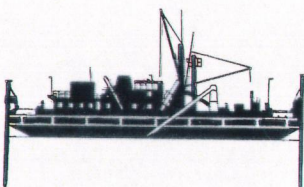
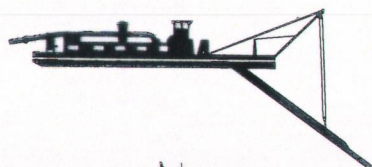
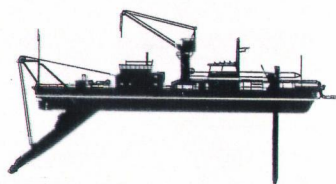


Van Waning's Zandzuigerij B.V.

Ecologische effecten van kleinschalige (40 ha) en diepe (30-60 m) ontgravingen in het Markermeer

Notitie ten behoeve van de aanvraag van een vergunning tot ontgronden



Witteveen+Bos

Raadgevende ingenieurs b.v.

Van Twickelostraat 2

postbus 233

7400 AE Deventer

telefoon 05700 97 911

telefax 05700 97 344





Van Waning's Zandzuigerij B.V.

Ecologische effecten van kleinschalige (40 ha) en diepe (30-60 m) ontgrondingen in het Markermeer

Notitie ten behoeve van de aanvraag van een vergunning tot ontgronden

Auteurs:

drs. M.P. Grimm

drs. M. Klinge

KdI1.1

juni 1994

ACHH/GRIM/KLIM

Witteveen+Bos

Raadgevende Ingenieurs b.v.

Van Twickelostraat 2

postbus 233

7400 AE Deventer

telefoon 05700 97 911

telefax 05700 97 344

© Witteveen+Bos Raadgevende Ingenieurs b.v.

Niets uit dit bestek/drukwerk mag worden vervoelvoudigd en/of openbaar gemaakt d.m.v. druk, fotokopie, microfilm of op welke andere wijze dan ook zonder voorafgaande toestemming van Witteveen+Bos Raadgevende Ingenieurs b.v., noch mag het zonder een dergelijke toestemming worden gebruikt voor enig ander werk dan waarvoor het is vervaardigd.

194 6960

INHOUDSOPGAVE	Blz.
1. INLEIDING	1
1.1. Doel van de notitie	1
1.2. Gevolgde werkwijze bij het opstellen van de notitie	1
2. ECOLOGISCHE EFFECTEN VAN DIEPE ONTGRONDINGEN OP BASIS VAN DESKUNDIGHEIDSOORDEEL	3
3. ECOLOGISCHE EFFECTEN VAN DIEPE ONTGRONDINGEN GESCHETST AAN DE HAND VAN EEN CONCEPTUELE BENADERING	5
3.1. Inleiding	5
3.2. Indeling wateren in categorieën	5
3.3. Classificatie van het Markermeer: een woelig meer met een zandbodem en een kleibodem	7
3.3.1. De ecologische status van het meer onder gunstige condities, afgelezen aan de visstand	7
3.3.2. De actuele status van het Markermeer: een door wind en golven aangetast ecosysteem	7
4. KEUZE VAN DE LOCATIE WAARVOOR EEN AANVRAAG WORDT INGEDIEND	10
4.1. De ecologische effecten van diepe ontgroningen aan de oostzijde van het Markermeer	10
4.1.1. Effecten op lokaal niveau	10
4.1.2. Effecten op het niveau van het totale meer	11
5. EINDCONCLUSIE	13
GERAADPLEEGDE LITERATUUR	14

SAMENVATTING

De visstand in het Markermeer en daarmee de stand aan visetende vogels is de laatste jaren aanmerkelijk afgenomen. De erosie van de bodem en de daaraan gekoppelde interne belasting met fijn slib is daar naar alle waarschijnlijkheid debet aan. De bedekking van grote arealen met zogenaamde loopbagger heeft het klimaat voor de vestiging van wormen en muggelarven sterk verslechterd. Door verdieping van gedeelten van het meer kan deze loopbagger ingevangen worden waardoor het klimaat verbetert en de produktie van bodemorganismen en van vis toe kan nemen.

Kleinschalige verdiepingen die niet meer beslaan dan enkele procenten van het totale meeroppervlak hebben tijdelijk en lokaal positieve effecten. Dat geldt ook voor een ontgroning over een oppervlak van 40 ha. Negatieve gevolgen van diepe zandwinning in een gebied van 40 ha. worden niet voorzien, mits deze ontgroning aan de oostzijde van het Markermeer plaatsvindt.

Voor de verbetering van het functioneren van het gehele Markermeer kan het gewenst zijn om ca. 2000 ha. te verdiepen. Door de realisatie van een zandwinning over een oppervlak van 40 ha. en een monitoring van de gevolgen daarvan wordt inzicht verkregen in de toepasbaarheid van verdieping als ecologische herstelmaatregel.

De volgende conclusie wordt met betrekking tot een zandwinning over een areaal van 40 ha. gerechtvaardigd geacht:

De realisatie van kleinschalige zeer diepe ontgroningen, mits gekozen in een gebied waar geen sprake is van gevestigde natuurwaarden voor bodemdierenetende en plantenetende vogels, heeft geen merkbare negatieve gevolgen voor het ecologisch functioneren van het Markermeer. De beste locaties voor diepe ontgroningen tot 60 meter liggen aan de oostzijde van het Markermeer op een diepte van 3-4 meter. Ontgroningen op deze locaties hebben waarschijnlijk lokaal positieve effecten op de visetende vogelstand en de visserij.

