beek. Sommige macrofauna en vissoorten hebben in verschillende levensstadia verschillende substraattypen nodig.

Veel soorten planten en dieren in beken zijn aangepast aan de kracht van de stroming. Voor waterinsecten (macrofauna) is dat bijvoorbeeld het vermogen om zich vast te houden aan substraten, door een platte lichaamsvorm (haftenlarven) of door het lichaam te verzwaren (kokerjuffers). Bij veel waterplanten van beken is de vorm van de bladeren aangepast om de stroming te kunnen weerstaan.

Door de stroming is de inbreng van zuurstof uit de lucht groot. Het zuurstofgehalte in beken is daarom altijd hoog. Belangrijk is ook het effect van

beschaduwning door de bomen langs de beek. Dit dempt temperatuurschommelingen, en dat heeft een gunstig effect op dieren die van een constante watertemperatuur afhankelijk zijn. De aanwezigheid van bomen langs de beek is van essentieel belang voor de organismen die de ingevallen bladeren en takken als voedselbron gebruiken. In sterk beschaduwde bovenloopjes komen nauwelijks waterplanten voor, en vormen ingevallen boombladeren de enige voedselbron.

/Goede ecologische situatie

Een ecologisch gezonde beek stroomt en heeft een kronkelende loop. Het water is doorgaans helder en zuurstofrijk. Natuurlijke processen als erosie en sedimentatie hebben vrij spel. De grond direct langs de beek biedt ruimte voor inundatie in perioden van hoge afvoer. De beeklopen zijn van bron tot zee vrij passeerbaar voor vissen. Het beheer en onderhoud is afgestemd op de natuurwaarden. De aanwezige houtopslag biedt beschutting voor kenmerkende flora en fauna. Omgevallen bomen zijn een bron van leven en mogen in de beek blijven liggen. Van boven naar benedenloop is er een variatie in processen in

tijd en ruimte. In de benedenloop is er ruimte voor moerasvorming. Inlaat van gebiedsvreemd water vindt niet plaats, met het oog op de gebiedseigen waterkwaliteit en de daaraan gerelateerde kwetsbare natuurwaarden. Riooloverstorten op beken zijn gesaneerd en er wordt geen gezuiverd afvalwater op beken geloosd, vanwege de negatieve invloed op het beekmilieu.

Kritische en karakteristieke beeksoorten zijn vooral onder de macrofauna in ruime mate aanwezig. In laaglandbeken zijn dit onder meer de larven van de libellen Weidebeekjuffer, Beekrombout, en vele soorten haftenlarven, steenvlieglarven, kokerjuffers en muggenlarven. In de heuvellandbeken zijn dit onder meer de larven van de libellen Bosbeekjuffer en Gewone Bronlibel. Ook zijn er typische vissen voor het beekmilieu: Rivierprik, Winde, het BERPJE en de Serpeling voor laaglandbeken; Beekforel, Elritsen

Kopvoorn voor Heuvellandbeken. Bij de waterplanten zijn er minder typische beeksoorten. Genoemd kunnen worden Teer vederkruid, Kleine egelskop en (alleen in Zuid-Limburg voorkomend) Vlottende waterranonkel. In bronmilieus en langs de oevers van beken komen wel veel typische plantensoorten voor, zoals Paarbladig en Verspreidbladig goudveil. Naast insecten, planten en vissen is er nog een aantal aansprekende vogelsoorten zoals de IJsvogel, de Waterspreeuw en de Grote gele kwikstaart.

/Slechte ecologische situatie

Ruwweg de laatste honderd jaar heeft de mens veel Nederlandse beken sterk negatief beïnvloed. Beeklopen werden rechtgetrokken, stuwen gebouwd en sloten en drainagesystemen aangelegd. Bovendien werd de dimensie van beken vaak drastisch vergroot. Het doel was beken een grotere afvoercapaciteit te geven, zodat in perioden met veel



25 /WEIDEBEEKJUFFER

/Mannetje



26 /GOUDVEIL

regen het water snel kon worden afgevoerd. Zo doende werden aanliggende gronden geschikter voor intensief landbouwkundig gebruik. Het gevolg van deze ingrepen was dat natuurlijke processen als stroming, meandering, erosie, sedimentatie en de sponswerking grotendeels uit het beekstelsel verdwenen.

De mens heeft niet alleen invloed gehad op de inrichting van de beekdalen en beken, maar ook op de waterkwaliteit van beken. Soms met desastreuze gevolgen voor planten en dieren. Massale vissterfte in beken door ongezuiverde lozingen van afvalwater was in de periode 1950-1980 een veelvuldig voorkomend verschijnsel. Met de komst van zuiveringsinstallaties is daar vanaf 1970 verbetering in gekomen. Aanvankelijk heeft dit echter wel tot een verschuiving van het probleem geleid: door de zuiveringsinstallaties werden de organische stoffen weliswaar

afgebroken, maar de nutriënten die daarbij vrij kwamen, werden nog steeds geloosd. Het probleem van saprobiëring werd omgezet in eutrofiëring. Later werden ook de nutriënten steeds vaker bij het zuiveringsproces verwijderd. Ook vanuit de landbouw zijn er diverse maatregelen uitgevoerd om de verspreiding van nutriënten en giftige bestrijdingsmiddelen naar beken te beperken. Dit alles heeft er voor gezorgd dat de chemische kwaliteit van de Nederlandse beken tegenwoordig als redelijk tot goed wordt beoordeeld.

Andere menselijke ingrepen zijn het afsluiten of zelfs dempen van oude meanders, het inlaten van gebiedsvreemd water en het opmalen van water (via stuwpanden omhoog pompen van water).

In beken waar de mens het hydrologisch regime sterk heeft beïnvloed, ontbreken de typische

macrofaunasoorten van stromend water. Het aantal algemene soorten en soorten van stilstaand water neemt toe, waardoor de soortenrijkdom in sterk beïnvloede beken hoger kan zijn dan in beken van goede kwaliteit. Bij sterke verontreiniging van het water kan het aantal soorten juist dalen. Het komt dan vaak voor dat enkele soorten dominant voorkomen. Deze indicatoren voor slechte waterkwaliteit, zoals bepaalde soorten muggenlarven, borstelwormen en slakken, komen ook bij een goede waterkwaliteit voor, maar dan in veel lagere aantallen.

Door het aanleggen van stuwen zijn in een ecologisch 'slechte' beek veel vissoorten verdwenen die typerend zijn voor het beekmilieu. Stuwen vormen een belangrijke barrière voor de migratie van vissen. Sommige soorten moeten voor de paai stroomopwaarts of juist stroomafwaarts migreren. Door een lagere stroomsnelheid kunnen, in combinatie met een intensief maaibeheer, plantensoorten zoals Gewoon sterrenkroos, Smalle waterpest en Schedefon-teinkruid massaal tot ontwikkeling komen. Van de oorspronkelijke grote soortenrijkdom blijft dan niet veel over.

/HERSTEL, BEHEER EN KANSEN

Er zijn veel mogelijkheden om de ecologische kwaliteit van beken te verbeteren. In het Handboek Beekherstel van STOWA en de Werkgroep Ecologisch Waterbeheer is een uitgebreid overzicht gegeven. Belangrijke uitgangspunten bij beekherstel zijn:

a/ Een beek maakt onderdeel uit van een beekdalsysteem. Beekherstel kan niet los worden gezien van het herstel van grondwaterstroming en terrestrische natuurwaarden, zoals beekdalvegetaties. Daarnaast betekent een beekdalsysteem-benadering dat afgekoppelde delen van het oorspronkelijke stroomgebied zoveel mogelijk weer aangekoppeld moeten worden.

b/ Het uitvoeren van beekherstelprojecten is maatwerk. Elk stroomgebied heeft zijn eigen specifieke karakter en dimensies. De inbreng van verschillende disciplines (o.a. (eco)hydroloog, eco-loog, civieltechnicus) is van belang om tot een integraal, afgewogen en samenhangend herstelproject te komen.



27 /KOKERJUFFER

/Lasiocephala basalis



28 /KOKERJUFFER

/Lithax obscurus



29 /STEENVLIEG
/Leuctra nigra



30 /SCHEDEFONTEINKRUID



31 /VEDERMUG
/Chironomus annularius



32 /POELSLAKKEN



33 /BEEK MET KROOS



34 /BLOEDZUIGER
/Erpobdella vilnensis



35 /AANLEG VAN EEN PAAIPLAATS



36 /LOONERDIEP (DRENTSE AA)

/Vispassage



37 /HERSTELPROJECT

/Meander Hunze

c/ Stroming is een belangrijke sturende factor voor het aquatisch milieu van de beek. Daarbij gaat het niet alleen om de stroomsnelheid, maar vooral ook om het stroomregime. Dit betekent dat de basisafvoer zo hoog mogelijk moet zijn. Dit kan bereikt worden door het neerslagoverschot zo vertraagd mogelijk af te voeren (vasthouden). Daarnaast is het belangrijk dat ook bij lage afvoeren het water nog stroomt. Dit kan bereikt worden door een smal zomerbed en een breder winterbed aan te leggen.

d/ Naast stroming is variatie in ondergrond belangrijk. Een hoge substraatdifferentiatie kan bereikt worden door een onregelmatig dwarsprofiel aan te leggen, in combinatie met een bochtig lengteprofiel. De mate waarin variatie in lengte- en dwarsprofiel aangelegd kan worden, zal van situatie tot situatie verschillen. Indien er zeer weinig ruimte beschikbaar

is, kan substraatvariatie bereikt worden door het aanbrengen van stoelementen (bijvoorbeeld driehoekskribben).

e/ Om vismigratie mogelijk te maken zijn er diverse constructies van vispassages en bypasses mogelijk. Tegelijk moet er aandacht zijn voor een geschikte vishabitat, bijvoorbeeld voor de paai. Hiervoor kunnen paaibiotopen aangelegd worden.

f/ Het beheer (maaien en baggeren) moet zoveel mogelijk rekening houden met de ecologische waarden. Voor het natte profiel geldt: hoe minder onderhoud, hoe beter. In de praktijk zal dit lang niet altijd mogelijk zijn, en is enige vorm van onderhoud noodzakelijk. De gedragscode die voor de Flora- en faunawet is opgesteld, geeft goede aanwijzingen hoe bij het onderhoud rekening kan worden gehouden met de ecologische waarden.



38 /WATERRANONKEL

g/ Belangrijk is de keuze of er wel of geen houtige gewassen langs de beek tot ontwikkeling mogen komen. Zoals eerder gezegd is de aanwezigheid van houtige gewassen voor de fauna in de beek belangrijk vanwege beschaduwing en bladinvall.

Bij de beschrijving van een ecologisch goede beek zijn we uitgegaan van de optimale situatie voor een gemiddelde Nederlandse beek. In veel gevallen is de normalisatie van beken echter niet volledig te herstellen. Dit kan tot 'significante' schade aan landbouw, bebouwing of infrastructuur leiden, om de terminologie uit de Kaderrichtlijn water te gebruiken.

In overleg met de actoren binnen het stroomgebied wordt bepaald welke inrichting haalbaar en betaalbaar is. In veel gevallen is enige vorm van normalisatie bij sterk veranderde beken dus onvermijdelijk.

Bij het definiëren van een ecologische doelstelling mag in veel gevallen daarom met normalisatie rekening worden gehouden. Wel moeten volgens de Kaderrichtlijn zoveel mogelijk mitigerende (verzachtende) maatregelen uitgevoerd worden. Hierbij kan gedacht worden aan de aanleg van natuurvriendelijke oevers, het aanplanten van bomen, het stimuleren van meandering binnen het beekprofiel, natuurvriendelijk maaibeheer en het passeerbaar maken van stuwen voor vissen.



01 /WATERLELIE

09/ ONDIEPE MEREN

/ Door Theo Claassen en Thomas Ietswaart

/ En als het dan waait, wordt het schilderij alweer anders. Dan schuimt het en klotst het; dan schichtigen de golfjes op en kuiven wit-schuimend over elkander. Wondermooi zijn de meren als de stapelwolken daarboven in machtige volheid bijeen en ineen kruinen. De einder verscherpt: zelfs de rietkragen striemen fel haar lijnen langs de watergrens.

Uit: Mijn vaderland Friesland. G.J. Nijland, 1930

/INLEIDING

Meren zijn relatief grote, niet-lijnvormige wateren, waarbij het open wateroppervlak verhoudingsgewijs veel groter is dan de oeverzone. Ondiepe meren zijn in ons land tot maximaal vijf à zes meter diep, de meeste zijn echter niet dieper dan één à drie meter. De oppervlakte varieert meestal van vijftig tot meer dan 50 duizend hectare. Er zijn echter ook kleinere en grotere, zoals het Markermeer (67 duizend ha, gemiddeld 3,5 meter diep) en het IJsselmeer (115 duizend ha, gemiddeld 4,5 meter diep). Vergeleken met bijvoorbeeld

Scandinavië, Engeland (Lake district) en de VS (Great lakes) zijn de Nederlandse meren klein. Vandaar dat ook wel het woord *plassen* wordt gebruikt.

Bekende ondiepe meren zijn het Veerse Meer en het Volkerak-Zoommeer in Zeeland, de Reeuwijkse en Nieuwkoopse Plassen in Zuid-Holland, het Amstelmeer in Noord-Holland, de Loosdrechtse Plassen in Utrecht, de Beulaker- en Belterwijde in Noordwest Overijssel, het Slotermeer en Sneekermeer in Friesland en het Schildmeer en Zuidlaardermeer

in Groningen. Flevoland hoort met de Veluwerandmeren ook in dit rijtje thuis. Zij vormen belangrijke schakels in de Robuuste Natte As van Zuidwest- naar Noordoost-Nederland. Vergelijkbare buitenlandse meren liggen onder meer in Engeland (Norfolk Broads), Duitsland (Flachgewässer in Mecklenburg-Vorpommern) en Italië (Torbière del Sebino; torbière betekent turf).

De meeste meren bevinden zich van nature in Holocene laag-Nederland. De grondsoort is zeer divers; zowel klei, veen als zand komen voor. Bovendien kan de directe omgeving van de ondergrond verschillen, zoals Friese meren in het laagveengebied, die vaak een zandondergrond hebben. Meren zijn grofweg op drie manieren ontstaan. Een aantal is ontstaan door uitschuring van landijs en later door transgressies van de zee, waarbij plaatselijk veen (dat zich in de laagtes had gevormd) werd weggeslagen. Andere, bijvoorbeeld de Zuid-Hollandse en Utrechtse plassen, de Noordwest-Overijsselse meren en de Leijen in Friesland, zijn ontstaan door vervening. Een derde categorie omvat meren die ontstaan zijn door de inpoldering van estuaria, zoals de meeste Zeeuwse meren, de Veluwerandmeren, het Markermeer en IJsselmeer, en het Lauwersmeer (Friesland/Groningen). Over het algemeen zijn ingedijkte estuaria relatief groot.

De meeste meren zijn door kanalen of beken verbonden met nabij gelegen wateren, of met de zee. De verblijftijd van het water in een meer is afhankelijk van de hoeveelheid in- en uitstroom van water en de inhoud van het meer. Grote wateraanvoer en een klein meer veroorzaken een korte verblijftijd, weinig wateraanvoer en een groot meer een langere verblijftijd. De verblijftijd varieert van een aantal weken tot één of meerdere jaren. In veel meren is die 's winters

iets korter dan 's zomers. Plaatselijk kan de verblijftijd verschillen: langer in stille hoeken, korter in goed doorstroomde gedeelten.

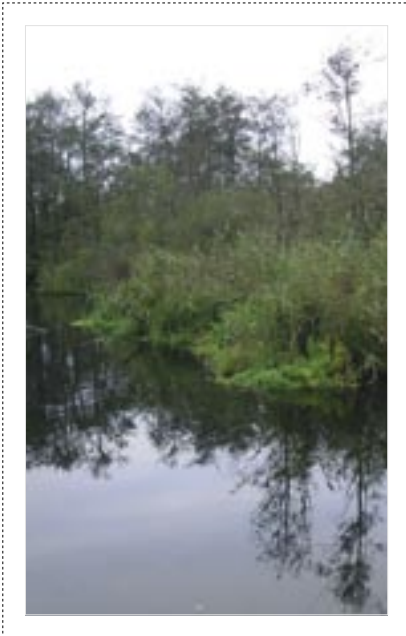
Door de geringe diepte kennen ondiepe meren geen door de watertemperatuur bepaalde jaarlijkse gelaagdheid. Dit is het belangrijkste verschil met diepe meren (zie hoofdstuk 10), waar een zomerse spronglaag een warmere bovenlaag scheidt van een koudere onderlaag. Door de grote strijklengte heeft de wind veel vat op de meren, wat soms een behoorlijke golfslag veroorzaakt. In onbegroeide meren kan de toplaag van de waterbodem daardoor opwervelen.

Ondiepe wateren verlanden onder natuurlijke omstandigheden. Door de grootte, en daarmee een dominerende invloed van wind, waterbeweging en golfslag verloopt dit proces in ondiepe meren zeer geleidelijk en traag. Verlanding wordt de laatste decennia bovendien geremd door eutrofiëring, waarbij de primaire productie gedomineerd wordt door algen in plaats van door waterplanten.

Veel meren en meergebieden kenden tot het midden van de vorige eeuw nog behoorlijk wisselende, seizoensgebonden waterstanden. In het Friese boezemgebied was één meter bijvoorbeeld geen uitzondering. Tegenwoordig is die fluctuatie vrijwel overal verdwenen. In- en uitlaat van water zijn gereguleerd met stuwen en gemalen, waarbij of jaarrond een vast streefpeil wordt aangehouden of een omgekeerd peil ('s winters lager, 's zomers hoger), gelijk aan de bemalingseenheid waar het meer in ligt. Dit alles ten faveure van landbouw, scheepvaart en wonen (aan het water). Als gevolg van het wegvallen van de peilverschillen is de oeverzone tot een smalle randzone teruggebracht en gevoelig geworden voor oeverafkalving.



