

Naar een natuurconvenant voor het Naardermeer

Inleiding

Het Naardermeer (afb. 1), een natuurgebied van ongeveer 700 hectare, ligt aan de noordwestrand van de Goois-Utrechtse heuvelrug op de overgang van de hooggelegen pleistocene zandgronden naar de laaggelegen holocene veenafzettingen van de Vechtstreek. Het Naardermeer is bekend om zijn rijke variaties in verlandingsstadia, van open water via begroeid ondiep water naar trilvenen, rietvelden en uiteindelijk moerasbos [Barendregt *et al.*, 1989].

samenhangende mineralisatie van veenbodems en uitspoeling van meststoffen. Daardoor wordt het proces op gang gebracht van verzuuring, verzuring, verlandingsstadia en verdere verrijking met nutriënten. Het resultaat is afname van het aantal plante- en diersoorten.

Kenmerkend voor de toenemende eutrofiëring waren de ieder jaar in duur en hevigheid toenemende zomerse algenbloei en het verdwijnen van de kranswieren. De grote neerslagtekorten in de

Samenvatting

Nederlands oudste natuurreservaat 'het Naardermeer' is gekenmerkt door een grote ecologische diversiteit.

Door grondwaterwinningen in Het Gooi, polderpeilverlagingen in aangrenzende polders en de aanleg van de Flevopolder ontstond watertekort.

Reeds in 1960 is de inlaat van boezemwater wegens de slechte waterkwaliteit gestaakt, wat vanaf 1970 geleid heeft tot een voortgaande daling van het waterpeil. Het gevreesde eutrofiëringsproces van het Naardermeer zette ondanks het stopzetten van de waterinlaat door als gevolg van de vroegere inlaat van sterk geëutrofiëerd water, guanoïtische, mineralisatie van de veenbodem en uitspoeling van vrijgekomen meststoffen.

Hierdoor ontstond extreme algengroei in de meren, waardoor de uitgestrekte kranswier-vegetatie verdween.

Wegens de complexe problematiek en de vele actoren, wordt voor de oplossing een afstemming tussen alle betrokken partijen gemaakt in een natuurconvenant.

Sinds 1984 wordt het Naardermeer aangevuld met gedefosfateerd IJmeerwater. In de huidige situatie is de nalevering van nutriënten uit de waterbodem de hoofdoorzaak voor de voortdurende eutrofiëring.

Daarnaast blijkt dat met de inlaat wel de noodzakelijke peilhandhaving wordt gerealiseerd, maar ook de gebiedseigen waterkarakteristiek en het daarmee samenhangende ecosysteem negatief wordt beïnvloed. Vooruitzichten voor herstel van de ecologische waarden zijn vooral aanwezig als de grondwatervoeding vanuit Het Gooi volledig wordt hersteld, de waterverliezen naar de omliggende polders worden beperkt (door het aldaar opzetten van peilen) en de met nutriënten verrijkte waterbodem wordt gesaneerd.

Uit balansberekeningen volgt dat na het saneren van de waterbodem de belasting van het oppervlaktewater met fosfaat en stikstof tot een acceptabel niveau teruggebracht zal zijn.



A. BARENDREGT
Interfacultaire
vakgroep Milieukunde,
Rijksuniversiteit Utrecht



R. M. M. ROIJACKERS
Vakgroep Natuurbeheer
Landbouwniversiteit
Wageningen



N. G. J. STRAATHOF
Vereniging tot Behoud van
Natuurmonumenten
in Nederland, 's-Graveland

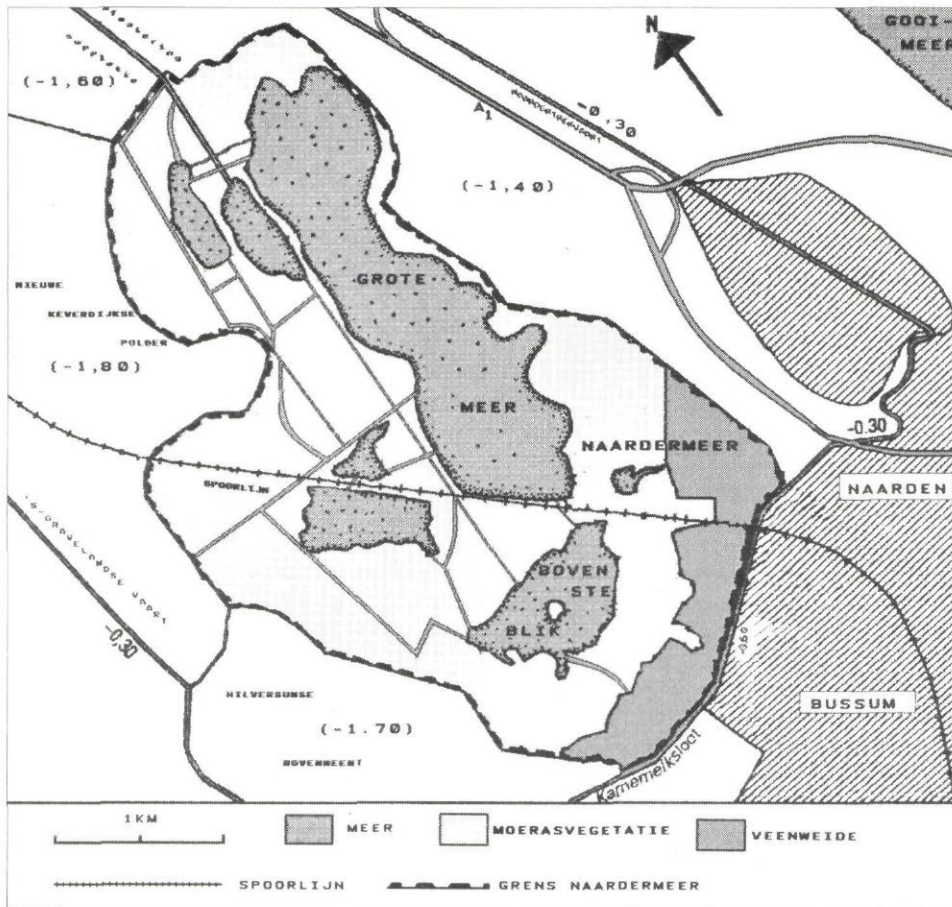


P. J. T. VERSTRAELEN
Zuiveringschap Amstel- en
Gooiland, Hilversum

Daarnaast geniet het Naardermeer vooral bekendheid als broedgebied van moeras- en watervogels. De overheid heeft het Naardermeer, ons oudste natuurreservaat (1906), ingebracht op de lijst van Nederlandse natuurgebieden waarop de Wetland-conventie [IUCN, 1971] van toepassing is.

