

BAGGEREN IN DE LOOSDRECHTSE PLASSEN

**Een verslag van een studiedag
van de werkgroep**

WATERKWALITEITS ONDERZOEK LOOSDRECHTSE PLASSEN

**over de baggerproblematiek in de
Loosdrechtse Plassen.**

**Bilthoven
16 oktober 1987**

WOL-rapport 1987-5

Organisatie en redactie:

**L.W.G. Higler (voorzitter)
S. Parma
L. van Liere**

218 22 95-plakken

INHOUDSOPGAVE	pag.
SAMENVATTING EN CONCLUSIES	1
1. DE BAGGERPROBLEMATIEK VAN DE LOOSDRECHTSE PLASSEN S. Parma	2
1.1. Inleiding	
1.2. Motieven voor het baggeren	
1.2.1. Het winstmotief	
1.2.2. Het recreatiemotief	
1.2.3. Het milieumotief	
1.3. De wijze van baggeren	
1.3.1. De baggertechniek	
1.3.2. De plaats van baggeren	
1.3.3. De dikte van de sedimentlaag	
1.3.4. De periode van baggeren	
1.4. Inventarisatie van vragen en knelpunten	
2. BAGGEREN IN DE LOOSDRECHTSE PLASSEN, BEZIEN VANUIT EEN HYDRO- LOGISCH STANDPUNT J.J. Buyse (voordracht door G.B. Engelen)	6
2.1. Fosfaatgifte door sedimenten	
2.2. Hydrologische consequenties voor het baggeren	
2.3. Aanbevelingen	
3. BAGGEREN EN DE NALEVERING VAN FOSFAAT DOOR SEDIMENTEN P.C.M. Boers	8
3.1. Inleiding	
3.2. Baggeren	
3.3. Chemomanipulatie	
4. UITDIEPEN, WIND, GOLVEN, EN RESUSPENSIE H.J. Gons	10
5. HET EFFECT VAN BAGGEREN OP DE BIOTA L.W.G. Higler	11
5.1. Inleiding	
5.2. Voorbeelden	
5.2.1. Noord-West Overijssel	
5.2.2. Zweedse meren	
5.2.3. Cockshoot Broad (Norfolk, Engeland)	
5.3. Mogelijk terugkeer van waterplanten in de Loosdrechtse Plassen	
5.4. Conclusies.	
6. VERSLAG VAN DE DISCUSSIE L. van Liere	13
7. LITERATUUR REFERENTIES	17
8. LIJST VAN DEELNEMERS	18

SAMENVATTING EN CONCLUSIES

Het baggeren van sediment, als aanvullende maatregel ter bestrijding van eutrofiëring, is al enige tijd in discussie. Ook in de Loosdrechtse Plassen is de problematiek opportuun, daar sanering van het inlaatwater en huishoudelijk afvalwater niet direct heeft geleid tot een verbetering van de waterkwaliteit.

De baggerproblematiek wordt aan de orde gesteld omdat er vanuit beleids- en beheerskringen bij voortduring wordt gevraagd om vertaling van in de werkgroep vergaarde kennis naar de praktijk van beheer en beleid, en omdat concentratie op een bepaald probleem integrerend werken kan op de wetenschappelijke vraagstelling en toepassing van onderzoeksresultaten.

De baggerproblematiek wordt benaderd vanuit natuurwetenschappelijk oogpunt, met nadruk op de milieubelangen.

Conclusies:

Hydrologie en externe fosfaatbelasting

Bij baggeren ontstaat een hogere wegzijging (bij verwijdering van de veenlaag ongeveer 30% meer wegzijging). Er moet ter compensatie meer water worden ingelaten vanuit het Amsterdam-Rijnkanaal. Dit zal geen groot effect hebben op de stoffenbalans. De fosfaatbelasting per volume-eenheid zal er niet noemenswaard door toenemen. Met betrekking tot hydrologische aspecten en de daarmee samenhangende externe belasting is er geen bezwaar tegen baggeren.

Nalevering van fosfaat door de sedimenten

De nalevering van fosfaat door Loosdrechtse Plassensediment is invergelijking tot andere Nederlandse meren laag tot zeer laag, en wordt nog steeds lager. Verwijdering van de sliblaag doet de nalevering slechts weinig verminderen. Met betrekking tot naleverings-aspecten zijn van baggeren geen spectaculaire resultaten te verwachten.

Wind, golven en resuspensie

Verdieping van de plassen zal leiden tot vermindering van de resuspensie. Resuspensie van "slib" kan een grote P-bron zijn. Verdieping tot meer dan 2.5 meter zal resuspensie in de zomer vrijwel elimineren waardoor het doorzicht zal verbeteren. Het verwijderen van slib door plaatselijk baggeren verdient meer aandacht, vooral de plaats waar de verdieping wordt aangebracht. Slibvang en regelmatige verwijdering daarvan in de jachthavens en de proefsleuf alleen wordt niet voldoende geacht om voor snelle verwijdering van de nu aanwezige sliblaag te zorgen.

Baggeren en biota

De verwachting is dat bij grotere zichtdiepte van het water ondergedoken hogere waterplanten terug kunnen keren. Ook kranswieren hebben een kans, er zijn daartoe voldoende kiemen aanwezig. De mogelijkheid dat bij verdieping een blauwalg-opbloei (*Microcystis*) met de daarbij horende drijfslagen optreedt kan niet worden uitgesloten.

Er zijn weinig exacte gegevens beschikbaar omtrent de voorwaarden voor periode, plaats en diepte van baggeren, die door recreatie of ondernemers worden gesteld. Daardoor kan geen concreet antwoord worden gegeven op de vraag of die voorwaarden in strijd zijn met de milieubelangen.

De beschikbare kennis lijkt voldoende om in dit opzicht adviezen te kunnen geven en de werkgroep WOL is daartoe bereid.

1. DE BAGGERPROBLEMATIEK VAN DE LOOSDRECHTSE PLASSEN

S.Parma

1.1. Inleiding

Het baggeren van sediment, als aanvullende maatregel ter bestrijding van de eutrofiëring in ondiepe nederlandse meren, is al sinds enige jaren in discussie.

Ook in het gebied van de Loosdrechtse Plassen is de problematiek opportuun omdat

- * de sanering van huishoudelijk effluent (riolering woonkernen) en van inlaatwater (vervangen van Vechtwater door gedefosfateerd ARK-water) nog niet hebben geleid tot een verbetering van de waterkwaliteit en er dus additionele maatregelen worden overwogen;
- * er een economisch belang is bij de verdieping van de plas (recreatie) c.q. winning van sediment (tuinaarde, zand).

De baggerproblematiek wordt aan de orde gesteld omdat

- * er vanuit beleids- en beheerskringen bij voortduring wordt gevraagd om de vertaling van de vergaarde wetenschappelijke kennis naar de praktijk van het waterbeheer.
- * het bediscussieren van praktische beleids- en beheersproblemen vaak tot integratie van wetenschappelijke problemen leidt en daarbij nieuwe wegen in het onderzoek opent.

Het zal mogelijk blijken dat er geen pasklare oplossingen worden gegeven voor de vele problemen die rijzen bij de vraag of er nu wel of niet gebaggerd moet worden. Als wij er echter in slagen om de problemen systematisch te groeperen en als wij aan kunnen geven welke vragen met de reeds verzamelde kennis en welke pas na nader onderzoek kunnen worden beantwoord, dan kan de bijeenkomst reeds als geslaagd worden beschouwd.

In deze notitie is uitgegaan van de volgende voorwaarden

- * onder baggeren wordt verstaan het verwijderen van sediment ongeacht de methode en sedimentdiepte. Er wordt geen onderscheid gemaakt tussen de soms van elkaar onderscheiden begrippen baggeren en verdiepen (= ontgronden);
- * de problematiek is niet algemeen gehouden maar toegespitst op die van het Loosdrechtse Plassengebied en wel speciaal de Loosdrechtse Plassen, Vuntus, Breukeleveense Plas en Kievitsbuurt;
- * de problematiek wordt gezien vanuit de doelstellingen van natuur- en milieubehoud; andere doelstellingen die te formuleren zijn worden getoetst op hun milieueffecten.

De opzet van de notitie is als het volgt. In par. 1.2 worden de motieven voor baggeren opgesomd. In par. 1.3 worden de eisen die vanuit de verschillende motieven aan de sedimentverwijdering zijn te stellen geanalyseerd. In par. 1.4 wordt een aanzet gegeven tot inventarisatie van vragen en knelpunten.

1.2. Motieven voor baggeren

De motieven voor baggeren, die voor de diverse groeperingen in het Loosdrechtse Plassengebied relevant zijn, kunnen als het volgt gegroepeerd worden:

1.2.1. Het winstmotief

Het sediment is geld waard. Het veen is, na enige bewerking, bruikbaar als tuinaarde. Enige jaren geleden was de markt voor dit product zo gunstig, dat een ondernemer bereid bleek voor de winning te betalen. Zand, althans een bepaald type, is een uitstekende grondstof gebleken voor het vulmiddel porion.