02 /PETGAT LINDEVALLEI



03 /OEERVEREGETATIE



04 /SONDELERLEIEN



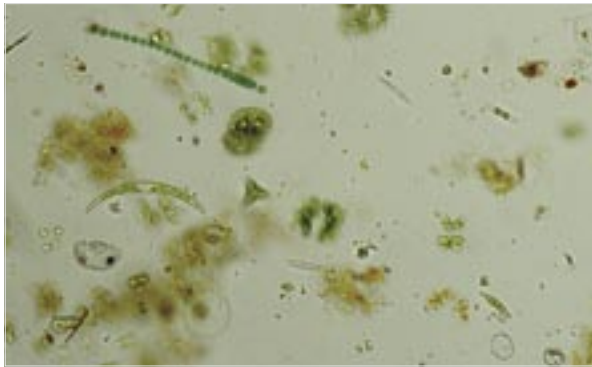
05 /DOORGROEID FONTEINKRUID
/Voorbeeld submerse planten



06 /WATERVLO *BOSMINA SP.*
/Verstrikt in blauwwieren



07 /VOORVELDSE POLDER
/Kranswiervegetatie



08 /FYTOPLANKTON

/o.a. Blauwwieren en kiezelwieren



09 /ZEELT



10 /KIEVITSBUURT

/© Fotostudio Koppelman



11 /TERRA NOVA

/Ondiepe veenplas



12 /SNEEKERMEER

/Oeverbegroeiing met Riet



13 /BERGUMERMEER

/Waterlelieveld

/BIOLOGIE

De biologische karakterisering van meren kan zeer uiteenlopend zijn, afhankelijk van de abiotische omstandigheden. De CUWVO onderscheidde in 1993 voor een ecologisch beoordelingssysteem vijf hoofdtypen: a/zachte weinig gebufferde wateren, b/duinplassen, c/laagveenplassen, d/brakke wateren en e/(overige) harde sterk gebufferde wateren. Dwars op deze vijfdeling is een tweede karakterisering mogelijk. De zachte weinig gebufferde wateren zijn vooral gevoelig voor verzuring (zie ook hoofdstuk 12 Venen). Voor de vier overige gebufferde typen (hogere alkaliniteit, hogere calcium-bicarbonaatgehalten) is vooral eutrofiëring de milieufactor die de levensgemeenschap bepaalt.

/Goede en slechte ecologische situatie

Door de relatief lange verblijftijd van het water zijn meren gevoelig voor nutriëntenbelasting. De groeisnelheid van algen is groter dan de uitspoelingsfactor. De hoogte van de nutriëntenbelasting bepaalt in hoge mate of er sprake is van een (redelijk) goede of slechte ecologische situatie. Door de ondiepte en bodemsamenstelling komen voedselarme meren nauwelijks meer voor in ons land, en zijn de plassen van nature matig voedselrijk (mesotroof). Tegenwoordig zijn de meeste mesotrofe meren veranderd in (zeer) voedselrijke (eutrofe tot hypertrofe) wateren. De Loosdrechtse Plassen waren in het begin van de vorige eeuw nog zeer voedselarm door de grondwaterstroom vanuit de Utrechtse Heuvelrug, tegenwoordig is het water hier voedselrijk.

Waterplanten bepalen in matig voedselrijke, mesotrofe meren de primaire productie. De watervegetatie (kranswieren in iets voedselarmere plas-

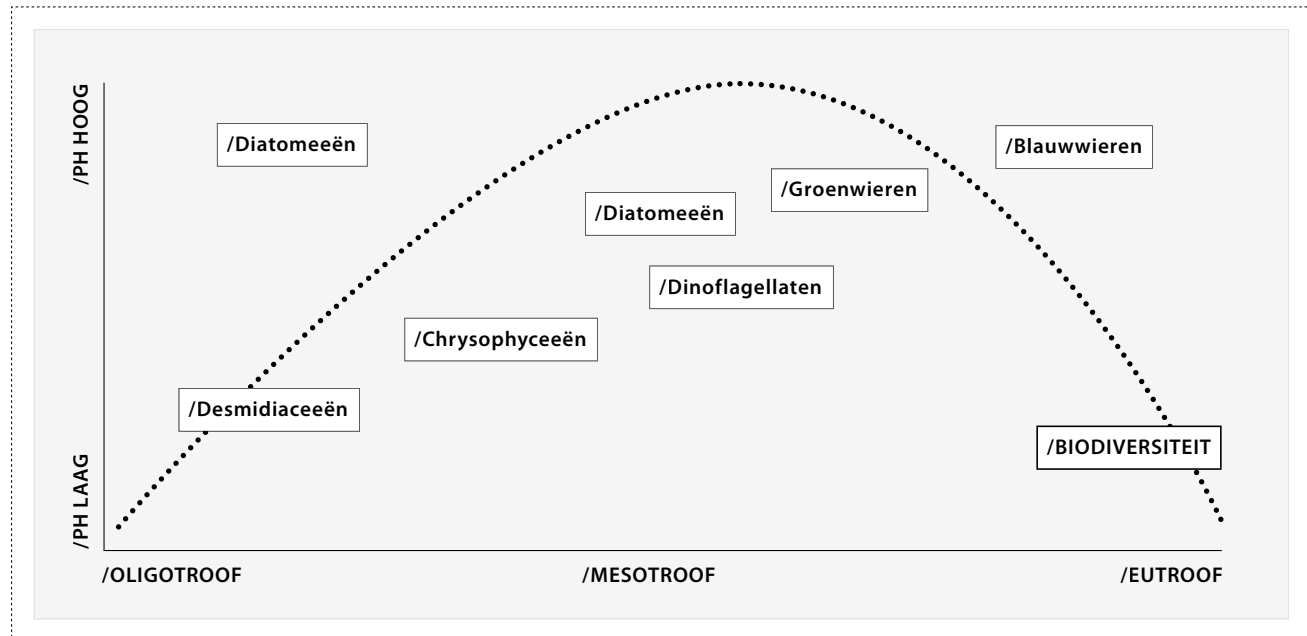
sen met een zanderige bodem, zoals Botshol en Naardermeer; fonteinkruiden in iets voedselrijkere wateren) beslaat grote delen van het meer, soms tot meer dan de helft van het bodemoppervlak. Fonteinkruidbegroeiingen vormden vroeger in de Friese meren de zogenoemde wervelden, die bij het skûtsjesilen zoveel mogelijk omzeild moesten worden.

In beschutte delen komen ook andere soorten voor, zoals Krabbescheer, Kikkerbeet, Waterviolier, Hoornblad, Waterpest en Vederkruid. Aan de lizijde komen Gele plomp, Waterlelie en soms Watergentiaan voor, evenals tal van oeversoorten, zoals Gele lis, Waterzuring, Glidkruid en Waterweegbree. Door deze begroeiing heeft de wind weinig vat op de waterbodem, is opwerveling van bodemslib gering en is de algengroei beperkt.

In voedselrijke, eutrofe meren bepaalt het fytoplankton de grootte van de primaire productie. Het water is 's zomers troebel en groen gekleurd. Ondergedoken waterplanten ontbreken vrijwel geheel.

Het komt mij overbodig voor, hier uitvoerig op de aquatische Phanerogamen in te gaan. Ieder beschaafd Nederlander kent de dromerige witte Waterlelies, de meer boerse gele Plompen, de trotse Zwanebloem, de struise Iris, de stralende Dotterbloemen, de tintelende Watergentiaan, het bescheiden Waterdrieblad, kortom al die in het voorjaar en de zomer bloeiende, door haar mooie bloemen de aandacht trekkende moeras- en waterplanten, om van het trouwe Riet, de opstandige Lisdodden en de warrelige Paardestaarten niet te spreken.

Uit: posthume uitgave. H.C. Redeke, 1948



14 /BIODIVERSITEIT

/In een oligotroof, mesotroof en een eutroof milieu

In beide typen komt, afhankelijk van de jaarlijkse peilvariatie, een behoorlijke zone met helofyten voor, vooral bestaand uit Riet, Kleine lisdodde en zo hier en daar Mattenbies.

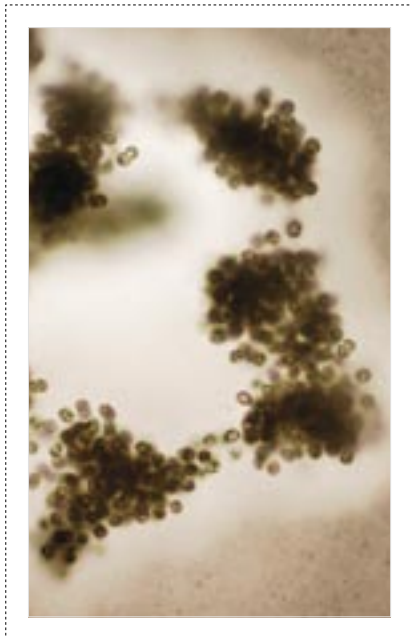
De biodiversiteit (aangegeven als het aantal soorten fytoplankton) is het hoogst in een mesotroof milieu, zoals te zien is in figuur 14. In een oligotroof milieu is het aantal soorten kleiner door voedselgebrek en door het heldere water en de hoge instraling van lichtenergie. In een eutroof milieu zijn er weer weinig soorten, omdat de hoeveelheid licht die doordringt in het water gering is en soorten van voedselrijk water andere soorten verdringen.

De genoemde verschillen in vegetatie veroorzaken een andere samenstelling van het zoöplankton en de vispopulatie. In voedselrijke meren is de visproductie en visbiomassa hoog, met vooral Brasem,

Blankvoorn, Snoekbaars en Kolblei. Zoöplankton kan in deze meren geen grote graasdruk uitoefenen op het fytoplankton, omdat watervlooien bijvoorbeeld massaal worden weggegeten door jonge Blankvoorn, Brasem en Spiering.

In de mesotrofe begroeide, heldere meren komt verhoudingsgewijs meer Snoek, Zeelt, Baars en Ruisvoorn voor, en bereiken de voedselminnende vissoorten lagere aantallen. Planktivore en benthivore vissoorten als Brasem en Blankvoorn mijden sowieso helder water. Hun populatie wordt bovendien in toom gehouden door de aanwezige roofvis. Hierdoor wordt de bodem nauwelijks omgewoeld en is de graasdruk op watervlooien gering. Die zijn daardoor in staat de algengroei in toom te houden.

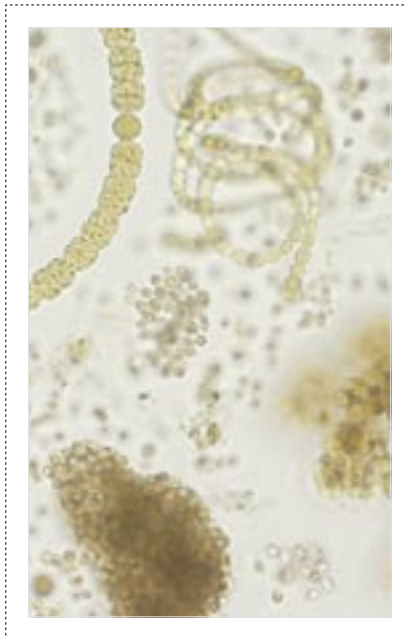
Eutrofe meren vertonen een lage soortendiversiteit. De hoge gehalten nutriënten leiden tot groen- en



15 /BLAUWALGEN
/Microcystis aeruginosa



16 /BLAUWALGEN DRIJFLAAG
/Microcystis aeruginosa



17 /BLAUWALGEN
/o.a. Anabaena en Microcystis



18 /BLAUWALGENBLOEI IN HAVEN



19 /SLUIS OOSTMAHORN



20 /VISFUIKEN OOSTMAHORN



21 /MEER MET ZEILBOOTJES



22 /BOTMEER

/Oude oeververdediging



23 /VOLKERAK-ZOOMMEER



24 /KARPER



25 /SNOEKBAARS



26 /DRIJFLAAG FLAB EN GROENE KIKKER

blauwalgenbloei in zomer en nazomer. Algenbloei van één of enkele soorten is regelmaat. Een aantal soorten is door hun vorm en hun slijmschede bovendien slecht eet- en verteerbaar voor zoöplankton. De watervlooien moeten de draadvormige blauwalgen met hun antennes naar binnen zien te krijgen (zie illustratie 06). Dat is moeilijk en wanneer er veel blauwalgen zijn, verdwijnen vooral de grotere watervlooien.

Mesotrofe meren bevatten grote aantallen algensoorten, zonder dat één of enkele soorten domineren. Algenbloei komt niet voor, omdat de beperkte beschikbaarheid van nutriënten de groei beperkt. Bij de jaarlijkse seizoensperiodiciteit leidt de voorjaarspiek met diatomeeën vaak tot de hoogste chlorofylwaarden.

/Verschillen in waterkwaliteit

Voor de waterkwaliteit van ondiepe meren is de trofiegraad meestal allesbepalend. Daarnaast is het gebrek aan peildynamiek een belangrijke oorzaak van het verdwijnen van de ruimtelijke structuur. Verzuring en vergiftiging manifesteren zich in gebufferde meren nauwelijks als een herkenbare ecosysteemrespons. Een beoordeling van de waterkwaliteit kan dan ook het best plaatsvinden aan de hand van het voorkomen van waterplanten en algen.

Voor beide groepen is de mate van aan- of afwezigheid van afzonderlijke soorten bruikbaar voor die beoordeling. Structuur, bedekkingspercentages, biomassa, periodiciteit en aantallen soorten indiceren de waterkwaliteit. Lage chlorofylgehalten (< 30 microgram/l), relatief hoge bedekkingen met ondergedoken (submerse) waterplanten (>25%), drijfbladplanten (>5%) en bovenwaterplanten (>60% in de oeverzone) duiden op een goede kwaliteit.

Aanvullend geeft ook de visstand een goed beeld van de waterkwaliteit. Deze is immers een gevolg van de trofiegraad, begroeiing en troebelheid van het water. Daarbij kan gekeken worden naar het aantal vissoorten, alsmede naar het aandeel Brasem, plantminnende en zuurstoftolerante soorten. Zoöplankton en macrofauna zijn lastiger te gebruiken voor een kwaliteitsoordeel. Enerzijds vanwege de lastige representatieve bemonstering, anderzijds vanwege de nog geringe kennis over indicatieve waarden.

Een waterkwaliteitsbeoordeling met vijf klassen, zoals de KRW hanteert, is goed mogelijk. Maar een tweedeling kan ook: stabiel heldere plantenrijke meren en stabiel troebele algenrijke meren. Over deze twee zelfstabiliserende situaties en hystereseeffecten is de laatste jaren veel bekend geworden, ook hoe gestuurd kan worden om van het ene in het andere systeem te komen.

/HERSTEL, BEHEER EN KANSEN

De meeste Nederlandse meren zijn al decennia lang sterk eutroof. Nadat vanaf het midden van de vorige eeuw de bevolking sterk groeide en de landbouw intensiverde, nam de belasting met nutriënten snel toe. Na verloop van tijd verdwenen waterplanten en stak het fytoplankton de kop op. Hierdoor veranderde ook de visstand (verbraseming). Meren werden troebel en 's zomers sterk groen gekleurd. Toen vanaf het midden van de vorige eeuw het peilbeheer steeds strakker werd, ging ook de oevervegetatie achteruit. Daarmee ging de laatste schuilgelegenheid voor Snoek en de zuiverende werking van oevervegetatie verloren.

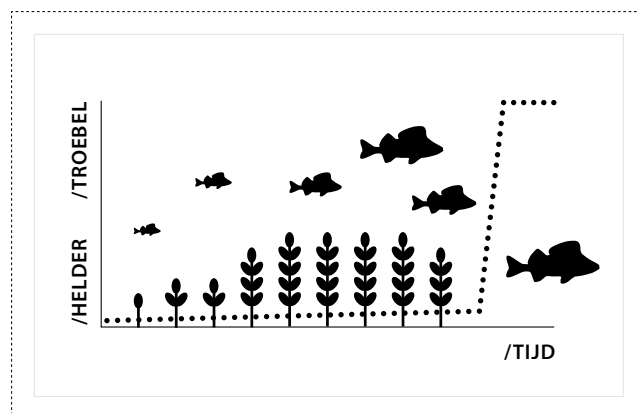
De troebele toestand is erg stabiel. Het verlies aan vegetatie heeft geleid tot minder roofvis. Daardoor

krijgen Brasem en andere witvissoorten meer kansen. Jonge Brasemeet zoöplankton, waardoor de graasdruk van het zoöplankton op de algen afneemt. Volwassen witvis woelt in de bodem op zoek naar wormen, en brengt daarmee uit de bodem nog meer voedingsstoffen voor de algen in het water. Deze zelfversterkende mechanismen zijn moeilijk te doorbreken.

Bij een hogere belasting van een helder meer met fosfor zal het water nog lang helder blijven. De uitdijende waterplanten vangen het teveel op. Pas wanneer ze door zelfbeschaduwning (i.c. gebrek aan licht) verdwijnen, krijgen algen hun kans. Die maken het water zo troebel, dat waterplanten geen kans meer krijgen. De verhoogde troebelheid geeft blauwwieren de gelegenheid dominant te worden, en zij creëren hun eigen duistere milieu. Het hoge voedselaanbod doet ook de vispopulatie toenemen. Bij terugdringing van de fosforbelasting is de terugweg zeer duidelijk anders dan de heenweg. Het water blijft nog langdurig troebel. Pas wanneer waterplanten opnieuw een kans krijgen, wordt het water weer helder. Actief biologisch beheer (vooral het verwijderen van witvis) kan het proces van helder worden versnellen.