In de afgelopen decennia heeft het Naardermeer veel van zijn bijzondere natuurwaarden verloren. Het gebied is in de loop der jaren gedeeltelijk ingesloten door bebouwingen en wegen, die de ecologische infrastructuur negatief beïnvloeden en veel geluidsoverlast veroorzaken. Ook de aantasting van de hydrologie vormt een belangrijke bron van problemen. Door grondwateronttrekkingen in Het Gooi, polderpeilverlagingen in de omringende polders en de aanleg van de Flevopolder nam zowel de grondwaterstroom naar het Naardermeer af als de wegzijging vanuit het Naardermeer toe. Om de plassen op peil te houden, moest in de droge maanden water ingelaten worden. Het hiertoe gebruikte water uit de Vecht en de Karnemelksloot was echter ernstig vervuild. Daarom was men al in 1960 gedwongen om de wateraanvoer te stoppen hoewel dat vanuit peilhandhaving wel nodig was. Het proces van eutrofiëring, waartegen het besluit om niet meer te suppleren was gericht, zette zich na een aanvankelijke vertraging toch door onder invloed van verdroging, de daarmee

periode van 1970 tot 1977 versnelde en verhevigde deze achteruitgang. De provincie Noord-Holland drong al in 1973 aan op het niet meer laten toenemen en zelfs verminderen van de grondwateronttrekkingen in Het Gooi vanwege de verdroging in de Vechtstreek [Provinciale Waterstaat Noord-Holland, 1973]. Tussen 1978 en 1981 is van verschillende zijde onderzocht hoe de voortschrijdende peilverlaging en eutrofiëring van het Naardermeer op korte termijn het best kon worden bestreden [Adviesbureau Arnhem, 1978; Pette, 1979; Witteveen + Bos, 1981]. Het optreden van botulisme in het ondiepe water vormde ook een argument om een hoger peil na te streven. In 1984 is op basis van de toen beschikbare kennis en inzichten besloten tot suppletie van het Naardermeer met gedefosfateerd IJmeerwater. Anno 1990 heeft de aanvoer van gedefosfateerd IJmeerwater echter slechts geleid tot een lokaal waarneembare verbetering van de waterkwaliteit terwijl het herstel van het oorspronkelijke plante- en dierleven grotendeels uitblijft. Peilverlagingen die voor de aangrenzende polders worden overwogen [Grontmij, 1988] dreigen bovendien dat effect teniet te doen evenals het effect van de voorgenomen halvering van de grondwaterwinningen in Het Gooi [Provinciaal Bestuur Noord-Holland, 1986]. Daarmee lijkt het Naardermeer op het kruispunt te staan van handhaving en herstel van de bijzondere natuurwaarden door herstel-



Afb. 1 - Het Naardermeer en omgeving.

maatregelen en de definitieve afschrijving van het rijke Naardermeerecosysteem door nieuwe peilverlagingen. De provincie Noord-Holland heeft dit probleem onderkend [Branderhorst, 1989] en tracht door een bestuurlijke consensusbenadering tot een meer efficiënte en effectieve aanpak van diverse maatregelen te komen. Er worden voorbereidingen getroffen om een natuurconvenant voor het Naardermeer tot stand te brengen zodat wordt voorzien in het behoud en herstel van de natuurfunctie, rekening houdend met de diverse belangen in en rond het Naardermeer. Om tot een integraal beleidsplan te komen is het nodig dat al in een vroeg stadium alle bij het beheer van het Naardermeer en omgeving betrokken partijen in overleg treden en gezamenlijk een beleid bepalen, gericht op een duurzame toekomst van het Naardermeer. Hiertoe is in augustus 1989 de projectgroep Naardermeer opgericht die tot doel had een raamwerk te geven voor een op te zetten bestuurlijke overeenkomst, ofwel een (natuur-)beheersconvenant voor het Naardermeer.

In dit artikel worden de resultaten gepresenteerd van een in mei 1990 afgeronde probleem-analyse [Ecotest,

1990], die beschrijft wat de oorzaken zijn die het beoogde herstel van het Naardermeer in de weg staan. Na een korte biologische karakterisering wordt ingegaan op de waterhuishouding, de hieruit voortkomende waterkwaliteit en de invloed van de waterbodem op deze kwaliteit.

Oever met moerasandijvie.



Ecologische problemen

De achteruitgang van de biologische diversiteit in het Naardermeer kan het best geschetst worden aan de hand van de vegetaties van hogere en lagere waterplanten. Kranswieren waren tot voor kort de meest kenmerkende waterplanten in het Naardermeer. De bodem van de grote plassen van het Naardermeer was tot 1976 nog bedekt door uitgestrekte velden met kranswieren. In de daarop volgende jaren is een aantal gevoelige soorten geleidelijk aan verdwenen en zijn andere in hoeveelheid sterk achteruit gegaan [Spruijt, 1985]. Dit is het gevolg van de vertroebeling van het water door de algenbloei. Het daardoor optredende lichtgebrek maakte zelfs vervanging door hogere waterplanten onmogelijk.

De duur en intensiteit van de algenbloei in het Naardermeer is in de loop der jaren langzaam toegenomen, terwijl er ook een verschuiving van groen- naar blauwwieren is opgetreden. In de Bovenste Blik begon dit proces in 1959. Eind jaren zeventig begon ook de algenbloei in het Grootte Meer steeds erger te worden [ZAG, 1986]. Vanaf de wateraanvoer vanuit het IJmeer in 1984 heeft de situatie zich hier echter gestabiliseerd en de sterke algenbloei neemt sinds 1987 zelfs af. Het doorzicht in het Grootte Meer is echter nog steeds minder dan vroeger. De situatie in de Bovenste Blik verslechterde ook na 1984 onverminderd, de blauwwierbloei werd langduriger en heviger en nam in 1988 en 1989 ongekende vormen aan.

