Bijlage 7: Effecten van ontgrondingen in het IJsselmeergebied

In de literatuurstudie voor dit MER (Nagel *et al.*, 2000) is een globale beschrijving gegeven van de milieueffecten van ontgrondingen aan de hand van de aspecten uit de Richtlijnen. Op basis daarvan zijn aspecten onderscheiden aan de hand waarvan de effecten van de verschillende alternatieven en varianten zijn getoetst. In deze bijlage wordt de selectie van onderscheidende aspecten beschreven en wordt een toelichting gegeven op de niet-onderscheidende aspecten. Achtereenvolgens wordt ingegaan op de abiotische aspecten, de biotische aspecten en de gebruiksaspecten van ontgrondingen in het IJsselmeergebied.

VII.1 Effecten van ontgrondingen op abiotische aspecten in het IJsselmeergebied

Als te beschouwen abiotische aspecten worden in de Richtlijnen genoemd:

- kwel;
- grondwaterkwaliteit;
- geomorfologie;
- bodemsubstraat;
- waterbodemkwaliteit;
- slibhuishouding en doorzicht;
- stratificatie;
- verblijftijden;
- macro-ionensamenstelling;
- eutrofiëring;
- microverontreinigingen;
- stabiliteit dijken.

De mogelijke effecten van ontgrondingen op deze aspecten zijn hieronder beschreven op basis van de literatuurstudie.

Kwel

Door ontgrondingen kunnen veranderingen optreden in de hydraulische weerstanden van afsluitende en scheidende lagen. Over het algemeen heeft de slibrijke deklaag een grotere weerstand dan de onderliggende zandlagen. Het kweleffect is daarom afhankelijk van de winmethode (wel of niet verwijderen van de deklaag) en van de windiepte. De hydraulische weerstand zal na oplevering van de winput het laagst zijn, om vervolgens weer toe te nemen door slibbezinking. Kort na de winning zijn daarom de grootste kweleffecten te verwachten.

De mate waarin kwel in aangrenzende polders een rol speelt, is afhankelijk van de weerstand van de deklaag in de polder en het verschil tussen het oppervlaktewaterpeil in de polder en de stijghoogte van het grondwater. In poldergebieden met een geringe weerstand van de deklaag en een groot verschil tussen het oppervlaktewaterpeil in de polder en de stijghoogte van het grondwater zijn de grootste kweleffecten te verwachten.

Uit de literatuur blijkt dat de effecten van ondiepe zandwinningen in het Veluwemeer en het Gooimeer zich voornamelijk beperken tot een klein gebied rond de zandwinput. De effecten op het vaste land zijn bij deze laatste winningen zeer gering tot verwaarloosbaar.

Grondwaterkwaliteit
Vanuit het IJsselmeergebied vindt er een grondwaterstroming plaats richting het omringende land. Doordat de weerstand van de deklaag bij ontgronding (tijdelijk) wegvalt, treedt er (tijdelijk) een verhoogde infiltratie van zoet oppervlaktewater in het watervoerende pakket. In de onmiddellijke omgeving van de zandwinput zal hierdoor het grondwater enigszins verzoeten.
Bij Bremerberg wordt water gewonnen voor de drinkwatervoorziening van Flevoland. Het grondwater bestaat voor een deel uit geïnfiltreerd oppervlaktewater uit het Veluwemeer. Door het verstoren van de van nature aanwezige barrières kunnen eventuele verontreinigingen (die zich niet binden aan bodemmateriaal) tot grotere diepte doordringen en in het diepere grondwater terechtkomen. Diepere ontgrondingen dan tot NAP -2 m zijn daarom volgens het provinciaal milieubeschermingsplan momenteel bij Bremerberg niet toegestaan.

Geomorfologie
Op de plaats van de ontgrondingen verdwijnt de natuurlijke gelaagdheid van de bodem. De meerbodem ter plekke wordt dieper. Dit kan effect hebben op het omliggende gebied op de aldaar aanwezige flora en fauna. Dit zal wellicht bij een geul een grotere rol spelen dan bij een ronde put. De methode van winnen, en met name de afwerking, zal bepalen hoe de put eruit komt te zien. Inpassing in het gebied door eventueel gebruik te maken van een gevarieerde taludvorm kan een positieve invloed hebben op de soortenrijkdom in en rond de ontgronding. Uit onderzoek blijkt dat variatie van de taludhelling van diepe putten tussen 1/3 en 1/10 geen substantiële verschillen levert van waterkwaliteit, de bodemfauna en de visstand in de putten.

Bodemsubstraat
Bij zandwinning worden de oorspronkelijke afzettingen verstoord, hetgeen resulteert in een verandering van het bodemsubstraat. In het Markermeer is meer slibrijk substraat aanwezig dan in het IJsselmeer. In een slibrijke bodem hebben de aanwezige flora en fauna na ontgronding bijna geen overlevingskans en is het naderhand voor een pioniervegetatie ook een stuk moeilijker zich te vestigen. Een harde zandige bodem biedt meer perspectief voor rekolonisatie na ontgronding. In een slibrijke omgeving kan de invang van slib in een diepe put zorgen voor een toename van de hoeveelheid hard substraat rondom de put.

Waterbodemkwaliteit
Ontgrondingen kunnen een effect hebben op de waterbodemkwaliteit door verplaatsing van slib naar put of geul. Op locaties waar de waterbodemkwaliteit de grenswaarde overschrijdt (Ketelmeer, havens) is ontgronding echter pas mogelijk na sanering van de waterbodem. In de overige delen van het IJsselmeergebied vormt de kwaliteit van waterbodems geen beletsel voor de winning van oppervlaktedelfstoffen.

Slibhuishouding en doorzicht
De aanleg van diepe (zandwin-)putten heeft directe gevolgen voor de slibhuishouding in watersystemen. De opwerveling van slib is sterk afhankelijk van de diepte. Op grotere diepte, in water dieper dan 8 tot 10 m, is de opwerveling verwaarloosbaar. Voor het Markermeer is berekend dat de

opwerveling met circa 83% afneemt als de lokale diepte (gemiddeld 4-5 m) verdubbelt. Het slib accumuleert dan in de diepere delen en is niet of nauwelijks nog voor opwerveling beschikbaar.

De snelheid waarmee materiaal in een put accumuleert is mede afhankelijk van de lokatie van de put. Een put in het Markermeer zal meer slib invangen dan in het IJsselmeer aangezien het zwevende stofgehalte in het Markermeer veel hoger is. In vaargeulen van het IJsselmeer was de sedimentatiesnelheid hoog in de eerste vier jaar (40 cm/jaar) en nam af naar een snelheid tussen de 2 en 5 cm/jaar. De sedimentatiesnelheid blijkt hier dus af te nemen in de tijd. Een zuigput voor de Westermeerdijk ten noorden van Urk, kent een sedimentatiesnelheid die aan het eind van de onderzoeksperiode overeenkwam met een vaargeul, maar in de tussenliggende periode hoger was (12,6 cm/jaar). Voor het Markermeer zijn accumulatiefluxen berekend van enkele centimeters tot maximaal enkele decimeters per jaar. Bekend is dat lokaal in het Markermeer echter veel hogere fluxen kunnen voorkomen (tot rond 1 m/jaar).

Afhankelijk van de totale verdieping in het meer en de totale hoeveelheid beschikbare zwevende stof zou plaatselijk en eventueel over grotere oppervlakken ook een verbetering van het doorzicht kunnen optreden. De zwevende stofconcentratie boven een ontgrondingsput wordt niet alleen bepaald door de lokale opwerveling, maar ook door de opwerveling elders, in combinatie met transport door stroming. Voor grote putten (>1000 ha) in het Markermeer met een diepte van 8 meter werd berekend dat de lokale zwevende stofconcentratie met circa 25 tot 50% afneemt. Op een afstand van 2 tot 3 kilometer van de put treedt maximaal nog een reductie van 20 tot 30% van het slibgehalte in de waterfase op.

Stratificatie

Bij het optreden van een gelaagdheid in de waterkolom (stratificatie) bestaat het risico dat de onderlaag zuurstofloos wordt. De diepte waarop zuurstofloos water voorkomt wisselt sterk per systeem en varieert in het IJsselmeergebied waarschijnlijk tussen 5 en 15 m. In het verleden is vaak de vrees geuit dat bij de herfstomkering van een diepe plas met een zuurstofloze onderlaag het zuurstofverzadigings-percentage in de gehele plas tot onder een kritische waarde daalt. Vissterfte tijdens de omkering zou het gevolg zijn. In praktijk blijkt deze vrees vaak ongegrond. Alhoewel de stratificatie in een kort tijdsbestek plaatsvindt is het proces vrijwel altijd geleidelijk genoeg om problemen met zuurstofverzadiging te voorkomen. Een zuurstofloze onderlaag leidt wel vaak tot een verhoogde fosfaat afgifte van het sediment, hetgeen de interne eutrofiëring van de plas versterkt. (Ministerie van V&W, 1990). In het IJsselmeergebied bestaat de indruk dat het graven van diepe putten een effect heeft op de waterkwaliteit vanwege het optreden van stratificatie.

Verblijftijden

Veranderingen in de verblijftijden van het water kunnen leiden tot veranderingen in nutriëntenbelasting en in algengroei. Dit kan zowel consequenties hebben voor de biologische productiviteit van de systemen, als voor de waterkwaliteit in termen van doorzicht, en daarmee voor de ontwikkelingsmogelijkheden van waterplanten. De verandering in verblijftijden door zandwinning in het IJsselmeer en Markermeer is uiterst gering. Het volume aan water in beide meren is zo groot dat het bijkomend extra volume als gevolg van de zandwinput zeer gering is. De verandering in verblijftijden door zandwinning in de Randmeren is matig tot gering, afhankelijk van de omvang van de zandwinning.

Macro-ionensamenstelling
De effecten die op kunnen treden bij zandwinning in de macro-ionensamenstelling gaan vooral in de richting van mogelijke verzilting door een verhoging van het chloridegehalte bij ontgrondingen in gebieden waar lagen met een brak karakter worden aangesneden.