1. INLEIDING

Het beleid ten aanzien van ontgroningen in het IJsselmeer en Markermeer is verwoord in de nota "Zand Boven Water". Het beleid is er op gericht om de beide meren als betrekkelijk ondiepe wateren te handhaven. Verdieping van de meren mag plaatsvinden ter plaatse van de vaargeul. Hier mag een verdieping van de waterbodem, liefst door onderzuiging van max. 8 meter, plaatsvinden. De achterliggende redenen van deze begrenzing aan de verdieping zijn:

- De bescherming van het IJsselmeer gebied als wetland met een zeer hoge natuurwaarde voor vogels.
- Het verhinderen van ongewenste negatieve effecten voor de visserij.

In de voorliggende notitie worden de ecologische effecten van lokale kleinschalige en zeer diepe ontgroningen met name op deze twee criteria getoetst. Inzichtelijk wordt gemaakt dat diepe ontgroning niet op alle plaatsen negatieve effecten hoeft te hebben, maar wat de vogelwereld betreft neutraal kan zijn en voor de visserijsector zelfs **positief** zou kunnen uitwerken.

1.1. Doel van de notitie

Het doel van deze notitie is om de potentiële ecologische effecten van kleinschalige diepe ontgroningen voor de visstand en de vogelstand te schetsen en na te gaan of en waar deze mogelijke effecten in het Markermeer kunnen optreden. Ook wordt nagegaan waar verdieping van het Markermeer weinig, geen of zelfs (tijdelijk) positieve effecten kan hebben. Aan de hand daarvan zal een concessie voor een diepe kleinschalige ontgroning worden aangevraagd.

1.2. Gevolgde werkwijze bij het opstellen van de notitie

De stand van onze huidige ecologische kennis is in het algemeen en met betrekking tot het Marker- en IJsselmeer in het bijzonder nog te beperkt om gedetailleerde effecten te voorspellen. Niet in de laatste plaats komt dit ook door de beperkte set van gegevens over de levensgemeenschap in de meren en over de ontwikkeling daarvan in de periode 1970-1993. Om de effecten van ontgroningen in beeld te brengen is daarom gekozen voor twee benaderingen:

- 1) Een deskundigheidsoordeel dat werd gedestilleerd uit gesprekken met een aantal deskundigen van de Directie Flevoland en het RIZA. Daarbij kwamen de volgende vragen aan de orde:
 - Zijn er calamiteiten bekend uit diepe natuurlijke wateren in Nederland (Wielen en Waaien) nadat eutrofiëring plaatsvond?
 - Wat zijn naar uw mening de gevolgen van sterke verdieping anders dan een negatieve invloed op de biomassa van bodemdierenetende vissen? (in het geval van het IJsselmeergebied dus van een achteruitgang van vooral grote brasem).
 - Zullen effecten die in de nota "Zand Boven Water" worden genoemd, zoals: stratificatie en daaraan gekoppelde zuurstofloosheid en mogelijke nalevering van fosfaat, of vergrote helderheid en een toenemende algen produktie optreden of op de schaal van het meer merkbaar zijn?

- 2) Een conceptuele benadering op systeem niveau. Deze is eerder beschreven in Grimm & Backx (1990) en Grimm et al. (1992). Van deze benadering werd ook gebruik gemaakt in het rapport "Ecologisch functioneren van de Randmeren", waarin een heen-blik naar de ontwikkeling van deze meren en het Markermeer werd gegeven (Ligtvoet & Grimm, 1993). Aan de hand van deze benadering wordt het Markermeer getypeerd met betrekking tot de voedselkringloop in een situatie waarin:

- a) de bodem onverstoord is.
- b) de bodem aan de oostzijde onderhevig is aan zware erosie door wind en golfwerking.

Deze typering wordt getoetst aan gegevens over de waterkwaliteit van het Markermeer in de periode 1975-1986. Tenslotte worden effecten van ontgroningen beschreven.

2. ECOLOGISCHE EFFECTEN VAN DIEPE ONTGRONDINGEN OP BASIS VAN DESKUNDIGHEIDSOORDEEL

De geïnterviewde deskundigen zijn vermeld in tabel 1. Met hen werd gesproken voor de aanvang van de voorliggende notitie. In het algemeen kan worden vastgesteld dat alle deskundigen vaststelden dat op basis van de beschikbare gegevens ten tijde van het interview geen eenduidige voorspelling van de effecten van diepe ontgronding in het Markermeer mogelijk is. De meningen van alle geïnterviewden kan als volgt worden samengevat:

- Diepe en zeer diepe wateren komen van nature niet in Nederland voor, maar zijn wel als een natuurlijk element in het antropogene rivierenlandschap te beschouwen.
- Calamiteuze verschijnselen zijn in deze, vaak eutrofe wateren: de Wielen en Waaien, voor zover onze kennis strekt niet opgetreden. Evenmin is dit het geval geweest in bijvoorbeeld de Vinkeveense Plassen, nadat deze tot 30 meter waren verdiept. Er is voornamelijk geen reden om aan te nemen dat destratificatie in het najaar negatieve gevolgen voor de levensgemeenschap heeft.
- De verdieping van voedselrijk water, zodanig dat een zuurstofloos hypolimnion ontstaat, heeft een afname van de visstand tot gevolg. De afname betreft vissoorten die vooral op en in de bodem naar voedsel zoeken, met name de soorten karper en brasem welke, hun negatieve beïnvloeding van de waterkwaliteit daargelaten, voor vissers en natuurbeheerders van minder belang zijn.
- De produktie van vissen die in de waterkolom hun voedsel zoeken wordt niet door verdieping van het water beïnvloed. Daarom heeft verdieping van een water voor visetende vogels geen effect.
- Verdieping van wateren of gedeelten van wateren die veel planten, slakken en/of drie-hoeksmosselen herbergen heeft, als gevolg van het verdwijnen van deze arealen, sterk negatieve gevolgen voor plantenminnende vissen en vogels en voor vissen en vogels die de genoemde bodemorganismen als voedsel gebruiken.

Toegesplitst op plaatselijke verdieping van het Markermeer kan in aansluiting op het bovenstaande het volgende voorlopige oordeel geformuleerd worden:

- Effecten van plaatselijke verdieping van het Markermeer moeten worden beoordeeld met inachtneming van de schaal waarop deze plaatsvindt en mede beoordeeld worden in het licht van andere ingrepen. De waardering van effecten kan pas goed plaatsvinden binnen een vastgesteld beheersplan.
- Naar het zich laat aanzien vertalen de inspanningen in het kader van het Rijn Actie Plan zich in een afname van de concentratie aan voedingszouten in het IJsselmeer water met 50%. Daardoor zal de visstand en visproduktie met tientallen procenten dalen.
- Na de afsluiting van het Markermeer heeft er waarschijnlijk tengevolge van de sterk toegenomen belasting met zwevend stof een daling van de visstand plaatsgehad die in de orde van tientallen procenten ligt. Daardoor is de vissende aalscholverstand op het meer afgenomen. Door terugdringing van voedingszouten zal de produktie naar alle waarschijnlijkheid verder dalen.
- Waar het gaat om lokale verdiepingen van 40 ha zal een serie van deze verdiepingen tot een totaalbeslag van enkele procenten van het meer oppervlak geen merkbare negatieve effecten behoeven te hebben. De effecten zijn te verwaarlozen als deze gewogen worden tegen die van de reductie van voedingszouten in het meer. Voorwaarde is dan wel dat geen bodemverlaging in plantenrijke en/of slakken- en mosselrijke arealen plaatsvindt.
- Effecten op de helderheid en de algenproduktie ter plekke van de verdieping kunnen niet eenduidig worden ingeschat.
- Waar het gaat om lokale verdieping van het Markermeer is er, gezien de grote mate van menging met het water uit de omgeving, geen wezenlijk verschil tussen een verdieping van 30 m en van 60 m, voorzover het de produktie van vis betreft.

De deskundigen is deze samenvatting voor commentaar en correctie voorgelegd. Hun commentaar is naar beste weten verwerkt. Vermeld wordt dat van de zijde van de heer dr. E.H.R.R. Lammens de kanttekening is geplaatst dat de gesprekken niet het karakter hadden van een interview met een vaste systematiek.

Tabel 1: Namen van geïnterviewde deskundigen

drs. R. Posthoorn	Directie Flevoland	Taakveld Landinrichting
drs. C.W. Iedema	idem	idem
dr. A.D. Buijse	idem	Taakveld Biologie
ing. A.A. Rijdsdorp	idem	Taakveld Natuur- en landschapsontwikkeling
ir. M. van Oirschot	RIZA	Afdeling WS Ecologie
dr. E.H.R.R. Lammens	idem	idem

3. ECOLOGISCHE EFFECTEN VAN DIEPE ONTGRONDINGEN GESCHETST AAN DE HAND VAN EEN CONCEPTUELE BENADERING

3.1. Inleiding

Factoren, die de ecologische status van een water in hoge mate bepalen zijn:

- Het areaalbeslag van de oeverzone.
- De overgroeiing van de bodem met onderwaterplanten.
- Nutriëntgehalte.
- Bodemsubstraat (klei versus zand, kiezel, veen).
- De diepte.
- Oppervlak in samenhang met wind en golfwerking.
- Het (natuurlijk) verloop van het waterpeil.

Als deze factoren door ontgroning tot voorbij een kritisch punt worden veranderd, wijzigt de ecologische status van een water.

Hier staat de lokale verdieping van het Markermeer over een oppervlak van 40 ha centraal. Het Markermeer heeft een min of meer constant peil (verschil 20 cm; Brocades Zaalberg, 1989). Het areaalbeslag van de oever en de daar aanwezige begroeiing is, gezien de schaal van het meer, van weinig belang. Daarom worden hier vooral de volgende factoren onder de loep genomen:

- bodemsubstraat
- nutriëntgehalte
- waterplanten.

Tevens wordt ingegaan op de daarvan afgeleide componenten van het ecosysteem, te weten de stand van driehoeksmosselen, de visstand en de vogelstand.