De initiatieven voor baggeren worden vanuit het bedrijfsleven geïnitieerd. Beperkingen ten aanzien van de wijze van baggeren zullen vanuit het oogpunt van geldelijk rendement worden gezien.

1.2.2. Het recreatiemotief

De diepte van (sommige delen van) de plassen is vanuit het oogpunt van de recreatievaart, onvoldoende. Voorts slibben de jachthavens langs de Oud-Loosdrechtse Dijk regelmatig dicht. Deze verschijnselen vormen naar de mening van de belanghebbenden een economische schadepost, die kan worden gepareerd door baggeren.

De initiatieven voor baggeren worden vanuit het bedrijfsleven (middenstand Loosdrecht) en de overheid (gemeente Loosdrecht, Plassenschap) geïnitieerd. Beperkingen ten aanzien van de wijze van baggeren zullen zeer sterk op de budgettaire consequenties worden beoordeeld.

1.2.3. Het milieumotief

Het voldoen aan milieu- en volksgezondheidsnormen op het gebied van zwemwater, viswater, basiskwaliteit en grondwater en ook het realiseren van natuurbehoudsdoelstellingen kan belemmerd worden door de samenstelling van het sediment en/of de invloed van het sediment op de toestand van het bovenstaande water c.q. grondwater. Verwijderen van sediment kan die belemmeringen opheffen.

De initiatieven voor baggeren worden vanuit de overheid (gemeenten, Plassenschap, provincie) geïnitieerd. Uiteraard spelen ook hier budgettaire randvoorwaarden een grote rol bij de uitvoering, maar er is geen prioritaire toetsing aan een budgettair rendement. Het milieumotief zal ten aanzien van baggeren wellicht beperkingen willen opleggen aan de twee andere motieven.

1.3. De wijze van baggeren

Samenhangend met de verschillen in motieven om te baggeren zullen er verschillen zijn in de eisen die aan de wijze van baggeren worden gesteld. Die verschillen in wijze hebben betrekking op de baggertechniek, de plaats van baggeren, de dikte van de sedimentlaag die men wil verwijderen en de periode waarin men wil baggeren.

1.3.1. De baggertechniek

Bij het winstmotief zal het baggeren en het afvoeren van het sediment op zo goedkoop mogelijke wijze moeten geschieden. De werkwijze zal afgestemd zijn op de winning van het verkoopbare sediment d.w.z. het zand of de meer vaste veenlaag. De losse toplaag van het sediment is waardeloos en moet of niet worden verzameld of terugvloeien in de plas.

Bij het recreatiemotief zal de ontgrondingstechniek gericht zijn op het zo goedkoop mogelijk bereiken van een bepaalde waterdiepte. Dit betekent wellicht variatie in techniek afhankelijk van het sedimenttype. De losse toplaag moet verwijderd worden, daar waar het de diepte beperkt. Sediment afvoer uit het gebied is niet principieel, maar er zou herverdeling van sediment kunnen plaatsvinden (bv. stort in diepere putten in de plas).

Bij het milieumotief zullen de eisen ten aanzien van de baggertechniek in de eerste plaats worden bepaald door de kans dat het milieu schade ondervindt. De techniek van winning en afvoer zal zo moeten zijn aangepast dat de, met schadelijke stoffen belaste losse toplaag (en ook het eventuele vaste diepere sediment) kwantitatief uit de plassen verdwijnt. Ook zal er aandacht moeten zijn voor de invloed van de baggertechniek op de toestand van het achterblijvende sediment en de dan aanwezige ontwikkelingsmogelijkheden voor nieuwe levensgemeenschappen van bv. waterplanten.

1.3.2. De plaats van baggeren

Bij het winstmotief zal men alleen willen baggeren in regio's waar de economisch beste grondstof aanwezig is. De kwaliteit wordt mede bepaald door de belasting met schadelijke stoffen. Zo zou het sediment in het Tienhovens kanaal en ook in de 5e plas zo zwaar gecontamineerd zijn met zware metalen (Kuhnel, 1985), dat het na winning onder de Wet Chemische Afvalstoffen zou vallen. Dit sediment zou dan onverkoopbaar zijn en dus niet vanuit het winstmotief voor winning in aan-

merking komen. Ook zal men bij voorkeur daar willen baggeren van waaruit de afvoer op de meest rendabele wijze is te regelen.

Bij het recreatiemotief zal men vooral willen baggeren op plekken waar verdieping nodig is. Het sediment moet op zo goedkoop mogelijke wijze worden afgevoerd desnoods naar andere plaatsen binnen de plassen waar het de recreatie niet stoort of juist ten dienste staat (aanleg eilanden en oe-vergebieden).

Bij het milieumotief dient op die plekken te worden gebaggerd waar de bentische levensgemeenschap negatief wordt beïnvloed door de sediment-kwaliteit en waar er ontoelaatbare afgifte is van schadelijke stoffen aan het vrije water en/of grondwater. Vanwege consumptie van aal en snoekbaars is ook het volksgezondheidsaspect van belang.

In het kader van de ruimtelijke problematiek speelt ook de deponie van de gebaggerde specie een rol.

1.3.3. De dikte van de sedimentlaag

Bij het winstmotief zal de dikte van de sedimentlaag die men wil verwijderen afhangen van de kwaliteit van de diepere sedimentlagen en van de baggerkosten.

Bij het recreatiemotief zal men zoveel sediment willen baggeren totdat de ter plekke gewenste diepte is bereikt.

Bij het milieumotief is de vraag hoe diep het sediment moet worden verwijderd, een veel moeilijker probleem. De dikte van de laag die gebaggerd moet worden zal samenhangen met de vraag welke laag in het sediment een acceptabele concentratie en afgiftecapaciteit van schadelijke stoffen zal vertonen. Maar daarbij moet bedacht worden dat er vanwege andere milieuoverwegingen (hydrologie, licht, e.d.) ook beperkingen kunnen worden gesteld aan de baggerdiepte. Daartegenover staat dat de kans op verminderde resuspensie van bodemslib, mede in relatie tot de zwemwaternorm en de maximale fosfaatconcentraties, pleiten voor een grotere diepte.

1.3.4. De periode van baggeren

Geredeneerd vanuit het winstmotief zal de ondernemer de periode van baggeren laten afhangen van marktbehoefte aan sediment. Wat betreft tuinaarde zal dit binnen een jaarperiode de lente en de herfst zijn (?). Voorts zal hij streven naar een langjarige periode van aanbod, waarbij er zo weinig mogelijk sprake is van deponie op het land. Deze beweringen dienen echter getoetst te worden aan de ondernemerspraktijk.

Bij het recreatiemotief zal men willen baggeren in een periode waarbij de recreatie zo min mogelijk wordt gestoord, dus buiten het vacatieseizoen (september-april). Watersportactiviteiten vóór april en ná september zullen geconcentreerd zijn op weekeinden, wanneer baggerwerkzaamheden toch ook stilliggen. Door een toename in de troebelheid bij baggeren zal de zwemwaternorm verslechteren. Ook dat is in de winterperiode geen probleem. Voorts zal men de werkzaamheden in een zo kort mogelijke tijd willen laten verlopen al zouden budgettaire overwegingen voor een spreiding over verscheidene (begrotings)jaren kunnen pleiten.

Uit milieuoverwegingen zal men een zo snel mogelijke verwijdering van het sediment nastreven. De periode van verstoring is dan zo kort mogelijk, terwijl de afgifte van schadelijke stoffen aan grond- en oppervlaktewater in één klap drastisch zal verminderen. Voorts zal men buiten het groei- en reproductieseizoen (maart-oktober) willen baggeren omdat dan

- * de temperatuur lager is en dus de te verwachten daling in het zuurstof- gehalte het minst schadelijk is voor de aquatische fauna;
- * een toename in troebelheid van het vrije water door resuspensie van bodemslib het minste effect heeft op de groei van waterplanten;
- * er in het voorjaar en zomer rekolonisatie kan optreden van bv. bodemorganismen (visvoedsel) die belangrijk zijn in de voedselketen.

1.4. Inventarisatie van vragen en knelpunten

De hiernavolgende inventarisatie is tentatief en vatbaar voor uitbreiding.

Zoals voorgesteld in par. 1.1 is gekozen voor de invalshoek natuur- en milieubeleid c.q. verbetering. Derhalve dienen baggeractiviteiten die vanuit het winst- en recreatiemotief worden bepleit, vooral op hun natuur- en milieueffecten te worden gezien. Daartoe is nodig

1. *gedetailleerde informatie vanuit het bedrijfsleven welke wensen c.q. eisen men stelt aan wijze, plaats, diepte en periode van baggeren. Hoe zou een concessie-ontgrondingsaanvraag er uitzien.*
2. *gedetailleerde informatie vanuit het Plassenschap welke delen van de plas men in welke periode tot welke diepte zou willen baggeren.*
3. *Uitgangspunt voor vragen 1 en 2 dient een gedetailleerde bodemkaart te zijn, onder meer gericht op de (handels) kwaliteit van het sediment (o.a. opgave van gehalte aan zware metalen).*

Het is wel duidelijk dat er ten aanzien van de gewenste apparatuur voor baggeren verschillen in wensen bestaan. Hoewel er in het buitenland ervaring met sedimentzuigers bestaat, kan er, vanwege de zeer losse toplaag van het Loosdrechtsediment niet zonder meer tot toepassing worden overgegaan.