Verzilting zou kunnen optreden als brak, diep grondwater dat in delen van het IJsselmeergebied voorkomt in contact kan komen met het zoete oppervlaktewater. In de wateren van het IJsselmeergebied is echter vooral sprake van *infiltratie van oppervlaktewater naar de ondergrond en is dus geen verziltings*-effect te verwachten.

Daarnaast is het mogelijk dat zout vrijkomt bij de winning van zand (uittredend poriënwater). Uit globale berekeningen, die uitgaan van een optimale menging, blijkt dat het om een verhoging van minder dan 0,5 mg/l gaat. Op een minimumkwaliteit (MTR) van 200 mg/l voor chloride in het oppervlaktewater is deze stijging gering. Lokaal kan een sterkere zoutbelasting optreden, waardoor de minimumkwaliteit wordt overschreden.
Bij kweltoename op het oude land is in gebieden met zout of brak grondwater ook een zekere toename van zoute kwel te verwachten. Daar de verwachte toename van de kwel zeer klein is, zal de extra zoutvracht ook gering zijn, in de regel minder dan 10%.

Eutrofiëring
Zandwinning kan een effect hebben op de voedselrijkdom van het oppervlaktewater. Veranderingen in het nutriëntengehalte kunnen indirecte gevolgen zijn van invang van slib, het optreden van stratificatie, het veranderen van de verblijftijd of het toe- of afnemen van waterplanten.

Microverontreinigingen
Microverontreinigingen staan bekend om hun persistentie en binding aan zwevende stof en kleideeltjes. Het is daarom mogelijk dat bij ontgrondingsactiviteiten vervuild slib of sediment weer in het water terechtkomt, de organische microverontreinigingen (PAK, PCB, OCB) weer in suspensie gaan en/of de zware metalen door oxidatie in oplossing gaan. Daarom is zandwinning op plaatsen waar de slibbodem sterk verontreinigd is met microverontreinigingen minder gewenst.

Stabiliteit dijken
De stabiliteit van dijken kan beïnvloed worden als door de ontgronding scheidende lagen doorboord worden, waardoor de waterdruk in de watervoerende pakketten onder het dijklichaam wijzigt en het korrelpakket vervormd. Dit effect van ontgrondingen is vermoedelijk gering van omvang, gezien het verschil tussen de waterdruk en de druk van de constructie.

In verband met de golfoploop tegen de dijken dient voorzichtig te worden omgegaan met ontgrondingen vlak bij de dijken. Wanneer de bodemverdieping langgerekt en smal is, zoals bij een vaargeul, is de verandering in op- en afwaaiing in de dwarsrichting te verwaarlozen. In de lengterichting is het effect groter. De golven (hoogte, periode) nemen aanzienlijk toe, wanneer de diepte over een grote breedte en over enkele kilometers lengte (in de windrichting) wordt vergroot, omdat in dat geval de golven verder kunnen groeien voordat ze weer gaan breken bij ondiepte.
Met de golfhoogte neemt ook de golfoploop toe; deze kan, afhankelijk van de taludhelling van de dijk, een grootte van 1,5 tot 3 maal de significante golfhoogte bereiken. Arbitrair is gesteld voor de bestaande dijken van de

Noordoostpolder en Flevoland dat de toename van de golfhoogte vlak voor de dijk niet meer dan 10% mag zijn. De breedte van de niet ontgronde strook moet daarop worden afgestemd.

Conclusie abiotische aspecten
- Kwel, bodemsubstraat, stratificatie, doorzicht en geomorfologische waarden zijn naar verwachting onderscheidende aspecten;
- Lokale zoutbelasting door chloride uit poriewater is een aandachtspunt, maar op basis van de huidige kennis niet onderscheidend tussen de alternatieven;
- Met de veiligheid van dijken door beïnvloeding van de golfhoogte is rekening gehouden in de uitsluitende fase (obstakelzone);
- Het aspect verblijftijd is meegenomen in het biotische aspect fytoplankton.

VII.2 Effecten van ontgrondingen op biotische aspecten in het IJsselmeergebied

Als te beschouwen biotische aspecten worden in de Richtlijnen genoemd:
- fytoplankton;
- water- en oeverplanten;
- zoöplankton;
- bodemfauna;
- vissen;
- vogels.

De mogelijke effecten van ontgrondingen op deze aspecten zijn hieronder beschreven op basis van de literatuurstudie.

Fytoplankton
Ontgrondingen versterken in beperkte mate de concurrentiepositie van blauwalgen als *Microcystis*, vooral als gevolg van een toename van het stabiele deel van de waterkolom op grotere dieptes. Indirect beïnvloedt zandwinning door het effect van ontgrondingen op het lichtklimaat ook *Oscillatoria* omdat deze soort hiervoor gevoelig is. In het Markermeer en het IJsselmeer is het effect op fytoplankton naar verwachting gering, gezien het feit dat het maximaal te ontgronden oppervlak minder dan 2% van het meeroppervlak beslaat. Als de putten werken als slibvang zou dit in deze meren kunnen resulteren in een afname van het fytoplankton. In de Randmeren is het voorkomen van fytoplankton een belangrijke factor in de stabiliteit van het waterecosysteem.

Water- en oeverplanten
Door ontgronding verdwijnen aanwezige waterplanten. Afhankelijk van de opleveringsdiepte, het bodemsubstraat en het doorzicht kunnen waterplanten zich daarna opnieuw vestigen. Op de randen van de helling van de vaargeul van het Veluwemeer komen veel waterplanten voor. Dit biedt perspectief voor de putten op andere lokaties. Aan de andere kant vormt zo'n vaargeul wel een fysieke barrière voor waterplanten en organismen. De eerste tijd zal er geen uitwisseling mogelijk zijn voordat organismen deze barrière weer zullen en kunnen nemen (mond. med. van den Berg 1998).
Oeverplanten worden alleen beïnvloed door ontgrondingen als deze plaatsvinden nabij ondiepe zones.

Zoöplankton
De invloed van slibgehalte en waterbodemverdiepingen op de zoöplankton-productie in het Markermeer is beschreven voor putten tot een diepte van 12 m. Deze verdiepingen verminderen de slibconcentraties ter plaatse, waardoor de zoöplanktonproductie per m^3 toeneemt. Een mogelijke verklaring hiervoor is de toegenomen graasefficiëntie van zoöplankton in plassen met een laag slibgehalte en een hoog doorzicht.
Op grote oppervlakten heeft een verdieping echter negatieve effecten op de productie van zoöplankton. Door vermindering van de slibconcentratie in het Markermeer ontstaat een verhoging van de productie van zoöplankton en een verlaging van de primaire productie (onder andere fytoplankton). Een verlaging van de slibconcentraties leidt tot een hogere graasefficiëntie, waardoor er per tijdseenheid meer algen gegeten worden. Hierdoor wordt de algenconcentratie verlaagd waardoor de concentratie zoöplankton weer afneemt.

Bodemfauna
Voor diepe en ondiepe winningen geldt dat het bodemleven ter plaatse sterk wordt verstoord of vernietigd. Wanneer de waterbodem niet dieper ligt dan 8 m worden de levensomstandigheden voor bodemfauna niet blijvend aangetast. Het aantal organismen op een talud tussen 5 en 10 meter is hoger dan buiten de put. Op taluds die dieper liggen dan 10 meter is het aantal organismen per oppervlakte-eenheid belangrijk kleiner dan in de omgeving van de put.
Slakken en Driehoeksmosselen (belangrijk voedsel voor blankvoorn, kuifeend en toppereend) kwamen in zandwinputten slechts sporadisch en niet tot op de bodem voor.

Voorts is het bodemsubstraat van belang voor het voorkomen van macrofauna. De bodem van zandwinputten of geulen is veelal ongeschikt door accumulatie van slib. Het talud biedt juist goede mogelijkheden voor bodemfauna en zwevende fauna in verband met het harde substraat en de vrijgekomen reliëfvormen van het bodemoppervlak. Er zitten dan verschillende microhabitats bij elkaar, waardoor er een verhoogde productie van bodemfauna kan ontstaan. Dit zou positief door kunnen werken naar vissen en mossel- en visetende watervogels.

Een grotere diepte in de Randmeren kan minder temperatuurfluctuaties ten gevolge hebben en mogelijk een toename van de concentratie Driehoeksmosselen bevorderen. Het is echter de vraag of de vermindering van temperatuurfluctuatie optreedt wanneer de verdieping kleinschalig plaatsvindt in de vorm van zandwinputten.

Vissen
De effecten op het gebied van slibgehalte, voedselvoorraden en zuurstof-gehalte, die kunnen optreden bij het winnen van zand in putten zijn van belang voor vissen. Bodemorganismen ondervinden vooral tijdens warme en windstille perioden in de zomermaanden nadeel van een teruglopend zuurstofgehalte (stratificatie) onderin zandwinputten. Bodemorganismen vormen het hoofdvoedsel van veel vissoorten, zoals Blankvoorn, Brasem, Aal, Pos, (jonge) Snoekbaars en Baars. Door ontgrondingen tot een grote diepte in eutrofe meren als het Markermeer kunnen bodemtypen ontstaan waarop zich weinig of geen bodemorganismen ontwikkelen. Dit betekent dat deze bodemtypen als foerageergebied voor een aantal vissoorten verloren gaan.

Wanneer de productie van zoöplankton toeneemt als gevolg van zandwinning, kan dit een toegenomen concentratie van de planktivore vissoort spiering ten gevolge hebben. Dit leidt dan tot een verhoogde productie van de spiering ter

plaatse (Van de Heul & Cazemier, 1986). Als spiering in de verdieping blijft, kunnen op zicht vissende watervogels, zoals bijvoorbeeld aalscholvers en nonnetjes hiervan profiteren, te meer omdat ook het doorzicht toeneemt.

Een beperkte ontgronding biedt mogelijkheden voor ontwikkeling van onder meer baars, meerjarige snoekbaars en aal, die zich bij voorkeur op enige diepte ophouden. De vangst van deze soorten in een put blijkt vaak groter te zijn dan buiten de put. Paaimogelijkheden worden in diepe putten voor de meeste vissoorten niet geboden omdat de temperatuur te laag is en er perioden van zuurstofloosheid kunnen optreden.