De indeling van het voorliggende hoofdstuk is als volgt:

- 1) Allereerst wordt binnen de groep wateren met een geringe randlengte en een constant waterpeil (à la het Markermeer) een aantal categorieën onderscheiden. De karakteristieken van ondiepe en zeer diepe wateren in deze categorieën en de te verwachten effecten van diepe zandwinning worden geschetst.
- 2) Vervolgens wordt de situatie in het Markermeer afgezet tegen deze indeling.

3.2. Indeling wateren in categorieën

Categorie 1. Wateren met een zand-, grind-, en of kiezelbodem en met een totaal-fosfaat concentratie van 0,04 mg P/l. of minder.

Ondiepe en diepe wateren van deze categorie zijn helder en over de gehele kolom zuurstofhoudend. Dierlijk en plantaardig leven komt tot een grote diepte (30-60 meter) voor. Er is sprake van een duurzaam evenwicht.

In het kader van deze notitie wordt deze categorie wateren verder buiten beschouwing gelaten; dergelijke oligotrofe omstandigheden worden voor het IJsselmeergebied niet haalbaar geacht (Boers, RIZA, in Klinge et. al., in prep.).

Categorie 2. Wateren met een zand-, grind-, en of kiezelbodem en met een totaal- fosfaat concentratie van 0,05 mg P/l. of meer.

Wateren van deze categorie zijn ondiepe en diepe troebele wateren met een dominantie van blauwalgen:

- In de ondiepe wateren (<4 meter diep) kunnen ondergedoken waterplanten spaarzaam voorkomen. Het voorkomen van algen, bodemdieren en vissen is qua biomassa een afgeleide van het nutriëntgehalte (zie figuur 1). In het ondiepe en in het diepe water is het pelagische voedselweb het belangrijkste. Afgelezen aan de biomassa van bodemvissen in de ondiepe wateren wordt 20-40% van de biomassa in stand gehouden via het benthische voedselweb, d.w.z. door voedselstromen die met de omzetting van organisch detritus gepaard gaan.
- In de diepe, naar temperatuur gestratificeerde wateren (hier betekent diep een spronglaag op een diepte van 15 m (Claesen et al., op. cit.)) treedt door de sterke bacteriële afbraak van organisch materiaal zuurstofloosheid in het hypolimnion op. Daardoor neemt het dragend vermogen voor bodemvissen af. Dit vertaalt zich in een afname van grote brasem, grote blankvoorn en aal. Ook vermindert het areaal dat voor planten geschikt kan zijn. Dit kan zich vertalen in een afname van vissoorten die met planten zijn geassocieerd en met een afname van watervogels die planten en/of de daarmee geassocieerde organismen als voedsel benutten. De biomassa en de produktie van planktonetende vissen en de daarvan afhankelijke visetende vogels blijft onveranderd.

De gevolgen van verdieping in deze categorie wateren zijn derhalve:

- Een afname van bodemorganismen en planten.
- Een afname van plantenetende en bodemdierenetende vogels en vissen.

De planktonetende visstand blijft qua biomassa ongemoeid. De stand aan futen, zaagbekken en reigers blijft eveneens onveranderd. Aalscholvers eten naast planktonetende ook bodemdierenetende vissen, waardoor deze stand negatief beïnvloed kan worden.

Categorie 3. Kleiwateren

Onder kleiwateren worden hier verstaan wateren die, zoals lokaal in het Markermeer en IJsselmeer het geval is, een kleibodem hebben met een dikte van ca. 10 meter, welke op een zandpakket is gelegen. Deze wateren veranderen bij diepe ontgronding van een water met een kleibodem in een water met een zandbodem en een gedeeltelijk kleitalud.

Wateren die een kleibodem hebben zijn de meest produktieve die we kennen en herbergen de grootste visbestanden. De voedselkringloop in deze wateren gaat voor het grootste deel via de bodem. De kleibodem is als produktie element van zodanig overheersend belang, dat de levensgemeenschap niet direct gerelateerd is aan het nutriëntgehalte in de waterkolom: visbiomassa's van 600 kg/ha worden in wateren met een P concentratie van 0,06-0,3 mg P/l in de waterkolom aangetroffen (zie figuur 1).

Kleibodems zijn in staat grote hoeveelheden fosfaat uit de waterkolom te onttrekken. Opgewervelde kleideeltjes verhogen de totaal P fractie in de kolom, maar het gaat dan om fosfaat dat niet biologisch beschikbaar is voor o.a. de primaire produktie. Kleiwateren hebben dan ook vaak een karakteristiek laag chlorofylgehalte.

Diepe ontgrondingen (dieper dan 15 meter), waarbij het belang van de kleibodem in de voedselkringloop terugloopt, hebben in deze wateren dan ook grote dervingen van produktie tot gevolg. Berekend kan worden dat daarmee 50% van de totale produktie gemoeid is.

De gevolgen van verdieping in deze categorie wateren zijn derhalve:

- De produktie biomassa van planktonetende en bodemdierenetende vissen zal sterk dalen.
- Het beschikbare areaal voor planten neemt af.
- Op alle niveaus in het voedselweb en voor alle diersoorten is er sprake van verarming en van verandering van soortsaamenstelling.