Waterhuishouding

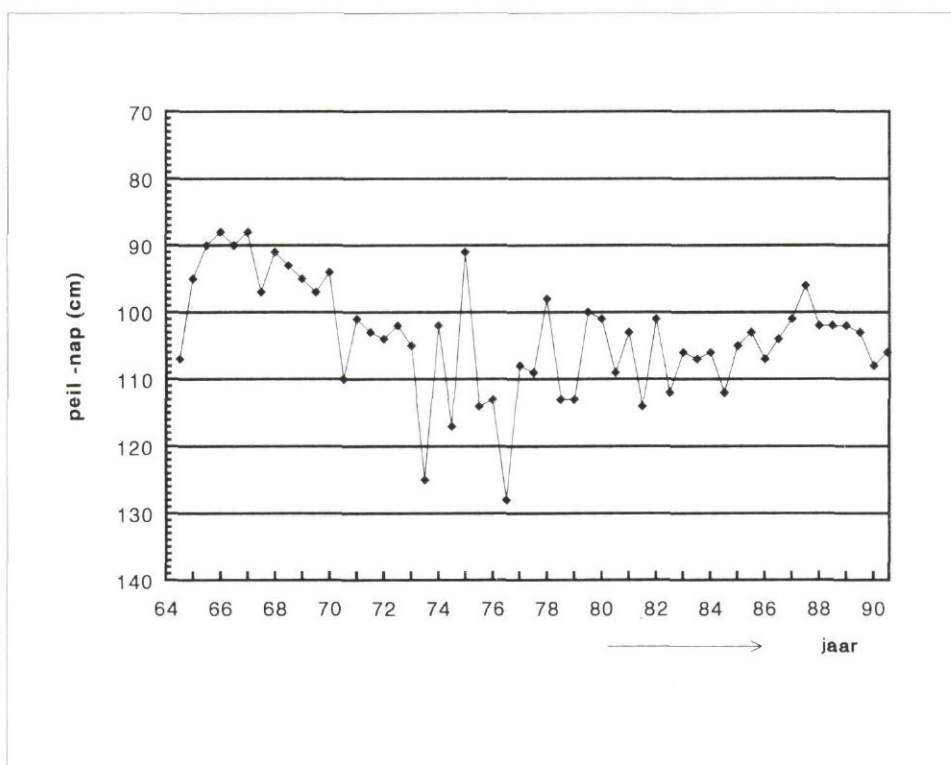
De waterhuishouding van het Naardermeer werd eeuwenlang gekenmerkt door

een grote toevoer van grondwater uit Het Gooi, de instroom bij noordwesterstorm van zeewater uit de Zuiderzee en de lozing van overtollig kwelwater uit de aangrenzende polders [Gottschalk, 1961; Van Zinderen Bakker, 1942]. De invloed van de Zuiderzee en de aangrenzende polders werden gaandeweg onbelangrijk. De grondwatertoevoer uit Het Gooi was in de vorige eeuw nog zo groot dat het de drooglegging van het Naardermeer tot een fiasco maakte [Van Zinderen Bakker, 1942]. Vanaf het eind van de vorige eeuw hebben de volgende ontwikkelingen echter geleid tot watertekorten.

- De voortgaande polderpeilverlagingen. De peilen in de omringende landbouw-polders zijn sinds 1900 gemiddeld 40 cm gezakt en liggen inmiddels 20 tot 100 cm lager dan het Naardermeer. Door deze verschillen vindt er via wegzijging uitwisseling van grondwater plaats tussen de polders [Witmer, 1989; Schot & Engelen, 1989]. Voor het Naardermeer, waar een constant hoog peil wordt nagestreefd, levert dit een groeiend waterverlies op.
- De grondwateronttrekkingen in Het Gooi die vanaf 1888 zijn opgelopen tot circa 20 miljoen m³/jaar in de jaren zeventig. Dit heeft geleid tot een daling van het grondwaterpeil in Het Gooi van circa 2 m, in het Naardermeer van circa 15 cm en in de het Naardermeer omringende polders van circa 25 cm.
- De aanleg van de Flevopolder. De diep bemalen polder Flevoland heeft een grondwaterstroom vanuit Het Gooi in noordelijke richting veroorzaakt [Engelen & Schot, 1989; Schot & Engelen, 1989; Barendregt *et al.*, in voorb.].

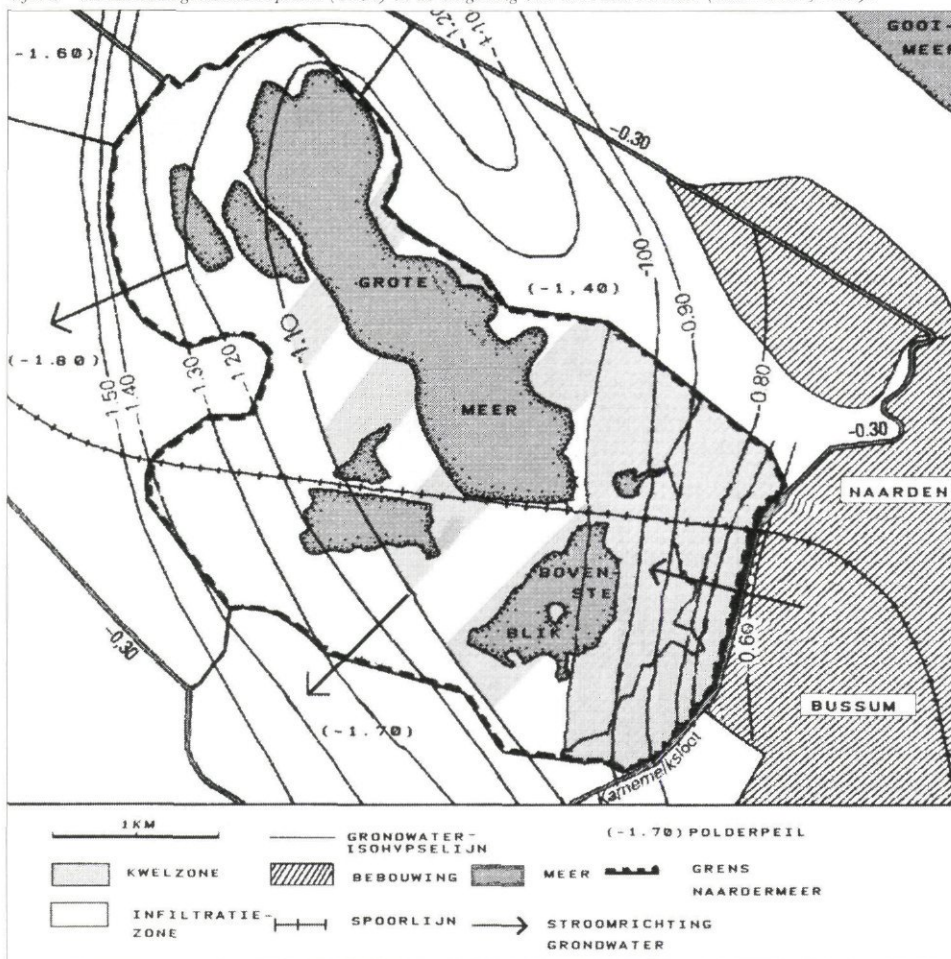
De waterhuishouding van het Naardermeer wordt in de huidige situatie gekenmerkt door zomerse watertekorten van 10.000 tot 14.000 m³/dag in de periode april-september die, bij wijze van kortetermijnoplossing, worden aangevuld met (gedefosfateerd) IJmeerwater zodat het gewenste peil (-1,00 m NAP) kan worden gehandhaafd (afb. 2).