4. *Er is nader praktijkonderzoek nodig naar het effect van baggerzuigers op de kwaliteit van oppervlaktewater en het achterblijvende sediment.*

Ten aanzien van de regio's waar gebaggerd moet worden, zullen de wensen vanuit de drie motieven vermoedelijk niet zo sterk met elkaar in conflict zijn. Het milieumotief zal wel de meest uitgebreide ruimtelijke claim inbrengen. Waar vanuit dit motief gebaggerd moet worden zal ook de gewenste recreatiediepte worden bereikt en zal voor een deel het sediment verhandelbaar zijn.

De volgende vragen zijn van belang:

5. *Hoe is de ruimtelijke variatie in P-afgifte mede in relatie tot de belangrijkheid van deze term op de interne P-balans. Wat is de consequentie voor een eventuele ruimtelijke differentiatie in baggeren, vooral ten aanzien van de 4 onderdelen van het plassengebied.*
6. *Wat is het effect van de zware metalen contaminatie van het sediment op de hogere trofische niveaus.*
7. *Wat is de schade bij deponie voor natuur en milieu van het gebaggerde en niet verhandelbare sediment.*

Zoals in par. 1.3 werd opgemerkt leiden milieuoverwegingen niet tot een eenduidige mening omtrent de dikte van het sediment dat zou moeten worden weggebaggerd. De volgende vragen spelen een rol.

8. *In welke mate (en in welke regio's) zullen kwel en wegzijging worden beïnvloed.*
9. *Tot welke diepte zal, vanwege lichtcondities, kolonisatie en groei van waterplanten mogelijk zijn.*
10. *Hoe is de kans op schade aan legakkers en overlanden bij baggeren in relatie tot de baggerdiepte.*
11. *Hoe is de relatie tussen diepte en resuspensie van bodemslib mede in relatie tot de samenstelling en de ruimtelijke verspreiding van het sediment.*

Ten aanzien van de periode waarover en het seizoen waarin gebaggerd mag worden om zo weinig mogelijk milieuschade aan te richten is vooral informatie nodig over de vraag:

12. *Hoe snel en in welke periode van het jaar treedt rekolonisatie van waterplanten en van benthosorganismen op. De ervaringen met Zwemlust kunnen van belang zijn.*

2. BAGGEREN IN DE LOOSDRECHTSE PLASSEN, BEZIEN VANUIT EEN HYDROLOGISCH STANDPUNT

J.J. Buyse (voordracht door G.B. Engelen)

2.1. Fosfaatgifte door sedimenten

Het baggeren van sediment in de Loosdrechtse Plassen kan een maatregel zijn in de bestrijding van de eutrofiëring, doordat door baggeren de eventuele fosfaat-afgifte vanuit het sediment vermindert kan worden. Om dit effect van baggeren te kunnen kwantificeren, is het noodzakelijk om een inzicht te hebben in de grootte van de P-afgifte vanuit het sediment. Een getal voor de P-afgifte vanuit het sediment zou o.a. moeten volgen uit de restpost van de P-totaal balans voor het watercompartiment van de Loosdrechtse Plassen. Aangezien de onbetrouwbaarheid in de balans, op maandbasis, groot is, en er nog maar 1 jaar in de huidige situatie (met ARK-inlaat) is doorgerekend, is het nu nog niet mogelijk deze afgifte nauwkeurig te kunnen kwantificeren. Wel zijn op basis van de balansberekening voor 1986 enige tendensen te geven.

Over het gehele jaar is er een netto flux van P-totaal naar de bodem van ongeveer 50 % van de totale P-input. Toch zijn er enkele maanden waarin de totale output van fosfaat de input overtreft. Dit betekent dus dat er maanden zijn, waar een afgifte van P-totaal vanuit het sediment moet plaatsvinden. Als we aannemen dat in de winter géén afgifte optreedt, kunnen we uit de restterm voor de P-totaal balans in de wintermaanden een flux van P-totaal naar de bodem bepalen. Bij deze flux kunnen we voor de zomermaanden een afgifte van P-totaal vanuit het sediment berekenen: 0.2 a 0.4 mg P.m⁻².dag⁻¹. Vergeleken met de externe P-totaal belasting voor de Loosdrechtse Plassen, te weten: 0.85 mg P.m⁻².dag⁻¹, is dit een niet onaanzienlijke hoeveelheid. Zeker als men bedenkt dat de afgifte van P-totaal uit het sediment op kan treden in perioden dat belangrijke algengroei mogelijk is, kan eliminatie van de afgifte van P-totaal vanuit het sediment een belangrijke maatregel te zijn in de strijd tegen de eutrofiëring.

2.2. Hydrologische consequenties voor het baggeren.

Nu rijst natuurlijk de vraag of baggeren van het sediment in de Loosdrechtse Plassen geen andere -nadelige- consequenties heeft. De consequentie van baggeren t.a.v. de hydrologie zullen hieronder besproken worden.

Aangezien de Loosdrechtse Plassen een infiltratiegebied vormen, zal baggeren van het sediment een effect hebben op de hoeveelheid water die door de bodem wegzijgt.

In de Breukeleveense Plas bedraagt de gemiddelde wegzijging in de huidige situatie 2.5 mm.dag⁻¹. Na het uitbaggeren van deze plas, waarbij de gehele holocene top laag verwijderd wordt, bedraagt de gemiddelde wegzijging 3.25 mm.dag⁻¹: een toename van 30%. Dit volgt uit een berekening met behulp van het twee-dimensionale grondwatermodel Flownet.

Voor de 4^e en de 5^e plas bedraagt de gemiddelde wegzijging in de huidige situatie ongeveer 3.5 mm.dag⁻¹. Na uitbaggeren tot aan het zand zal de gemiddelde wegzijging ongeveer 4.5 mm.dag⁻¹ bedragen; eveneens bepaald m.b.v. Flownet.

De wegzijging is veel minder sterk voor de Vuntus en de 1^e t/m 3^e Loosdrechtse Plas, en waarschijnlijk ook voor de Kievitsbuurt.

De precieze verdeling van de wegzijging en eventuele kwel alsmede de toename van de wegzijging na uitbaggeren van de Plassen, kan alleen bepaald worden m.b.v. een drie-dimensionaal model.

Op basis van voornoemde gegevens kan alleen een ruwe schatting gemaakt worden van de toename van de wegzijging in de Loosdrechtse plassen ten gevolge van uitbaggeren: i.p.v. een huidige wegzijging van ongeveer 24000 m³.dag⁻¹ zal na baggeren rekening gehouden moeten worden met een wegzijging van ongeveer 30.000 a 32.000 m³.dag⁻¹. Dit betekent dat in de zomer meer water van buiten in de plassen ingelaten moet worden. In de zomer van 1986 werd al 80.000 m³.dag⁻¹ ARK water ingelaten. Gerekend over het hele jaar is dat: 23.165 m³.dag⁻¹. Indien alle toename van de wegzijging gecompenseerd wordt door extra inlaat van ARK water, dan moet er in de toekomst rekening gehouden worden met 30% meer ARK water inlaat, voornamelijk geconcentreerd in de zomer. In dit geval zal de externe belasting voor P-totaal toenemen van ongeveer 0.85 mg P.m⁻².dag⁻¹ naar ongeveer 0.9 mg P.m⁻².dag⁻¹, gemiddeld over het jaar. Dit lijkt vooralsnog geen onoverkomelijke toename van de externe P-belasting.

In de praktijk zal echter een eventuele toename van wegzijging niet alleen gecompenseerd worden door een toename van inlaat van ARK water in de zomer, maar eveneens door een afname van de hoeveelheid overtollig water, dat uitgeslagen moet worden, in de winter. Dit betekent dat er na baggeren slechts een geringe toename zal zijn van de externe P-belasting (minder dan ongeveer $0.05 \text{ mg P} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{dag}^{-1}$). Echter, na baggeren zal er wel minder P-totaal uit het Loosdrechtse Plassen systeem verdwijnen door vermindering van uitslag van water in de winter. Het effect hiervan op de eutrofiëring is onbekend.

2.3. Aanbevelingen

Voor zover nu is te overzien, is er geen hydrologisch bezwaar tegen het baggeren van sediment in de Loosdrechtse Plassen.

Wel kan de aanbeveling gegeven worden om niet in het zuidwestelijk gedeelte van de Breukeleveense Plas en niet in de 5^e Loosdrechtse Plas te baggeren. Immers, juist in deze gebieden moet een hoge weerstand tegen wegzijging aanwezig zijn om excessieve wegzijging te voorkomen. In het zuidwesten van de Breukeleveense Plas bedraagt de kwel momenteel reeds $5 \text{ mm} \cdot \text{dag}^{-1}$ en in de 5^e plas tegen de Bethune Polder aan zelfs meer dan $10 \text{ mm} \cdot \text{dag}^{-1}$. Als in deze gebieden niet gebaggerd wordt, dan is er in het geheel geen negatieve consequentie van het baggeren van sediment in de Loosdrechtse Plassen op de waterbalans en daarmee op de P-totaal balans van de Plassen te verwachten.