3.3. Classificatie van het Markermeer: een woelig meer met een zandbodem en een kleibodem

3.3.1. De ecologische status van het meer onder gunstige condities, afgelezen aan de visstand

Het Markermeer heeft een zogenaamde Zuiderzee (klei) afzetting over $\pm 50\%$ van de bodem. Uitgaande van goede condities voor de vestiging van bodemorganismen, vertegenwoordigt deze 50% van het meer een hoog produktieve eenheid, waar 600 kg/ha aan vis kan leven. In de rest van het meer, boven de zanderige bodem, gaat de voedselkringloop vooral via de waterlaag. De visstand kan daar in het algemeen aan het fosfaatgehalte in de waterkolom worden afgelezen. Echter, het Markermeer is wat dit betreft uitzonderlijk. De relatief hoge totaal fosfaatgehalten (0,15 mg/l in de periode 1982-1986 (Bekkers, 1989) gaan gepaard met opmerkelijk lage chlorofyl-a gehalten (55 $\mu\text{g/l}$). Dit wijst op een lage primaire produktie. Kennelijk is niet alle fosfaat in de waterkolom biologisch beschikbaar. Als maat voor de visstand wordt daarom het fosfaatgehalte gebruikt wat zich laat berekenen aan de hand van de CUWVO relatie tussen chlorofyl en totaal fosfaat in blauwalg gedomineerde meren. Het berekende P gehalte is $\pm 0,09 \text{ mg P/l}$. Daarmee is een visstand van ca. 140 kg/ha geassocieerd. Op grond van deze kengetallen wordt de biomassa van de visstand in het Markermeer onder gunstige condities op $(600 \times 0,50) + (140 \times 0,50) = 370 \text{ kg/ha}$ geraamd. Deze raming komt overeen met eerdere ramingen (Cazemier, in Bekkers, 1989).

3.3.2. De actuele status van het Markermeer: een door wind en golven aangetast ecosysteem

Er zijn verschillende aanwijzingen dat de omstandigheden in het Markermeer niet optimaal zijn. De meest duidelijke aanwijzing daarvoor vormt het teruglopen van het aantal vissende aalscholvers (van Eerden in: Ligtvoet & Grimm, 1993).

Aan de hand van waterkwaliteitsgegevens over de periode 1974-1986 (Bekkers, 1989) wordt ten aanzien van de effecten van de afsluiting van het Markermeer (aanleg dijk Lelystad-Enkhuizen) het volgende geconstateerd:

- De zuurstofgehalten en de zuurgraad zijn onveranderd.
- Het biochemisch zuurstof gebruik is gedaald, waarschijnlijk tengevolge van de verminderde organische belasting door IJsselwater.
- Het chlorofyl-a gehalte is in het zomerhalfjaar gelijk gebleven. Dit is eigen aan een water waarin klei een overheersende invloed heeft.
- Het totaal-fosfaat gehalte is in de eerste jaren na afsluiting gedaald door de afsluiting voor IJsselwater, maar vanaf 1977 stabiel gebleven.
- Het doorzicht neemt onmiddellijk na de afsluiting in 1975 sterk toe van ± 40 naar ± 60 cm, maar daalt vanaf 1982 en heeft in 1986 de waarde van voor de afsluiting.
- Het zwevende stof gehalte midden op het meer en aan de dijk Enkhuizen-Lelystad neemt in eerste instantie af, maar vertoont vanaf 1984 een stijgende tendens.

Het beeld dat hieruit naar voren lijkt te komen is als volgt:

- Voor de afsluiting was er import van zwevende stof en nutriënten vanuit de IJssel via het IJsselmeer. Daarentegen was er sprake van export van door wind/golven opgewerveld bodemmateriaal waaronder kleideeltjes.
- Na de afsluiting werden import en export sterk gereduceerd. Echter, de eroderende werking van wind en golven op de kleibodem bleef bestaan. Dit leidde tot het ontstaan van een laag fijn waterig slib, de zogenaamde 'IJsselmeerafzetting' die thans $>50\%$ van het Markermeer bedekt en in dikte varieert van enkele cm aan de westelijke grens tot meer dan 20 cm aan de oostzijde van het Markermeer (Vermij et. al., 1992).
- 7-10 Jaar na de afsluiting was het Markermeer zo opgeladen met kleideeltjes en detritus dat er sprake was van een achteruitgang van de ecologische condities.

De verslechterde condities vertalen zich in instabiliteit van de bovenste bodemlaag welke in de meer ondiepe gedeelten tot voortdurende verplaatsingen leidt. De belangrijkste produktie eenheid van het meer, de kleibodem, is daarmee in zijn functioneren aangetast: de groei van bodemalgen en de vestiging van wormen en muggelarven worden tegengegaan.

Een ondersteuning van de veronderstelling dat de bodem slechte condities voor bodemorganismen vertegenwoordigd wordt gevonden in de bemonstering van de bodemfauna die op twee eerdere zandwinlocaties in het Markermeer zijn uitgevoerd. Voor en na de aanleg van de putten zijn in 1979/1980, respectievelijk in 1984/1985 de muggelarven en wormen in de omgeving van de putten en in de putten zelf bepaald (van de Heul & Cazemier, 1986). In tabel 2 zijn de resultaten gegeven.