Om op lange termijn gefundeerde beleidsbeslissingen inzake de waterhuishouding van het Naardermeer te kunnen maken, is inzicht nodig in de hydrologie van het Naardermeer en zijn omgeving. Verschillende onderzoekers hebben zich daarop in de afgelopen jaren gericht [Schot, 1988; Witmer, 1989; Piek & Straathof, 1987; Timmermans, 1988]. Hieruit blijkt dat, naast neerslag, verdamping en de daarop afgestemde inlaat van gedefosfateerd IJmeerwater, diepe kwel, ondiepe kwel en wegzijging een belangrijke rol spelen. Door ver-



Afb. 2 - Het peilverloop in het oppervlaktewater van het Naardermeer in de periode 1964-1989 (halfjaarlijkse gemiddelden).

Afb. 3 - Gemiddelde grondwaterpeilen (1986) in de omgeving van het Naardermeer (naar: Schot, 1988).



gelijking van isohypsenpatronen van het Naardermeer met polderpeilgegevens is de plaats van kwel- en wegzijgings-gebieden bepaald (afb. 3). Kwel treedt op in de oostelijke helft van het Naardermeer (Bovenste Blik). De wegzijging vanuit het Naardermeer is vooral geconcentreerd in de westelijke helft van het Naardermeer. Daar liggen de aangrenzende Nieuwe Keverdijkse Polder en polder Hilversumse Bovenmeent gemiddeld 80 tot 90 cm lager dan het Naardermeer.

De kwel kan worden onderscheiden in diepe en ondiepe kwel. Diepe kwel treedt op door de toevoer van zoet grondwater uit Het Gooi en sinds kort ook door afname in de grondwatertoevoer door brak water van mariene oorsprong [Schot, 1988]. Ondiepe kwel vindt plaats vanuit de aangrenzende hoger gelegen Karnemelksloot. Door verschillende onderzoekers is vastgesteld dat er in het Naardermeer nu altijd sprake is van een netto wegzijging en dat deze uiteenloopt van circa 400 tot 3.000 m³/dag.

Reductie grondwaterwinningen

Het beleid zoals vastgelegd in het provinciaal Grondwaterplan Noord-Holland [1986] gaat uit van een reductie van de industriële onttrekkingen met 70% en van de drinkwaterwinning met 50%. In haar onderzoek naar maatregelen tegen de verdroging van de Vechtstreek heeft Witmer [1989] het effect van reductie of stopzetting van grondwaterwinningen in Het Gooi berekend. Hieruit blijkt dat met deze maatregelen de netto wegzijging in het Naardermeer met circa 40% zal verminderen. De plaats van infiltratie- en wegzijgingszones verandert echter door deze maatregelen nauwelijks. De netto

wegzijging in de huidige situatie in de zomer bedraagt circa 2.200 m³/dag. Volledige stopzetting van de grondwaterwinning in Het Gooi resulteert in een netto kwel van circa 400 m³/dag in het Naardermeer. Door volledige stopzetting van de grondwateronttrekkingen kan de suppletie met circa 2.600 m³/dag (18-26%) worden verminderd. Een reductie van de grondwateronttrekkingen conform het vigerend grondwaterplan vermindert de suppletie met circa 880 m³/dag (6-9%).

Opzetten polderpeilen

Behalve een effect-analyse van reductie van grondwaterwinningen in het Gooi is ook onderzoek verricht naar het effect van het opzetten van polderpeilen in de aan het Naardermeer grenzende polders. Het effect van het opzetten van het peil in de randzone van de Keverdijkse polder is berekend door Timmermans [1988]. In dit gebied zou een peilverhoging van 30-40 cm wenselijk zijn. Daardoor kan het verlies uit het Naardermeer verminderd worden met circa 600 m³/dag. Het opzetten van het peil in de Hilversumse Bovenmeent heeft een groter positief effect op de wegzijging uit het Naardermeer. De in dit gebied door Natuurmonumenten gewenste peilverhoging is 25-75 cm, afhankelijk van natuurwaarden, seizoen en ligging. Volgens Timmermans [1988] zal de wegzijging uit het Naardermeer in dat geval met circa 1.750 m³/dag verminderen (15-18%).

Variatie in polderpeil van Naardermeer

Peilvariatie in het Naardermeer kan eveneens bijdragen aan vermindering van de benodigde hoeveelheid suppletiewater. Een peilvariatie van -0,90 tot -1,05 in het

Naardermeer is in principe toelaatbaar. De op jaarbasis benodigde hoeveelheid suppletiewater kan hierdoor met 30 tot 40% verminderen. De benodigde suppletie tijdens de droogste perioden zal echter minder sterk afnemen. De facto wordt van deze mogelijkheid al gebruik gemaakt (afb. 2).

Completerende maatregelen

Wanneer alle bovengenoemde maatregelen tegelijk worden genomen, zal de afname van de benodigde suppletie niet zonder meer een optelsom zijn van de afzonderlijke effecten. Peilvariatie in het Naardermeer beïnvloedt bijvoorbeeld de kwel en wegzijging. Om een indicatie te krijgen is deze 'optelsom' toch gemaakt.

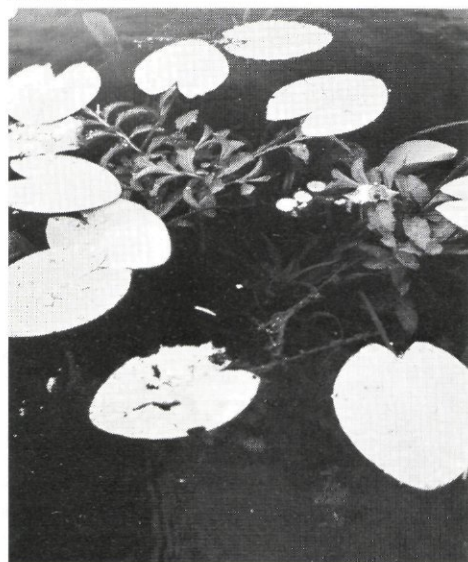
- Stopzetting grondwateronttrekkingen: 2.600 m³/dag.
 - Peilopzetten Nw. Keverdijkse Polder-oost: 600 m³/dag.
 - Peilopzetten Hilversumse Bovenmeent: 1.750 m³/dag.
 - Toelaten peilvariatie: 3.000 m³/dag.
- Bij een waterbehoefte in een gemiddelde zomermaand van 10.000 m³/dag, betekent dit een suppletievermindering met circa 80%. Dit is waarschijnlijk een optimistische schatting, ook omdat het positieve effect van peilvariatie op jaarbasis niet direct vertaald kan worden naar vermindering van de waterbehoefte in droge perioden.