In de Randmeren kunnen diepere delen (< 8 m) van belang zijn voor grote vissen (> 25 cm) om te foerageren. Gebieden met een diepte van minder dan 2 meter vormen de paaigebieden voor een groot aantal vissoorten als spiering, baars, snoekbaars en blankvoorn. Verdieping van deze gebieden verkleint het oppervlak aan paaigebied.

Vogels
Het IJsselmeergebied is een belangrijk fourageer- en rustgebied voor plantenetende, mosseletende en visetende vogelsoorten. Bij winning van delfstoffen in dit gebied dient dan ook rekening te worden gehouden met de aanwezige voedselgebieden, omdat aantasting c.q. verstoring een nadelig effect heeft op de vogels. Zo bestaat er een verband tussen zandwinning en het voedselaanbod voor duikende watervogels die op mosselen, waterplanten en/of vis foerageren. Een diepte van meer dan 3,5 meter wordt ongeschikt geacht om naar voedsel te duiken. Het komt echter voor dat ervaren aalscholvers in de winter solitair vissen op dieptes van meer dan 10 meter langs de hellingen. Gesuggereerd wordt dat in het vroege voorjaar het solitair vissen langs hellingen een goed alternatief is voor sociaal vissen.

In de winter kan bevriezing van de meren optreden, waarbij de lokaties met putten langzamer dicht vriezen. Bij de dan ontstane wakken, komt het voor dat voornamelijk zaagbekken zich te goed doen aan vis die zich rond het wak ophoudt. Door het wak in te duiken en onder het ijs te zwemmen kunnen ze op die manier voedsel vinden. Diepe putten zijn mogelijk voordelig voor deze soort.

Bij zandwinning in het IJsselmeergebied is het goed mogelijk dat voedsel-gebieden voor vogels verdwijnen. Het kan gaan om waterplantenvelden, (Randmeren), mosselbanken (IJsselmeer en Markermeer) of voedselgebieden voor vis (hele gebied).

Het winnen van delfstoffen kan bovendien verstoring door geluid, licht of vertroebeling tot gevolg hebben. Voor 's nachts foeragerende duikeenden zoals de Kuifeend zijn verlichte objecten waarschijnlijk een bron van verstoring (mond.med. Mennobart van Eerden). Volgens Noordhuis (2000) heeft ook watersport over een zekere afstand een verstorende invloed op watervogels. In deze verstoringszone is circa 20% van het aanwezige voedsel permanent niet beschikbaar. Op basis van het deskundigenoordeel van Marcel van den Berg en Ruurd Noordhuis wordt ingeschat dat het effect van de vertroebeling belangrijker is dan verstoring van vogels door licht en geluid.Tijdens uitvoering van de werkzaamheden kan vertroebeling een significant effect hebben op de vitaliteit van kranswieren en daarmee op potentiële foerageermogelijkheden van de Kleine zwaan.

Voedselweb
Driehoeksmosselen hebben in het IJsselmeer en het Markermeer een belangrijke sleutelfunctie in het voedselweb. Ze hebben een sterke uitstraling naar de waterkwaliteit binnen het gebied omdat ze tevens de helderheid van het water beïnvloeden. In het IJsselmeer vallen de gebieden met goed winbaar zand samen met rijke gebieden van Driehoeksmosselen en rustplaatsen van aalscholvers en futen; in het Markermeer zijn de goede lokaties met winbaar zand qua natuurwaarde, waterkwaliteit en visserij minder kwetsbaar.

In de Veluwerandmeren spelen kranswieren een cruciale rol in de stabiliteit van het voedselweb. Deze waterplanten beïnvloeden de helderheid, vormen een voedselbron voor een cruciale watervogel als de kleine zwaan en bieden beschutting voor vis en macrofauna.

Conclusie biotische aspecten
- Bij de beschrijving van de effecten op het levende milieu is gekozen voor een opbouw vanuit de top van de voedselketen. Van die top zijn vooral de watervogels van belang geacht. Daarbij is een onderverdeling gemaakt in visetende, macrofauna-etende en plantenetende watervogels. Die zijn op *hun beurt afhankelijk van het voedselaanbod van vis, Driehoeksmosselen en* waterplanten, die als zodanig dan ook in de effectenmatrices zijn opgenomen. De effecten van zandwinning op vis worden specifiek voor benthivore vis beschouwd, omdat de omvang van deze groep met name door de hoeveelheid bodemfauna wordt bepaald. De effecten op de stabiliteit van de kwetsbare Veluwerandmeren worden specifiek getoetst aan de hand van de aspecten kranswieren en fytoplankton;
- Het effect op oeverplanten is niet onderscheidend vanwege de gehanteerde obstakelzone (uitsluitende fase);
- De effecten op zoöplankton en overige bodemfauna zijn niet goed aan te geven; daarom zijn deze als niet onderscheidend beschouwd;
- Het effect op roofvis en mosseletende vissoorten hangt respectievelijk samen met het effect op benthivore vis en op Driehoeksmosselen. Deze visgroepen zijn daarom als niet onderscheidend behandeld.

VII.3 Effecten van ontgrondingen op gebruiksaspecten in het IJsselmeergebied

In de Richtlijnen worden de volgende gebruiksaspecten genoemd:
- Oppervlaktedelfstoffenwinning;
- Beroepsscheepsvaart;
- Beroepsvisserij;
- Recreatie;
- Functies aangrenzende gebieden;
- Ruimtelijke kwaliteit.

Oppervlaktedelfstoffenwinning
Het transport van gewonnen oppervlaktedelfstoffen naar de gebieden met een *zandvraag is beschouwd als een financieel-economisch aspect (onderdeel van* kosten van winning), dat is meegewogen in de beleidsnota. Vanwege de onzekerheid over de temporele afstemming van zandproductie en zandvraag zijn de milieuaspecten van dit transport in dit MER als niet onderscheidend beschouwd.

Beroepsscheepvaart
Het brandstofverbruik van de beroepsscheepvaart neemt af naarmate de vaargeul dieper en breder is. Een verdieping van een vaarweg van 4 naar 5 m leidt, afhankelijk van scheepstype en beladering tot een snelheidswinst van 5 tot 20%. Een verdere verdieping naar 8 meter geeft nog eens 3% snelheidswinst. Dit geldt alleen voor de belangrijke transportaders in Markermeer en IJsselmeer en niet in de Randmeren.

Beroepsvisserij
In het IJsselmeergebied wordt onder meer gevist met fuiken en met netten over de bodem. Ontgrondingen hebben een negatief effect op het bevisbare oppervlak doordat de bodem te diep komt te liggen of te oneffen achterblijft. In voedsel- en paaigebieden van vissen vallen over het algemeen in de gehanteerde obstakelzones.

In de Randmeren worden fuiken momenteel meestal geplaatst op de rand van geulen en putten. Verwacht wordt dat nieuw ontgronde locaties na twee jaar weer geschikt zullen zijn voor het plaatsen van fuiken. Het effect hiervan op de visopbrengst is naar verwachting nihil, omdat steeds nieuwe geschikte locaties aanwezig zullen zijn.

Recreatie
Ontgrondingen hebben naar verwachting vooral een effect op de vaarrecreatie door uitbreiding van het bevaarbare oppervlak (> NAP -1,4 m) in de Randmeren.

Functies aangrenzende gebieden
De effecten van zandwinning op de functies in aangrenzende gebieden zijn beschouwd bij de abiotische aspecten kwel, stabiliteit dijken en grondwaterkwaliteit.

Ruimtelijke kwaliteit
De effecten van zandwinning op de visueel ruimtelijke kwaliteit en wat betreft geluid zijn over het algemeen tijdelijk van aard en niet onderscheidend tussen de alternatieven.
De ligging van archeologische waarden in de onderwaterbodem van het IJsselmeergebied is onvoldoende nauwkeurig bekend om onderscheid te maken tussen de alternatieven.
Gebieden met een beschermende status in het kader van de Natuurbeschermingswet (1998) zijn in de uitsluitende fase meegenomen. De effecten op gebieden die in het kader van de EU-Habitat- en Vogelrichtlijn zijn aangewezen als Speciale Beschermingszone zijn meegenomen in het aspect watervogels.

Conclusie gebruiksaspecten
- De effecten op de gebruiksaspecten worden in dit MER beoordeeld aan de hand van de aspecten beroepsscheepvaart (brandstofverbruik), beroepsvisserij en recreatievaart. Vanwege het sterke economische belang van deze aspecten wegen deze niet mee bij het bepalen van het Meest Milieuvriendelijk Alternatief. In de beleidsnota zijn ze meegenomen als financieel-economische aspecten.

Bijlage 8: Huidige situatie in het IJsselmeergebied

Inleiding
Deze bijlage geeft een samenvatting van het deel "huidige situatie" in het werkdocument *Huidige situatie van het milieu en de effecten van ontgrondingen in het IJsselmeergebied* (Nagel *et al.*, 2000).

VIII.1 Abiotische aspecten van het IJsselmeergebied

Geologie
In het IJsselmeer en Markermeer wordt onder de holocene deklaag tot een diepte van circa 50 m voornamelijk fijn tot middelgrof zand (150-300 µm) aangetroffen, soms afgewisseld met klei-, veen- of leemlagen (holoceen pakket). In de Randmeren is dit holocene pakket in het grootste deel niet dikker dan 2 à 3 m tot hooguit 5 m. Daaronder kan tot op een diepte van meer dan 50 m zand worden gevonden, al zijn storende klei- en veenlagen te verwachten. Op de meeste plaatsen in het IJsselmeergebied komt waarschijnlijk op meer dan circa NAP -50 m grof zand voor (Formaties van Harderwijk, Enschede en Urk). Voor zover bekend zijn er geen boorgegevens aanwezig die dieper gaan dan ongeveer NAP -50 m.

Geohydrologie
De bodemopbouw in het IJsselmeergebied bestaat uit watervoerende pakketten en scheidende lagen. De bodemopbouw onder de meren van het IJsselmeergebied loopt nogal uiteen. Op sommige plaatsen is sprake van één slecht doorlatende deklaag met daaronder één dik watervoerend pakket, op andere plaatsen komt een dunne deklaag met daaronder één of meer scheidende lagen voor waardoor twee of meer watervoerende pakketten onderscheiden kunnen worden.