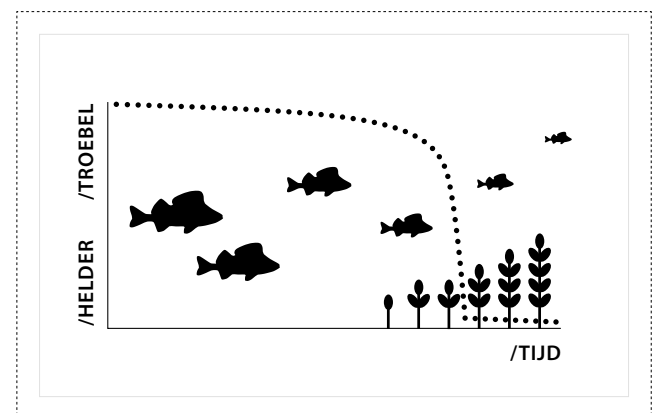
Bij het herstel van eutrofe, troebele meren in de richting van mesotrofe, heldere meren kunnen of moeten soms meerdere sporen bewandeld worden. Primair moet de nutriëntenbelasting met bronge-richte maatregelen teruggebracht worden naar een voldoende laag niveau. Daarin zijn flinke vorderingen gemaakt, maar nog niet voldoende voor een spontaan herstel.

Een tweede spoor betreft systeemgerichte maatregelen om de veerkracht van het meer te vergroten. Oeverinrichting, plaatselijk verondiepen, het verkorten van de verblijftijd van het water en een ander peilbeheer maken het systeem robuuster. Het peilbeheer kan worden aangepast naar een meer natuurlijk seizoensgebonden verloop. Lagere zomerpeilen maken kieming en vegetatieve uitloop van oeverplanten weer mogelijk. Hogere winterpeilen ontlasten een smalle oeverzone van wind-, ijs- en golfaanvallen. Dat leidt tot minder (mechanische) schade. Dit meer natuurlijke peilregime is nodig om de omslag van troebele naar heldere meren te bevorderen. Echter, de aanpassing van bruggen, sluzen en andere infrastructuur, die inmiddels op het strakke peil is afge-



27 /EUTROFIËRING DOOR P-BELASTING

/Vanuit een helder meer



28 /HERSTEL DOOR VERMINDERING VAN P-BELASTING

/Vanuit een troebel meer



29 /KRANSWIER

/Ets van Harry van Kruiningen

stemd, maakt herstel van een natuurlijk peilregime een miljardeninvestering, en dus niet erg populair.

Onduidelijk is de invloed van visserij, beroepscheepvaart en intensieve watersport op de kansen voor herstel. Hoewel er troebele meren zijn met een lage watersportdruk, laat recent onderzoek in de Norfolk Broads zien dat herstel van waterplanten te lijden kan hebben onder de wervelingen van schroeven en andere bootbewegingen.

Een eenmaal eutroof troebel systeem met veel blauwalgen en witvis kan ondanks verlaagde nutriëntengehalten het herstel nog jaren remmen. Dan kan actief ingrijpen in het voedselweb (actief biologisch beheer of biomanipulatie) nodig zijn om versneld effect te krijgen en om het systeem te laten switchen van stabiel troebel naar stabiel helder. Daarbij kan gedacht worden aan het massaal wegvangen van

Brasem, het uitzetten van jonge Snoek, of het enten van waterplanten en driehoeksmosselen. Andere interne maatregelen zijn baggeren, een diepe put aanleggen als slibvang of de voedselrijke bodem afdekken met zand.

Geruggensteund door de Kaderrichtlijn water moet het mogelijk zijn spoedig weer te zwemmen in helder meerwater, de kiel van de boot te zien en te genieten van onderwaterplanten, waartussen een Snoek loert op een lekker hapje.



01 /VEENWORTEL

10/ DIEPE MEREN /

Door Herman Gons en Rixt Hovenkamp

/ Het gaat niet om namen, het gaat om het wezen der natuurobjecten en dit wezen drukt zich uit door het verband, waarin zij staan, onderling en met de dingen van hun omgeving.

H.J. Jordan. Geciteerd uit: Hydrobiologie van Nederland. H.C. Redeke, 1948

/INLEIDING

Diepe meren onderscheiden zich van ondiepe meren door temperatuurgelaagdheid, stratificatie genoemd. Hierbij is het water 's zomers bovenin tot meer dan twintig graden warmer dan onderin. Dit heeft een grote invloed op het ecosysteem.

Diep is overigens een relatief begrip. Het IJsselmeer is als grootste meer van Nederland nergens dieper dan tien meter. Als je op deze bladzijde de doorsnede van het IJsselmeer wilt weergeven op dezelfde

schaal voor lengte en diepte, kom je tot een lijn van maximaal eentiende millimeter dik. Deze lijndikte is grotendeels slechts met een loep zichtbaar. In het IJsselmeer wordt het water zo krachtig door de wind gemengd dat zelfs op de diepste plaatsen geen stabiele stratificatie kan optreden. Het IJsselmeer beschouwen wij als ondiep. In Nederland komen door zandwinning ontstane meren voor, die ook tien meter diep zijn, bij een lengte van pakweg tweehonderd meter. Bij het tekenen van de doorsnede van zo'n zandput zou de dieptelijn tot één centimeter dik worden. In het meer

zien we de hele zomer door een waterlaag met een steile afname van de temperatuur op een diepte van vijf tot zeven meter. Deze zogenoemde spronglaag scheidt een warme, goed gemengde bovenlaag van een koude onderlaag. Deze zandwinplas noemen we diep.

Absoluut genomen is de Vinkeveense Noordplas met zo'n vijftig meter het diepste meer in Nederland, waar vijftig tot veertig meter normaal gesproken al veel is. Evenmin als het IJsselmeer zijn de Vinkeveense Plassen natuurlijke wateren, maar is de grote diepte ontstaan door zandwinning na de eerdere vorming als veenplas. De geschiedenis van de Vinkeveense Plassen is geenszins uniek, maar geldt ook voor bijvoorbeeld de Wijde Blik bij Kortzenhoef. Door de behoefte aan zand voor de aanleg van haven- en industrieterreinen, woning- en wegenbouw zijn vanaf het midden van de vorige eeuw tientallen nieuwe zandputten ontgonnen, waardoor tot ongeveer tien meter diepe meren ontstonden met een oppervlakte van enige hectaren. Alleen al in Friesland bevinden zich ruim veertig van zulke meren. In een aantal gevallen ontstonden op deze wijze aanmerkelijk grotere en diepere wateren, zoals bij Utrecht de Maarsseveense Plassen en de Nedereindse Plas, bij Amsterdam het Nieuwe Meer, de Sloterplas, de Gaasperplas en de Oudekerkerplas en in de Rijnmond het Oostvoornsemeer. Langs de Maas zijn diepe meren als grindgaten ontstaan.

De landschappelijke inrichting van diepe meren kan na het ontstaan ingrijpend zijn gewijzigd. Een voorbeeld hiervan is de Ouderkerkerplas (wateroppervlak ca. tachtig hectare, diepte tot veertig meter). Na een periode van puinstorten is de plas nu belangrijk voor recreatie en als vogelgebied. Omdat het bodemverloop zeer steil is, zijn voor badgasten

ondiepe delen toegevoegd. Door de grote diepte en kwel vanuit de Noordzee kunnen zwemvogels als Smient en Kuifeend hier altijd in ijsvrij water overwinteren. Er zijn hier op één dag wel 14 duizend Smienten gezien.

Komen er in Nederland geen diepe meren van nature voor? Er zijn naast de grote rivieren een aantal 'kolken' of 'wielen' gevormd die als natuurlijke diepe meren kunnen worden beschouwd. Verrassend genoeg bevindt zich op de Veluwe een klein meer dat dertienduizend jaar geleden ontstond met een waterdiepte van maar liefst zeventien meter. Het werd in de loop der tijd echter opgevuld met plantenresten en bodemdeeltjes. De ontstaanswijze van dit nu slechts twee meter diepe Uddelermeer als een voormalige ijskernheuvel laat zich volledig vergelijken met die van talloze meren in de huidige arctische toendra.

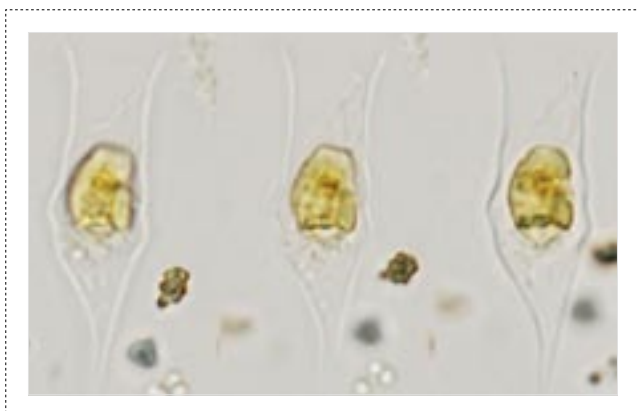
In het algemeen lijken de Nederlandse kunstmatig diepe meren qua doorsnede sterk op de meren in de Canadese en Scandinavische Schildgebieden, die zijn ontstaan bij het terugtrekken van het landijs. De Nederlandse situatie verschilt daarvan door het weinig variabele waterpeil, de doorgaans smalle oevervegetaties en het meestal ontbreken van doorstroming met rivierwater. De waterbalans wordt sterk bepaald door kwel, wegzijging en waterbehoefte in de polders. In het algemeen is de waterverblijftijd daarbij langer dan een jaar, maar soms slechts enkele maanden, zoals in het Alkmaardermeer. Door de helderheid en lichtgroene kleur kan het open water van diepe meren vergeleken worden met de getijdenwateren in Zuidwest-Nederland. Het is niet toevallig dat juist deze twee watertypen worden bezocht door sportduikers.



02 /FUUT OP NEST



03 /DOTTERBLOEMEN EN ECHT LEPELBLAD



04 /DINOBYRON DIVERGENS



05 /SNOEK



06 /RUISVOORN



07 /DRIJFLAAG VAN BLAUWALGEN
/Microcystis tussen Gele Plomp



08 /GROF HOORNBLAD



09 /DRIJVEND FONTEINKRUID



10 /CERATIUM HIRUNDINELLA

/Ets van Harry van Kruiningen

In diepe meren bestaat een markant onderscheid tussen oeverzone en open water. De oeverzone strekt zich uit tot en met die delen van de bodem die nog voldoende licht krijgen voor groei van planten. Het open water bezit tijdens de stratificatie een verticale zonering in het optreden van planktonsoorten die niet in andere typen binnenwater wordt aangetroffen. Gegeven een zelfde klimaat worden diepte en duur van de stratificatie vooral bepaald door de mate van blootstelling aan wind, hetgeen weer afhangt van oppervlakte en ligging. In vergelijking met de Kleine Maarsseveense Plas (twintig hectare) ligt de spronglaag in de Grote Maarsseveense Plas (zeventig hectare) twee meter dieper en is de stratificatieperiode een maand korter.

/BIOLOGIE

De stratificatie die in diepe meren optreedt, heeft een enorme invloed op het ecosysteem. Resten van

planten en dieren die in de koude onderlaag terecht komen, worden daar verder afgebroken. Hierbij wordt zuurstof verbruikt, die door de barrière van de spronglaag maar langzaam van bovenaf kan worden aangevuld. In vele gevallen ontstaat onderin al vroeg in de zomer zuurstofloosheid. In en nabij het sediment in het diepe deel van de plas is weinig leven door de lage zuurstofgehalten en het ontbreken van licht. Zo bestaat de macrofauna vrijwel geheel uit muggenlarven en wormen. De voedingsstoffen die vrijkomen bij de afbraak, hopen zich voor de duur van de stratificatie op in de onderlaag, zodat het water daarboven steeds voedselarmer wordt. Door de beperking van de algengroei en de bezinking van slibdeeltjes blijft de bovenlaag inclusief oeverzone meestal helder met doorzichten tot maximaal acht meter in Nederlandse meren. Er zijn echter uitzonderingen. In de Kleine Maarsseveense Plas blijft het doorzicht sterk achter bij dat van de Grote Maarsse-

veense Plas, door doorstroming met zeer voedselrijk rivierwater.

Door de grote milieuverscheidenheid bieden diepe meren in principe een grote rijkdom aan soorten in vrijwel alle groepen van microorganismen, planten en dieren. Dat geldt zeker voor de zandputten in veenplassen met aangrenzende petgaten en moerasbossen zoals bij de Wijde Blik. Onder invloed van brak water en de samenstelling van de bodem verschillen vegetaties sterk van meer tot meer. In zilte gebieden ontbreken Waterlelies en komt de Dotterbloem alleen voor bij regelmatige toestroming van zoet water. In de oeverzone van heldere zoetwatermeren kan men allerlei emerse, boven de waterspiegel uitgroeiende waterplanten (Riet, Mattenbies, Grote egelskop, Gele lis, Kleine lisdodde), waterplanten met drijvende bladeren (Waterlelie, Veenwortel, Drijvend fonteinkruid) en ondergedoken waterplanten aantreffen (Gedoornd hoornblad, Smalle en Brede waterpest, Glanzend fonteinkruid, Zannichellia, diverse kranswieren). De plantenstengels en bladeren onder water kunnen een rijke groei vertonen van aangehechte algen (met name kiezelalgen) en een zich daarmee voedende, buitengewoon diverse gemeenschap van diersoorten (variërend van ééncelligen tot slakken). Een feest om te microscoperen.

Op de planten hopen zich ook organismen en stoffen op die afkomstig zijn uit andere delen van de oeverzone en uit het open water, waardoor de variatie nog groter wordt. Zo kan zich op de planten een microflora ontwikkelen van beweeglijke kiezelalgen, zoals de afgebeelde *Cymbella* op pagina 100, die ook op de bodem worden aangetroffen. Heimans en Thijssen noemden al het vermogen van ondergedoken waterplanten om het water te zuiveren van slibdeeltjes.

Stoot een duiker zulke vegetaties aan, dan spreidt zich een stofwolk uit die al het zicht ontnemt. Ondergedoken waterplanten vormen vaak dichte vegetaties die een paar meter hoog kunnen worden. Een school Ruisvoorns met zilveren tot bronzen flanken en rode vinnen die langs een zonovergoten zoom van Hoornblad zweeft, doet de duiker de adem inhouden. De onderwaterbegroeiing vormt een uitgelezen schuilplaats voor jonge vis en insecten, maar ook voor dierlijk plankton. In het heldere water heersen de zichtjagers Snoek en Fuut. Door afwezigheid van recreatievaart in de kleinere zandputten kan de Fuut daar ongestoord bouwen aan de drijvende nesten.

Het open water vertoont een regelmatige seizoensvariatie van planktonsoorten. Voor de algen zijn dat in het voorjaar kiezelalgen en groenalgen, in de zomer algen met zweepstaarten *Ceratium* en *Dynobryon* en in de nazomer komen daar blauwalgen bij. Dit gaat als volgt. Zolang de waterkolom nog over de hele diepte is gemengd, treden vooral kleine kiezelalgen op de voorgrond. Na de aanvang van de stratificatie verdwijnen deze soorten heel snel vanwege bezinking en consumptie door dierlijk plankton. Er ontstaat helder water waarin het licht zo diep doordringt dat het de algen schade kan toebrengen. In de bovenlaag verschijnen dan relatief grote algensoorten die zich door een zweepstaart in de diepte kunnen verplaatsen. Deze soorten vertonen een dagelijkse, verticale migratie waarbij zij midden op de dag hoofdzakelijk op grotere diepten voorkomen. Ook watervlooien vertonen, door licht gestuurd, verticale migratie. Deze dient onder meer om rovers zoals jonge Baars te mijden. Bepaalde blauwalgen, die hun dichtheid kunnen regelen met gasblaasjes, hopen zich op aan de onderkant van de spronglaag en kunnen zo profiteren van enerzijds gunstig licht



11 /CYMBELLA ASPERA

en anderzijds van de voedingsstoffen die vanuit de onderlaag beschikbaar komen. Bij de erosie van de onderlaag vanaf juli verschijnen de blauwalgen steeds meer gemengd in de waterkolom.

/HERSTEL, BEHEER EN KANSEN

De Nederlandse diepe meren zijn vaak niet ouder dan enkele tientallen jaren. Hun levensgemeenschappen zullen naar verwachting nog aanzienlijke veranderingen doormaken, voordat sprake zal zijn van stabilisering. De in het verleden intensief onderzochte Grote Maarsseveense Plas en de Plas Vechten, worden beide hoofdzakelijk gevoed door grondwater vanaf de Utrechtse Heuvelrug en maken een geleidelijke eutrofiëring door. Ook in Noordwest-Nederland ontstaan vaak waterkwaliteitsproblemen ten gevolge van voedselrijke kwel. Het resultaat is te zien aan verschuivingen in planktensamenstelling en afnemende diepten van de onderwatervegetaties. Waar dit proces

zal eindigen, is moeilijk te zeggen. Het zal duidelijk zijn dat alleen ingrijpende veranderingen in landgebruik in een groot gebied tot omkering kunnen leiden.

Anders is de situatie bij die meren, waarbij in de zomer sprake is van een sterke toevoer van oppervlaktewater. Zulke meren zijn vatbaar voor een snellere achteruitgang van het lichtklimaat, omdat door aanvoer van voedingsstoffen de planktongroei in de warme bovenlaag gestimuleerd wordt. Hiervan is weer achteruitgang van ondergedoken waterplanten het gevolg. In de Kleine Maarsseveense Plas kwam vanaf het ontstaan in droge tijd veel voedselrijk Vechtwater terecht, hetgeen leidde tot een laag doorzicht en jaarlijkse opbloei van blauwalgen. Een ander voorbeeld is de Geestmerambachtplas bij Broek op Langedijk, die gevoed wordt met water uit het Noordhollands Kanaal. Met name de drijvende blauwalgsoorten die zich ontwikkelen vanuit de die-

pere waterlagen, zijn een probleem voor de recreatie. In een aantal gevallen kan verwacht worden dat de waterbeheerder via ingrijpen in de hydrologie succes kan boeken met een snel ecosysteemherstel, zoals is aangetoond in een aantal buitenlandse praktijkgevallen. Dit zal niet gemakkelijk zijn wanneer het gaat om invloeden van voedselrijk grondwater.