Uit het bovenstaande kan geconcludeerd worden dat wanneer alle genoemde maatregelen genomen worden er nog steeds suppletiewater nodig zal zijn. Voor herstel van de situatie, waarbij het Naardermeer niet meer afhankelijk is van watersuppletie zal verdergaande peil-opzetting in grotere delen van de omringende polders noodzakelijk zijn. Ook zal de grondwaterwinning in Het Gooi gereduceerd moeten worden tot nul. Voor een nadere analyse van de bovengenoemde maatregelen en de in studie zijnde polderpeilverlagingen in hun onderlinge samenhang, wordt verwezen naar [Hoogeveen *et al.*].

Waterkwaliteit

Voor behoud en herstel van de natuurwaarden in het Naardermeer is herstel gewenst van de vroegere kwelsituatie en beperking of stopzetting van de suppletie met gedefosfateerd IJmeerwater [Wassen *et al.*, 1986]. Het zoete grondwater dat vanuit Het Gooi aangevoerd wordt, heeft een chloridegehalte van circa 20-70 mg/l [Schot, 1989; Witmer, 1989]. Door overstroming met zeewater in het verleden is zout water in de bodem gedrongen.

Watervegetatie.



Moeraskartelblad.





Overzicht Grote Meer.



Overzicht bij Hoofdtocht.

Dit heeft zich gemengd met het zoete grondwater waardoor nu op grotere dieptes brak grondwater met chloride-gehalten tot maximaal 6.840 mg/l gevonden wordt [Schot, 1989]. Doordat de toevoer van zoet grondwater vanuit Het Gooi sterk verminderd is en door de toegenomen drooglegging van de polders rond het Naardermeer, komt brak grondwater vanuit diepere lagen dichterbij het oppervlak. Hierdoor is het opwellende grondwater in de Bovenste Blik en in sommige aan het Naardermeer grenzende polders aan het verzilt. Deze verzilting is waarschijnlijk begonnen in de jaren zestig. Het infiltrerende regenwater in Het Gooi lost kalk in de bodem op. Daardoor is het kwel- en grondwater dat uit de richting van Het Gooi komt rijk aan calcium-, bicarbonaat- en magnesium-ionen. Het diepere en een deel van het ondiepe grondwater onder het Naardermeer heeft een hoog bicarbonaatgehalte (> 300 mg/l). Het overige ondiepe grondwater heeft een bicarbonaatgehalte van 150 tot 300 mg/l [Schot, 1989]. Tenslotte bezit het grondwater uit Het Gooi relatief hoge gehalten aan nutriënten (mediaan o-P-gehalte 0,15 mg/l; mediaan $\text{NO}_{2,3}\text{-N}$ gehalte 0,2 mg/l; mediaan $\text{NH}_4\text{-N}$ gehalte 0,33 mg/l). Samenvattend kan het grondwater uit Het Gooi als matig tot sterk gebufferd ofwel matig hard tot hard, chloride-arm en relatief voedselrijk gekwalificeerd worden [Visser *et al.*, 1989].

De macro-ionensamenstelling van het oppervlaktewater is gedurende de laatste decennia redelijk stabiel gebleven [Barendregt, 1989]. Alleen de inlaat van IJmeerwater heeft door de hogere saliniteit voor veranderingen gezorgd. Zo is de sulfaatconcentratie in het water van het Groote Meer in 1988 ten opzichte van 1976 verdubbeld van 45 tot 90 mg/l [Stapel & Tahey, 1989]. Van een hoog sulfaatgehalte in samenhang met een hoge

alkaliniteit gaat een stimulerende werking uit op de afbraaksnelheid van organisch materiaal, terwijl een hoge alkaliniteit ook de sulfaatreductie versterkt [Cals & Roelofs, 1989]. Hierdoor komen nutriënten ter beschikking. De verspreiding van het gesuppleerde water is echter beperkt tot het westelijk deel van het Naardermeer, waar het na een korte verblijftijd infiltreert. De Bovenste Blik wordt door het suppletiewater nooit bereikt en de invloed op de Veertig-morgen is minimaal. Wegens de ecologisch minder gewenste samenstelling van het IJmeerwater, is ook gezocht naar alternatieve bronnen. De beschikbare hoeveelheid overtollig water (met gunstiger samenstelling, echter met veel fosfaat) uit de Nieuwe Keverdijkse Polder en de Hilversumse Bovenmeent, kan in de droogste maanden slechts de helft van de waterbehoefte van het Naardermeer dekken. Het lijkt daarom beter om het wateroverschot in deze twee polders te gebruiken om het peil in deze polders zelf op te zetten met gebiedseigen water.

Naast de mineralisatie van veenbodems, atmosferische depositie en grondwatervoeding met nutriënten, was er nog een grote bron van voedingsstoffen binnen het systeem. Volgens berekeningen van Denneman & De Vries [1985] en Barendregt *et al.* (in voorb.) is vooral door aalscholers een grote hoeveelheid guano

aan het Naardermeer toegevoegd. Deze hoeveelheid ligt in de orde van 1.350 ton guano gedurende de laatste 25 jaar, met hierin 25 ton fosfaat en 200 ton stikstof. Sinds de winter van 1985/86 is de aalscholverkolonie waterhuishoudkundig geïsoleerd. Alle waterlopen zijn afgedamd en er is een waterpeil ingesteld dat 10 cm lager ligt dan dat in de rest van het Naardermeer. Het overtollige water wordt via een overstort en duikers bij de spoorlijn afgevoerd naar de Keverdijkse Polder.

Aan de hand van de nutriëntenconcentraties in wateraanvoer en -afvoer is met behulp van de waterbalans voor een gemiddeld jaar, een nutriëntenbalans voor het Naardermeer opgesteld (Tabel I). Blijkens deze balans komt via de neerslag een grote hoeveelheid stikstof in het Naardermeer. De door kwel, suppletie, bemaling en wegzijging ingebrachte en afgevoerde hoeveelheden zijn hierbij vergeleken gering.

Op basis van de derde eutrofiëringsevenquête wordt door de CUWVO [1988] aanbevolen om in meren met een dominantie van draadvormige blauw-wieren een totaal-fosfaatgehalte van $\leq 0,08$ mg P/l te realiseren. Als basisnorm voor totaal-stikstof wordt door de CUWVO een gehalte van ≤ 2 mg/l voorgesteld. Op grond van deze normen lijkt

TABEL I – Fosfaat- en stikstofbalans voor het Naardermeer in een gemiddeld jaar.

	10 ³ m ³ /jr	P kg	N kg
Kwel	1.450	94	640
Suppletie	1.150	29	700-2300
Neerslag		78	11.760
IN:		208	13-15.000
Wegzijging	2.430	142	2.420
Bemaling	2.000	130	2.580
UIT:		272	5.000
RETENTIE		-64	8-10.000

de basiskwaliteitsdoelstelling van 100 µg/l chlorofyl-a haalbaar. Voor het Naardermeer wordt echter waterkwaliteitsklasse IIIA [ZAG, 1989] nagestreefd.