3. BAGGEREN EN DE NALEVERING VAN FOSFAAT DOOR SEDIMENTEN

P.C.M. Boers

3.1 Inleiding

Sanering van de externe fosfaat-belasting hoeft geen directe verbetering van de waterkwaliteit tot gevolg te hebben. Dat kan verschillende redenen hebben. Twee worden hier genoemd.

1. De vermindering van de externe belasting is onvoldoende.
2. De nalevering van fosfaat door de onderwaterbodem kan voldoende hoog blijven om algengroei niet te verminderen.

Hoewel de nalevering een afgeleide is van de externe belasting, is de tijdsduur die nodig is om evenwicht tussen beide fluxen te bereiken groot. Dit kan een langdurige nalevering opleveren, afhankelijk van het type sediment.

De fosfaatafleveringssnelheid van intacte sedimentkernen uit de Loosdrechtse Plassen is sinds 1984 voortdurend gedaald (van Liere *et al.*, 1986). In 1986 bedroeg de maximale naleveringssnelheid $1 \text{ mg P.m}^{-2}.\text{dag}^{-1}$. Dat is in vergelijking met vele andere ondiepe meren zeer weinig (Boers & van Liere, 1985). Ondanks de vermindering van externe en interne belasting door sediment zijn de concentraties van zowel totaal-fosfaat als chlorofyl *a* niet significant gewijzigd (van Liere *et al.*, 1988).

Indien aangetoond kan worden dat de fosfaat-nalevering door de bodem de oorzaak is van het uitblijven van verbetering van de waterkwaliteit dienen additionele maatregelen, welke gericht zijn op de vermindering van deze "interne" belasting, overwogen te worden. Baggeren (beter is het om te spreken van slibverwijdering) is een van de mogelijkheden. Daarnaast zijn er alternatieve methodieken, waarvan chemomanipulatie besproken zal worden.

3.2. Baggeren

Een mogelijkheid om de interne belasting door sedimenten te verminderen is baggeren. Daarbij zijn twee mogelijkheden:

1. Het gehele bodemoppervlak wordt gebaggerd
 2. De delen van de bodem met de grootste naleveringscapaciteit worden gebaggerd
- In het Zweedse meer Trummen heeft baggeren een spectaculaire verbetering van de waterkwaliteit tot gevolg gehad (Bengtsson *et al.*, 1975). Reductie van de externe belasting in 10 jaar daarvoor bracht geen verbetering van de waterkwaliteit teweeg vanwege de hoge sediment nalevering (Björk, 1985). Baggeren in een meer ter grootte van de Loosdrechtse Plassen leidt tot een enorme hoeveelheid af te voeren slib (ongeveer $6.000.000 \text{ m}^3$). De kosten van baggeren bedragen ongeveer 50 miljoen gulden.

Kolomexperimenten toonden bovendien aan dat uitsluitend verwijderen van het slib dat op de veenbodem ligt een reductie van slechts 30% in naleveringssnelheid tot gevolg zal hebben (Tabel 3.1, meetstation 4). Er zal dus meer moeten gebeuren dan alleen slibverwijdering.

Baggeren van een deel van de bodem zal leiden tot minder slib en lagere kosten. Er is echter geen gebied aan te wijzen waar de nalevering significant hoger is. De afgiftesnelheden van een groot aantal punten in 1986 verschilden niet significant (Tabel 3.1.). Ook de veel minder extern belaste Loenderveense Plas vertoonde een nalevering analoog aan die van de Loosdrechtse Plassen, de Breukeleveense Plas en de Vuntus. Baggeren van een deel van de bodem zal dan ook niet verder leiden dan een evenredig deel van de nalevering die bereikt wordt bij volledig baggeren.

TABEL 3.1.

Fosfor afgifte van sediment kernen uit de Loosdrechtse Plassen in 1986.
Cijfers tussen haakjes achter de locatie geven de WOL-monsterstations aan.

LOCATIE	P-afgifte snelheid (mg P.m ⁻² .dag ⁻¹)	standaard afwijking	aantal waarnemingen
Muyeveld (4)	0.83	0.14	5
Muyeveld (na slibverwijdering) (4)	0.64	0.11	4
Eerste Plas (3)	0.91	0.11	5
Tweede Plas (9)	0.63	0.08	5
Vierde Plas	1.05	0.30	4
Vijfde Plas (5)	0.80	0.07	5
Breukeleveense Plas (6)	1.05	0.40	5
Vuntus (7)	1.08	0.35	5
Loenderveense Plas (2)	0.77	0.14	6

3.3. Chemomanipulatie

Een alternatief voor baggeren is het toedienen van chemicaliën aan het water, met het doel de naleveringssnelheid te verminderen (chemomanipulatie). Deze techniek is aantrekkelijk, omdat de kosten slechts een fractie van die van het baggeren zijn. Er zijn verschillende voorbeelden waarbij chemomanipulatie met succes werd toegepast. Het Veluwemeer en het Drontermeer werden doorspoeld met calciumrijker water dan er aanwezig was (Hosper en Meyer, 1986). Dit heeft precipitatie van calciumcarbonaat veroorzaakt, hetgeen fosfaatbindende capaciteit heeft. De nalevering is hierdoor verminderd. In de proefbekkens van de Grote Rug heeft dosering met ijzer (III)sulfaat gunstige gevolgen gehad voor de waterkwaliteit (Bannink *et al.*, 1980). In de Verenigde Staten is ervaring opgedaan met ijzer- en aluminiumzouten, maar ook met minder onschuldige stoffen als vliegias en zirkoniumchloride (Cooke *et al.*, 1986). De resultaten waren, althans op korte termijn gunstig. Het lijkt daarom de moeite waard om te onderzoeken of chemomanipulatie een voor de Loosdrechtse Plassen zinvolle additionele maatregel is (noot van de editors: dit onderzoek is in mei 1987 gestart door J. Kros aan het Limnologisch Instituut in samenwerking met de Provinciale Waterstaat van Utrecht).

4. UITDIEPEN, WIND, GOLVEN EN RESUSPENSIE

H.J. Gons

De Loosdrechtse Plassen zijn zo ondiep, dat door wind aangedreven golven de bodem over grote oppervlakten beïnvloeden. Hier wordt alleen ingegaan op de omvang van resuspensie en de mate van verdieping, waarbij het optreden van resuspensie sterk wordt verminderd. In hoeverre verdieping van betekenis is voor de waterkwaliteit, of verbetering hiervan kan versnellen, kan vervolgens in de algemene discussie aan de orde komen.

Een semi-empirisch model uit de literatuur voor het voorspellen van het optreden van resuspensie uit windgegevens is getoetst aan door R. Veeningen in 1984 en 1985 verkregen gegevens omtrent de ruimtelijke variatie van droge stof concentraties in de Loosdrechtse Plassen. Hierbij bleek dat dit model in redelijke mate toepasbaar is (Gons *et al.*, 1986; Van Liere *et al.*, 1986).

Voor de jaren 1983 tot en met 1986 werd de resuspensie doorgerekend voor een puntenrooster op de Loosdrechtse Plassen. De frekwentie van resuspensie is zeer hoog in het winterhalfjaar: er komen weken voor, waarin gemiddeld iedere dag op ca. de helft van de oppervlakte resuspensie optreedt. 's Zomers is de frekwentie aanmerkelijk lager, maar ook in juni, juli en augustus kunnen zodanige windsnelheden voorkomen (uurgemiddelden van 8 m.s^{-1}) dat resuspensie over 50% van de bodem wordt veroorzaakt. Er is een aanzienlijke ruimtelijke variatie in de frekwentie van resuspensie. In de meest oostelijk gelegen delen van de Loosdrechtse Plassen kan meer dan 60 dagen per jaar resuspensie optreden. Behalve de ligging in de wind speelt ook de geringere diepte hierbij een rol. In de westelijke delen van de Tweede en Derde en in het grootste deel van de Vierde en Vijfde Plas bedraagt de frekwentie minder dan 10 dagen per jaar. Bij afwezigheid van eilanden, zoals Meent op de grens van de Vierde en Vijfde Plas, zouden de frekwenties in deze delen aanmerkelijk hoger zijn geweest (Gons, 1987).

In mei 1985 werd een kartering van slibdikten uitgevoerd door de Provinciale Waterstaat van Utrecht. Er bestaat een omgekeerd evenredig verband tussen de frekwentie van resuspensie en de slibdikte ter plaatse (Van Nieuwenhuyze, 1986).