Naast hydrologisch ingrijpen, staan de waterbeheerder nog andere instrumenten ter beschikking om het ecosysteem te beïnvloeden:

a/ Door *verondieping* kan de groei van drijfslaagvormende blauwalgen sterk afnemen.

b/ *Verkorting van de waterverblijftijd*. Dit kan, met name in de bovenlaag, een optie zijn voor vermindering van de algengroei.

c/ *Verlaging van de fosfor- en/of stikstofgehalten*. Bij niet te hoge beginwaarden kan dit de algengroei doen afnemen, waarbij ondergedoken waterplanten zich kunnen uitbreiden.

d/ *Het beperken van recreatiedruk*, zoals het betreden van oevers en het varen met snelle motorboten, geeft meer kansen voor een evenwichtig ecosysteem met goed ontwikkelde oeverzones.

e/ *Natuurlijke peildynamiek* verbetert de ontwikkelingsmogelijkheden voor oeverplanten en tevens de diversiteit van macrofauna en visstand.

f/ *Een andere waterchemie*, bijvoorbeeld door waterinlaat, kan een gewenste levensgemeenschap opleveren. Daarbij is verandering van het chloridegehalte allesbepalend.

g/ *Gefaseerd onderhoud*, bijvoorbeeld het niet rigoureuus wegmaaien van rietkragen of waterplanten, komt de natuurlijke variatie ten goede.

h/ *Het verbinden van geïsoleerde diepe plassen met ondiep polderwater* biedt voor vissen de mogelijkheid om in diep zuurstofrijk water te overwinteren. Wintersterfte neemt daardoor af.

Samenvattend kan worden gesteld dat de vele diepe, meestal gegraven en waterstaatkundig geïsoleerde meren in Nederland veelal goed zijn op de volgende punten: een mooie oeverzone met in de bovenste waterlaag een goede zuurstofhuishouding en helderheid door beperkte algengroei. Daarentegen bestaat nabij de bodem veelal zuurstofgebrek met als gevolg een slecht ontwikkeld ecosysteem, te vergelijken met een zandwoestijn.

Bij de waterbeheerders is in studie of het zin heeft diepe meren of diepe putten in meren te verondiepen, waardoor de kans op drijfslagen van blauwalgen kan afnemen. Tot welke diepte en omvang is nog onduidelijk, omdat de diepe delen ook algen en slib wegvangen uit de bovenlaag. Kortom, de functie van sedimentval blijft vooropstaan om diepe meren helder te houden met een goed ontwikkelde onderwatervegetatie.



01 /GROTE EGELSKOP

11 / KANALEN / Door Ger Boedeltje

/ De stijve ophaalbrug, met zijn recht omhoog gestoken stijlen, waarschuwde ons, dat we hier links moesten afslaan, den zandweg op. Nu lag het blinkende kanaal, met de schuine vlakken der trapeziumvormige dijken, recht voor ons. Het zou onze leidraad zijn, evenals in Koning Minos' tijd het koord van Ariadne.

Uit: Ons Dinkelland. J.B. Bernink, 1926

/INLEIDING

Kanalen (en vaarten) zijn door de mens gegraven lijnvormige watergangen die breder zijn dan tien meter en een diepte hebben van meer dan 1,5 meter. Ze voeren permanent water en hebben meestal een vast streefpeil. Stroming is vaak van tijdelijke aard en treedt alleen op in perioden van waterafvoer of wateraanvoer. Het oudst bekende kanaal in ons land is de *Fossa Drusiana*, die de Romeinse veldheer Drusus tussen 12 en 9 voor Christus liet graven om het transport van troepen mogelijk te maken. Een tijd lang

heeft men gedacht dat hiermee het Pannerdens Kanaal werd bedoeld, maar recent onderzoek bevestigt dit niet.

In de zeventiende eeuw werden veel kanalen gegraven om het transport per trekschuit mogelijk te maken, zoals de Haarlemmertrekvaart. Een bloeitijd in de kanaalaanleg was de negentiende eeuw, toen er verbindingen werden gelegd tussen havensteden en de zee en bestaande vaarwegen met elkaar in contact werden gebracht. Ook werden er kanalen gegraven

**02 /KANAAL ALMELO-NORDHORN****03 /SCHOTERLANDSE COMPAGNONSVAART**

/Mooi begroeide oever

**04 /KANAAL BURGUM****05 /TJONGERKANAAL**

/Fraaie ondiepe oeverstrook

voor de (verdere) ontginning van veengebieden, en voor het vervoer van turf, landbouw- en industrie-producten. Een andere drijfveer voor kanaal aanleg was het verbeteren van de afwatering. In Friesland zijn om die reden kanalen gegraven die de meren met elkaar en met het IJsselmeer en het Lauwersmeer in verbinding brachten. Hierdoor ontstond een grotere boezem. De aanleg van kanalen liep door tot in de twintigste eeuw toen bijvoorbeeld het Twentekanaal, het Kanaal Wessem-Nederweert en kanalen in Flevoland werden gegraven.

Het graven van kanalen had vaak ingrijpende gevolgen voor de regionale ecologie en hydrologie. Vanwege het doorsnijden van beken, sloten en bosgebieden werden talrijke ecologische verbindingen verbroken. Zo werden alleen al door de aanleg van het Twentekanaal 39 beken doorsneden, waardoor de migratie van water- en oevergebonden beekorganismen tussen boven- en benedenlopen werd verstoord. Waar kanalen ingegraven werden, daalde de grondwaterstand in de omgeving en trad kwel in het kanaal op. Op plaatsen waar het kanaal in een

ophoging kwam te liggen, trad juist wegzijging uit het kanaal en vernatting van aangrenzende percelen op.

Het graven van kanalen betekende echter niet alleen kommer en kwel. In en langs kanalen ontwikkelde zich ook nieuwe natuur. In het water vestigden zich fonteinkruiden en andere waterplanten en langs de oevers Riet. Die vormden op hun beurt de basis voor een gevarieerde levensgemeenschap doordat ze voedsel, aanhechtingsplaatsen, voortplantings- en schuilmogelijkheden boden aan macrofauna, vis en algen. Met het Riet kwamen ook de vogels, waaronder Kleine karekiet en Rietgors. Veel kanalen zonder scheepvaart bezitten tot op de dag van vandaag een hoge biodiversiteit.

Anders ligt de situatie in kanalen met scheepvaart. Met de komst van gemotoriseerde schepen en de toename van de scheepvaart, namen stroming en golfslag sterk toe. Hierdoor worden water- en oeverplanten losgerukt en wordt slib opgewerveld. Dit leidt tot een sterke vertroebeling van het water.

De oevers van deze kanalen hebben vaak verticale golfwerende en grondwerende constructies, met als gevolg een scherpe grens tussen water en land. Dergelijke oevers bieden nauwelijks leefmogelijkheden aan wortelende water- en oeverplanten en aan oevergebonden dieren. Hierdoor hebben oude scheepvaartkanalen veel van hun biologische rijkdom verloren.

/BIOLOGIE

De samenstelling van de in kanalen voorkomende levensgemeenschappen wordt behalve door de scheepvaart, vooral bepaald door het chloridegehalte (leidend tot zoet, brak en sterk brak water) en de aard van de ondergrond (zand, klei, veen). Verder zijn de waterdiepte, de alkaliniteit, de inrichting van de oever, de ophoping van slib en de nutriëntenbelasting sturende factoren. De factor (intensieve) scheepvaart kan het effect van de andere factoren overheersen en vervult hiermee een sleutelrol in de vestiging van soorten. Daarom maken we bij de beschrijving van de biologische kwaliteit onderscheid tussen kanalen mét en zonder scheepvaart.



06 /BLANKVOORN



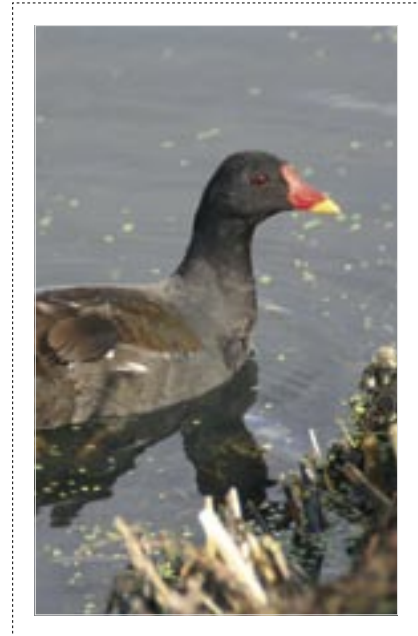
07 /KOLBLEI



08 /RIETGORS



09 /KLEINE KAREKIET



10 /WATERHOEN

**/Kanalen zonder intensieve scheepvaart,
goede ecologische situatie**

Niet of weinig bevaren kanalen die een bodem hebben met geen of weinig opgehoopt voedselrijk slib, hebben helder water. Het doorzicht bedraagt vaak meer dan een meter. Hierdoor is zeker dertig procent van het waterlichaam begroeid met in de bodem wortelende ondergedoken en drijvende planten, waaronder fonteinkruiden. Langs de onverdedigde, structuurrijke oevers komen gevarieerde moerasvegetaties voor, waarin Riet, Grote egelskop en lisdodden het beeld bepalen, afgewisseld met wilgen en elzen.

De aanwezige water- en oeverplanten weerspiegelen de verschillen in bodemgesteldheid en waterkwaliteit. Zandkanalen met een matig voedselrijke waterlaag worden gekenmerkt door de Grote wateranonkel en Waterviolier. Kenmerkend voor veenka-

nalen met (matig) voedselrijk water zijn Krabbescheer en Kikkerbeet. In voedselrijke kanalen met een kleibodem treden Schedefonteinkruid en Watergentiaan op de voorgrond. Voor brakke kanalen zijn Snavelruppia en Gesteelde zannichellia juist kenmerkende soorten, met langs de oevers Heen.

Plantenrijke kanalen hebben een gevarieerde macrofauna, waarbij larven van vedermuggen, borstelwormen, slakken, wantsen, haften, kokerjuffers en libellen goed vertegenwoordigd zijn. Behalve algemene soorten libellen, zoals Lantaarntje en Gewone oeverlibel, kunnen ook relatief zeldzame soorten langs kanalen worden aangetroffen. Dit zijn bijvoorbeeld Plasrombout en Kanaaljuffer, die hun eitjes afzetten op fonteinkruiden en oeverplanten. Plasrombout is onder meer gevonden langs het Wilhelminakanaal, de Kanaaljuffer langs het Eindhovensch Kanaal en de Zuid-Willemsvaart.

Door de gevarieerde macrofauna en de aanwezigheid van planten, die schuilgelegenheid, paaiplaatsen en voedsel bieden, is de visgemeenschap divers met soorten als Snoekbaars, Rietvoorn, Bittervoorn, Kolblei en Zeelt. Voor vissen zijn er in deze kanalen geen barrières, doordat sluizen en stuwen passeerbaar zijn.

De brede rietkragen vormen een eldorado voor vogelsoorten als Kleine karekiet, Rietgors en Bosrietzanger, terwijl ook Fuut en Waterhoen aanwezig zijn. Bomen en struiken die de oevers van kanalen begeleiden, zoals langs het Linthorst Homan kanaal in Drenthe, vormen waardevolle structuren waarop vleermuizen en vlinders zich oriënteren. Bovendien vormen ze een waardevolle biotoop voor vogels en aan water gebonden zoogdieren.

Het maaien van de water- en oevervegetatie en het baggeren gebeurt gefaseerd, zodat er steeds

schuilplaatsen overblijven en er voldoende nieuwe groei van planten mogelijk is. Waar mogelijk, is er sprake van een natuurlijk peilbeheer, waarbij het peil in de winter ca. dertig tot veertig centimeter hoger staat dan in de zomer.

**/Kanalen zonder intensieve scheepvaart,
slechte ecologische situatie**

Niet of weinig bevaren kanalen in slechte ecologische toestand hebben veelal troebel water en zijn vaak bedekt door een kroosdek. Ze hebben soortenarme moerasvegetaties waarin Liesgras overheerst. Een belangrijke oorzaak hiervan is de aanvoer van voedselrijk water uit agrarisch gebied. Als gevolg van achterstallig onderhoud, is de bodem bedekt door een tien tot vijftig centimeter dikke, voedselrijke sliblaag. Deze is in de zomer verantwoordelijk voor de nalevering van fosfaat. De sliblaag bevat vaak toxische stoffen. De bodembewonende macrofauna is



11 /GEWONE OEVERLIBEL

Orthetrum cancellatum



12 /PLASROMBOUT



13 /LANTAARNTJE



14 /BLAUWE GLAZENMAKER



15 /RIET



16 /LIESGRAS



17 /TENGER FONTEINKRUID

hierdoor weinig gevarieerd en bestaat hoofdzakelijk uit soorten die geringe eisen stellen aan de zuurstofvoorziening. Door het voedselrijke en troebele water en de dikke sliblaag bestaat de visgemeenschap voornamelijk uit Brasem en Karper.

/Scheepvaartkanalen, goede ecologische situatie

Als gevolg van hun functie zijn de oevers van scheepvaartkanalen verdedigd. Indien dit niet gebeurt, treedt erosie op, zoals proefondervindelijk is vastgesteld langs het Twentekanaal. In een goede ecologische situatie is bij de oevertaanleg al rekening gehouden met de belangen van de natuur. De oevers bestaan dan uit een golfwerende constructie, zoals een dam van breukstenen, waarachter zich aan landzijde een 0,5 tot 1,2 meter diepe zone bevindt met een zo flauw mogelijk, onbeschermd talud. Afhankelijk van de beschikbare ruimte, hebben deze zones een breedte variërend van twee tot meer dan tien meter.

Een groot deel van deze zones staat via openingen in de vooroever in contact met de vaarweg. Nabij uitwisselingsopeningen is het water troebel door stroming en golfslag. In luwe gedeelten daarentegen is het water helder. Hier groeien in zoet, voedselrijk water ondergedoken planten, zoals Smalle waterpest, Grof hoornblad en fonteinkruiden. Doordat er regelmatig slib neerslaat op de planten en op de bodem, zijn de habitatomstandigheden voor deze planten niet erg gunstig. Hun bedekking bedraagt vaak niet meer dan tien procent. Riet en andere moerasplanten vormen echter vitale vegetaties langs de oever en in het water. De oevertaanleg is verder zodanig, dat deze niet of nauwelijks een barrière vormt voor landdieren die het kanaal in dwarsrichting oversteken. Ze worden dan ook niet als verdrinkingslachtoffer gevonden.

Dankzij de aanwezigheid van water- en oeverplanten komen verschillende soorten libellen voor, waaronder Lantaarntje, Blauwe glazenmaker en Azuurwaterjuffer. Eendagsvliegen, slakken, kokerjuffers, waterpissebedden en de Driehoeksmossel zijn eveneens frequent aanwezig. Door een snelle aanslibbing zijn hun aantallen echter laag. Vissen zoals Blankvoorn, Rietvoorn, Baars en Snoek(baars) gebruiken de plantenrijke oevers als paai- en schuilplaats. In de Rietoevers broeden Kleine karekiet, Rietgors en Rietzanger, terwijl op open plekken Fuut, Waterhoen en Meerkoet nestelen.

/Scheepvaartkanalen, slechte ecologische situatie

Door scheepsgolven is de vaarweg troebel en onbegroeid. De oevers zijn steil en bieden geen plaats aan planten, waardoor ook de karakteristieke oevergebonden fauna ontbreekt. Reeën, Dassen en marterachtigen die te water gaan om het kanaal in dwarsrichting over te steken, kunnen door de steile oevers het kanaal niet meer verlaten en verdrinken. Tientallen dieren komen zo jaarlijks aan hun einde, in het bijzonder waar bosgebieden worden doorsneden. Dit was bijvoorbeeld het geval bij het Twentekanaal voordat er oeververbeteringen plaatsvonden.

Ondiepe stroken achter vooroevers die niet goed functioneren hebben stilstaand, voedselrijk water zonder onderwaterplanten en met een slecht ontwikkelde moerasplantenlaag. Ze zijn veelal bedekt door kroos. De bodem heeft een dikke, voedselrijke sliblaag, met plaatselijk hoge concentraties giftige stoffen. Hierdoor is de bodembewonende macrofauna zeer arm en zijn Brasem en Karper de belangrijkste vissoorten. Op oevers van breuksteen komen niet-inheemse vlokreeften zoals *Dikerogammarus haemobaphes* frequent voor.

/HERSTEL, BEHEER EN KANSEN

Nederland bezit één van de dichtste netwerken van kanalen in Europa. De kanalen zijn soms eeuwen oud en hebben vaak hoge natuurwaarden, vooral als de scheepvaart afwezig of niet intensief is. Een mooi voorbeeld is het Kanaal Almelo-Nordhorn, waarover in het motto van dit hoofdstuk wordt gesproken. Andere voorbeelden zijn het westelijk deel van het Apeldoorns Kanaal, de Schoterlandse Compagnonsvaart en het Polderhoofd kanaal in Friesland. Soms zijn de natuurwaarden minder hoog dan verwacht,

vooral door achterstallig onderhoud. Zo is de bodem van het Apeldoorns Kanaal bedekt door een dikke sliblaag van een bedenkelijke kwaliteit die belemmerend werkt voor de vestiging van een soortenrijke waterplantenvegetatie. Ook zijn nog oude damwanden aanwezig waardoor moerasplanten niet overal de oevers sieren. Binnenkort wordt echter de sliblaag verwijderd en worden de oevers van een deel van het kanaal natuurlijker ingericht. Hierdoor ontstaan nieuwe kansen voor Teer vederkruid en Grote wateranonkel, terwijl stille vormen van vaarrecreatie mee



18 /STIJVE WATERRANONKEL



19 /GLANZIG FONTEINKRUID EN WATERLELIE



20 /WATERGENTIAAN



21 /KRABBESCHEER

**22 /DIKEROGAMMARUS HAEMOBAPHES**

/Een nieuwe exoot

**23 /WATERPISSEBED****24 /DRIEHOEKSMOSSELEN****25 /ZWANEMOSSEL MET DRIEHOEKSMOSSEL**

profiteren. Langs het Twentekanaal wordt hard gewerkt aan verbreding, waarvan niet alleen de scheepvaart profiteert, maar ook de natuur. Op grote schaal worden ondiepe oeverstroken aangelegd, van het kanaal gescheiden door vooroevers. Voor een deel zullen ze geïsoleerd zijn van de vaarweg om amfibieën ook kansen te geven.