Dit betekent een chlorofyl-a concentratie van maximaal 50 µg/l. De streefconcentratie voor totaal-fosfaat moet daarom minder dan 0,05 mg P/l zijn en voor totaal-stikstof minder dan 1,6 mg/l. Hierdoor zal de totaal-fosfaatbelasting zeker niet meer mogen bedragen dan 0,5 g P/m² per jaar. Bij een wateroppervlak van circa 200 hectare betekent dit een belasting met maximaal 1.000 kg P per jaar. Op basis van de opgestelde nutriëntenbalans moet dit mogelijk zijn. Zeker wanneer nalevering van fosfaat uit de bodem zoveel mogelijk beperkt wordt, bijvoorbeeld door baggeren. De maximale totaal-stikstofbelasting is 4 g/m² bij een streefconcentratie van 1,6 mg N/l, een verblijftijd van 0,2 jaar, een gemiddelde diepte van 1 m. Bij een wateroppervlak van 200 hectare betekent dit een maximale belasting van 8.000 kg N per jaar. Ook dit lijkt op basis van de berekende nutriëntenbalans haalbaar zeker wanneer baggermaatregelen worden overwogen.

Waterbodembodem

Fosfaat

Met enclosure-experimenten in de Kortenhoefse Plassen is aangetoond dat om de streefwaarde van 0,05 mg P/l in het oppervlaktewater te bereiken, vervanging met suppletiewater met minder dan 0,05 mg P/l op zichzelf niet voldoende is, want ook de interne fosfaatvoorraad moet verwijderd worden [Roijsackers & Verstraelen, 1989]. Van Liere *et al.* [1982] vonden bij proeven met sediment uit de Ankeveense en Kortenhoefse Plassen een fosfaatafgiftesnelheid van 0,4 tot 1,3 g P/m²/jr. Uit naleveringsexperimenten in het Naardermeer blijkt dat verwijderen van de bagger de fosfaatafgiftesnelheid met een factor 10 kan reduceren [Roijsackers, 1989]. Uit onderzoek blijkt dat de bovenste 10 cm van de bagger in het Naardermeer twee tot tien maal zoveel fosfaat bevat dan de bagger op een diepte van meer dan 50 cm [ZAG, 1989].

Uitgaande van een zuurgraad in het water in het Naardermeer tussen 7,3 en 8,2 en aërobe omstandigheden over de gehele waterkolom zijn de randvoorwaarden voor chemische P-nalevering ongunstig. Dit verklaart voor een deel de zeer lage hoeveelheden biobeschikbaar-fosfaat (minder dan 0,13 g P/kg d.s.; [Roijsackers, 1989]). Gezien de geringe diepte van het Naardermeer en de overwegend grote

TABEL II – *Geschatte te baggeren oppervlak met dikke sliblaag, en de gemiddelde dikte van de sliblaag in deze gebieden (berekend aan de hand van ZAG, 1989).*

	Geschat te baggeren oppervlak (m ²)	Gem. dikte sliblaag (m)	Geschatte hoeveelheid bagger (m ³)	Kwal. klasse
Groote Meer	200.000	0,8	160.000	1-2
Veertigmorgen	35.000	0,7	25.000	2
Bovenste Blik	150.000	0,5	75.000	1
Spoekgat	73.000	0,5	37.000	1
Lijnvormige wateren	60.000	0,5	30.000	2
Totaal te baggeren hoeveelheid slib			327.000 m ³	

wateroppervlakken zal door windwerking (opgetreden na het verdwijnen van de dichte kranswiervegetatie) echter regelmatig menging van slib en water optreden waardoor toch fosfaatuitwisseling tussen bodem en water plaats kan vinden. Op basis van de resultaten van de naleveringsproeven bedraagt de gemiddelde nalevering van de bodem circa 0,1 tot 0,2 mg P/m² per dag. Bij een wateroppervlak van circa 200 hectare betekent dit een totale nalevering van 72 tot 146 kg P per jaar, ongeveer de helft van de hoeveelheid P uit de balans (tabel I).

De hoeveelheid fosfaat die vanuit de bodem wordt nageleverd, is afhankelijk van vele factoren. Wortelende planten nemen nutriënten rechtstreeks uit de bodem op terwijl bodemalgen de nalevering kunnen beïnvloeden en de vrijkomende nutriënten direct van het bodemoppervlak kunnen opnemen. Bij het afsterven van deze algen en planten komt een deel van de nutriënten weer in de waterfase of in andere algen terecht. Een groot deel van het fosfaat dat

door de vegetatie aan de bodem onttrokken wordt, komt dan ook niet als zodanig tot uiting in nutriëntenbalans en naleveringsberekeningen. Door baggeren wordt niet alleen een grote hoeveelheid uit de bodem beschikbaar

Vegetatie met veenpluis.



Overzicht bij Hoofdtocht.



fosfaat en stikstof verwijderd, maar wordt ook het water verdiept. Hierdoor zal minder opwerveling door de wind optreden, waardoor het doorzicht zal verbeteren [Gons, 1987].

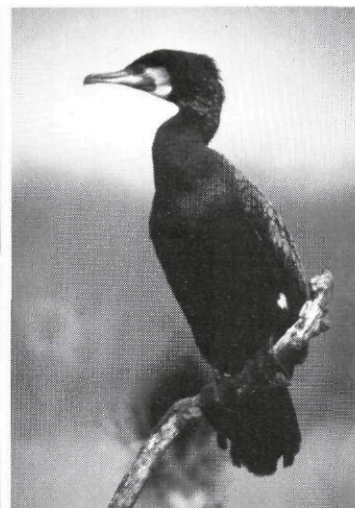
Baggeren van slib en microverontreinigingen

In 1989 is een onderzoek verricht naar het voorkomen van microverontreinigingen in de waterbodem van het Naardermeer. De gevonden concentraties werden getoetst aan de interimnormering van Rijkswaterstaat [1988]. Tabel II vat de gegevens over het slib in het Naardermeer samen.

De regelgeving rond de uitvoering van baggerwerkzaamheden en baggerverwerking in het Naardermeer wordt beschreven door De Groot *et al.* Er zijn drie verschillende mogelijkheden voor de verwerking van bagger van klasse 1. Ten eerste kan het binnen de polder van het Naardermeer geborgen worden, bijvoorbeeld in het geïsoleerde Jan Hagensbos (afb. 1). Daar is circa 160.000 m² beschikbaar voor baggerberging. Dit betekent dat bij een op te spuiten laag van 0,5 m hier een hoeveelheid bagger van 80.000 m³ per jaar geborgen kan worden. Deze laag zal in de loop van het jaar indikken tot circa 15-20 cm, waarna de volgende laag opgebracht kan worden.