Grootschalig baggeren in de Loosdrechtse Plassen zal de resuspensie doen verminderen. Bij de huidige diepte treedt resuspensie van enige omvang op bij uurgemiddelde windsnelheden vanaf 6 m.s^{-1} en over 50% van de oppervlakte bij ongeveer 8 m.s^{-1} . Zoals hierboven al werd aangegeven is deze laatste snelheid een bovengrens in de zomermaanden.

Er is berekend over welk percentage van de plasoppervlakte resuspensie zou optreden bij dit zomermaximum van de windsnelheid in afhankelijkheid van de diepte. Hierbij bleek dat met name in het traject 1,75 tot 2,50 m een steile afname van de resuspensie volgt en dat bij een diepte tussen 2,50 en 2,75 m de resuspensie in de zomermaanden volledig zou zijn geëlimineerd. Hierbij is nog aan te tekenen dat niet over het gehele oppervlak gebaggerd behoeft te worden, aangezien flinke delen zodanig luw zijn gelegen dat er 's zomers ook in de huidige situatie geen resuspensie optreedt.

5. HET EFFECT VAN BAGGEREN OP DE BIOTA

L.W.G. Higler

5.1. Inleiding

Er is in Nederland weinig onderzoek gedaan naar het effect van baggeren op flora en fauna van laagveenplassen. Er is vrij veel van bekend in sloten en enkele diepe vennen. Het Beuven is door de vele krantenberichten erover een beroemd voorbeeld geworden, waar thans onderzoek plaatsvindt naar de gevolgen van grootschalige slibverwijdering. Het uitdiepen van plassen tot tientallen meters heeft in ieder geval effect op de oevervegetaties, de kans dat deze weg slaat is niet onaanvaardig (Leentvaar, 1962). In dit hoofdstuk zullen voorbeelden gegeven worden van geringe verdiepingen van plassen, die min of meer vergelijkbaar zijn met de situatie zoals die aangetroffen wordt in de Loosdrechtse Plassen.

5.2. Voorbeelden

5.2.1. Noord-West Overijssel

In Noord-West Overijssel is het veen van petgaten verwijderd tot maximaal 4 meter. Dat betekent in dit geval tot op het zand. Het fraaiste, en tevens diepste, voorbeeld is het Kiersche Wiede (P. Verdonchot, mondelinge mededeling). Hier ontwikkelde zich een mesotrafente vegetatie met bijbehorende fauna. Echter; er zijn ook voorbeelden van bekend waar geen vegetatie terugkwam (Leys, RIN, persoonlijke mededeling, Zuid-West Friesland, eigen waarneming). In die gevallen betrof het een (nieuwe) waterdiepte van decimeters tot een meter, en werd er niet uitgebaggerd tot de minerale bodem. Dikwijls bleef de aanvoer van nutriëntenrijk water bovendien aanwezig.

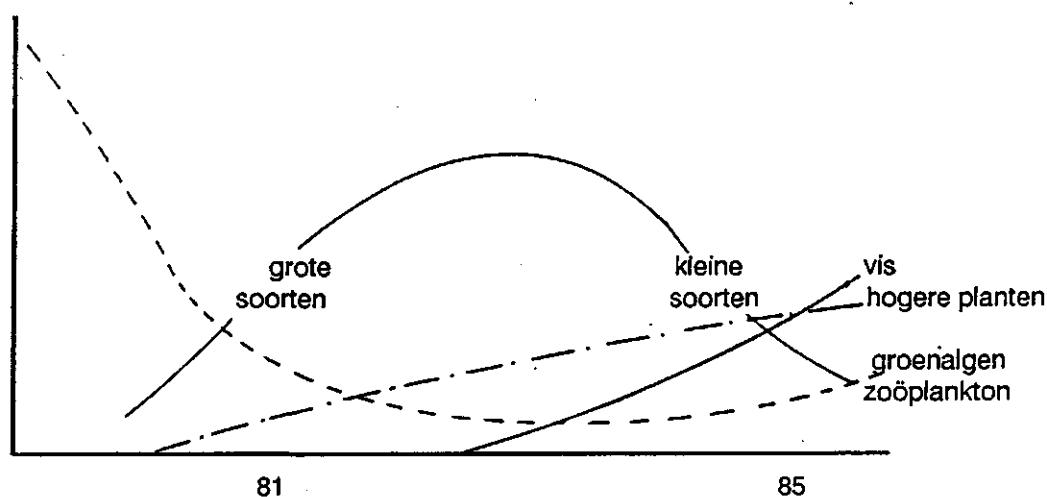
5.2.2. Zweedse meren

Het meest bekende voorbeeld is het bij Vaxjö gelegen meer Trummen (Bengtsson *et al.*, 1975; Cronberg *et al.*, 1975; Bjørk, 1985). Vrijwel het gehele meer werd uitgebaggerd, behalve enkele baaien. Het laatste om ervoor te zorgen dat flora en fauna zich snel konden herstellen. De resultaten over de eerste tien jaar waren gunstig, vooral direct na het baggeren (Bjørk, 1985). De waterkwaliteit verbeterde aanzienlijk, de concentraties van fosfaat- en stikstofverbindingen verminderden sterk en de rol van het sediment met betrekking tot de recycling van voedingsstoffen was beduidend verminderd in vergelijking met jaren voor het baggeren. Vanaf 1981 werd er wederom een lichte troebeling merkbaar van kleine blauwwieren zoals *Cyanodictium imperfectum* (Forsberg, 1987).

In andere Zweedse meren worden eveneens bagger-experimenten verricht. Verbetering van de waterkwaliteit is niet altijd verzekerd ten gevolge van incompleet baggeren of door de doorgaande aanvoer van voedselrijk water na het baggeren (Forsberg, 1987).

5.2.3. Cockshoot Broad (Norfolk, Groot-Brittannië)

Door de voortdurende eutrofiëring was de waterdiepte van Cockshoot Broad nog slechtse enkele centimeters. De diepte werd door baggeren teruggebracht naar ongeveer een meter. Het water werd helder, in plaats van blauwwieren kwamen er groenwieren. Het zoöplankton ontwikkelde zich goed. Echter: door toename van vis verschoof het aandeel van grote soorten naar (een kleinere hoeveelheid) kleinere soorten. Door de grotere predatiedruk op het zoöplankton, nam de chlorofyl *a* concentratie recentelijk weer toe. Hogere waterplanten groeiden slechts in een hoek van de plas. Ondanks bijplanten was er geen verdere verspreiding over de hele plas. In Figuur 5.1. staat dit sterk geschematiseerd weergegeven.



Figuur 5.1.

Verloop in de tijd van het voorkomen van verschillende organismen in Cockshoot Broad, isolatie en baggeren vond plaats in 1981 (naar Moss et al, 1986)

5.3. Mogelijke terugkeer van waterplanten in de Loosdrechtse Plassen

Best heeft bodemmateriaal verzameld en vond grote hoeveelheden oogonien, die kiemkrachtig waren (E.P.H. Best, persoonlijke mededeling). De vraag is of deze verwijderd worden door baggeren. In de eerste plaats is dat onwaarschijnlijk, omdat er niet zo zorgvuldig en volledig gebaggerd kan worden. In de tweede plaats is aanvoer van elders waarschijnlijk, zoals in Noord-West Overijssel is gebleken. Voorwaarden voor kieming zijn onder anderen de lichtpenetratie (hoewel er ook soorten zijn, die in het donker kiemen) en een goede zuurstofhuishouding.

5.4. Conclusies

In het algemeen kan gesteld worden, dat bij een toestand na baggeren, waarbij het P-gehalte lager is dan 0.1 mg.l^{-1} , het water helder kan worden, blauwwieren niet optreden en groenwieren en hogere waterplanten verschijnen. Diepte is erg belangrijk. Als het water voldoende diep is (een meter tot enkele meters) is een laag detritus op de bodem geen bezwaar. Beter echter is uitdiepen tot op de oorspronkelijke bodem. De aanvoer van voedselrijk water moet voorkomen worden. Er is in principe niet zoveel verschil in de verschillende voorbeelden (vennen, sloten, plassen, meren). Er kan zich een flora en fauna ontwikkelen, die thuis hoort in het betreffende watertype, waarbij de ontwikkeling van minder-trafente organismen dan voor het baggeren optreedt.

Er dient wel onderscheid gemaakt te worden tussen de verschillende plaatsen in de Loosdrechtse Plassen. De in Figuur 5.2. weergegeven situaties zullen zich voor kunnen doen, waarbij de dikte van de lagen een ruwe schatting zijn.

slib			decimeters ± 1 meter
veen	zand	zand	
veen	zand	zand	$\pm 2 \frac{1}{2}$ meter vele meters
	zand		

Figuur 5.2.

Laagdiktes in de Loosdrechtse Plassen

6. VERSLAG VAN DE DISCUSSIE.

L. van Liere

Hoewel de discussie onderwerpsgewijs gestructureerd werd, was het niet te voorkomen, dat ook punten met betrekking tot andere lezingen eerder aan de orde kwamen. Deze zijn in de verslaggeving niet 'verschoven'. De voorzitter stelt vooraf dat financiële aspecten en ruimtelijke ordenings-aspecten als bijvoorbeeld deponie niet aan de orde zullen komen.