Tabel 2. De waargenomen hoeveelheden muggelarven en wormen (gram/m²) in het Markermeer voor en 4-12 maanden na zandwinning. N - Noorderput met talud 1:10; Z = Zuiderput met talud 1:3. * = In de omgeving van de zandput en in de zandput tot 5 m diep. Naar v.d. Heul & Cazemier (1986).

Substraat	Waargenomen voor winning	Waargenomen na winning			
		-5 m diep *		10-15 m diep	
		N	Z	N	Z
klei	2,2	6,5	7,9	1,5	1,9

De gegevens laten zien dat de biomassa van de muggelarven en de wormen vóór de zandwinning veel lager was dan na de zandwinning. **Dus: na de zandwinning neemt de produktie van muggelarven en wormen in de omgeving en in de put toe tot een diepte van tenminste 5 meter toe.** Op een diepte van 10-15 m is de produktie iets lager dan in de oorspronkelijke situatie vóór de aanleg van de put.

Kennelijk zijn de omstandigheden voor de totale hoeveelheid bodemdieren in de directe omgeving van de verdieping en in de verdieping tot een diepte van tenminste 5 meter beter dan daarbuiten. Dit hangt waarschijnlijk samen met een verandering in de samenstelling van het bodemmateriaal ter plaatse: In de beweeglijke laag van dunne "loopbagger" kunnen wormen geen tunneltjes bouwen en vinden muggelarven geen materiaal om hun huisjes te construeren. Neemt deze bagger af, door transport naar de diepe gedeelten van een zandput, dan komt er meer stabiel bodemmateriaal ter beschikking. De wormen en muggelarven vinden dan een beter vestigingsklimaat en nemen toe. De gevonden gewichten zijn echter lager dan de dichtheden die "normaal" voor het Zuiderzee(klei)depot zijn (± 22 g/m²). Ten opzichte van een zandbodem en de "loopbagger" van het IJsselmeerdepot (4 respectievelijk 2 g/m²) zijn de waarden echter duidelijk hoger (zie bij de Vaate & Wanink, 1985).

Proefondervindelijk werd de negatieve invloed van beweeglijk slib in het Zuidlaardermeer vastgesteld. In tabel 3 zijn de aantallen wormen en muggelarven weergegeven die gevonden zijn in loopbagger in het meer, in dezelfde bodems maar dan in beschutte proefvakken van 25 x 25 m en de aantallen op een locatie met een stevig zandbodem.

Tabel 3: De invloed van de hoedanigheid van het bodemsubstraat op het voorkomen van wormen en muggelarven (aantal per m²) in het meer (loopbagger en zand) en in beschutte proefvakken van 25*25 m (loopbagger immobiel) (Naar Klinge & Leerdam, 1994).

type bodemsubstraat	aantal bodemdieren
loopbagger	280
loopbagger (immobiel)	573
schoon zand	1057

Onder de aanname dat vooral de kleibodems tot 4-5 m diep zijn aangetast, in de zin dat hier verplaatsing van slib en bodemmateriaal het meest plaatsvindt waardoor het vestigingsklimaat voor bodemorganismen slecht is, kan berekend worden dat 50-75 % van het produktie areaal is verloren voor de benthische voedselkringloop. De visstand kan derhalve op $((600 \times (-0,125-0,25) + (140 \times 0,75)) = 180 - 255 \text{ kg/ha}$ worden berekend, terwijl vroeger een biomassa van $\pm 370 \text{ kg/ha}$ aanwezig verondersteld mag worden. De aldus berekende daling van de produktie van vis met 30-50 % wordt weerspiegeld in de afname van het aantal visdagen van aalscholvers (van ca. 23.000 naar ca. 16.000).

4. KEUZE VAN DE LOCATIE WAARVOOR EEN AANVRAAG WORDT INGEDIEND

De locatie waarvoor een vergunning tot een kleinschalige diepe zandwinning wordt aangevraagd is gekozen aan de hand van de volgende criteria:

- a) De beschikbare hoeveelheid driehoeksmosselen tot 4 meter diepte mag niet verminderen, zodat negatieve gevolgen voor bodemdierenetende vogels worden vermeden.
- b) De aanwezige onderwatervegetatie mag niet worden aangetast.
- c) De produktie van planktonetende vissen mag niet verminderen teneinde de visetende vogelstand niet te benadelen.
- d) De produktie van aal, baars en spiering mag niet verminderen vanwege de centrale economische positie die deze vissoorten in de IJsselmeer visserij innemen.

Op grond van deze criteria beperkt de locatie keuze zich tot gebieden die:

- ad a) dieper zijn dan 4 meter en/of geen hard en stabiel substraat hebben, zodat driehoeksmosselen of niet bereikbaar zijn voor bodemdierenetende vogels en/of afwezig zijn;
- ad b) niet overgroeid zijn met ondergedoken waterplanten;
- ad c) buiten de beschutte oeverarealen zijn gelegen;
- ad d) van geringe betekenis zijn als produktie areaal van voedsel voor bodemdierenetende vissen.