Een alternatief voor de berging van bagger van klasse 1 is de constructie van een baggerdepot in het deel van de Hilversumse Bovenmeent dat grenst aan het Naardermeer. In de huidige plannen van Natuurmonumenten beslaat dit depot 2 hectare. Bij een te baggeren hoeveelheid van 75.000 m³ in de Bovenste Blik

Aalscholvers.



betekent dit een laag natte bagger van 3 meter.

Een ander alternatief voor de bagger is in de zuidoosthoek van de Hilversumse Bovenmeent, op het terrein van Natuurmonumenten. De bagger kan hier dan ook zijn eindbestemming hebben als ophoging van het terrein. In dat geval zou de totale hoeveelheid bagger uit de Bovenste Blik een (natte) verhoging van 80 cm geven, waarvan na indroging waarschijnlijk ongeveer 30 cm over zal blijven. Naast bagger van klasse 1 wordt vooral in de verschillende tochten en de plas Veertigmorgen in totaal circa 55.000 m³ bagger van klasse 2 aangetroffen (probleemparameters zijn: arseen, pak, ddt of daarvan afgeleide verbindingen). Aangezien voor deze bagger een berging op het land niet mogelijk is, kan gezocht worden naar bergingsmogelijkheden onder water. Een mogelijke oplossing is transport via een pijpleiding en een (geïsoleerde) berging in een diepe voormalige zandwinplas, de Spiegelplas. Hiervoor zal in dat geval een WVO-(Wet verontreiniging oppervlaktewateren) vergunning moeten worden verkregen. Bij meer gerichte metingen aan het slib in klasse-2-gebieden kunnen misschien plaatsen met hogere verontreinigingen beter worden gelokaliseerd waardoor de hoeveelheid te bergen bagger van klasse 2 wellicht verminderd kan worden. Een definitieve bestemming voor deze verontreinigde bagger zal ook bepaald moeten worden in het kader van een integraal baggerplan voor de Vechtplassen en het provinciaal slibplan.

Conclusie

Voor het 'natuur-convenant Naardermeer' moet met alle betrokkenen een aantal afspraken gemaakt worden. De beschreven studie heeft duidelijk

gemaakt welke technische aspecten hierbij aanwezig zijn. Enkele cruciale problemen zijn de afgelopen jaren al weggenomen. Een belangrijke stap was het handhaven van het polderpeil in het Naardermeer. De mineralisatie van het veen en daardoor het uitspoelen van nutriënten is door het inlaten van IJmeerwater sterk verminderd. Ook zijn enkele bronnen van nutriënten weggenomen, zoals inlaatwater uit de Karnemelksloot en de aalscholverkolonie. Toch blijven er nog grote problemen over. Er moeten nog oplossingen gevonden worden voor de volgende vier hoofdproblemen.

1. De watersamenstelling in de meren moet overeenkomen met die van schoon zoet grondwater. Dit houdt in dat er een duidelijke kwelstroom aanwezig moet zijn (ook voor de terrestrische vegetatie) en dat de nutriënteniveau's lager moeten worden. Ook moet de suppletie met systeemvreemd water uit het IJmeer gereduceerd worden.
2. De grote hoeveelheid infiltratie wordt veroorzaakt door lage polderpeilen rondom het Naardermeer. Het peilbeheer van de omliggende polders moet veranderen, zodat binnen het Naardermeer het peilbeheer en daarmee de watersamenstelling niet meer gestuurd wordt door gebiedsvreemd water.
3. Er is een grote nalevering van nutriënten uit de waterbodem. Verwijdering van deze eutrofiëringsbron vraagt op korte termijn oplossingen voor de afvoer van de bagger, de opslagmogelijkheden en de vervuiling met microverontreinigingen.
4. Voor de (avi-)fauna moet het Naardermeer letterlijk een rustgebied zijn. Een verdere beperking van de dagelijkse menselijke invloed moet planologisch ingevuld worden. Hierbij gaat het vooral om de bedrijvigheid rondom het Naarder-

Elzenbroekbos.



meer met nieuwe stadswijken, wegen en agrarische bedrijven.

Voor de uitwerking van de oplossingen voor deze hoofdproblemen is het noodzakelijk een gedetailleerde studie te verrichten naar de mogelijkheden (en invloeden) met het waterbeheer in de omliggende polders. In een volgend artikel worden door Hoogeveen *et al.* de randvoorwaarden beschreven voor het hydrologisch veiligstellen van het Naardermeer. Voor de realisatie van het natuurconvenant is het ook nodig om een volledig overzicht te bezitten over het bestuurlijk-juridisch instrumentarium dat op de verschillende beleidsvelden ingezet kan worden.

Deze inventarisatie [De Groot *et al.*], elders in deze kolommen vormt de aanzet voor een integrale beheersstructuur voor het Naardermeer. Overleg tussen alle betrokken partijen zal hierna tot onderschrijving van de doelstelling en tot afstemming van activiteiten moeten leiden.