Inleiding

Mur wenst als aanvulling op de inleiding op te nemen dat de mogelijkheid tot voortzetting van het huidige wetenschappelijk onderzoeksprogramma eveneens een argument is bij de baggerproblematiek.

De belangrijkste vraag volgens van Otterloo is: Is baggeren een zinvolle maatregel ter verbetering van de waterkwaliteit, wat weten we daar eigenlijk van? Parma: Als wat Boers suggereerde (slechts geringe vermindering van de sediment nalevering bij baggeren, zie hoofdstuk 3.2.) waar is, dan is er vanuit dit milieumotief geen argument om te baggeren. Wanneer er andere dan milieumotieven zijn om wel te baggeren dan kan het uit milieuoogpunt nodig zijn randvoorwaarden te stellen aan de manier van baggeren.

Lenstra gaat verder in op de motieven tot baggeren. De dieptekaart geeft aan dat er enkele ondieptes zijn; deze zullen moeten verdwijnen. De Loosdrechtse Plassen hoeven vanuit recreatiemotieven niet over de gehele oppervlakte verdiept te worden. Wel zullen maatregelen genomen moeten worden om het dichtslibben van de jachthavens te voorkomen. Een daarvan zou baggeren van de plassen kunnen zijn. De kwaliteit van het water voor de recreanten is het belangrijkste motief van het Plassenschap. Men onderzoekt de mogelijkheden om de plassen industrieel te laten baggeren. Deponie blijft een probleem. Er is een geïnteresseerde ondernemer. Deze wil baggeren tot de zandlaag. Alleen de sliblaag heeft voor de ondernemer geen zin, tenzij daarvoor betaald wordt. Ook bij het Plassenschap ziet men niet een directe noodzaak het veen weg te halen. Het is echter een manier om baggeren economisch aantrekkelijk te maken. WOL heeft de sterke indruk gegeven zich fel tegen baggeren te zullen keren. Kan WOL nog verder met het onderzoek? Ook dat is bij het Plassenschap aan de orde geweest. Op het laatste aspect reageert de Ruiter met de mededeling dat als er over de gehele plassenbodem gebaggerd gaat worden dat, in verband met de procedures van concessieaanvragen, het WOL-onderzoek in deze vorm nog jaren vooruit kan.

Volgens Coppes is uitdiepen voor een ondernemer slechts dan rendabel wanneer er zo diep mogelijk gegraven kan worden op een zo klein mogelijk oppervlak. Zandputten bijvoorbeeld zijn pas rendabel bij meer dan 20 meter diepte. De eis om uit te diepen over een groter oppervlak zou extra financiële input van de overheid vergen.

Bij uitdieping tot 5 meter is van der Vlugt bang voor stratificatie, waaronder hij een temperatuurverschil tussen vlak bij de bodem en bovenstaand water bedoeld, ook al duurt dat maar enige dagen. De bodem kan dan plaatstelijk anoxisch worden en fosfaat uitwisselen. Volgens Sinke gebeurt dat al in de Kievitsbuurt. Parma verwacht dat anoxie in de open plassen pas een probleem wordt wanneer er putten dieper dan 5-6 m worden gegraven. Ook in het Veluwemeer is volgens Boers anoxie geconstateerd. Buijse vult aan dat de 5-meter waarover nu steeds wordt gesproken voortkomt uit het feit dat hij ter simulatie van het effect van baggeren op de wegzijging de veenlaag 'verwijderde' en aannam dat de diepte dan 5 meter zou worden. Bij geringer uitdiepen en in stand houden van een stuk veen is aanvullend veldonderzoek nodig om tot conclusies te komen. Doorlaatbaarheid van het pakket veen hoeft geen lineaire relatie met de diepte op te leveren. Op plaatsen waar de veenlaag dunner is, is de wegzijging niet groter dan op plaatsen met een dikkere veenlaag.

Baggeren en de hydrologische aspecten

Higler verwondert zich over het geringe effect op de wegzijging van het weghalen de sliblaag. Van Otterloo vergelijkt het met een 'deksel'-effect. Buijse verwachtte bij het gesimuleerd weghalen van het veen het grootste effect, maar ook dat (een vermeerdering van de wegzijging met 30%) bleek gering.

Volgens Boers is de verandering in de weerstand bij baggeren van de toplaag tijdelijk, na een tot twee jaar treedt weer herstel op. De poriën van het veen slibben als het ware dicht. Hoe groot en hoe snel dat zou gaan bij een zandbodem is niet bekend. Coppes wijst op onderzoek in de Kortenhoefse Plassen, waar in enclosures de bedekkende sliblaag verwijderd werd. Dit verhoogde de wegzijging van 7 tot 21 mm dag⁻¹ (Roijackers en Verstraelen, 1986). Het was echter geen lange- duur proef zodat geen uitsluit- sel gegeven kon worden over het weer dichtslibben van het veen. De Ruiter vindt een verhoging van 30% van de wegzijging alleszins acceptabel. Er is een economische reden om te baggeren tot de zandlaag. Ook de recreatie wil wel grotere boten. Verder is een stevige bodem aantrekkelijk voor plantengroei. De extra hoeveelheid water die nodig is voor de aanvulling van de wegzijging bedraagt niet meer dan 6 miljoen m³, hetgeen voor de defosfateringsinstallatie geen enkel probleem is. Er is in feite geen hydro- logische reden om tegen baggeren te zijn. Waarmee Engelen instemt. Van der Vlucht rekent uit dat de belasting, die de extra toevoer met zich mee brengt weliswaar per vierkante meter groter is, maar bij een verdieping tot 5 m. een vermindering geeft wanneer de belasting per liter wordt uitgedrukt. Mur vraagt naar het effect op het diepe grondwater van de verdieping van het Amsterdam-Rijnkanaal. Volgens En- gelen zal er een tijdelijk 'lek' komen; er komt meer Amsterdam-Rijnkanaalwater in de ondergrond. Ech- ter de wegzijging naar Westelijke zijde is een kleine post op de balans, de invloed zal zeer gering zijn. Buijse vult aan dat de wegzijging in die richting minder is dan 1 mm dag⁻¹, gering in vergelijking met de Breukeleveense Plas (5 mm dag⁻¹) en de Vijfde Plas (tot 15 mm dag⁻¹). Higler vraagt naar een eventue- le extra invloed van kwelwater bij een verdieping tot 5 m. Volgens Engelen komt de kwel over een vrij smalle strook binnen. Wanneer echter de Bethunepolder onder water gezet wordt, dan krijgt een bre- dere strook in de bewortelingszone kwel, hetgeen van groot belang is voor de submerse waterplanten.

Conclusie:

Bij baggeren ontstaat een hogere wegzijging. Het effect op de waterbalans zal niet van een dusda- nige grootte zijn dat het problemen opleveren zal. De fosforbelasting per volume-eenheid zal er niet door toenemen. Met betrekking tot hydrologische aspecten en met betrekking tot de externe belasting is er geen bezwaar tegen baggeren.

Baggeren en de nalevering van fosfaat door sedimenten.

Van der Vlucht heeft in enclosures in de Grote Rug zeven jaar lang het effect van ijzerdosering ge- volgd en vraagt zich af of het positieve effect daar gevonden eeuwigdurend is. De ijzerdosering leidde in die periode tot verbetering van de waterkwaliteit, en er trad geen mobilisatie van fosfor meer op. Al- leen bij windstille periodes, wanneer anoxie optrad was er een grote P-flux uit de bodem. Het Hoog- heemraadschap van Rijnland gaat een plasje in de Reeuwijkse Plassen trachten te verbeteren door chemomanipulatie met behulp van toediening van ijzerzouten.

Higler en Parma vragen de diverse onderzoekers naar hun mening over de nalevering na baggeren, waarop een discussie over de diverse meettechnieken ontstaat. Ondanks alle verschillen is de conclusie dat de nalevering getalsmatig laag is, en dat het daarnaast ook nog steeds minder wordt. Dat conclu- deerden ook Sas en Vermij (1986), die de restauratie van een aantal Europese meren evalueerden. (* noot verslaggever: op 30 oktober 1987 wijdde een van de wetenschappelijke groepen van WOL een ver- gadering aan de nalevering. De conclusie: "Bij de gegeven netto input, inclusief de geringe nalevering, kan de huidige biomassa gehandhaafd blijven. Over de exacte nalevering in het veld kunnen geen kei- harde getallen worden gepresenteerd. Echter: uit alle berekeningen en metingen blijkt dat zij laag tot zeer laag is", van Liere, 1987 *) Higler en Parma vragen zich af wat de verdere konsekventies kunnen zijn van het weghalen van de toplaag? Zal het veen meer fosfaat adsorberen? Dat ligt volgens Kros aan het gehalte aan aluminium en ijzer in de dan ontstane toplaag. Die zou zeker minder kunnen zijn, waar- door de dan ontstane nieuwe toplaag van veen minder adsorptiecapaciteit heeft dan de sliblaag tevoren had. Het zou zich echter weer kunnen herstellen.