De meest voor de hand liggende locatie ligt daarom in het areaal van het Markermeer waarin de bodem blootstaat aan de inwerking van wind en golven en waar de resuspensie en de dikte van de (mobiele) sliblaag groot is. Dit areaal bevindt zich aan de **oostzijde** van het Markermeer. De bodem bevindt zich op een diepte van 3-6 meter.

Zoals vermeldt in de inleiding en mede gezien de gehanteerde criteria wordt bovenstaande keus gemaakt op uitsluitend ecologische gronden. Andere effecten, zoals hydrologische en fysisch-limnologische effecten behoren niet tot de reikwijdte van deze notitie. Hierop is echter in de notitie "Zand Boven Water" uitgebreid ingegaan. Onderstaand worden een aantal belangrijke conclusies opgesomd:

Kwel

Ten aanzien van de kwel kan vermeld worden dat de ervaringen in bestaande putten van 20 meter diep in het Markermeer er op wijzen dat de kwel korte tijd toe kan nemen maar door snelle dichtslibbing van de bodem van put na korte tijd (enkele jaren) weer tot op of zelfs onder het oude niveau daalt. Ook berekeningen aan de kweleffecten van aanleg van de vaargeul Amsterdam-Lelystad duiden op hooguit een geringe invloed. De kweleffecten dienen echter op elke locatie bekeken te worden.

Grondwaterkwaliteit

Verwacht wordt dat de kwaliteit van het grondwater door de aanleg van verdiepingen niet beïnvloed zal worden.

Toename chloride gehalte

Ten aanzien van een toename van het chloride gehalte wordt in de notitie "Zand Boven Water" slechts gesproken over het IJsselmeer en niet over het Markermeer. Gegevens hieromtrent waren ten tijde van het schrijven van voorliggende notitie niet voorhanden.

Voor meer informatie wordt verwezen naar de notitie "Zand Boven Water".

4.1. De ecologische effecten van diepe ontgroningen aan de oostzijde van het Markermeer

4.1.1. Effecten op lokaal niveau

De effecten van diepe ontgroning op de verstoorde en eroderende bodems aan de oostzijde van het Markermeer op een diepte van 3-4 meter zijn in tabel 4 gegeven. Daarbij is er vanuit

gegaan dat er ten gevolge van de verdieping een rustige en produktieve kleibodem in de zandwinput ontstaat en dat die zone zich doorzet tot een diepte van ongeveer 8 meter. De verbeterde condities komen tot uitdrukking in een hoger bestand van bodemdieren (vgl. tabel 2). Verder is op basis van tabel 2 verondersteld dat de biomassa van bodemorganismen zich tussen de 8-15 meter niet wijzigt. Onder de 15 meter wordt het totaal wegvallen van de produktie van bodemorganismen aangenomen, waardoor er wat de visstand betreft ten opzichte van de produktie boven verstoorde bodems een derving van 20-40% zal plaatsvinden.

Tabel 4: Verdeling van het produktie areaal naar diepte in een zandwinput van 40 ha van 30-60 meter diep met een talud van a) 1:4 en b) 1:10, de factor waarmee de produktie van bodemorganismen wijzigt (Factor) en de berekening van de produktie eenheden.

a)

ha. bodem naar diepte		Factor	Produktie eenheden
tot 8 m.	7 ha	3	21
8-15 meter	5 ha	1	5
> 15 meter	28 ha	0,6-0,8	17-22
	----- +		----- +
Totaal	40 ha		43-48 ha.

b)

tot 8 m.	16 ha	3	48
8-15 meter	9 ha	1	9
> 15 meter	15 ha	0,6-0,8	9-12
	----- +		----- +
Totaal	40 ha		66-69 ha

De gegevens in tabel 4 wijzen uit dat er, afhankelijk van het taludverloop, sprake is van een **produktie neutraal** of zelfs van een **produktie verhogend** effect. Het voorkomen van veel meer grotere vissen in de putten (met name grotere alen, baarzen en snoekbaarzen) kan hier mogelijk mede aan toegeschreven worden (zie o.a. Verheul & Cazemier, 1986).

Aangezien uit een put met taluds 1:4 aanzienlijk meer zand gewonnen kan worden dan uit een put met taluds 1:10, verdient deze eerste vanuit rendementsoogpunt de voorkeur.

Duur van de positieve effecten van kleinschalige ontgrondingen

Door de grote verplaatsing van slib en kleideeltjes zullen alle diepe ontgrondingen na verloop van tijd verondiept zijn tot het oorspronkelijke niveau. In die periode wordt de locatie minder produktief en keert terug naar het uitgangsniveau. Voor alle zandwinnings in het markermeer geldt dat het tijdelijke positieve effect mede bepaald wordt door het oppervlak rond de put waarover de reductie van loopbagger plaatsvindt. Het is op voorhand niet uit te sluiten dat een put met taluds 1:3 effecten neutraal is m.b.t. de biologische produktie na oplevering.

De exacte effecten op de bodemfauna en de tijdsduur dat deze merkbaar blijven kunnen middels een eenvoudig monitoringprogramma vastgesteld worden.