Grondwater stroomt van infiltratiegebieden naar gebieden waar grondwater uittreedt in de vorm van kwel. De mate waarin kwel optreedt is afhankelijk van de weerstand van de deklaag en het verschil tussen de stijghoogte van het diepe grondwater en het oppervlaktewaterpeil. Uit een onderzoek naar het optreden van kwel in een randzone van het IJsselmeergebied blijkt dat de gebieden met de sterkste kwel zich rond de Randmeren bevinden en in mindere mate ook langs delen van de Noordhollandse kust. In tabel VIII.1 is de hoeveelheid kwel in de polders weergegeven bij het IJsselmeer en de Randmeren.

Tabel VIII.1: Gemiddelde waarden van de bestaande kwel. Bron: Reitsma, 1993

	Bestaande kwel (mm/dag)	Oppervlakte (ha)
Noordoostpolder	1,5	48.000
Oostelijk Flevoland	1,1	54.000
Zuidelijk Flevoland	0,7	43.000
Wieringermeer	1,0	20.000
West-Friesland	0,25	20.000
Noord-Holland Midden	1,5	20.000

Grondwaterkwaliteit
Het grondwater in het IJsselmeer en Markermeer is overwegend brak. Nabij de Afsluitdijk komt zout grondwater (chloridegehalte ongeveer 19.000 mg/l) voor. In de zuidelijke helft van het IJsselmeergebied komen chloridegehalten voor variërend van 1.000 tot 2.500 mg/l (licht brak). In het noordelijke deel van het IJsselmeer is dat 5.000 tot 10.000 mg/l (brak). In de westelijke punt ten zuiden van west Friesland en de Hoornse Hop in het Markermeer komt tot een diepte van zo'n 80 à 90 m zoet grondwater voor (maximaal chloridegehalte 300 mg/l). Het grondwater onder de Randmeren is overwegend zoet.

Geomorfologie
In het IJsselmeer zijn grote verschillen in meerbodemdiepte aanwezig als gevolg van diep ingesneden getijdegeulen. Op de diepste plek tussen Enkhuizen en Stavoren ligt de meerbodem op ongeveer NAP -9 m. Langs de dijken liggen voorts een groot aantal voormalige zandwinputten, met name in het gebied bij Lelystad en Urk. Deze zijn ontstaan tussen 1926 en 1968 tijdens de aanleg van onder andere deze dijken. Ten noorden van de Houtribsluizen ligt een aantal putten met dieptes tot ongeveer NAP -16 m (de Flevoputten). In het noordelijk deel van het IJsselmeer liggen keileemputten waarvan de keileem onder andere gebruikt is voor de bouw van de Afsluitdijk.

Het Markermeer heeft een uniforme bodemdiepteligging die verloopt van circa NAP -2 m bij de Noord-Hollandse kust tot NAP -5 m bij de Oostvaardersdijk (zie Kaart VIII.1). Er liggen relatief weinig zandwinputten, mede vanwege het relatief dikke, holocene klei- en veenpakket. De putten langs de Oostvaardersdijk zijn thans niet dieper dan ongeveer NAP -6 m, maar waren bij aanleg in 1984 respectievelijk NAP -21,5 m en NAP -20 m diep. In het IJmeer, langs de rand van de stuwwal, is een diepe put aanwezig waar het zand relatief dicht aan het oppervlak kan worden gevonden. Deze put was ooit circa NAP -30 m en is thans tussen de NAP -15 en NAP -30 m.

Een aanzienlijk deel van de bodem van de Randmeren is zeer ondiep en ligt tussen de 0 m en NAP -1,5 m. De gemiddelde diepte bedraagt iets meer dan NAP -1,3 m. Het blijkt dat het percentage van het areaal met ondiep gelegen meerbodem afneemt van noordoost naar zuidwest, van het Vossemeer naar het Gooimeer. De diepste plekken in de Randmeren bestaan uit oude zandwinputten en vaargeulen. De diepte van de zandwinputten is sterk aan verandering onderhevig door inslibbing of door verdieping in vaargeulen.
In het Veluwemeer en in het Wolderwijd zijn de zandwinputten maximaal NAP - 5 m tot NAP -7 m. Van de putten in het Gooimeer is bekend dat deze na zandwinning ruim NAP -30 m waren.

Bodemsamenstelling
De bodem van het IJsselmeer bestaat voornamelijk uit Zuiderzee-afzettingen van kleiarm, matig fijn zand. Richting de Noordoostpolder wordt het fijnzandiger. In de diepe, voormalige getijdegeulen en in keileem- en zandwinputten in dit noordelijk gebied kunnen zavelige en kleiige afzettingen worden aangetroffen. Dit zijn de IJsselmeer afzettingen die zijn gesedimenteerd na de aanleg van de Afsluitdijk.
De Markermeerbodem bestaat overwegend uit klei- en zavelafzettingen. Een uitzondering hierop vormt het Enkhuizerzand, dat voornamelijk bestaat uit kleiarm en kleihoudend grof en matig fijn zand. Het lutumgehalte van de Zuiderzee-afzettingen neemt toe in west-zuidwestelijke richting, omdat dit gebied in de luwte van de voormalige Zuiderzee lag. De samenstelling van de toplaag in het Markermeer is onderhevig aan veranderingen als gevolg van de erosie van relatief hooggelegen gebieden en door slibverplaatsing.

Kaart VIII. 1a. Diepteligging meerbodem IJsselmeergebied

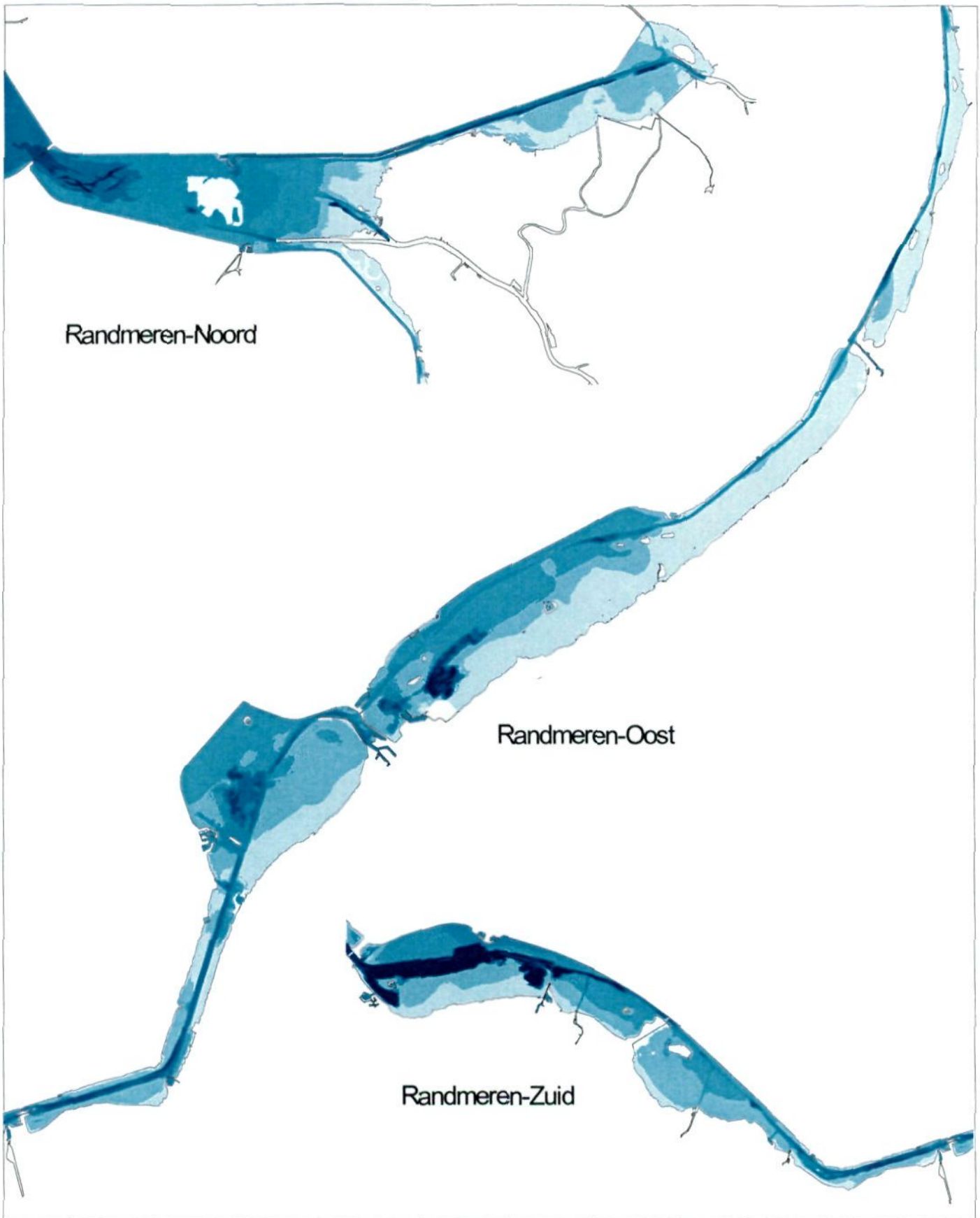
in m NAP

- < -7
- -7 - -6
- -6 - -5
- -5 - -4
- -4 - -3
- -3 - -2
- -2 - -1
- -1 >

0 4 8 12 16 Kilometers

N

Ministerie van Verkeer en Waterstaat
Directoraat-Generaal Rijkswaterstaat
Rijksinstituut voor Integraal Zoetwaterbeheer
en Afvalwaterbehandeling RIZA
Datum: februari 2001



Kaart VIII. 1b. Diepteligging meerbodem Randmeren

in m NAP

- < -7
- -7 - -6
- -6 - -5
- -5 - -4
- -4 - -3
- -3 - -2
- -2 - -1
- -1 >

N

Ministerie van Verkeer en Waterstaat
Directoraat-Generaal Rijkswaterstaat
Rijksinstituut voor Integraal Zoetwaterbeheer
en Afvalwaterbehandeling RIZA
Datum: februari 2001

In de Randmeren komen langs de oude landkust zandige afzettingen voor, die geleidelijk kleïger worden in de richting van de polders. Ook in het Gooimeer en het Eemmeer worden over grote oppervlakten klei aangetroffen. In het Nuldernauw, het Nijkerkernauw en het Eemmeer wordt lokaal veen in de bovengrond aangetroffen.