Sinke heeft waargenomen dat in Loosdrechtwater de sulfaatconcentratie sterk aan verandering on- derhevig is en dat kan gevolgen hebben voor de afgiftesnelheid. De naleveringsgetallen zouden dan een onderschatting zijn. Boers houdt het toch op een overschatting. Hij heeft een aantal meren bestudeerd,

waaronder het Veluwemeer. Uit kolomproeven kwam men tot $4 \text{ mg.m}^{-2}.\text{dag}^{-1}$, uit de balans van het meer op $1 \text{ mg.m}^{-2}.\text{dag}^{-1}$, gemiddeld over het zomerseizoen. Buijse constateerde in de balans van de Loosdrechtse Plassen een enorme vastlegging, slechts enkele maanden per jaar was dat andersom, er was dan een nalevering van $0.3 \text{ mg.m}^{-2}.\text{dag}^{-1}$, Boers (zie hoofdstuk 3.1.) vond maximaal $1 \text{ mg.m}^{-2}.\text{dag}^{-1}$.

Conclusie:

Er is bij de diverse onderzoekers geen overeenstemming over de hoeveelheid, die wordt nageleverd. Eén punt was duidelijk: de nalevering in de Loosdrechtse Plassen, hoe dan ook gemeten is lager dan welk ander meer waarin metingen zijn verricht.

Uitdiepen, wind, golven en resuspensie.

Als inleiding op de discussie over wind en golven werd een video-opname van het Instituut voor Aardwetenschappen vertoond, waarin stromingsprofielen als gevolg van de wind zichtbaar gemaakt konden worden. Hoewel het model nog nadere studie behoeft, waren er frappante overeenkomsten met eerder gedane metingen en berekeningen (Gons *et al.*, 1986; Gons, 1987; van Nieuwenhuysse, 1986).

Van der Vlucht meent dat de invloed van brasem heel belangrijk is. Gons heeft samen met de visserijdeskundige van het Limnologisch Instituut (E.H.R.R. Lammens) uitgerekend dat niet meer dan 2% van de bodem per dag omgewoeld wordt door brasem, en dat wind dus veel belangrijker is bij resuspensie. Volgens van Liere is het belang van de brasem vooral gelegen in de nalevering van fosfor. De brasem hapt in de bodem tot een diepte waar het poriënwater zijn maximale concentratie aan fosfor heeft bereikt. Onderzoek hiernaar door Lammens is in voorbereiding en een aanvraag is ingediend bij het Ministerie voor VROM.

Blom pleit voor selectief baggeren. Op een beperkt aantal plaatsen diep baggeren als slibvang. Dat zal leiden tot onttrekking van slib aan het systeem, waarvan slechts een beperkt deel wordt aangetast. Volgens Gons gebeurt dat nu al. Er is een constante aanmaak van nieuw slib, dat in dode hoeken bezinkt. Alleen als de algenproductie vermindert zal er minder slibvorming zijn. Van Liere vindt dat er in die dode hoeken toch nog (slechts af en toe) resuspensie optreedt, en neemt aan dat dat vermindert zou kunnen worden door juist daar verdiepingen aan te brengen. Volgens Gons tasten we wat dat betreft nog in het duister; dat zou berekend moeten worden, bijvoorbeeld door het model van Engelen te calibreren op Loosdrecht snelheden. Lenstra meldt dat de problematiek ook bij de Provincie en het Plassenschap speelt; de idee van de proefsleuf is daar een voorbeeld van (noot verslaggever: waar WOL overigens aan meegewerkt heeft, zie Boers *et al.*, 1985). Het is nu ook getest door de Technische Universiteit in Delft, en er zal ook in de proefsleuf slibopvang plaatsvinden. Toch blijft men zitten met de slibvang in de jachthavens, daarvoor is een plaats in de Muyveldse Wetering geschikt gemaakt voor deponie van dat slib. Nu komt dat nog teveel in de plassen zelf terecht (noot: en vandaar weer in de jachthavens). Coppes brengt naar voren dat de huidige slibvang (de jachthavens) en ook de proefsleuf in feite op de verkeerde plek liggen c.q. gepland zijn, en niet optimaal functioneren als slibvang.

Parma vraagt naar het transport vlak bij de bodem. Engelen zegt dat er een sterke homogenisering over de verticaal is. Higler wijst erop dat door de onderstroom in Noord-West Overijssel verlandingsverschijnselen ontstaan aan de Westzijde van petgaten. Dat moet volgens Engelen ook wel, want door de vorm van de petgaten kan het water met het geresuspendeerde materiaal geen andere kant op. In Loosdrecht is er meer ruimte. Stel dat er daar een onderstroom was van enige centimeters, dan zou die waanzinig hard stromen, en grote hoeveelheden vers bezonken materiaal transporteren naar uitgediepte delen. Daar is geen enkele aanwijzing voor.

De Ruiter vindt het als beheerder nauwelijks interessant hoe het doorzicht ontstaat, het is eenvoudig zo dat de slibvoorraad in de jachthavens moet verminderen. Mur wil de jachthavens als slibvang zien. Aangezien dit volgens de Ruiter en van Liere slechts gaat om $20.000 \text{ m}^3.\text{jaar}^{-1}$, kun je tot ver in de volgende eeuw door blijven baggeren in de jachthavens zonder enig merkbaar effect op de sedimentdikte van de gehele plas.

Mur meent dat door het verdwijnen van de kranswievelden een fijner en makkelijker resuspendeerbaar slib kon ontstaan, wat volgens Gons nu bestaat uit 1/3 deel algenmateriaal. De rest is ander materiaal, dode algenresten en verslagen veen. Bij het Veluwemeer is bij de plaatsen waar vegetatie is eveneens een hogere bezinking. Terugkeer van onderwatervegetatie is een belangrijke zaak.

Conclusie:

De vergadering onderschrijft de conclusies van Gons, dat verdieping een vermindering van de resuspensie zal veroorzaken. Aan het verdwijnen van slib door plaatselijke verdiepingen moet gerekend worden. Slibvang in de jachthavens en in de voorgestelde proefsleuf is waarschijnlijk onvoldoende, gezien de ligging ervan.

Het effect van baggeren op de biota

Mur wijst erop dat Geelen (1955) veel *Microcystis* in het water vond. Een plas van twee meter diepte kan volgens hem net *Microcystis* geven. Je komt *Microcystis* tegen wanneer je van eutroof naar oligotroof gaat. *Microcystis* overwintert juist op de diepste delen van de bodem, zoals P.J. Roos (Vakgroep Aquatische Oecologie, Universiteit van Amsterdam, persoonlijke mededeling) vond in de Maarsseveense Plassen. Ga je uitdiepen dan vergroot je de kans op *Microcystis*-bloei. (noot verslaggever: *Microcystis* is vooral bekend vanwege de gifgroene drijfslagen die aan het wateroppervlak ontstaan. Wanneer de wind daarop vat krijgt worden ze naar lager wal getransporteerd, waar verrotting kan optreden met het bijbehorende stankbezwaar). Parma zou er eerst in Loosdrecht onderzoek naar willen doen, alvorens met een conclusie te komen. Van Liere zegt, dat als de stelling van Mur dat *Microcystis* een fase is tussen eutroof en oligotroof milieu waar is, er bij herstel van de plassen altijd een periode met *Microcystis* kan optreden, zoals de plassen ook in het verleden hebben gekend. Het zou dan voor noch tegen baggeren pleiten. Tevens vermeld hij dat *Microcystis* momenteel in de plassen een normaal verschijnsel is, maar vanwege de naar de oever gewaaide drijfslagen niet kwantitatief bemonsterd kan worden. Als baggeren een versnelde kwaliteitsverbetering geeft, zou zelfs de *Microcystis*-fase overgeslagen kunnen worden. In het Zweedse meer Trummen verween *Microcystis* bijvoorbeeld na baggeren (Cronberg *et al.*, 1975). Mur zal zorg dragen voor een notitie binnen WOL over de *Microcystis* problematiek.

Lenstra gaat verder in op de plannen van het Plassenschap op verzoek van Higler. De ondiepe delen moeten verdwijnen door kleinschalig baggeren. Het Plassenschap wil ook geen *Microcystis*, maar men vindt deze problematiek een taak voor de waterkwaliteitsbeheerder. Er is een bedrijf dat de baggerwerkzaamheden wil uitvoeren en er wordt een concessie overwogen in de Noord-West hoek van de plassen. Randvoorwaarden voor het plassenschap zijn: letten op de waterkwaliteit en het lekwater; het depot is nog niet duidelijk. De gemeente Loosdrecht ziet het liever niet op haar grondgebied, vanwege eventuele contaminatie. Een alternatief is de uitbreiding van de recreatiestrook. De ondernemer wil kostendekkend werken. Na een eerste concessie, gebaseerd op een tien-jarenplan, volgt de rest van de plassen. Het gaat bij de concessie om 200.000-400.000 m³. Er zal gebaggerd worden buiten het recreatie seizoen. De methode is nog niet uitgewerkt. Wel zal tot op het zand worden gebaggerd; dit om het economisch aantrekkelijk te maken. Het hoeft echter niet zo te zijn dat de diepte overal 5 meter zal worden. Daar kunnen voorwaarden aan gesteld worden. De partijen bij het baggeren zijn de Provincie Utrecht en het bedrijf. Het Plassenschap is daarbij intermediair. Als er geen keiharde argumenten tegen baggeren zijn, dan moet er gebaggerd kunnen worden.