4.1.2. Effecten op het niveau van het totale meer

Op meerniveau vertaald betreft een put van 40 ha een ingreep op 0,05% van het meeroppervlak. De effecten zullen binnen het voedselweb van het totale meer dan ook niet naspeurbaar zijn. Dat zou alleen het geval zijn als er een berging wordt gecreëerd voor de totale hoeveelheid aanwezig slib en voor de hoeveelheid die in de toekomst nog door erosie

vrijkomt. Ervan uitgaande dat in de toekomst $\pm 25\%$ van het bodemareaal gemiddeld 2 meter zal afslijpen, dan kan het volgende gesteld worden:

Positieve effecten VOOR HET GEHELE MARKERMEER welke ook op de lange termijn merkbaar blijven, zijn te verwachten indien diepe ontgroningen tot 30-60 meter in totaal ca. 2000 ha beslaan.

5. EINDCONCLUSIE

Kleinschalige zeer diepe ontgroningen, mits gekozen in een gebied waar geen sprake is van gevestigde natuurwaarden voor bodemdierenetende en plantenetende vogels, hebben geen merkbare negatieve gevolgen voor het ecologisch functioneren van het Markermeer. De beste locaties voor diepe ontgroningen tot 60 meter liggen aan de oostzijde van het Markermeer op een diepte van 3-4 meter. Ontgroningen op deze locaties hebben waarschijnlijk lokaal positieve effecten op de stand van visetende vogels en de visserij.

GERAADPLEEGDE LITERATUUR

Bekkers, L., 1989.

De waterkwaliteit van het Markermeer in de periode van 1972 - 1986. RIZA nota 87.059. 51p.

Brocades Zaalberg, R.W., 1989.

Natuurontwikkeling in het IJsselmeergebied door middel van waterpeilveranderingen. Rapport Limnologisch Instituut i.o.v. Rijkswaterstaat, DWB/RIZA, 78 pp.

bij de Vaate, A. Wanink, J.H., 1985.

De bodemfauna in het noordelijk deel van het IJsselmeer. Rapport NEOM, no. PAC5-N194.

Cazemier, W.G., 1979.

De gevolgen van zandwinning in het IJsselmeer-Randmerengebied, voor de visstand en de visserij aldaar. Rijksinstituut voor visserijonderzoek, rapport ZS 79-1, 12p.

Claessen, F., Bekkers, L., Dirksen, F., Lisman, R. & Reitsma, T., 1989.

Milieu-effectenstudie voor MER oppervlakte delfstoffenwinning IJsselmeergebied. RIZA nota 89.051. 51p.

Directoraat-Generaal Rijkswaterstaat Directie Flevoland, 1991.

Zand Boven Water. Deel 1: beleidsnota oppervlakedelfstoffenwinning wateren IJsselmeergebied 1991-2000. Flevobericht nr. 333. 82p.

Directoraat-Generaal Rijkswaterstaat Directie Flevoland, 1991.

Zand Boven Water. Deel 2: milieu-effectrapport oppervlakedelfstoffenwinning wateren IJsselmeergebied 1991-2000. Flevobericht nr. 334. 90p.

Directoraat-Generaal Rijkswaterstaat Directie Flevoland, 1991.

Zand Boven Water. Deel 3: aanvullingen op het milieu-effectrapport oppervlakedelfstoffenwinning wateren IJsselmeergebied. Flevobericht nr. 343. 52p.

Grimm, M.P. & Backx, J.J.G.M., 1990.

The restoration of shallow eutrophic lakes, and the role of northern pike, aquatic vegetation and nutrient concentration. Hydrobiologia 200/201: 557-566. R.D. Gulati, E.H.R.R. Lammens, M.L. Meijer & E. van Donk (eds), Biomanipulation - Tool for Water Management. Kluwer Academic Publishers.

Grimm, M.P., Jagtman, E. & Klinge, M., 1992.

Fosfaatgehalten en de haalbaarheid van 'Actief Biologisch Beheer'. Een visbiologisch perspectief. H2O 25:424-431.

Heul, J.W. van de & Cazemier, W.G., 1986.

Bodemfauna en visstand in twee speciale zandwinputten in het Markermeer. Rijksinstituut voor visserijonderzoek, rapport BV 86-01. 9 p.

Klinge, M & van Leerdam, A. (1994).

Gefaseerde aanpak herstel Zuidlaardermeer. Fase 1: compartimenteringsproeven. Witteveen + Bos rapport werknummer Gn24.3, 39p.

Klinge, M., Grimm, M.P. & Hosper, S.H., in prep.

Eutrophication and ecological rehabilitation of Dutch lakes: explanation and prediction by a new conceptual framework. Contribution to the conference 'Living With Water', Amsterdam, 1994.

Ligtvoet, W. & Grimm, M.P., 1993.

Ecologisch functioneren van de Randmeren in het IJsselmeergebied. Witteveen + Bos rapport werknummer RW119.1. 48p.

Vermey, S.G., Blom, G., van Donk, E. & van Duin, E.H.S., 1992.

Werkdocument. De invloed van slibgehalte en waterbodemverdiepingen op de zoöplankton-productie in het Markermeer. Directoraat-Generaal Rijkswaterstaat Directie Flevoland; 1992 - 24 Lio. 29p.

Figuur 1. Relatie tussen het totaal-P gehalte en de visbiomassa in Amerikaanse wateren (getrokken lijn naar Hanson & Leggett, 1982) en Nederlandse wateren met een zand/veen bodem en een kleibodem.