Het is van belang om kanaaloevers goed te beheren. Voor het behouden van een vitale rietkraag is het wenselijk deze eenmaal in de twee tot drie jaar te

maaien, waarbij het maaisel wordt afgevoerd. Gelet op de aanslibbing die plaatsvindt, is het nodig ondiepe oeverstroken eenmaal per tien tot vijftien uit te baggeren. Fasering moet hierbij het uitgangspunt zijn.



01 /HOOGVEENMOS

12/ VENNEN /

Door Gertie Arts en Herman van Dam

/ Wonder ven, wie toch groef er
Uwen afgrond, uwen oever?
Zijt gij in een heel donkeren nacht
Ongezien, met kraterskracht
Uit de heigrond komen breken?
Gaf voor 't gul en goed onthaal
U de zeevloed – gast royaal –
Bij zijn heengaan aan deez' streken?

Uit: Oisterwijk en zijn vennen. C.M.H. de Valk, 1951

/INLEIDING

Ooit kende ons land duizenden vennen. Verscho-
len in grote, drassige, nauwelijks begaanbare heide-
velden, vormden ze lange tijd onzichtbare parels in
het heidelandschap. Vanaf begin vorige eeuw trokken
ze de aandacht van bevlogen natuuronderzoekers als
Jan Sloff en Geert Sissingh. Vennen zijn nog steeds de
parels van ons heidelandschap, hoewel dit de laatste
decennia vaak ingrijpend is veranderd.

Vennen zijn relatief kleine watertjes die meestal

ondiep zijn. Het oppervlak van vennen beslaat vaak
niet meer dan enkele hectaren, de diepte is vaak
kleiner dan twee meter. Ze worden gevoed door re-
genwater en lokaal grondwater. Dit grondwater is in
meer of mindere mate verrijkt met bufferstoffen, af-
hankelijk van de ligging van het ven in het landschap
en de lengte van de weg die het water aflegt. Ven-
nen bij beekdalen kunnen ook gevoed worden door
overstromend beekwater. De waterstand fluctueert
in meer of mindere mate met het seizoen: 's zomers
laag, 's winters hoog.

De vorm en diepte van vennen is grotendeels afhankelijk van de manier waarop ze zijn ontstaan. Zogenaemde pingoruïnes en zwak gebufferde wieden zijn het diepst. De overige, meer recent ontstane vennen, zijn ondiep. Er zijn vlakke, schotelvormige vennen en relatief diepere, komvormige vennen. De eerste vallen eerder geheel of gedeeltelijk droog dan de laatste.

Vennen zijn van oorsprong voedselarm, omdat ze voorkomen op voedsel- en kalkarme zandgronden.

Je ziet ze (nog) vaak in Drenthe, Twente, Noord-Brabant en Noord- en Midden-Limburg. Vennen lagen oorspronkelijk in heidevelden, maar zijn in de loop van de vorige eeuw steeds meer in bos komen te liggen. Vaak het gevolg van bebossing om verstuing tegen te gaan. Dit werkt meestal niet goed uit, omdat de dynamiek daardoor vermindert en de invang van atmosferische depositie toeneemt. Duinplassen in de kalkarme duinen vertonen veel gelijkenis met vennen. Op Terschelling liggen veel van dergelijke plassen. De voedselarmoede in vennen en duinplassen bepaalt in



02 /HOOGVEENVEN



03 /ZWAK GEBUFFERD VEN

/Ganzenpoel



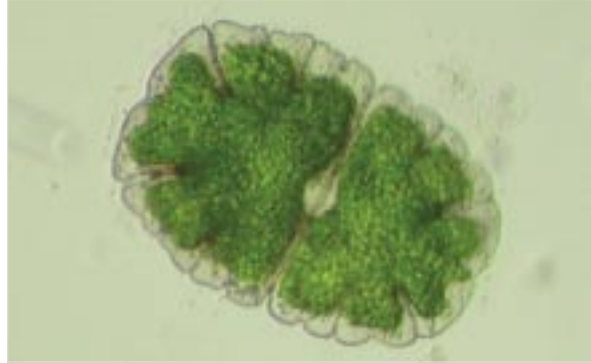
04 /ZUUR, ONGEBUFFERD VEN

/Groene kleur is waarschijnlijk stuifmeel



05 /OEVERZONE GEËUTROFIEERD GEBUFFERD VEN

/Met Gele Lis, dus in slechte toestand

**06 /DRIJVENDE WATERWEEGBREE****07 /MICRASTERIAS JENNERI**

/Wordt de laatste jaren weer vaker gevonden

**08 /EUNOTIA DENTICULATA****09 /KLEIN BLAASJESKRUID**

hoge mate welke planten en dieren er worden aangetroffen.

Naast de ligging van vennen in het landschap bepalen vooral lokale omstandigheden met welk type ven we te maken hebben, zoals de mate van buffering en het type sediment (ondergrond), bijvoorbeeld leem. Zure vennen worden alleen gevoed door regenwater of zuur, ongebufferd grondwater. Als de schommelingen in de waterstanden daarbij groot zijn (meer dan vijftig centimeter), treedt geen

hoogveenvorming en dus geen verlanding op. Als de schommelingen in de waterstand klein zijn (minder dan dertig centimeter), vennen permanent water houden en in de ondergrond enige buffering aanwezig is, kan hoogveenvorming optreden. We hebben dan te maken met hoogveenvennen.

Als de schommelingen in de waterstand zo groot zijn (meer dan zestig centimeter), dat het ven in de zomerperiode geheel of gedeeltelijk droogvalt en de invloed van lokaal grondwater, sediment of



10 /WITSNUITLIBEL



11 /KORAALJUFFER



12 /MOERASHERTSHOOI



13 /BEENBREEK



14 /WATERRANONKEL
/Witbloemig



15 /WATERDRIEBLAD

menselijke invloed leidt tot een zeer zwakke buffering, hebben we te maken met zwak gebufferde vennen. Bij voldoende windwerking en schommelingen in de waterstand, treedt geen verlanding op. Duinplassen in de kalkarme duinen behoren tot de zwak gebufferde vennen.

Soms kunnen de milieuomstandigheden plaatselijk en op korte afstand sterk verschillen. In dat geval kunnen levensgemeenschappen van verschillende ventypen in combinatie voorkomen, bijvoorbeeld zwak gebufferde vennen met hoogveenvorming in randzones of randvennetjes.

/BIOLOGIE

De geheimzinnige bloemen van de Waterlobelia, de drijvende blaadjes met karakteristieke nervatuur van Drijvende waterweegbree, de gele bloemen en de maggigeur van Moerashertshooi: we kunnen het in Nederland allemaal tegenkomen en bewonderen. Dat komt omdat de vennen in ons land rijk zijn aan waterplanten. Soorten met een noordelijke verspreiding (bijv. Waterlobelia) en soorten die aan een zeeklimaat gebonden zijn (bijv. Drijvende waterweegbree en Moerashertshooi), komen hier namelijk samen voor. De vennen herbergen bovendien enkele soorten met een zeer klein verspreidingsgebied, zoals Kruipende waterweegbree. Hiermee vertegenwoordigen de Nederlandse vennen een specifiek milieu en kunnen ze beschouwd worden als vennen representatief voor de Noordwest-Europese laagvlakte. Voor de vennen in ons land dragen wij daarom internationale verantwoordelijkheid.

/Goede ecologische situatie

Omdat vennen relatief ondiep zijn, kunnen waterplanten over het gehele venoppervlak groeien.

Een 'gezond' ven kenmerkt zich dan ook door waterplanten in het water, en biezen en zeggen op de oever. Een dergelijk rijke structuur aan groeivormen is belangrijk voor bijvoorbeeld libellen. Omdat vennen arm zijn aan de voedingsstoffen fosfor, stikstof en koolstof, is de plantengroei daarop aangepast. Zo kun je bijzondere vleesetende planten aantreffen, zoals Kleine of Ronde zonedauw, maar ook waterplanten die koolstof rechtstreeks uit het sediment opnemen, zoals Oeverkruid en Grote biesvaren.

Door voedselarmoede en specifieke omstandigheden komen er ook speciale algen voor: kiezelwieren en sialgalen, ééncellige plantjes die slechts onder de microscoop goed herkend kunnen worden. Omdat zij eerder dan waterplanten reageren op veranderingen in hun milieu, zijn het uitstekende indicatoren voor waterkwaliteit. Aan de hand van de soorten Ridderkruizen in een monster (een bijzondere groep binnen de sialgalen) konden in de vorige eeuw de individuele vennen van de Oisterwijkse bossen en Kampinase heide worden herkend. Dat zijn wel heel bijzondere determinaties.

In onverstoorde vennen komen specifieke ongewervelde dieren voor. De belangrijkste groepen zijn libellen, muggen, vedermuggen, wantsen, waterkevers, watermijten en kokerjuffers. Kenmerkend voor vennen is het ontbreken van slakken en mosselen. Drentse vennen werden in het verleden gekenmerkt door een specifieke geelgerande waterkever. Door hun voedselarmoede, zure en zwak-zure karakter en soms sterk wisselende waterstanden, komt in vennen van oorsprong geen rijke visfauna voor. De betekenis van vennen voor vogels is relatief beperkt, maar kan in voedselrijkere vennen groter zijn. Vennen zijn van betekenis voor vlinders (Veenbesblauwtje



16 /OEVERKRUID LANDVORM



17 /WRATTIG VEENMOS



18 /VEENMOSBULT



19 /RONDE ZONNEDAUW

en Veenbesparelmoervlinder) en voor amfibieën en reptielen (o.a. Heidekikker, Knoflookpad). Venoevers vormen een belangrijk leefgebied voor de Adder.

Zure vennen, hoogveenvennen en zwak gebufferde vennen worden elk gekenmerkt door eigen sleutelsoorten, kritische soorten die specifiek zijn aangepast aan de omstandigheden en daarmee representatief zijn voor het ventype. Sleutelsoorten zijn vaak zeldzame soorten die wij erg mooi vinden en hoog waarderen. Sleutelsoorten in zure vennen zijn Veel-

stengelige waterbies en Klein blaasjeskruid. Daarnaast zijn waterveenmossen (Waterveenmos, Geoord veenmos) en Knolrus vaak dominant aanwezig. De algen kenmerken zich door algemene soorten. Op kale zandbodems leven soms nog wel bijzondere soorten algen. Er komen weinig soorten ongewervelde dieren voor.

Sleutelsoorten in hoogveenvennen zijn veenmossen van hoogveenverlandingsstadia (Wrattig veenmos, Hoogveen-veenmos), Eenarig wollegras, Klein blaasjeskruid, Lange zonnedaauw, Waterdrieblad

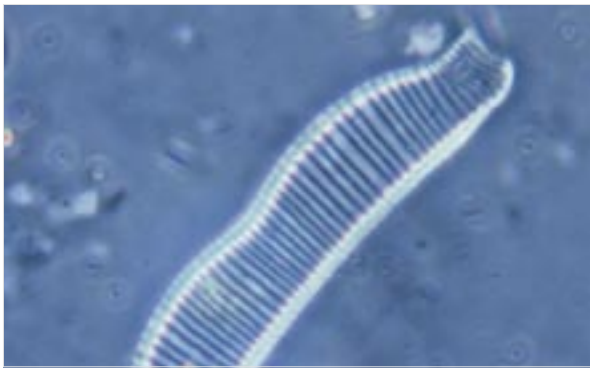
en Beenbreek. Libellen vormen in dit type vennen een belangrijke groep. Sleutelsoorten zijn Koraaljuffer, Tengere pantserjuffer en Venwitsnuitlibel. Algen omvatten soorten van verlanding.

Sleutelsoorten in zwak gebufferde vennen zijn Oeverkruid, Waterlobelia, Biesvaren, Moerashertshooi, Witbloemige waterranonkel, Drijvende waterweegbree, Kruijpende moerasweegbree en Pilvaren. Kritische kiezelwieren en sialgen komen in een hoog aandeel voor. De soorten ongewervelde dieren

zijn veelal pioniers. De voor vennen typische waterkevers komen in open water met oeverkruidvelden weinig voor.

/Slechte ecologische situatie

Kenmerkend voor een ecologisch slecht functionerend ven is dat sleutelsoorten (zie boven) geheel verdwenen zijn. De levensgemeenschappen van de verschillende typen vennen gaan steeds meer op elkaar lijken en zijn arm aan soorten. Enkele ongewenste soorten domineren en zijn in grote aantallen



20 /*EUNOTIA SP.*



21 /*AMERIKAANSE HONDSVIS*



22 /*WASKEMEER*

/Ven met verruigde oever



23 /*VEN MET ALGENBLOEI*



24 /PITRUS



25 /KLEIN KROOS



26 /PIJPESTROOTJE

of hoeveelheden aanwezig. In verzuurde vennen zijn dat bijvoorbeeld planten als Knolrus en ondergedoken veenmossen, in verdroogde en verzuurde vennen Pitrus en Pijpestrootje, in geëutrofiëerde vennen algen die het water groen kleuren of kroos.

In verzuurde vennen domineert één kiezelwier: *Eunotia exigua*. Kenmerkend voor zure vennen die door organisch afbreekbaar materiaal (bijvoorbeeld vogelmest) zijn verontreinigd is *Nitzschia paleaeformis*. Onder de vissen is een exoot als de Amerikaanse hondsvijl aangepast aan het leven in een sterk zure omgeving. Al of niet bewust uitgezette Zonnebaarden richten ware slachtingen aan onder de larven van bijzondere soorten amfibieën.

/HERSTEL, BEHEER EN KANSEN

De Oisterwijkse vennen waren de eerste vennen die door de mens werden hersteld. In het midden van

de vorige eeuw waren deze vennen sterk verrijkt geraakt met voedingsstoffen. Het baggeren en isoleren van deze vennen in de jaren vijftig leidde helaas tot verzuring en een gedeeltelijke vernietiging van de zaadbank. Dit project en onderzoek in de jaren tachtig van de vorige eeuw, hebben duidelijk gemaakt welke maatregelen in welke typen vennen noodzakelijk zijn. Vervolgens zijn veel herstelmaatregelen daadwerkelijk uitgevoerd, vooral in het kader van het Overlevingsplan Bos en Natuur (voorheen EGM, Effectgerichte Maatregelen). De maatregelen zijn erop gericht de natuurwaarden in verzuurde en vermeste vennen te herstellen.

Door verzuring, vermesting en eutrofiëring ontstaat een dikke sliblaag op de oorspronkelijke venbodem. Deze verhindert spontaan herstel van de levensgemeenschap. De aard van de herstelmaatregelen hangt af van het type ven. Herstelbeheer

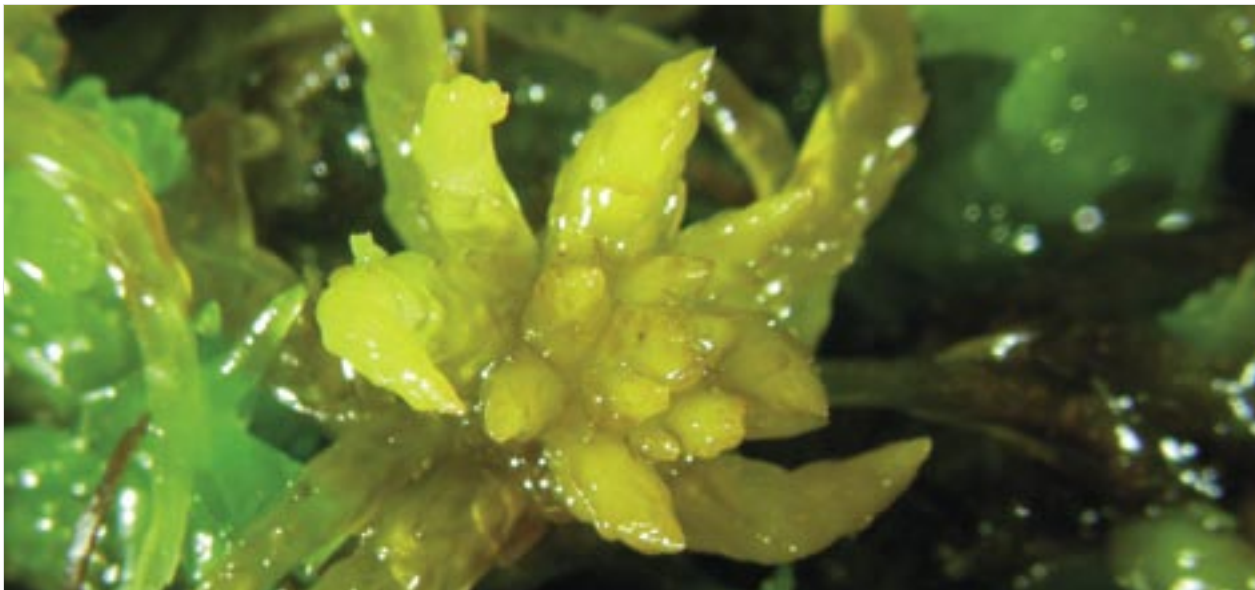
in zwak gebufferde vennen houdt in het gefaseerd opschonen van het ven. Hierbij wordt door plaggen, afschrapen en/of baggeren al het organische materiaal verwijderd, in combinatie met aanvullende maatregelen zoals een geringe buffering en het vrijstellen van de oevers. Als zwak gebufferde vennen alleen worden geschoond of gebaggerd, kan herverzuuring optreden. Dit betekent geldverspilling en verlies van de aanwezige zaadbank. Fasering is noodzakelijk om ongewervelde dieren een kans te geven te overleven.