Waterbodemkwaliteit
Het sediment in het IJsselmeer, Markermeer en Randmeren is verbeterd ten opzichte van de aangetroffen concentraties uit de jaren '60 en '70. Op slechts enkele plaatsen komen de concentraties van zware metalen en microverontreinigingen boven de grenswaarde uit. Deze lokaties bevinden zich onder meer in havens en het Ketelmeer.
De kwaliteit van de toplaag van de waterbodems van de Randmeren is over het algemeen goed. Er zijn verhoogde concentraties van verontreinigende stoffen waargenomen in diepteprofielen in de laag NAP -40-70 cm van de meerbodem in het Gooimeer, Ketelmeer en IJsselmeer. Deze leiden niet tot een hogere klasse-indeling van het sediment.

Waterkwantiteitsbeheer
Het waterkwantiteitsbeheer in het plangebied wordt uitgevoerd aan de hand van peilbesluiten en waterakkoorden. Voor de boezemwateren van het IJsselmeergebied zijn daarin zomer- en winterstreefpeilen vastgesteld. Daarnaast wordt in het waterbeheer gestuurd door middel van de onderlinge verdeling van het water in het plangebied. De Randmeren wateren af op het IJsselmeer en op het Markermeer. Gelet op de samenhang moeten de streefpeilen van de Randmeren daarom gelijk of hoger dan die van IJsselmeer en Markermeer zijn. Voor de Randmeren speelt verder nog mee dat ze een geohydrologische functie hebben namelijk het tegengaan van de verdroging van het gedeelte van de Veluwe dat aan de Randmeren grenst.
Het uitvoeren van het kwantiteitsbeheer in het IJsselmeergebied vindt onder andere plaats met de spuisluizen in de Afsluitdijk en de spuisluizen en het gemaal bij IJmuiden.

Slibhuishouding
Het zwevende stof-gehalte is gemiddeld hoger in het Markermeer dan in het IJsselmeer. Dit hogere gehalte zorgt voor troebelheid en daarmee een laag doorzicht. Bij hogere windsnelheden (vanaf windkracht 3) zijn deze verschillen tussen beide meren het duidelijkst. Bij weinig wind vindt sedimentatie plaats in de diepere delen van het IJsselmeer. Na aanleg van de Houtribdijk heeft het slib in het Markermeer zich geconcentreerd aan de noordoostzijde. Voor de aanleg van deze dijk was er een meer homogene verspreiding van het sediment, aangezien er een afvoer was richting het IJsselmeer. Na afsluiting is de mogelijkheid van afvoer weggevallen en wordt enkel nog slib aangevoerd of geërodeerd in het zuid-westen.

Stratificatie
Door opwarming van de bovenste waterlaag kan in diepe wateren in het zomerseizoen een tijdelijke gelaagdheid (stratificatie) ontstaan waarbij de bovenste warmere dus lichtere waterlaag als het ware drijft op de onderste koudere, dus zwaardere waterlaag. Afhankelijk van onder meer de strijklengte ligt de scheiding tussen deze lagen op een diepte van 5 tot 15 m. In voedselrijke omstandigheden, zoals in het IJsselmeergebied, bestaat de kans dat de onderste waterlaag in deze situatie zuurstofloos wordt en dat daarin hoge fosfaatgehalten optreden. Ook kunnen toxische stoffen ontstaan als zwavelstof, ammoniak en ammonium. Bij het optreden van stratificatie gedurende een langere periode bestaat het risico dat deze stoffen vrijkomen als de gelaagdheid

doorbroken wordt, waardoor de waterkwaliteit verslechtert. Uit onderzoek naar proefputten in het Markermeer en de Flevoput in het IJsselmeer, met een diepte van 20 tot 30 m, is bekend dat gedurende een maand sprake was van stratificatie met een spronglaag op een diepte van 15 m. Uit diepere putten is bekend dat stratificatie gedurende een langere periode optrad (Ministerie van V&W, 1987).

Verblijftijden

De verblijftijd van oppervlaktewater in de wateren van het IJsselmeergebied varieert van 2 tot 3 maanden in het Veluwemeer en Drontermeer (na 1990) tot 10-15 maanden in het Markermeer (Tabel VIII.2). In de Veluwerandmeren is de verblijftijd na 1990 sterk afgenomen doordat meer water vanuit het Veluwemeer naar het Wolderwijd wordt gelaten. In het algemeen is de verblijftijd in de zomer langer dan in de winter.

Tabel VIII.2: Verblijftijd in oppervlaktewateren van het IJsselmeergebied

Meer	Verblijftijd (maanden)
IJsselmeer	3-4
Markermeer	10-15
Veluwemeer/Drontermeer voor 1990	3-4
Veluwemeer/Drontermeer na 1990	2-3
Wolderwijd/Nuldernauw voor 1991	8-10
Wolderwijd/Nuldernauw na 1991	3-4

Macro-ionen samenstelling

De belasting van het IJsselmeer met macro-ionen (chloride, kalium, natrium, calcium, sulfaat en bicarbonaat) is in hoofdzaak afkomstig uit de IJssel, die sterk met chloride is belast, en in mindere mate uit uitslagwater van de IJsselmeerpolders, aanliggende boezemgebieden en van de Waddenzee via de Afsluitdijk. Over de verticale kolom treedt een behoorlijke menging op zodat geen gelaagdheid ontstaat in het zoutgehalte. In 1997 lagen de chloride-concentraties veelal onder de norm van 200 mg/l. Bij de locatie Kornwederzand (IJsselmeer) is sprake van een normoverschijding. Bij de locaties Spijkstrand en Hardersluis is in 1997 sprake van een beperkte normoverschrijding van het chloride gehalte. Wat betreft sulfaat is in het Markermeer en de Randmeren nog steeds sprake van overschrijdingen van de grenswaarde. De overige oppervlaktewateren voldoen nagenoeg volledig aan de norm.

Bacteriën

Het bacteriologisch onderzoek richt zich op de thermotolerante coli's. Uit het in 1997 uitgevoerde onderzoek is gebleken dat op geen enkel van de onderzochte punten overschrijding van de norm heeft plaatsgevonden.

Eutrofiëring

Door eutrofiëring of verrijking van het oppervlaktewater met voedingstoffen, worden processen gestimuleerd zoals algengroei, troebel water en het verdwijnen van waterplanten. De meest gebruikte eutrofiëringsparameters zijn: doorzicht, chlorofyl-a, fosfaat, stikstof en zuurgraad. De uitkomsten van de metingen zijn vergeleken met Maximaal Toelaatbare Risico niveau voor het oppervlaktewater (tabel VIII.3).

Tabel VIII.3: Waarden voor eutrofiëringsparameters in 1997. Vet gedrukt zijn de metingendie het MTR niveau in 1997 niet halen.

Parameter	norm	IJsm*	Mm**	Gm	Em	Nn	Ww	Vm	Dm	Vsm	Km	Zwm
doorzicht	>40 cm	**28**	**22**	50	**20**	70	50	50	**30**	**30**	**30**	40
chlorofyl-a	<100 µg/l	47	32	16	74	4	6	6	14	8	24	40
totaal-P	<0,15 mg/l	0,12	0,11	0,12	**0,36**	0,09	0,06	0,08	0,09	0,15	**0,19**	0,15
totaal-N	<2,20 mg/l	1,89	1,22	1,8	**3,2**	1,9	1,2	1,6	1,3	1,9	**3,3**	**3,4**
zuurgraad	6,5-9,0	8,3-	8,3- 8,8	8,1- 9,0	8,2- **9,2**	7,9- 9,0	8,1- 8,7	8,1- **9,2**	8,3- **9,2**	8,2- 9,0	8,0- 8,6	7,6- 9,0

* = gemiddelde van 8 meetpunten;

** = gemiddelde van 6 meetpunten.

Microverontreinigingen

Onder microverontreinigingen worden zware metalen gerekend en een aantal organische verbindingen, die een risico vormen voor het ecosysteem en de volksgezondheid bij het overschrijden van een bepaalde waarde. Kwik lijkt in 1997 in toenemende mate een probleem te worden in alle wateren, met uitzondering van het Eemmeer en het Markermeer. In het Ketelmeer, Zwarte Water en Vossemeer zijn naast kwik de metalen koper en zink als probleemstof aan te wijzen. In het Ketelmeer wordt op een enkel punt cadmium in te hoge concentraties aangetroffen. De aanvoer via de IJssel lijkt hierbij van invloed te zijn. Ten aanzien van *VOX* kan worden geconstateerd, dat incidenteel en in beperkte mate de norm (5,0 µg/l) in enkele meren wordt overschreden. Voor *chloorfenolen* geldt in bijna alle gevallen dat de waarnemingen beneden de detectiegrens van 0,01 µg/l liggen. In het algemeen kan worden geconstateerd, dat het totale kwaliteitsbeeld voor de zware metalen in 1997 weinig is veranderd ten opzichte van de voorafgaande jaren (tabel VIII.4).

Tabel VIII.4: Waarden voor zware metalen in 1997. Vet gedrukt zijn de waarden die de MTR-normen in 1997 niet halen. In het Gooimeer en Drontermeer zijn in 1997 geen zware metalen bepaald. De arseen concentratie is niet bepaald.