Mur meent dat uitbaggeren van een deel nauwelijks verbetering kan geven. Parma vraagt zich af wanneer en onder welke voorwaarden baggeren rendabel gaat worden. Juist op de plekken waar het plassenschap zou willen baggeren, is het economisch misschien niet interessant. Ook de Ruiter vindt dat een volledige uitdieping voor de recreant niet al te aantrekkelijk is vanwege de veel langzamere opwarming van het water.

Conclusies:

Gezien het feit dat er nog weinig exact bekend is met betrekking tot de periode, de plaats, de diepte en de eventuele verdere randvoorwaarden is geen direct concreet antwoord te geven vanuit natuurwetenschappelijk oogpunt, dan datgene dat hierboven is beschreven. Op korte termijn zou dat moeten kunnen. Het gevaar van een *Microcystis*-opbloei wordt onderkend, maar is niet onderbouwd. Deze problematiek verdient meer aandacht.

7. LITERATUUR REFERENTIES.

- Bannink, B.A., van der Meulen, J.H.M., Peeters, J.C.H. and van der Vlugt, J.C., 1980. Hydrobiological consequences of the addition of phosphate precipitants to inlet waters of lakes. *Hydrobiol. Bull.* 14: 73-89.
- Bengtsson, L., Fleischer, S., Lindmark, G. and Ripl, W., 1975. Lake Trummen restoration project I. Water and sediment chemistry. *Verh. Internat. Verein. Limnol.* 19: 1080-1087.
- Björk, S., 1985. Lake restoration techniques. In: Lakes pollution and recovery. Proceedings of the Int. Congress of the European Water Pollution Control Association, Rome, April 15-18, 1985; 202-212.
- Boers, P.C.M. en van Liere, L., 1985. Het vrijkomen van fosfaten uit onderwaterbodems, een vergelijk van verschillende bodemtypen. pp. 92-100. In: *Onderwaterbodems, rol en lot*. Redactie: V.W.J. van den Berge, M.A.T. Kerkhof en R.C.C. Wegman, KNCV Milieuchemie.
- Boers, P.C.M., Cappenberg, Th.E & van Iersel, P. Baggerexperiment in de Loosdrechtse Plassen. Deel 1. Werkzaamheden voor het baggeren, WOL-rapport 1985-10.
- Cooke, G.D., Welch, E.B., Peterson, S.A. and Newroth, P.R., 1986. *Lake and reservoir restoration*. Butterworths, Boston, London, Singapore
- Cronberg, G., Gelin, C. and Larsson, K., 1975. Lake Trummen restoration project, II. Bacteria, phytoplankton and productivity. *Verh. Internat. Verein. Limnol.* 19: 1088-1096.
- Forsberg, C., 1987. Evaluation of lake restoration in Sweden. *Schweiz. Z. Hydrol.* 49: 260-274.
- Geelen, J.F.M., 1955. Het plankton van de plassen. Rapport nummer 38, Gemeente waterleidingen van Amsterdam.
- Gons, H.J., Veeningen, R. en van Keulen, R., 1986. Effects of wind on a shallow-lake ecosystem: resuspension of particles in the Loosdrecht lakes. *Hydrobiol. Bull.* 20: 109-120.
- Gons, H.J., 1987. De relatie tussen doorzicht en slib in de Loosdrechtse Plassen in verband met de zwemwaternorm. WOL-rapport 1987-3, Limnologisch Instituut/Provinciale Waterstaat van Utrecht.
- Hosper, H. en Meyer, M-L., 1986. Control of phosphorus and flushing as restoration methods for Lake Veluwe, The Netherlands.
- Kuhnel, V., 1985. Zware metalen in het Loosdrechtse Plassengebied. WOL-rapport 1985-5, Instituut voor Aardwetenschappen, VU.
- Leentvaar, P., 1962. Consequenties van het uitdiepen van grote meren. *De Waterkampioen 1074*: 1-4.
- Loogman, J.G. & van Liere, L., (eds.), 1986. Restoration of shallow lake ecosystems with emphasis on Loosdrecht lakes. Proceedings of the WQL symposium, September 30th to October 2nd, Amsterdam. *Hydrobiological Bulletin* 20: 5-259.
- Moss, B., Balls, H., Irvine, K. and Stansfield, J., 1986. Restoration of two lowland lakes by isolation from nutrient-rich water sources with and without removal of sediment. *J. Appl. Ecol.* 23: 391-414.
- Roijackers, R.M.M. en Verstraelen, P.J.T., 1986. Effect-analyse suppletie Kortenhoefse Plassen met zoet kwelwater uit de randzone van de Horstermeerpolder. Rapport Zuiveringsschap Amstel- en Gooiland en de Landbouw Universiteit van Wageningen. 10 pp.
- Sas, H. & Vermij, S., 1987. Third interim report of the project Eutrophication Management in international perspective, First preparation for Final Report. Instituut voor Milieu- en Systeemanalyse.
- Van Liere, L. (ed), Boers, P.C.M., den Oude, P.J., Gons, H.J., Gulati, R.D., Rijkeboer, M., Sinke, A., Sweerts, J-P.R.A., Irvine, K., Bril, J. and Postma, L., 1986. Water Quality Research Loosdrecht lakes; studying and modelling the impact of water management measures on the internal nutrient cycle. Final Report ENV-839-NL(N) to the Commission of the European Communities, 155 pp.
- Van Liere, L., Gulati, R.D., Wortelboer, F.G. and Lammens, E.H.R.R., 1988. Phosphorus dynamics following restoration measures in Loosdrecht lakes. *Hydrobiologia* (in press).
- Van Liere, L., 1987. Notulen van de WOL-sedimenten/hydrologie groep, 30 oktober 1987. WOL-stuk 1987-24.
- Van Nieuwenhuyze, R.F., 1986. Oriënterend onderzoek naar oorzaken en bestrijding van de slibproblematiek in de Loosdrechtse Plassen. Rapport Provinciale Waterstaat van Utrecht. 49 pp.

8. LIJST VAN DEELNEMERS.

- Blom, G., Landbouw Universiteit van Wageningen, genodigd, deskundige baggeren, landbouwkundig ingenieur.
- Boers, P.C.M., Dienst Binnenwateren/RIZA, Lelystad, lid werkgroep WOL, chemicus.
- Buijse, J.J., Instituut voor Aardwetenschappen, Vrije Universiteit, Amsterdam, lid werkgroep WOL, hydroloog.
- Coppes, J.G.A., Witteveen en Bos, Deventer, genodigd, raadgevend ingenieur.
- De Ruiter, M.A., Provinciale Waterstaat van Utrecht, Utrecht, lid werkgroep WOL, vertegenwoordigt het waterkwaliteitsbeheer, civiel ingenieur.
- Engelen, G.B., Instituut voor Aardwetenschappen, Vrije Universiteit, Amsterdam, bestuurslid werkgroep WOL, hydroloog.
- Gons, H.J., Limnologisch Instituut, Nieuwersluis, lid werkgroep WOL, limnoloog.
- Higler, L.W.G., Rijksinstituut voor Natuurbeheer, Leersum, bestuurslid werkgroep WOL, bioloog.
- Janse, J.H., Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieuhygiene, Bilthoven, lid werkgroep WOL, wetenschappelijk modelonderzoeker.
- Kros, J., Limnologisch Instituut, Nieuwersluis, lid werkgroep WOL, geochemicus.
- Lenstra, H., Plassenschap Loosdrecht en omstreken, Utrecht, genodigd, vertegenwoordiger van het Plassenschap.
- Mur, L.R., Laboratorium voor Microbiologie, Universiteit van Amsterdam, Amsterdam, voorzitter werkgroep WOL, microbioloog.
- Parma, S., Limnologisch Instituut, Nieuwersluis, secretaris werkgroep WOL, limnoloog.
- Sinke, A., Limnologisch Instituut, Nieuwersluis, lid werkgroep WOL, microbioloog.
- Van der Vlugt, J.C., Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieuhygiene, Bilthoven (vertegenwoordigt het bestuurslid van de werkgroep WOL H.A.M. de Kruif), bioloog.
- Van Iersel, P., Provinciale Waterstaat van Utrecht, Utrecht, lid werkgroep WOL, vertegenwoordigt het waterkwaliteitsbeheer, chemicus.
- Van Liere, L., Limnologisch Instituut, Nieuwersluis, project-coördinator werkgroep WOL, chemisch technoloog/microbioloog.
- Van Otterloo, H.R., Ministerie van Volkshuisvesting, Ruimtelijke Ordening en Milieubeheer, lid werkgroep WOL, vertegenwoordigt het beleid, microbioloog.