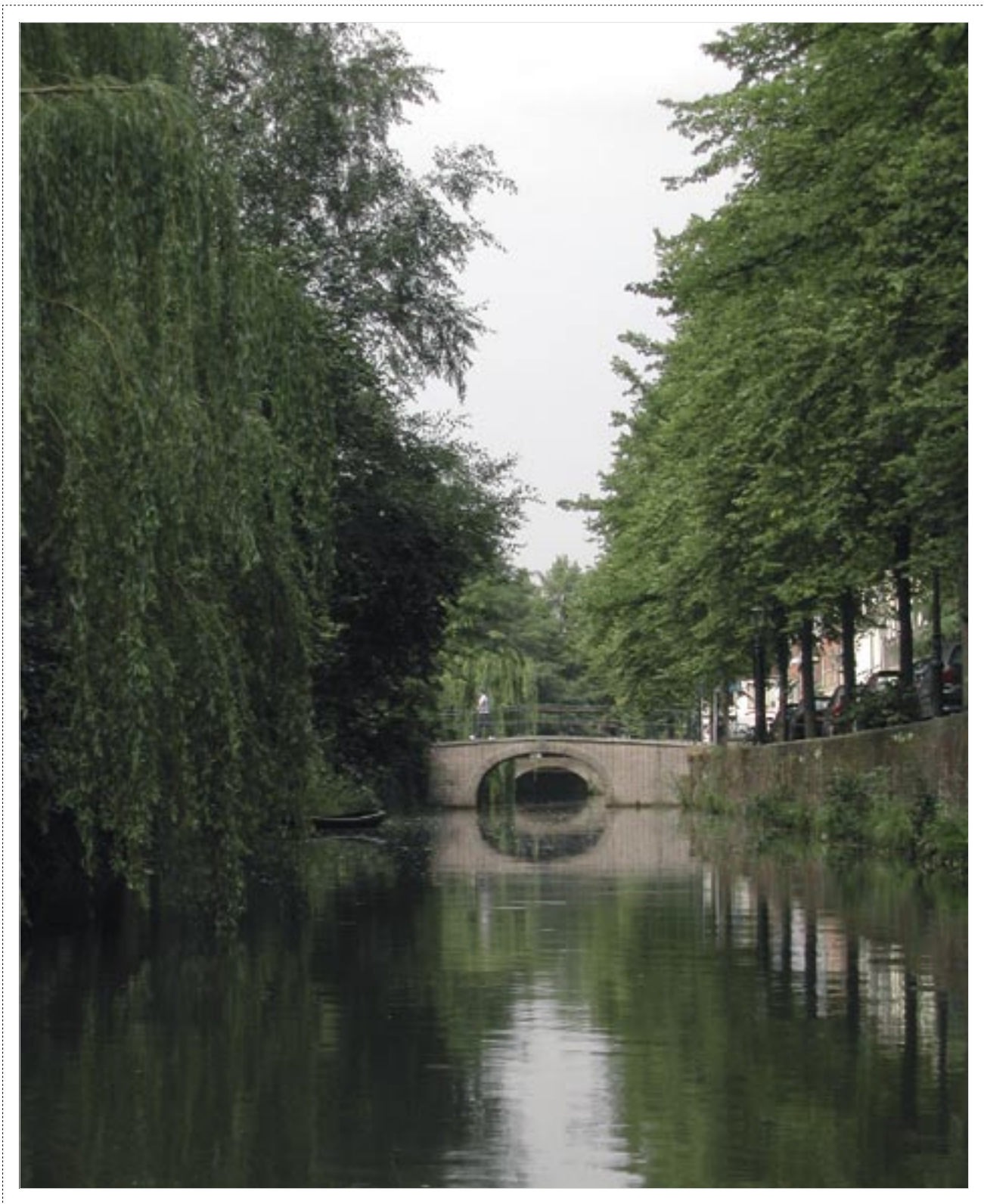
Door de combinatie van maatregelen is herstel kansrijk en kunnen kenmerkende waterplanten zich uit de zaadbank in de oorspronkelijke zandbodem herstellen. Ook herstelt de oorspronkelijke algenflora zich. De maatregelen hebben al geleid tot een toename in het aantal groeiplaatsen van Oeverkruid en Waterlobelia sinds de jaren tachtig.

Ook de oorspronkelijke amfibieënpopulatie (Heikikker) kan zich herstellen.

In hoogveenvennen is verdroging vaak een belangrijke oorzaak van achteruitgang. Herstel van de hydrologie is dan belangrijk. Dit kan gebeuren door het dempen van ontwaterende sloten. In zure vennen kan baggeren in combinatie met een lichte buffering ten behoeve van amfibieënpopulaties een geschikte maatregel zijn.

Herstelmaatregelen in vennen hebben ertoe geleid dat in Nederland de grootste populatie Waterlobelia van de Noordwest-Europese laagvlakte te vinden is. Door herstel en beheer zijn dergelijke parels weer steeds meer te bewonderen in ons land.





01 /STADSGRACHT AMERSFOORT

13/ STEDELIJKE WATEREN

/ Door Luuc Mur en Eva de Bruin

/ Een gracht, waar eend en waterhoen
voortdurend watertrappen
om voort te gaan, niet om te drijven
zoals de watervreemde mens.

Als zij vooruitgaan
maken zij een dubbelspoor
van kleine kolken,
en boegwater als de verticale
doorsnee van een pannendak,
negentig graden omgeklapt.

L.Th. Lehmann

/INLEIDING

Vanaf het begin van de beschaving maakt de mens gebruik van het water. Als drinkwater, vervoersader en - typisch Nederlands - als verdedigingslijn. De steden sloten zich van de boze buitenwereld af door een gracht, met hier en daar een poort voor het contact met de buitenwereld. Het water was ook lang onmisbaar voor de afvoer van alles wat men graag kwijt wilde, zoals fecaliën. In de steden langs de grote rivieren leverde dit weinig problemen op. De rivier had vaak zo'n buffercapaciteit dat de afbraak van

de organische stoffen geen overheersende invloed had op de zuurstofbalans. Problemen deden zich wel benedenstrooms voor, waar de verontreinigingen van de stad leidden tot epidemieën van cholera en typhus.

Alle wateren in Nederland zijn beïnvloed door de mens, maar voor geen enkel type is dit zo zeer het geval als voor stedelijke wateren: de grachten en singels in steden. Ze zijn misschien niet typisch Nederlands, maar ze komen in ons land wel zeer veel voor. In het

verleden was de stroming van het water in de grachten gering. Door de verontreinigingen raakten ze snel zuurstofloos. Door de sulfaatreductie ontstond veel zwavelwaterstof, wat niet alleen de bekende rotte-eierenstank veroorzaakte, maar ook ongezond was en het zilverwerk van de gegoede burgerij zwart kleurde. Cholera-epidemieën teisterden met de regelmaat van de klok de stadsbewoners. De welgestelden verlieten 's zomers de stad om te ontsnappen aan de stank en de epidemieën. Het stedelijke water was regelmatig zuurstofloos en werd biologisch beheerst door organismen die hier min of meer aan aangepast waren: bacteriën, ciliaten, met als hogere organismen misschien waterpissebedden en muggenlarven.

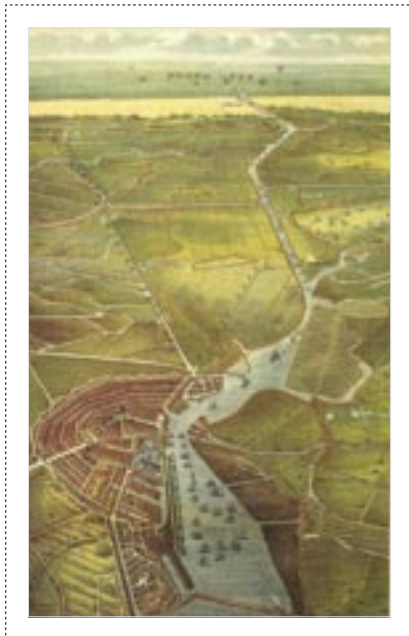
In de steden die in open verbinding stonden met de zee, was de situatie dragelijker. Door de eb- en vloedbewegingen vond een regelmatige toevoer van vers water plaats, waardoor de zuurstofbalans

van het water minder dramatisch was dan van het water van de steden die in het binnenland lagen. De grachten van de stad Amsterdam waren een goed voorbeeld van een getijde-grachtensysteem. Toch ontvluchtten ook hier de welgestelden 's zomers de stad en trokken ze naar hun buitenplaatsen langs met name de Vecht.

Aan het einde van de negentiende eeuw veranderde het denken over de kwaliteit van het leefmilieu. Door Kochs ontdekking van bacteriën als veroorzakers van epidemieën ontstond een beter begrip van volksgezondheid. Nieuwe wijken kregen rioleringsystemen en goed drinkwater werd aangevoerd door een systeem van leidingen. Het afvalwater uit deze nieuwe wijken werd via een centrale riolering afgevoerd en kwam niet meer in de grachten terecht. Een stad als Amsterdam loosde het sinds 1909 via een lange leiding in de Zuiderzee.



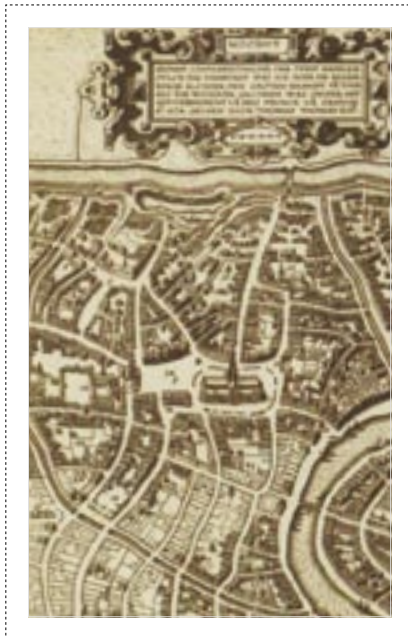
02 / WATERLELIE MET GROENE KIKKER

**03 /AMSTERDAM AAN HET IJ**

/En het Noordzeekanaal ca. 1873

**04 /DETAIL 'AAN DE VECHT'**

/© Wolters-Noordhoff, Groningen

**05 /HAARLEM 1576**

/Kaart van Thomas Thomaszn.

Andere steden legden tot in de vijftiger jaren van de vorige eeuw lange leidingen aan die het afvalwater op zee loosden. Alleen de grachtengordel van Amsterdam bleef het afvalwater lozen op de grachten. Pas na 1960 veranderde dit ook en werd het afgevoerd naar een afvalwaterzuivering.

Met de aanleg van de afsluitdijk verloor Amsterdam zijn natuurlijke verversing van de grachten. Besloten werd om op Zeeburg een gemaal te bouwen dat IJsselmeerwater onder het Amsterdam-Rijnkanaal door naar de grachten kon pompen. 's Avonds werden de sluisen die de verbinding vormden met het buitengebied gesloten en werd IJsselmeerwater in het netwerk van grachten gepompt. 's Morgens werden de sluisen aan de westkant van de stad geopend en stroomde het vuile water uit de grachten om in IJmuiden op zee geloosd te worden. Na de aansluiting van de grachtengordel op het rioolstelsel

werd het verversingssysteem behouden om de kwaliteit van het water in de grachten te garanderen. Het systeem bestaat tot op de dag van vandaag. Ook in andere steden werd de kwaliteit van de grachten verbeterd. Door een geforceerde doorstroming met behulp van gemalen werd vers water uit de omgeving door de steden gevoerd; dit wordt het 'schuren' van de grachten genoemd.

De stedelijke wateren veranderden in de loop der tijd volledig van karakter. Werden ze eerst beheerst door de lozing en afbraak van menselijke en dierlijke afvalstoffen, daarna werden het systemen die voornamelijk beheerst werden door verontreiniging met nutriënten die de algengroei stimuleerde en dus de zuurstofbalans verbeterde. De kleur van het water veranderde van zwart naar groen. Het zuurstofgehalte ging flink omhoog. Vissen trokken de stedelijke wateren in en vormden daar vaste populaties.



06 /STADSWATER IN DE RIJP



07 /SLOTERPLAS



08 /WATER IN STEDELIJKE OMGEVING



09 /RONDVAARTBOOT IN DE HERENGRACHT

De grachten veranderden ook van functie. Ze hebben nu naast hun cultuurhistorische en stedenbouwkundige waarde een belangrijke functie bij de afvoer van hemelwater. Vooral in de nieuwe wijken waar de afvoer van rioolwater en hemelwater van elkaar gescheiden zijn, hebben de singels en siergrachten de functie om regenwater af te voeren.

Voor de ontwikkeling van nieuwe steden waren grote hoeveelheden ophoogzand nodig. In vroeger

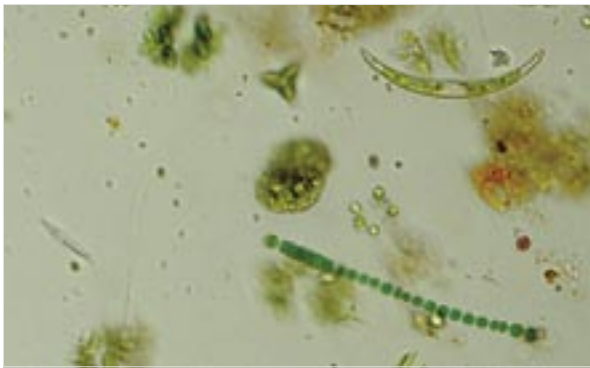
tijden werden die van de hoog gelegen zandgronden aangevoerd. Door het ontstaan van nieuwe technieken werd het mogelijk ter plaatse zandputten te ontwikkelen. Het resultaat hiervan is dat nieuwe steden nu ook grote diepe plassen in hun bebouwing hebben liggen. Goede voorbeelden hiervan zijn de Sloterplas en Gaasperplas in Amsterdam, de Zegerplas in Alphen aan den Rijn en de Haarrijnse Plas in Leidsche Rijn. Om en op deze plassen is het uitstekend recreëren. Er liggen jachthavens en op de oevers zijn vele ligweiden aangelegd.

/STEDELIJKE WATERTYPEN

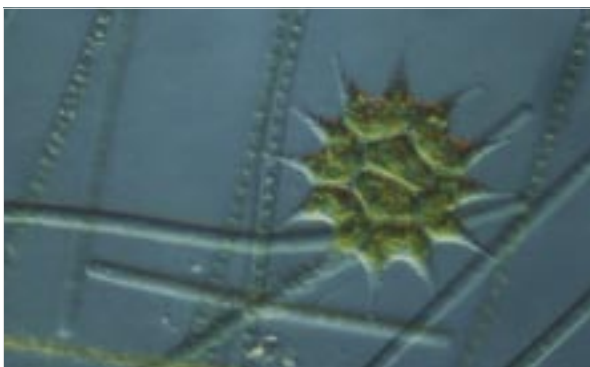
Bezien we nu de stedelijke wateren, dan zijn er verschillende typen in te onderscheiden. De grachten met steile kaden in de oude binnensteden, belangrijk als cultuurhistorisch element, de sierwateren met glooiende oevers in de buitensteden (of buitenwijken), belangrijk voor de afvoer van hemelwater, vaak met veel oeverplanten, en de diepe recreatieplassen die ontstaan zijn door de winning van zand en een belangrijke recreatieve functie hebben.

/Grachten

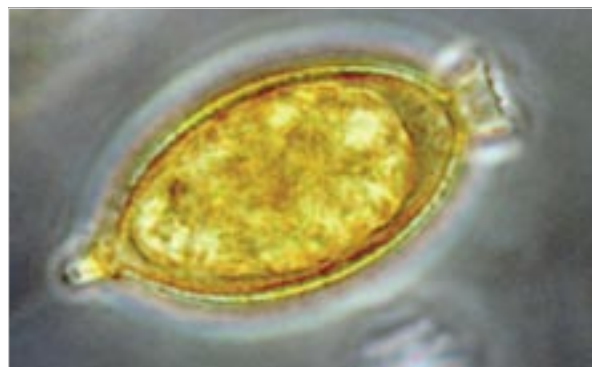
De grachten in de oude binnensteden staan in nauw contact met de bestrating erlangs. Het regenwater stroomt rechtstreeks de grachten in. Er is geen buffer in de vorm van een grasstrook of berm. Dit betekent dat al het vuil en stof dat zich op de straten heeft verzameld, in de grachten terecht komt. Vooral na een flinke onweersbui na een lange periode van droogte kan dit een aanzienlijke belasting van het grachtwater met zich meebrengen. Het vuil wordt afgebroken, waarvoor zuurstof nodig is. Dit kan leiden

**10 /PLANKTONBEELD**

/Het beeld in stedelijke wateren is divers

**11 /WATERPISSEBED****12 /FYTOPLANKTON**

/Pediastrum, Planktothrix, Aphanizomenon

**13 /TRACHELOMONAS**

tot zuurstofloze perioden en vissterfte. Een goede doorspoeling van de grachten met water uit het buitengebied is belangrijk om dit te voorkomen. Dit betekent dat de verblijftijd van het water in de grachten kort is en dat de chemische samenstelling zoals de saliniteit, de nutriëntengehalten en de pH voor een aanzienlijk deel bepaald worden door het doorstromend water.

Vaak bestaat de bodem van de grachten uit een dikke laag slib, hetgeen geen makkelijk substraat vormt voor de vestiging van waterplanten. Ook in

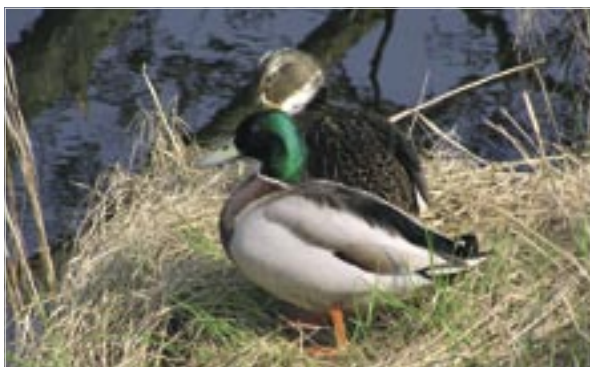
andere opzichten is de gracht geen makkelijk milieu. Door de afwezigheid van oeverplanten zoals Riet is het oppervlak aan substraat waarop vastzittende organismen zich kunnen vestigen, gering. Alleen de grachtranden vormen een geschikt substraat waarop micro-organismen zich kunnen hechten. Grachten zijn ondiepe wateren, vaak niet dieper dan 1,5 tot twee meter. In combinatie met de intensieve stroming door de scheepvaart (zoals rondvaartboten) vormt dit ook een milieu waar vooral vastzittende bodemorganismen zich moeilijk kunnen ontwikkelen.