Parameter	MTR norm (NW4) (µg/l)	IJsm	Mm	Em	Nn	Ww	Vm	Dm	Vsm	Km	Zwm
cadmium	0,4	0,2	0,03	0,03	0,06	0,03	0,03	-	0,13	0,27	0,01
kwik	0,02	**0,05**	**0,02**	0,01	**0,07**	**0,03**	**0,05**	-	**0,042**	**0,098**	**0,102**
koper	1,5	**5,8**	**2,5**	**2,7**	**2,4**	**3,1**	**3,6**	-	**3,0**	**6,8**	**3,23**
nikkel	5,1	4	5	4,7	2,7	2,5	3,4	-	**6,3**	3,5	5,0
lood	11	5,3	4,8	3,6	6,3	8,5	5,3	-	3,7	8,2	2,8
zink	9,4	**29,6**	**11,8**	**17,0**	**27,7**	**26,4**	**27,7**	-	**37,8**	**43,0**	**19,5**
chroom	0,3	**4,7**	**5,6**	**4,4**	**1,7**	**5,7**	**4,4**	-	**7,9**	**5,6**	**2,2**
arseen	25	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

VIII.2 Biotische aspecten van het IJsselmeergebied

Algen

Algen zijn microscopisch kleine plantaardige organismen, die afhankelijk van de waterbeweging kunnen zweven of zinken en zijn aangepast om zinken zoveel mogelijk te voorkomen. De belangrijkste (hoofd)groepen algen die voorkomen in de zoete rijkswateren zijn blauwalgen, groenalgen en kiezelalgen. Iedere alg heeft chlorofyl-a als pigment in de celwand, met behulp waarvan de fotosynthetische reactie kan worden uitgevoerd en koolhydraten en zuurstof worden geproduceerd. Aan de hand van de concentratie chlorofyl-a kan de hoeveelheid algen worden bepaald. Blauwalgen kunnen toxines produceren die gezondheidsrisico's voor recreanten ten gevolge kunnen hebben.

Tabel VIII.5: Referentiewaarden en waarden in 1996 voor biovolume ($\mu m^3/ml$) van een tweetal soorten blauwalgen in IJssel- en Markermeer.

	Referentie-waarde	Zomer-gemiddelde IJsselmeer	Piekwaarde IJsselmeer	Zomer-gemiddelde Markermeer	Piekwaarde Markermeer
Microcystis aeruginosa	5×10^5	$6{,}3 \times 10^5$	3×10^6	$1{,}5 \times 10^5$	$2{,}72 \times 10^5$
Aphanizomenon flos-aquae	6×10^5	$3{,}6 \times 10^6$	$1{,}6 \times 10^7$	$3{,}7 \times 10^5$	$9{,}19 \times 10^5$

In 1996 waren zowel het Markermeer als het IJsselmeer door blauwalgen gedomineerde systemen op basis van het aantal cellen (tabel VIII.5). Op basis van het biovolume wordt het IJsselmeer in 1996 gedomineerd door blauwalgen en het Markermeer door groenalgen. Met uitzondering van de groenalgen overtreft het biovolume van algen in het IJsselmeer dat in het Markermeer. Naast de lagere nutriëntenbelasting van het Markermeer zal met name het verschil in het lichtklimaat onder water bepalend zijn voor de verschillen tussen de twee meren. De bodem van het Markermeer bestaat uit slib wat reeds bij lage windsnelheid in oplossing kan gaan en nadelig is voor algen doordat het de hoeveelheid licht beperkt.

In het Ketelmeer is de invloed van de IJssel duidelijk waarneembaar. Er worden weinig blauwalgen waargenomen en veel kiezelalgen. In het Zwarte Meer lijkt het algenbeeld op het beeld in het Ketelmeer, maar met meer draadvormige blauwalgen. De soortensamenstelling van het Vossemeer toont grote overeenkomst met het Drontermeer en Veluwemeer. De bedekkingsgraad van algen in het Veluwemeer en Wolderwijd is de laatste jaren omgekeerd evenredig aan die van kranswieren. In de periode 1996-1999 is *Diatoma tenuis* afwezig, de kiezelalg die sinds 1981 de voorjaarsbloei domineerde. Enigszins verontrustend is de in het voorjaar van 1999 optredende bloei van de blauwalg *Anabaena lemmermanni* in het Veluwemeer. In het Gooimeer wordt relatief veel *Aphanizomenon flos-aquae* gevonden, deze blauwalgsoort gedijt beter in dit iets diepere randmeer (gemiddelde diepte is 3,6 m).

Zoöplankton

Zoöplankton bestaat uit kleine (enkele micrometers tot enkele millimeters), dierlijke organismen die actief bewegen, maar deels toch afhankelijk zijn van (passieve) waterbeweging voor hun verspreiding en om te voorkomen dat ze naar de bodem zinken. Zij leven grotendeels van algen, ander zoöplankton en detritus. Tot het zoöplankton behoren raderdieren (Rotatoria), roeipootkreeftjes (Copepoda), watervlooien (Cladocera) en larven van Driehoeksmosselen (veligerlarven). Zoöplankton vormt een belangrijke voedselbron voor jonge en planktivore vis. De aanwezigheid van waterplanten heeft een sterk positief effect op de soortenrijkdom van het zoöplankton door het bieden van schuilgelegenheid tegen onder andere vispredatie. Waterplanten kunnen op deze wijze de aantallen en de diversiteit van het zoöplankton positief beïnvloeden.

Waterplanten

De diepte waarop waterplanten zich nog kunnen ontwikkelen is afhankelijk van de diepte waar voldoende licht doordringt voor netto-fotosynthese (het energie-leverende proces). Waterplanten komen niet veel dieper voor dan zo'n 2 maal het doorzicht in de waterkolom. Bij genoeg licht en een gering gehalte aan nutriënten kunnen waterplanten tot 5 m diepte voorkomen in het IJsselmeergebied. In het IJsselmeer en Markermeer is slechts een klein percentage van het bodemoppervlak bezet met waterplanten. De oorzaak hiervan is zowel de diepteverdeling van de meren als het doorzicht (tabel VIII.6).

Tabel VIII.6: Watervegetatie in delen van het IJsselmeer en Markermeer, in aantal ha 100% bedekking.

	Gouw-zee 1998	Edam-Hoorn 1998	Hoorn-Enkhuizen 1996	Enkhuizen-Trintel-haven 1996	Medem-blik-Andijk 1996	Den Oever 1996	Kornwer-derzand-Workum 1998	Hindeloop en-Stavoren 1996	Lemmer 1996
Totale opp. gebied	2087	<6528	<2994	<7322	4199	1888	<5266	9366	7017
Geinterpoleerde oppervlakte*	1995	<4776	<574	<2128	519	618	<2142	1265	2107
Totale bedekking waterplanten	1219	<1294	<211	<380	<138	<73	<1228	<281	<669
Kranswierbedekking	<74	<26	0	0	0	0	<607	<10	23

*) Geinterpoleerde oppervlakte: veldoppervlak is puntsgewijs gemeten en daarna geinterpoleerd
- Het teken "<" verwijst naar een opname van minder dan 10 ha, waardoor de nauwkeurigheid van de optelling niet meer tot op de ha nauwkeurig kan worden verondersteld.

Ruwweg kan gesteld worden dat op een diepte waar minder dan 1% van de lichtintensiteit aan het oppervlak doordringt er geen respiratiesnelheid en groei van waterplanten mogelijk is. In het algemeen zijn de mogelijkheden voor vestiging van waterplanten in diepe plassen beperkt. Slechts een ondiepe oeverzone (tot maximaal 5 meter) biedt kansen.

In de Randmeren komen de kranswieren tot op een diepte van 2,5 meter voor. Fonteinkruiden hebben hun optimum op een diepte van 2,5 m. In de afgelopen jaren is de diepte waarop waterplanten voorkomen toegenomen. Dit is mogelijk geworden door een toegenomen doorzicht (tabel VIII.7).

Tabel VIII.7: Watervegetatie in de Randmeren, in aantal ha 100% bedekking.

	Vm 1998	Dm 1998	Vm 1997	Km 1997	Zwm 1997	IJm 1997	Gm 1998	Nkn-Em 1997	Ww-Nn 1998
Totale oppervlakte gebied	<3000	<489	297	3536	<1606	4187	<2335	<1386	< 2311
Geinterpoleerde oppervlakte*	2990	479	238	764	1596	2841	<2335	<1386	2301
Totale bedekking waterplanten	2634	425	<175	475	1265	960	<739	391	1792
Kranswier	2247	223	<54	0	16	210	0	0	1122

*) Geinterpoleerde oppervlakte: veldoppervlak is puntsgewijs gemeten en daarna geinterpoleerd
- Het teken "<" verwijst naar een opname van minder dan 10 ha, waardoor de nauwkeurigheid van de optelling niet meer tot op de ha nauwkeurig kan worden verondersteld.
- De afkortingen van de Randmeren staan uitgeschreven in de begrippenlijst.

In een studie naar de stabiliteit van de Veluwerandmeren is geconcludeerd dat de toename van kranswieren cruciaal is voor de weerstand van het heldere watersysteem, doordat ze het achtergronddoorzicht doen toenemen en de chlorofyl-a/nutriëntenratio's doen afnemen. Een stabiele heldere situatie is alleen te bereiken met een 100% kranswierbedekking op minimaal 30% van het meeroppervlak (of een lagere bedekking over een groter oppervlak).

Driehoeksmosselen

Van alle macrofaunasoorten speelt de Driehoeksmossel (*Dreissena polymorpha*) de belangrijkste rol in het ecologisch functioneren van het aquatisch systeem. Dit is de reden dat de Driehoeksmossel als indicatorsoort wordt beschouwd. Driehoeksmosselen leven van organisch materiaal (zowel levende als afgestorven eencellige algen) die zij uit het water filteren.
In 1992 werden in het IJsselmeer de hoogste dichtheden aan Driehoeksmosselen aangetroffen in de driehoeken Breezand, Den Oever, Lelystad en Enkhuizen, Urk, Lelystad en hiermee is het beeld vergelijkbaar met het beeld dat uit de monitoring van 1981 volgde. Uit de waarnemingen van 1996 is goed zichtbaar dat de biomassa aan Driehoeksmosselen in het zuidelijk deel hoger is dan in het noordelijk deel. In het Markermeer is de populatie ten westen van de lijn Enkhuizen- gemaal de Blocq van Kuffeler en in het IJmeer in dichtheid wel afgenomen. In het zuidelijke deel van het Markermeer wordt de hoogste biomassa van Driehoeksmosselen gevonden. In de ruim 16 meter diepe IJmeer-put (NAP) zijn geen mosselen aangetroffen. In de Randmeren bevinden zich de belangrijkste Driehoeksmosselpopulaties in het Gooimeer en in het Wolderwijd; in het Drontermeer zijn de dichtheden het laagst. Tussen 1996 en 1998 is er in het Wolderwijd/Nuldernauw een vervijfvoudiging te zien in de dichtheid van de Driehoeksmossel; in het Veluwemeer is de dichtheid iets teruggelopen (tabel VIII.8).