Literatuur

- Adviesbureau Arnhem (1978). *Hydrologisch onderzoek Naardermeer*. Vereniging Koninklijke Nederlandse Heide Maatschappij. 28 pp.
- Barendregt, A. (1989). *Een analyse van de trends in de samenstelling van het oppervlaktewater in het Naardermeer over de periode 1908-1988*. Interfacultaire Vakgroep Milieukunde, RU Utrecht. 32 pp.
- Barendregt, A., Wassen, M. J., Schot, P. P., Aalderink, R. H., Verstraeten, P. J. T. en Straathof, N. (1989). *De suppletie van het Naardermeer in relatie tot natuurbeheer*. Rapporten en Nota's CHO-TNO 22: 196-212.
- Barendregt, A., Wassen, M. J. en Schot, P. P. (in voorbereiding). *Hydrological systems outbordering nature reserves, a major problem in wetland conservation*.
- Branderhorst (1989). *Integraal waterbeheer en het provinciaal waterhuishoudingsplan van de provincie Noord-Holland*. Rapporten en Nota's CHO-TNO 22: 118-127.
- Cals, M. J. R. en Roelofs, J. G. M. (1989). *Ecohydrologisch onderzoek Noorderpark. Effectvoorspellingen van wijzigingen in de hydrologische situatie op de water- en oevervegetatie*. Vakgroep Aquatische Ecologie en Biogeologie, Katholieke Universiteit Nijmegen, 78 pp.
- CUWVO (1988). *Ecologische normdoelstellingen voor Nederlandse oppervlaktewateren*. Coördinatiecommissie uitvoering Wet Verontreiniging Oppervlaktewateren. Werkgroep V-1, 154 pp.
- Denneman, W. D. en Vries, P. J. H. de (1985). *Guanotrofie door aalscholvers in het Naardermeer*. De Levende Natuur 86: 219-222.
- Ecotest (1990). *Naar een natuurconvenant voor het Naardermeer*. Technisch rapport. 128 pp., 7 bijl.
- Engelen, G. B. en Schot, P. P. (1989). *Analyse van de watersystemen in het Gooi/Utrechtse stuwwallen-gebied, de Vechtstreek en het Eemdal: probleem-signalering*. Rapporten en Nota's CHO-TNO 22: 21-31.
- Gons, H. J. (1987). *De relatie tussen doorzicht en slib in de Loosdrechtse Plassen in verband met de zwemwaternorm*. WOL-rapport 1987-3, 75 pp.
- Gotschalk, M. K. E. (1961). *Het Naardermeer en zijn omgeving historisch-geografisch gezien*. Tijdschrift Koninklijk Nederlandsch Aardrijkskundig Genootschap 78 (1): 2-21.
- Groot, A. de, Kapteijn, J. C., Krol, D. M. en Leeuwen, B. L. J., van (1991). *Naar een samenhangende beheer van het Naardermeer*. H₂O, dit nummer.
- Grontmij (1988). *Nieuwe Keerderijse Polder, Geo-hydrologie en waterhuishouding*. Waterschap Drecht en Vecht. Grontmij n.v., Afdeling Bodem en Water, De Bilt. 52 pp.
- Hoogeveen, R., Klinkspoor, J. en Massop, H. (1991). *Geo-hydrologische modellering van het Naardermeer*. H₂O, dit nummer.
- IUCN, International Union for Conservation of Nature and Natural Resources (1971). *Convention on Wetlands of International Importance, Especially as Waterfowl Habitat*. International Conference on the Conservation of Wetlands and waterfowl at Ramsar, Iran, 1971.
- Liere, L. van, Peters, J. en Mur, L. R. (1982). *Fosfaatnalevering in enige Noordhollandse meren en de Wijde Wormer*. U.v.A., Amsterdam.

- Pette, D. (1979). *Hydrologisch onderzoek Naardermeer*. In: *Tijdschrift Vereniging Koninklijke Nederlandse Heidemij* 90(2): 58-60.
- Piek, H. en Straathof, N. G. J. (1987). *Monitoring onderzoek watersuppletie Naardermeer. Verslag van een tussentijdse evaluatie*. Vereniging tot Behoud van Natuurmonumenten in Nederland. Intern rapport. 23 pp.
- Provinciaal bestuur Noord-Holland (1986). *Grondwaterplan van de provincie Noord-Holland*. Haarlem.
- Provinciale Waterstaat Noord-Holland (1973). *Verslag van het onderzoek dat eind 1972 is verricht naar de hydrologie en de hoedanigheid van water en slib in en rond het Naardermeer*. 17 pp.
- Roijsackers, R. M. M. en Verstraeten, P. (1989). *Scenario's voor het herstel van de Noord-Hollandse Vechtplassen*. Rapporten en Nota's CHO-TNO 22: 69-81.
- Roijsackers, R. M. M. (1989). *Naardermeer. Verslag bodemonderzoek biobeschikbaar fosfor en naleverings-experimenten*. Rapport Vakgroep Natuurbeheer, LU Wageningen. 5 pp.
- Schot, P. P. (1988). *Groundwater system analysis as a basis for wetland management in the central Netherlands - case: the wetland Naardermeer*. In: Ruzicka, M., Hrnčiarova, T. and Miklos, M. (eds.). *Proc. VIIIth Int. Symp. Problems of Landscape Ecological Research*, Bratislava (1): 187-197.
- Schot, P. P. (1989). *Grondwatersystemen en grondwaterkwaliteit in Het Gooi en randgebieden*. Rapport Interfacultaire Vakgroep Milieukunde, Rijksuniversiteit Utrecht, 44 pp., 8 bijl.
- Schot, P. P. en Engelen, G. B. (1989). *Watersystemen en waterkwaliteit in Het Gooi en het oostelijk Vechtplassen-gebied*. Rapporten en Nota's CHO-TNO 22: 32-44.
- Spruijt, T. J. M. (1985). *Waterplanten in het Naardermeer 1984. Kransvieren: afscheid of perspectief?* Doctoraalsverslag Werkgroep Plantensystematiek en Oecologie van Algen, Vakgroep Biosystematiek, Vrije Universiteit, Amsterdam, 95 pp.
- Stapel, J. en Tahey, T. M. (1989). *Onderzoek naar restauratie-mogelijkheden van een verzuurd ven en een geëutrofiëerd meer*. Vakgroep voor Aquatische Ecologie en Biogeologie, KU Nijmegen, Doctoraalsverslag no. 273, 41 pp.
- Timmermans, J. S. (1988). *Kwel en wegzijging in het Naardermeer. Simulatie van de grondwaterstroming in het Naardermeer-gebied met behulp van een quasi drie-dimensionaal model*. Doctoraalsverslag vakgroep Cultuurtechniek, Landbouwniversiteit Wageningen, 60 pp.
- Visser, C. M., Verstraeten, P. J. T. en Roijsackers, R. M. M. (1989). *Bagger-rapport in het kader van het proefproject Ankeveense en Kortenhoefse Plassen: Het baggeren overwogen*. Wageningen/Hilversum, 57 pp.
- Wassen, M. J., Barendregt, A., Lippe, E., Smidt, J. T. de en Witmer, M. C. H. (1986). *Een model voor de responsie van water- en moerasplanten op de watersamenstelling*. In: Saris, F. J. A. en Aldenberg, T. (red.). *Ecosysteemmodellen, mogelijkheden en beperkingen*, 118-143. Pudoc, Wageningen.
- Witmer, M. C. H. (1989). *Integral water management at regional level. An environmental study of the Gooi and the Vechtstreek*. Proefschrift Rijksuniversiteit Utrecht, 's-Gravenhage, 172 pp.
- Witteveen+Bos (1981). *Waterbeheersing Naardermeer*. Rapport Witteveen+Bos, raadgevend ingenieursbureau, Deventer. 73 pp.
- Zuiveringsschap Amstel- en Gooiland (1986). *De waterkwaliteit van de Noord-Hollandse ondiepe Vechtplassen 1978-1984*. 91 pp.
- Zuiveringsschap Amstel- en Gooiland (1989). *Baggeronderzoek Naardermeer*. 20 pp.
- Zinderen Bakker, E. M. van (1942). *Het Naardermeer, een geologische, historische en botanische landschapsbeschrijving van Nederlands oudste natuurmonument*. Allert de Lange, Amsterdam. 255 pp.

Aalscholverkolonie in Jan Hagensbos.

Foto's: A. Barendregt.