14 /PIJLKRUID



15 /WATERLELIE EN WATERGENTIAAN



16 /WILDE EENDEN



17 /GELE PLOMP

/Siergrachten

Het water van de siergrachten in de buitenwijken vormt een totaal ander milieu. De wateren zijn hier vaak omgeven door grasvelden, die als buffer dienst doen bij de afstroming van (vervuild) regenwater. Hierdoor blijft de piekbelasting met vervuiling achterwege en is het niet altijd nodig een geforceerde doorstroming van het water te creëren. De verblijftijd van het water is hier dan ook langer en de samenstelling van het water is minder afhankelijk van het doorspoelwater. De sliblaag op de bodem is vaak veel dunner, waardoor een steviger bodem aanwezig is die zich meer leent voor de vestiging van oever- en waterplanten. Deze vormen een goed substraat voor de vestiging van micro-organismen, zoals kiezelwieren en draadalgen. De stedelijke wateren in de nieuwe wijken vormen zo een eigen milieu dat veel lijkt op dat van kanalen en brede sloten buiten de stad.

/Diepe plassen

De diepe plassen in de steden worden voornamelijk als recreatiegebied beheerd. Over het algemeen staan ze onder invloed van de voedselrijke grachten en singels. Zoals in het vervolg zal blijken, kan dit problemen opleveren voor hun recreatieve functie.

/BIOLOGIE IN STEDELIJKE WATEREN

/Algen

De stedelijke grachten staan onder sterke invloed van de wateren om de steden. In Amsterdam zijn dit de Amstel en het IJsselmeer. Vanaf de vijftiger jaren zijn de algen van de Amsterdamse stedelijke wateren systematisch bestudeerd. Deze studies zijn de basis geweest van de biologische waterbeoordeling met microscopische algen. Ze hebben tevens de basis gelegd voor de uitbouw van de biologische kennis van de Amsterdamse stedelijke wateren. De boezem van

Amstelland voert zijn water via de grachten af naar het Noordzeekanaal en voert vele micro-organismen mee naar de grachten. Het water is rijk aan stikstof en fosfaat. De verblijftijd is kort. Het is dan ook te voorspellen dat het groene water van de grachten bevolkt wordt door groenwieren: organismen die snel groeien en goed gebruik maken van de hoge nutriëntengehalten.

Tot de soorten die volop voorkomen in de eutrofe grachten behoren vertegenwoordigers van de geslachten *Scenedesmus* en *Pediastrum*. Sommige soorten zijn eigen aan de Amstel, andere aan het IJsselmeer. Aan de aanwezigheid van deze specifieke vormen is te zien in hoeverre het grachtensysteem is gevoed door Amstel-, danwel door IJsselmeerwater. Veel kiezelwieren groeien aan vaste substraten, zoals rietstengels. Deze substraten komen in de grachten niet voor. In de meeste grachten is de hoeveelheid kiezelwieren dan ook minder dan in vegetatierijke wateren.

Er zijn algensoorten die voor hun groei naast nutriënten ook organische verbindingen nodig hebben. Dit zijn voornamelijk Eugleniden, een groep die zich met zweefpharen door het water beweegt. In sommige grachten komen deze meer voor. De aanwezigheid van dergelijke saprobe soorten wijst op een verontreiniging met grotere of kleinere hoeveelheden organische stof.

In diepe plassen kun je 's zomers blauwwieren (Cyanobacteriën) verwachten die giftige drijfslagen kunnen vormen. Als de dikke verfgroene lagen veel voorkomen, kan de plas gesloten worden voor recreatie. Is de concentratie lager en komen de drijfslagen alleen aan lagerwal voor, dan kan alleen daar een

zwemverbod worden afgekondigd. Sommige cyanobacteriën, die drijflagen kunnen vormen, hebben diepere wateren nodig, ten minste vier tot vijf meter. Toch kom je ze ook wel in de (Amsterdamse) grachten tegen, drijvende lagen die op den duur verrotten en dan een blauwe kleur kunnen krijgen. Ze zijn afkomstig uit het IJsselmeer en met het nachtelijke inpompen van water uit het IJmeer meegekomen. Ze zullen niet groeien in de grachten en zijn meestal na korte tijd weer verdwenen.

De kleine, alleen met de microscoop zichtbaar te maken algen, komen in grote aantallen in het water van de grachten voor. De soortenrijkdom is groot, honderdvijftig soorten per liter is geen uitzondering. Ze zien er prachtig uit, produceren veel zuurstof en helpen zo mee de kwaliteit van het grachtwater op peil te houden.

/Hogere waterplanten

Echte waterplanten zoals Fonteinkruid, Waterlelie en Riet kom je in de stadsgrachten nauwelijks tegen. Daarvoor moet je naar de siergrachten van de buitenwijken. Hier is de bodem minder slibrijk en kunnen de

wortels van de planten zich vasthechten aan de bodem. Verder is het water in de siergrachten armer aan nutriënten, armer aan algen en dus helderder. Helder water zorgt er voor dat er voldoende licht op de bodem komt. Dat hebben de waterplanten nodig om te kunnen kiemen en groeien. Langs de randen kan het Riet zich ontwikkelen of komen we Pijlkruid tegen. Op het water drijven de Witte waterlelie en de Gele plomp. Zo vormen deze grachten een groene long in de rode omgeving van de stad.

/Vissen

Op oude prenten kom je ze al tegen: vissertjes in bootjes of zittend langs de kant van de gracht. In vroeger tijden zal de visstand in de vaak zuurstofloze grachten gering geweest zijn. Vis heeft zuurstof nodig, dus zullen de vangsten in de tijden met zuurstoftekorten tegengevallen zijn. Nu de grachten groen zijn en weer veel zuurstof bevatten, is de situatie anders. Soorten die passen bij een voedsel- en slibrijk milieu, komen veel voor. Blankvoorn en Brasem voelen zich thuis in de grachten. Maar ook de Paling komt voor, vooral op plaatsen waar afval in de grachten terecht komt. Het zijn tenslotte voor een deel aaseters.



18 /HARINGKAR OP BRUG

/Van Haring naar Paling



19 /PALING

/Van Haring naar Paling

**20 /VUURJUFFER**

Stadsvijver Haarlem

**21 /BLAUWE GLAZENMAKER**

Stadsvijver Haarlem

**22 /VARIABELE WATERJUFFER**

Stadsvijver Haarlem

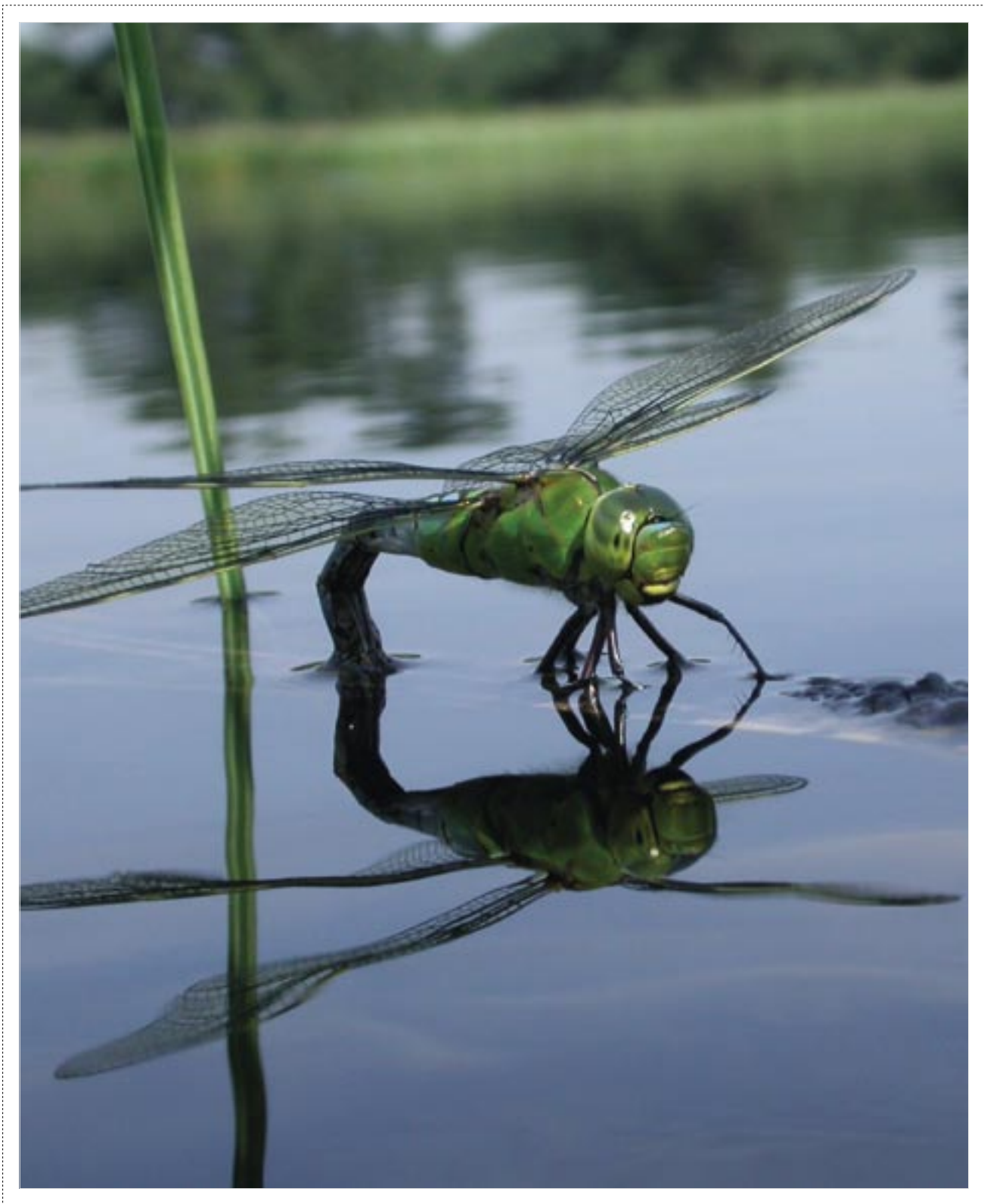
De vissers van vroeger wisten dat al, de beste paling zit achter de haringstalletjes op de bruggen. Aan het einde van de dag gooide de haringverkoper het afval van het schoonmaken van de haring in de grachten en daar profiteerden de paling en de visser weer van. Van haring naar paling was een bekende uitdrukking.

De Snoek zul je in de grachten niet veel tegenkomen. De vis moet zijn prooi met zijn ogen opzoeken en de grachten zijn hiervoor te troebel. In de Amstel komen we wel Snoek tegen. Hieruit blijkt dat de grachten een eigen visstand kunnen hebben die afwijkt van de wateren eromheen. In andere opzichten lijkt het water van de grachten weer op het water van het brakke water van het Noordzeekanaal. Soms wordt er zelfs wel een platvis gevangen in de grachten. Het gaat dan om Bot, een brakwatervis die regelmatig in het Noordzeekanaal wordt gevangen. Vaak zijn de

diepe stadsplassen helderder dan de grachten. Hier kan de sportvisser jagen op Snoek en Karper.

De aanleg van een stadsvijver in Haarlem heeft grote invloed gehad op de diversiteit van soorten en de omgeving. Al snel na de aanleg kwamen in de vijvers en tuinen in de buurt verschillende libellensoorten voor.

Voor deze uiteenzetting is vooral gebruik gemaakt van de biologische gegevens van de Amsterdamse wateren. Deze zijn gevarieerd en staan onder invloed van verschillende andere wateren. Ze zijn een goed voorbeeld van stedelijke wateren. Ook andere stedelijke wateren herbergen een interessant onderwaterleven, jammer dat je er zo weinig van ziet. Kinderen nemen een schepnetje en vangen de jonge visjes en andere friemelbeestjes, vissers gooien een hengeltje uit, maar veel blijft verborgen. De burger loopt er langs en realiseert zich niet wat er allemaal in de grachten leeft.



01 /EIAFZET KEIZERLIBEL

I/ VERKLARENDE WOORDENLIJST

/Abiotische factoren	Factoren die de biologie van een ecosysteem sturen, maar buiten de biologie liggen, zoals: chemie, fysica, temperatuur, morfologie.
/Algenbloei	Algenbloei of waterbloei is de verkleuring van het water door een uitbundige hoeveelheid algen en/of cyanobacteriën.
/Alkaliniteit	Wordt doorgaans gebruikt voor het tegenovergestelde van zuur.
/Benthivoor	Benthoseter; benthos is de verzamelnaam voor organismen die op de bodem leven van zoete en zoute wateren.
/Biomanipulatie	Actief ingrijpen in de voedselketen om zo een verandering in het ecosysteem te bewerkstelligen. Een voorbeeld is het wegvangen van witvis, die daardoor geen watervlooien meer kunnen eten. De watervlooien op hun beurt groeien sterk en 'grazen' de algen weg. Het water kan dan helder worden bij een hoge nutriëntenbelasting. Ook het verwijderen van waterplanten is een vorm van biomanipulatie. De Nederlandse term is Actief Biologisch Beheer.
/Biotische factoren	Factoren die de biologie van een ecosysteem sturen vanuit levende organismen, zoals graas (eten door watervlooien), predatie door vis, uitscheiden van stoffen die andere planten remmen in hun groei, of dieren afschrikken.
/Biotoop	Plaats waarin een plant of dier geheel in zijn omgeving is ingepast.

/Blauwwieren	Zie: Cyanobacteriën.
/Bufferend vermogen	Bepaalde stoffen in het water kunnen de zuurgraad van een watersysteem reguleren. De hoeveelheid zuur of base die toegevoegd wordt aan het systeem, en die verandering van de zuurgraad bewerkstelligt, noemen we het bufferend vermogen.
/CUWVO	Coördinatiecommissie Uitvoering Wet Verontreiniging Oppervlaktewateren.
/Cyanobacteriën	Bacteriën die de structuur hebben van 'echte' bacteriën, maar die net als algen chlorofyl bevatten waardoor ze tot fotosynthese (het omzetten van lichtenergie in biochemische energie) in staat zijn. Daarom vervullen ze functioneel dezelfde rol als algen.
/Desmidiaceeën	Sieralgen, een zeer gevoelige soort die vrijwel geheel uit Nederland is verdwenen. In sommige natuurlijke wateren, vooral wat vennen, komen ze nog voor. Uit de soortenlijst van de Europese Kaderrichtlijn water zijn ze nu verdwenen, hoewel dat voor het weergeven van de 'schoonheid van bepaalde ecosystemen' wel eens niet terecht zou kunnen zijn.
/Dissipatief	Zelfcorrigerend.
/Ecosysteem	De levensgemeenschap, inclusief de fysieke omgeving.
/Emerse waterplanten	Waterplanten, met wortels in de bodem, waarvan de groei zowel onder als boven water plaatsvindt.
/Eutrofiëring	Het proces dat ontstaat in de voedselketen door verrijking van een ecosysteem met nutriënten. Het wordt ook wel 'vermesting' genoemd.
/Eutroof	Voedselrijk.
/Exoten	Exoten in Nederland zijn planten- en diersoorten die, door direct of indirect toedoen van de mens, vanuit hun oorspronkelijke verspreidingsareaal naar Nederland zijn gebracht en zich hier zelfstandig in het wild kunnen voortplanten. Soorten die Nederland op eigen kracht bereikt hebben, worden niet tot de exoten gerekend. Deze

	zijn meestal uit Europa afkomstig, terwijl exoten vaak uit andere werelddelen komen.
/Fytobenthos	Algen die op andere planten (of op de bodem) groeien.
/Fytoplankton	Eéncellige plantaardige organismen, die in het water zweven of ergens op groeien (bodem, planten). Ze zijn samen met waterplanten verantwoordelijk voor de primaire productie.
/Habitat	Het geheel van milieufactoren die op een plant of dier inwerken; natuurlijk woongebied van een organisme.
/Hypertroof	Hypertroof is een wetenschappelijk niet-gedefinieerde term, die erg is ingeburgerd in het spraakgebruik. Bedoeld wordt zeer eutroof.
/Immanent	Innerlijk, inwendig, intrinsiek.
/Macrofauna	Kleine ongewervelde dieren. Eigenlijk wordt hiermee macro-evertebraten bedoeld. Microfauna zou een beter woord geweest zijn. Ook walvissen behoren linguïstisch tot de macrofauna.
/Macro-evertebraten	Kleine ongewervelde dieren.
/Mesotroof	Matig voedselrijk, tussen oligotroof en eutroof in. Mesotrofe milieus staan bekend om hun hoge soortenrijkdom.
/Morfologie	Beschrijving van de fysieke omgeving en de organismen die daarbij horen.
/Oligotroof	Voedselarm.
/Pingoruïne	Cirkelvormig meer dat overblijft na een ijstijd. De meeste werden na de ijstijd opgevuld met veen, of een andere erosie uit hun omgeving.
/Piscivoor	Visetend.
/Planktivoor	Planktonetend.