Tabel VIII.8: Gemiddelde dichtheid Driehoeksmosselen (*Dreissena polymorpha*, exclusief broed) in 1996 (indien bepaald) en 1998 (in n/m2).

	Dm	Vm	Ww	Nn	Nkn	Em	Gm
1996 (n ≥ 5mm)		231,4	70,7	16,0			
1998 (n ≥ 7mm)	33,7	163,7	369,2	79,4	204,3	121,5	324,5

- Door een verschil in monsternamedatum werden als criterium voor broed in 1996 en 1998 verschillende lengtes gehanteerd.
- De afkortingen van de Randmeren staan uitgeschreven in de begrippenlijst (bijlage 2).

Vissen

In IJsselmeer en Markermeer domineren acht soorten de visstand in de oeverzone en in het open water: Aal, Snoekbaars, Baars, Pos, Spiering, Blankvoorn, Brasem en Bot (tabel VIII.9). In het IJsselmeer zijn de vangsten gemiddeld gezien ruim twee maal groter dan in het Markermeer. Het verspreidingspatroon in het IJsselmeer vertoont een karakteristieke noord-zuidgradiënt voor alle vissoorten, waarbij de biomassa in het noorden hoger is dan in het zuiden. In het Markermeer bevindt zich de hoogste visbiomassa in het zuid-oosten, maar de gradiënt is minder sterk dan in het IJsselmeer.

De samenstelling van de visstand in de Randmeren over de periode 1993-1996 laat zien dat Brasem, Pos, Snoekbaars, Blankvoorn en Baars domineren in het open water. In de oeverzone maken naast deze soorten ook Aal, Spiering, Bot en Alver een redelijk deel uit van de visstand. In het Ketelmeer worden beduidend meer soorten aangetroffen (37 in de periode 1993-1996) dan in de andere Randmeren. In het Ketelmeer en het Veluwemeer domineert een klein aantal soorten: Pos, Brasem, Blankvoorn, Baars en Snoekbaars (tabel VIII.10). Van alle Randmeren kent het Gooi-Eemmeer (in de periode 1992-1996) het laagste aantal vissoorten (19), hetgeen evenals de dominantie van Brasem in het open water en in de oeverzone, op een eutrofe toestand wijst. Daar is ook de meeste Brasem, Pos, Snoekbaars en Blankvoorn te vinden in vergelijking tot in de andere Randmeren.

Tabel VIII.9: Aantallen vissen in 1998 in het onderzoek met de grote kuil. (d = dominante vissoort). Bron: Klinge *et al.*, 1999.

Soort	IJsselmeer	Markermeer
aantallen trekken	28	14
rode aal (d)	15	22
snoekbaars (d)	498	838
baars (d)	2897	1501
pos (d)	1346	1131
spiering (d)	1734	1362
blankvoorn (d)	1316	917
brasem (d)	943	258
bot (d)	164	0
alver	0	4
driedoornige stekelbaars	48	2
rivierdonderpad	107	154
winde	3	0

Tabel VIII.10: Overzicht van de meerzomerige vis in de Veluwerandmeren in 1999 (in kg/ha) (d = dominante vissoort)

Meerzomerige vis *	Ww	Nn	Vm	Dm
snoekbaars (d)	1,4	3,1	1,4	6,5
baars (d)	1,8	3,6	0,9	8,2
pos (d)	1,6	0,6	0,5	9,5
blankvoorn (d)	16,9	9,1	8,3	32,5
brasem (d)	38,3	77,7	20,1	41
snoek	0,8	0,1	1,2	18,4
totaal meerzomerige vis	62,5	98,4	34,6	135,9
totaal visstand (broed+meerzomerige vis)	79,8	125,9	50,3	238,0

*) meerzomerige vis is vis die één jaar of ouder is. Alles wat jonger is heet broed.

- De afkortingen van de Randmeren staan uitgeschreven in de begrippenlijst (bijlage 2).

In het Veluwemeer-Drontermeer en Wolderwijd-Nuldernauw zijn recent limnofiele vissoorten gevangen die lange tijd niet of nauwelijks voorkwamen, zoals de Kleine modderkruiper en de Driedoornige stekelbaars.
Een verschil met de andere meren is het voorkomen van de Aal in het Gooi- en Eemmeer, die na Brasem het meest gevangen is. Dit is in overeenstemming met de commerciële vangst, die in het Gooi- en Eemmeer al meer dan tien jaar beduidend hoger ligt dan in de andere Randmeren.

Vogels

Het IJsselmeergebied heeft zich tot een natuurgebied van internationale allure ontwikkeld. Het gebied neemt binnen het netwerk van Europese wetlands een bijzondere plaats in. Dit komt vooral door schaal, (on)diepte en voedselrijkdom van het gebied en door de geografische ligging net ten zuiden van de 0° isotherm van de maand januari. Hierdoor is het IJsselmeergebied één van de zeer weinig grote benedenstroomse zoetwatergebieden in de gematigde klimaatzone van Europa, die 's winters in de regel slechts korte tijd dichtvriezen. Van de zestien internationaal belangrijke vogelsoorten die in het IJsselmeergebied voorkomen, zijn minstens twaalf aan het diepe water gebonden (tabel VIII.11).

De watervogels die voorkomen in IJsselmeer, Markermeer en Randmeren, kunnen worden ingedeeld door naar de voedselvoorkeur te kijken. Zo zijn er waterplanten-etende (herbivore), bodemfauna-etende (benthivore) en visetende (piscivore) watervogels.

Tabel VIII.11: Maximum aantal vogels in seizoen 1998/99 in IJsselmeer en Markermeer, de actuele Nederlandse winterpopulatie en het aandeel van het IJsselmeer en Markermeer in de Nederlandse winterpopulatie.

	Voedselbron	IJsselmeer en Markermeer	Nederland	%
Tafeleend	b	13.690	122.000	11
Kuifeend	b	50.247	226.000	22
Toppereend	b	74.585	158.000	47
Brilduiker	b	3.293	23.700	14
Meerkoet	b	27.267	360.000	8
Aalscholver	p	18.036	74.000	24
Grote Zaagbek	p	9.977	35.900	28
Middelste Zaagbek	p	140	19.600	1
Nonnetje	p	1.046	*2.592	40
Fuut	p	3.291	30.000	11
Visdief	p	500	54.000	1
Zwarte Stern	p	697	120.000	1
Kokmeeuw	p	18.773	825.000	2
Zilvermeeuw	p	521	300.000	<1
Stormmeeuw	p	5.474	400.000	1
Grote Mantelmeeuw	p	273	71.500	<1
Dwergmeeuw	p	417	11.200	4
Knobbelzwaan	h	4.208	13.000	32
Smient	h	94.890	327.000	29

- b = benthivoor, p = piscivoor en h = herbivoor.

Het aantal watervogels in de Randmeren is van rond de 15.000 in de jaren tachtig spectaculair gestegen tot 91.000 vogels in november 1997. De grootste aantallen vogels zijn aanwezig in de maanden september-december. De talrijkste soorten zijn meerkoet, tafeleend en knobbelzwaan, terwijl ook *pijlstaart en kleine zwaan zijn toegenomen. Eind 1997 lagen de aantallen* watervogels op ongeveer hetzelfde niveau als een jaar eerder, ondanks een verdubbeling van de biomassa van het kranswier. Alleen het aantal zwanen liet weer een sterke toename zien. Het gemiddeld aantal vogelsoorten is in het Veluwemeer als Wolderwijd-Nuldernauw sinds de jaren tachtig toegenomen. De oorzaken van deze stijging van het aantal watervogels liggen in de verbetering van de waterkwaliteit, alsmede de terugkeer van de waterplanten/kranswieren en Driehoeksmosselen. Dichtheden en soorten watervogels blijken zeer afhankelijk te zijn van het voedselaanbod. In november 1998 naderde het aantal watervogels in de Veluwerandmeren voor het eerst sinds de jaren zestig de 100.000. Knobbelzwaan, Meerkoet en Kuifeend namen verder toe, maar veel opvallender toenames waren er bij Brilduiker, Nonnetje en vooral Tafeleend, die met 49.000 vogels de helft van het totaal aantal getelde vogels uitmaakte. Met maar liefst 14% was daarmee een groter deel van de internationale populatie aanwezig dan bij de Kleine zwaan, die in het najaar van door de hoge waterstand in de Randmeren een slecht jaar had.

VIII.3 Gebruiksfuncties IJsselmeergebied

Van het IJsselmeergebied wordt op vele manieren gebruik gemaakt. In het onderstaande zijn de belangrijkste gebruiksfuncties kort beschreven. Andere gebruiksfuncties die voorkomen in het IJsselmeergebied, zoals energie-voorziening, militair oefenterrein en testgebied hebben geen directe relatie met ontgrondingen of vallen buiten de invloedssfeer van ontgrondingen. Deze worden daarom niet meegenomen in dit MER.

Recreatie en toerisme
De recreatieve betekenis van het IJsselmeergebied wordt in belangrijke mate bepaald door het uitgestrekte karakter van de meren, de uitstraling van de voormalige Zuiderzeehavens, de verbindingen met de omliggende wateren en de aanwezigheid van stranden, oevers, natuur en rust. Op diverse plaatsen langs de randen van de meren bevinden zich jachthavens met in totaal ongeveer 32.000 ligplaatsen met een gemiddelde bezettingsgraad van 90%. In het kader van IIVR is in het Nuldernauw een verdieping gepland naar aanleiding van een toenemende vraag naar mogelijkheden voor oeverrecreatie in de Randmeren (kaart VIII.2).