/Saliniteit	Zoutgehalte.
/Saprobie	Biologisch systeem om de mate van vervuiling van het oppervlaktewater te bepalen, voornamelijk gericht op organische belasting. Dit in tegenstelling tot 'trofie' waar nutriënten op de voorgrond treden.
/STOWA	Stichting Toegepast Onderzoek Waterbeheer.
/Submerse waterplanten	Waterplanten, met wortels in de bodem, waarvan de groei volledig onder water plaatsvindt.
/Substraat	Het materiaal waarop groei van planten en dieren plaatsvindt. Dit kan eigenlijk alles zijn (planten, bodem, etc.).
/Successie	De opeenvolging van soorten in een seizoen, of in opeenvolgende jaren.
/Trofiegraad	Een maat voor de hoeveelheid nutriënten aanwezig in een ecosysteem. Zie ook: Oligotroof, Mesotroof en Eutroof.
/Typologie	Leer van de indeling van mensen, dieren, planten, of systemen in soorten met gemeenschappelijke kenmerken.
/Zaadbank	Voorraad van zaden van planten in het ecosysteem. Bij mensen spermbank.
/Zoöplankton	Dierlijk plankton.
/Zuurgraad	Mate waarin een stof (of systeem) al dan niet zuur is. Voor een waterig systeem geldt: een afwijking van de H ⁺ -ionenconcentratie (waterstofionenconcentratie) bepaalt de zuurgraad. Bij een concentratie van minder dan 10 ⁻⁷ Mol H ⁺ l ⁻¹ (of een pH van minder dan 7) geldt dat het water 'zuur' is. Daarboven is het water neutraal of (boven pH 8) basisch. De zuurgraad wordt eveneens bepaald door het bufferend vermogen (zie ook: Bufferend vermogen).

II/ GERAADPLEEGDE LITERATUUR

- 02/Wat er was, wat er is en wat er komt** / Bloemendaal, F. & J. Roelofs, 1988. Waterplanten en waterkwaliteit. Publicatie 45. KNNV Utrecht.
/ Heimans, E. & J.P. Thijsse, 1895. In sloot en plas. W. Versluys, Amsterdam.
/ Hillenius, D., 1978. Wat is natuur nog? A.W. Sijthoff, Alphen aan den Rijn.
/ Koekkoek, M.A., 2001. De schoolplaat; in ons land. Wolters-Noordhoff, Groningen; Libre, Leeuwarden.
- 03/WEW 40 jaar: ogen van de forel** / Werkgroep Biologische Waterbeoordeling, 1977. Methoden voor het beoordelen van Nederlands oppervlaktewater op biologische grondslag. Eindredactie: L. de Lange en M.A. de Ruiter. WEW-publicatie 01.
- 04/De ecologische principes van watersystemen** / Dekkers, M. & J. den Hengst, 1981. Waterrijk. Uitgeverij het Spectrum, Utrecht/Antwerpen. Vereniging tot behoud van Natuurmonumenten.
/ Heimans, E. & J.P. Thijsse, 1895. In sloot en plas. W. Versluys, Amsterdam.
/ Scheffer, M. & J. Cuppen, 2005. Vijver, sloot en plas. Tirion Natuur.
/ Prud'homme van Reine, W. J., 1949. Wat vind ik in sloot en plas? W.J. Thieme & Cie, Zutphen.
- 06/Sloten en weteringen** / De Lange, L., 1972. An ecological study of ditch vegetation in The Netherlands. Thesis, Universiteit van Amsterdam.
/ Heimans, E. & J.P. Thijsse, 1895. In sloot en plas. W. Versluys, Amsterdam.
/ Higler, L.W.G., 1979. Sloten. Natuurbeheer in Nederland. Pudoc, Wageningen.
/ Nijboer, R., 2000. Natuurlijke levensgemeenschappen van de Nederlandse binnenwateren, deel 6, sloten. EC-LNV rapport AS-06.

07/Rivieren

- / Bij de Vaate, A., 2003. Degradation and recovery of the freshwater fauna in the lower sections of the rivers Rhine and Meuse. Thesis Wageningen Universiteit.
- / Dieperink, C., 1997. Tussen zout en zalm, lessen uit de ontwikkeling van het regime inzake de Rijnvervuiling. Thesis Universiteit Utrecht.
- / Middelkoop, H. (red.), 1998. Twee rivieren. Rijn en Maas in Nederland. Rijksinstituut voor Integraal Zoetwaterbeheer & Afvalwaterbehandeling, Arnhem, rapport nr. 98.041.
- / Ten Brinke, W., 2004. De beteugelde rivier. Bovenrijn, Waal, Pannerdensch Kanaal, Nederrijn-Lek en IJssel in vorm. Uitgeverij Veen Magazines, Diemen.

09/Ondiepe meren

- / CUWVO, 1988. Ecologische normdoelstellingen voor Nederlandse oppervlaktewateren.
- / Grontmij, 1995. Ecologisch beheersprogramma voor boezemmeren in Friesland. I.o.v. waterschap Friesland.
- / Higler, L.W.G., 2000. Natuurlijke levensgemeenschappen van de Nederlandse binnenwateren deel 7, Laagveenwateren. EC-LNV rapport AS-07.
- / Lammens, E.H.R.R., 1999. Het voedselweb van IJsselmeer en Markermeer. Veldgegevens, hypotheses, modellen en scenario's. RIZA 99.008.
- / Lammens, E.H.R.R. & S.H. Hosper, 1998. Het voedselweb van IJsselmeer en Markermeer. Trends, gradiënten en stuurbaarheid. RIZA 99.008.
- / Molen, D.T. van der, 2000. Natuurlijke levensgemeenschappen van de Nederlandse binnenwateren deel 9, Rijksmeren. EC-LNV rapport AS-09.
- / Molen, D.T. van der (red.), 2004. Referenties en concept-maatlatten voor Meren voor de Kaderrichtlijn water. STOWA 2004-42.
- / STOWA, 1993. Ecologische beoordeling en beheer van oppervlaktewater. Beoordelingssysteem voor meren en plassen op basis van vegetatie en fytoplankton. STOWA rapport 93-16 en 93-17.

10/Diepe Meren

- / Bakker, P.A. e.a., 1976. De Noordelijke Vechtplassen. Stichting Commissie voor de Vecht en het Oostelijk en Westelijk Plassengebied.
- / Gans, W. de, 2000. Het Uddelermeer. Een geologische schatkamer. *Natuur & Techniek* 68(12): 54-58.
- / Gulati, R.D. en Parma, S., 1982. Studies on Lake Vechten and Tjeukemeer, The Netherlands. Dr W. Junk Publishers, Den Haag.
- / Heimans, E. en Thijsse J.P., 1898. In sloot en plas (2e druk). W. Versluys, Amsterdam.

-
- / IWACO, 1994. Ecologisch beheersprogramma voor diepe plassen in Friesland. IWACO rapport projectnr. 22.1662.0, Groningen.
 - / Parma, S. e.a., 1983. Oecologie van meren en plassen. Pudoc, Wageningen.
 - / Rijkeboer, M. e.a., 1998. Subsurface irradiance reflectance spectra of inland waters differing in morphometry and hydrology. *Aquat. Ecol.* 31: 313-323.
 - / Ringelberg, J., 1976. Inleiding tot de aquatische oecologie, in het bijzonder van het zoete water. Bohn, Scheltema en Holkema, Utrecht.
 - / Swain, W.R. e.a., 1987. Limnology of Maarsseveen Lakes. *Hydrobiol. Bull.* 21: 5-110.

11/Kanalen

- / Bak, A., Kaper, A., Reeze, A. J. G. & Van Splunder, I. (red.), 1997. Biologische monitoring zoete rijkswateren: Watersysteemrapportage Noordzeekanaal, Amsterdam-Rijnkanaal, Kanaal Gent-Terneuzen, Twentekanaal. RIZA Rapport 2000.031, Lelystad.
- / Boedeltje, G., 2005. The role of dispersal, propagule banks and abiotic conditions in the establishment of aquatic vegetation. Proefschrift, Radboud Universiteit, Nijmegen.
- / Boedeltje, G., Bakker, J.P., Ten Brinke, A., Van Groenendaal, J.M. & Soesbergen, M., 2004. Dispersal phenology of hydrochorous plants in relation to discharge, seed release time and buoyancy of seeds: the flood pulse concept supported. *Journal of Ecology*, 92: 786-796.
- / Boedeltje, G. & Klutman, A.G.M., 1998. Monitoring en tussentijdse evaluatie van natuurvriendelijke oevers langs de Twentekanaal (1997). Bureau Daslook, in opdracht van Rijkswaterstaat, Directie Oost-Nederland, Arnhem.
- / Bruinsma, J. & Brekelmans, F., 2002. Watervegetaties ten zuidwesten van Weert. *Natuurhistorisch Maandblad*, 91: 24-29.
- / CUR (Civieltechnisch Centrum Uitvoering Research en Regelgeving), 1999-2000. Natuurvriendelijke oevers. CUR-publicaties 200, 204 en 205, Gouda.
- / Duin, P., 2000. Kwelsloten langs de Twentekanaal. Rijkswaterstaat, DWW, Rapport W-DWW-2000-085, Delft.
- / Dijkstra, K.-D. B., Klakman, V.J., Ketelaar, R. & Van der Weide, M.J.T. (red.), 2002. De Nederlandse Libellen (Odonata). Nederlandse Vereniging voor Libellenstudie, Nationaal Natuurhistorisch Museum Naturalis, KNNV Uitgeverij & European Invertebrate Survey –Nederland. Leiden.
- / Reitsma, J.M., Van Beek, G.C.W., Brandjes, G.J. & Munts, R., 2000. Monitoring Zuid-Willemsvaart (2000). Bureau Waardenburg in opdracht van Rijkswaterstaat, Noord-Brabant.

-
- / RWS Noord-Brabant & RIN, 1989. Onderzoek aan natte oeverstroken langs het Wilhelminakanaal. Project Milieuvriendelijke Oevers, rapportnummer 8.
 - / Schaminée, J.H.J., Weeda, E.J. & Westhoff, V., 1995. De vegetatie van Nederland, Deel 2, Plantengemeenschappen van wateren, moerassen en natte heiden. Opulus Press, Uppsala.
 - / Soesbergen, M. & Van Rooijen, A., 2006. Amfibieën en vissen in plasbermen langs kanalen. *Ravon* 23, 24-28.
 - / STOWA, 1994. Ecologische beoordeling en beheer van oppervlaktewater. Beoordelingssysteem voor kanalen op basis van macrofyten, macrofauna, epifytische diatomeeën en fytoplankton. Utrecht.

12/Vennen

- / Arts, G.H.P., 2000. Natuurlijke levensgemeenschappen van de Nederlandse binnenwateren. Deel 13, Vennen. EC-LNV rapport AS-13.
- / Arts, G.H.P., 2002. Deterioration of Atlantic soft-water macrophyte communities by acidification, eutrophication and alkalisation. *Aquat. Bot.* 1566: 1-21.
- / Dam, H. van & G.H.P. Arts, 1993. Ecologische veranderingen in Drentse vennen sinds 1900 door menselijke beïnvloeding en beheer. Rapport Grontmij en IBN-DLO in opdracht van Provincie Drenthe en Zuiveringschap Drenthe.
- / Grontmij / AquaSense en Alterra, 2005. Huidige toestand en vervolgaanpak Brabantse vennen. In opdracht van Provincie Noord-Brabant. AquaSense Rapport 05.2184.2. Alterra Rapport 1200.

Veel informatie op de vennensleutel: www.natuurkwaliteit.nl/sleutel.

13/Stedelijke wateren

- / Dresscher, Th.G.N., 1957. Rapport over de toestand van het oppervlaktewater binnen de gemeente Amsterdam. Biologisch en chemisch laboratorium van de afdeling Volksgezondheid van de Geneeskundige en Gezondheidsdienst Amsterdam.
- / Dresscher, Th.G.N., 1959. Description of a community of microorganisms in purified sewage mixed with rainwater from storm-sewers. *Hydrobiologia* XIV-2.
- / Dresscher, Th.G.N., 1965. The biological and chemical effect of a central discharge of sewage into "Buiten IJ" near Amsterdam. *Hydrobiologia* XXV -3/4.
- / Dresscher, Th.G.N., A.C.J. Koot en Zee, H.v.d., 1962. Vijftig jaar onderzoek naar de invloed van de lozing van rioolwater op de Zuiderzee en het IJsselmeer nabij Amsterdam. *De Ingenieur* 45: 1-8.
- / Hart, P.D.'t, 1990. Utrecht en de Cholera. *Walburg Pers*.

III/ BIJDRAGEN FOTOGRAFIE

/ Genoemde fotografen en/of bedrijven hebben uitsluitend voor deze uitgave toestemming gegeven voor gebruik. Zij blijven copyrighthouder van de door hen aangeleverde foto's.

Alterra

/ H13#02, H13#11

Gertie Arts

/ H12#06, H12#14, H12#16

Wouter Balster

/ H11#11

Gé van Beek, Aqua Life

/ H03#01, H03#05, H04#01, H04#07, H04#14, H04#16, H04#17, H04#18, H04#21, H04#24, H04#28, H05#02, H05#05, H05#06, H05#07, H05#15, H06#01, H07#12, H08#17, H08#18, H08#19, H08#22, H08#26, H08#38, H09#07, H09#09, H09#25, H09#26, H10#05, H10#06, H11#06, H11#07, H12#21

Jappe Beekman

/ H06#04

Elly Best

/ H10#08

Ronald Bijkerk

/ H12#08, H12#13

Ger Boedeltje

/ H11#01, H11#03, H11#05, H11#10, H11#15, H11#16, H11#19, H11#20

Gerlinda Boekhoud-de Graaf

/ H09#15, H09#17, H10#04

Beatrijs van den Bosch	/ H08#10
Christophe Brochard	/ H12#07
Theo Claassen	/ H02#19, H06#22, H06#23, H06#27, H06#28, H06#29, H07#10, H09#16, H09#19, H09#20, H09#21, H09#23, H11#04, H12#18, H12#22, H13#16, H13#17
Gerhard Duursema	/ H02#07, H02#09, H05#09, H08#01, H08#05, H08#06, H08#07, H08#25, H11#08, H11#13, H11#14, H11#18, H12#02, H12#03, H12#10, H12#15, H13#14
Klaas Everards	/ H01#01, H02#05, H02#08, H02#14, H03#02, H03#12, H03#13, H03#14, H04#15, H04#19, H05#08, H05#11, H05#12, H06#06, H06#09, H06#12, H06#13, H06#17, H06#18, H06#20, H06#24, H06#25, H07#16, H07#17, H08#12, H09#03, H10#11, H11#21, H12#04, H12#25, H13#08, H13#13, H13#15
Herman Gons	/ H04#02, H09#06
Grontmij/Aquasense	/ H10#09
Christa Groshard	/ H02#13, H04#13, H06#05
GWL	/ H04#05, H08#11
Ton van Haaren	/ H04#23
Rob van den Haterd	/ H11#12
Peter Heuts	/ H02#15, H04#13, H04#26, H06#05
Bert Higler	/ H03#04
Paul van Hoof	/ H08#20
Henk Hoogenboom	/ H03#10, H05#01

Rixt Hovenkamp	/ H04#06, H06#14, H06#15, H06#16, H10#03
Jan Janse en Lowie van Liere	/ H09#27, H09#28
Ton Joosten	/ H03#04
Hans van Kapel	/ H06#07
Arie de Knijff, Saxifraga	/ H11#09
Koeman & Bijkerk	/ H09#08, H13#10
Laboratorium Wetterskip Fryslân	/ H09#01, H09#02, H09#04, H09#05, H09#12, H09#13
Lowie van Liere	/ H01#03, H01#04, H03#07, H03#08, H03#09, H04#03, H04#08, H05#04, H06#11, H08#04, H09#14, H09#26, H12#18, H13#01, H13#06, H13#07, H13#09, H13#18, H13#20, H13#21, H13#22
Paula van Liere	/ H01#02
Barend van Maanen	/ H04#22, H07#04, H08#23, H08#24, H08#27, H08#28, H08#29, H08#31, H08#34, H11#23
Jack Mangelaars	/ H02#06
A. Mertens	/ H12#20
Johan Mulder	/ H07#13, H11#22
Piet Munsterman, Saxifraga	/ H02#20, H08#16
Luuc Mur	/ H13#12
Noord Hollands Archief	/ H13#03, H13#05
Onbekende toeleverancier	/ H12#12

Johan Oosterbaan	/ H05#14
Roelf Pot	/ H12#09
Machteld Rijkeboer	/ H10#02
Serge Rotteveel	/ H05#13
RWS RIZA	/ H07#01, H07#07, H08#30
John van Schie	/ H09#18, H11#17, H11#24, H11#25
Sportvisserij Nederland	/ H02#04, H06#02, H06#26, H07#11, H07#14, H07#15, H08#21, H13#19
Eveline Stegeman	/ H01#04, H02#21, H02#22, H04#09, H04#20, H05#10, H06#08, H08#03, H08#09, H08#13, H08#32, H08#33, H11#02, H12#01, H12#05, H12#11, H12#17, H12#27, BI#01
Jan van der Straaten, Saxifraga	/ H12#24, H12#26
David Tempelman	/ H4#04, H08#02, H08#08, H12#23
Rianne Trompetter	/ H03#11, H05#03
Bram bij de Vaate	/ H07#02, H07#08, H07#09
Bas van der Wal	/ H09#11
Herman Wanningen, Groene Zoden	/ H07#05, H08#35, H08#36, H08#37, H10#01
Ad Wittgen, Saxifraga	/ H08#15
Max Zekhuis, Saxifraga	/ H08#14



stowa/000

/ WAT ER IS, ALS ER WATER IS neemt de lezer mee op een spannende ontdekkingstocht langs een aantal typisch Nederlandse watertypen: rivieren en meren, maar ook vennen, sloten, kanalen en stadsgrachten. Een twintigtal ecologen vertelt in dit boek gepassioneerd over het ontstaan en het ecologisch functioneren van deze wateren. Over de schoonheid die

ze bezitten, maar ook over de zorgwekkende toestand waarin ze zich soms (nog) bevinden. Wat maakt ze zo bijzonder, welk gevaar hebben ze te duchten en hoe kunnen we werken aan herstel? Het zijn interessante vragen, zeker met het oog op de Europese Kaderrichtlijn water waarin de ecologie bepalend is bij het vaststellen van waterdoelen.