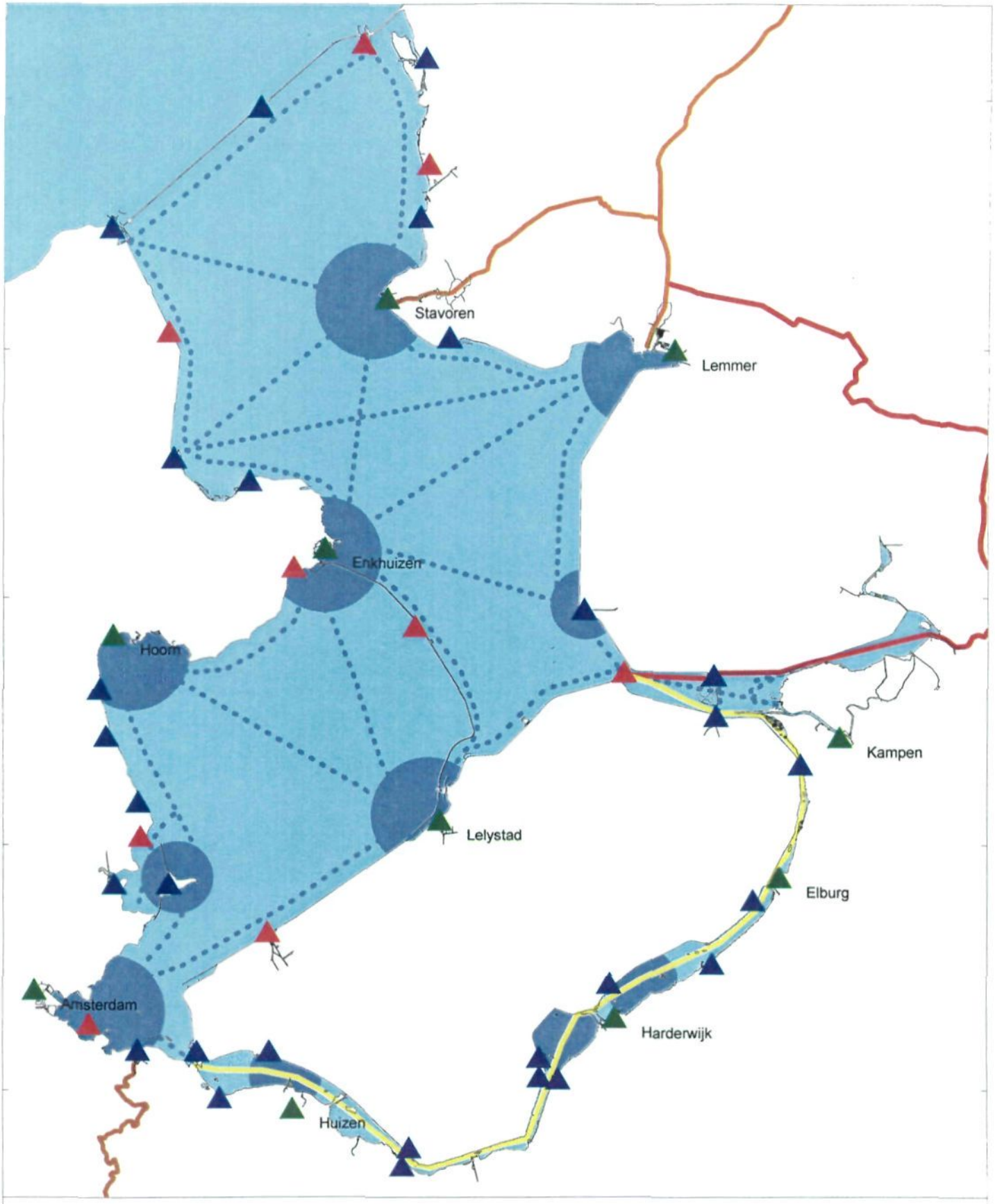
Beroepsvisserij
De beroepsvisserij is na de aanleg van de Afsluitdijk sterk gedaald. Er zijn nog ongeveer 95 beroepsvissers actief op het IJsselmeer en Markermeer en 8 beroepsvissers op de Randmeren. Er bevinden zich geen viskwekerijen in het IJsselmeergebied. De directe en indirecte bijdrage van de visserij aan de plaatselijke en regionale economie is relatief gering (280 mensjaren). De marktpositie van de vissers in het IJsselmeer en Markermeer is zwak. Aal, Baars, Snoekbaars en Spiering zijn de commercieel belangrijke vissoorten. In het IJsselmeer is het gedeelte commercieel belangrijke vis hoger dan in het Markermeer, door onder andere een hoger voedselaanbod en minder slibopwerveling. De visproductiviteit van het Markermeer is daardoor ongeveer de helft lager dan in het IJsselmeer. De hoeveelheid Aal, Baars en Snoekbaars is de afgelopen 20 jaar dramatisch teruggelopen. Er wordt verwacht dat met verdergaande nutriëntenreductie de algenbloei in de toekomst zal verminderen, het doorzicht zal toenemen en de hoeveelheid vissen zal afnemen.

Verkeer en vervoer
Het IJsselmeer en het Markermeer zijn voor de beroepsscheepvaart belangrijke schakels in het vaarwegennet. Zo loopt er een hoofdvaarweg Amsterdam-Lemmer (VAL). Weliswaar is het aantal passages de laatste jaren gedaald, maar als gevolg van schaalvergroting is het gepasseerde tonnage gestegen. De vaarroute Kornwerderzand-Urk is van belang voor viskotters met visgronden op de Noordzee. Sterk groeiende bedrijfstakken binnen de beroepsscheepvaart waren de laatste jaren de containervaart en de zeilende passagiersschepen (bruine vloot).

Veiligheid
Voor de veiligheid van een dijk zijn de waterstanden, de golfhoogte en de golfoploop voor of op het betreffende dijkvak van belang. De waterstand voor een dijkvak wordt bepaald door het meerpeil en de op- en afwaaiing.

Wonen en drinkwatervoorziening
Op een aantal plekken in het IJsselmeergebied is en wordt gebouwd in buitendijkse gebieden. In Lelystad gebeurt dit op meerdere plaatsen in de vorm van recreatiewoningen. Ook de ontwikkeling van de woningbouwlocatie IJburg bij Amsterdam is een voorbeeld van het buitendijks bouwen.

Aan het IJsselmeer en het Veluwemeer is de functie oppervlaktewater bestemd voor de bereiding van drink- en industriewater toegekend. Het Veluwemeer heeft een drinkwaterfunctie vanwege de bijdrage aan het grondwater dat wordt ingenomen voor de drinkwaterwinning in Bremerberg. Het water uit het IJsselmeer wordt in Andijk ingenomen voor drinkwaterbereiding. In het algemeen voldoet het water in het IJsselmeer aan de normen voor drinkwaterbereiding. Vooral nutriënten en pH vormen echter nog een knelpunt.



Kaart VIII.2. Recreatievaart in het IJsselmeergebied

- speerpunt voor grootschalige ontwikkeling
- bestaande concentratiepunten
- ontwikkeling mogelijk

BRTN-routes:
- Friesland
- Noord-West Overijssel
- Randmeren
- Vecht

- zones met intensieve recreatievaart
- overige zones met recreatievaart

0 5 10 15 Kilometers

N

Ministerie van Verkeer en Waterstaat
Directoraat-Generaal Rijkswaterstaat
Directie IJsselmeergebied
Afdeling: ANM
Datum: juni 2000

Bijlage 9: Autonome ontwikkeling in het IJsselmeergebied

In het IJsselmeergebied zijn de komende periode diverse activiteiten en ontwikkelingen te verwachten, die niet afhankelijk zijn van ontgrondingen. In deze bijlage worden die autonome ontwikkelingen per beleidsthema besproken. De definitie voor de autonome ontwikkeling die is toegepast bij de effectberekeningen in dit MER is opgenomen in hoofdstuk 7.

Recreatie en toerisme

In de Vierde nota over de ruimtelijke ordening (Ministerie van VROM, 1998) is het nationale recreatiebeleid voor het IJsselmeergebied per watersysteem uitgewerkt. De Randmeren vormen een natuurontwikkelingsgebied waarin gelijkwaardige ruimte is voor waterrecreatie. In het kader van het project Integrale Inrichting Veluwerandmeren (IIVR) wordt voor een deel van de Randmeren momenteel een integraal inrichtingsplan opgesteld. De groei in de recreatiesector zal worden opgevangen door het bieden van passende voorzieningen binnen de ecologische randvoorwaarden die het systeem stelt. Aan het IJsselmeergebied is in de VINEX (Ministerie van VROM, 1998) de blauwe koers toegekend, wat betekent dat behoud en ontwikkeling van de natuurfunctie samengaan met kwalitatieve verbetering en uitbreiding van de recreatieve voorzieningen.
Mede door stedelijke uitbreidingen onder andere van Amsterdam, Almere en Lelystad, zal de recreatieve druk op het gebied toenemen. Verwacht wordt dat een toenemende vraag ontstaat naar ligplaatsen en aanlegplaatsen.

In het Structuurschema Groene Ruimte, SGR (Ministerie van LNV, 1995) wordt voor het noordelijk deel van het IJsselmeer het accent gelegd op behoud en ontwikkeling van natuurlijke oeverzones. Uitbreidingsmogelijkheden voor watergerichte recreatie dienen volgens het SGR zoveel mogelijk te worden gevonden binnen bestaande recreatief-toeristische concentraties. In het Markermeer en zuidelijk deel van het IJsselmeer legt het SGR het accent op natuur en uitbreiding van watergerichte recreatie. In het IJsselmeergebied is ruimte voor een uitbreiding van het aantal vaste ligplaatsen met maximaal 18.000.

Verdere ontwikkeling op het gebied van intensieve dagrecreatie, verblijfsrecreatie en watersport wordt vooral voorzien in de zwaartepunten voor recreatie ondermeer bij Lelystad, Almere en Zeewolde Hier wordt de ontwikkeling van de kuststroken van door de provincie Flevoland ondersteund. Bij uitbreiding of herstructurering van bestaande toeristisch-recreatieve accommodatie in de zwaartepunten voor recreatie die in de Ecologische Hoofdstructuur zijn gelegen, dienen de bestaande waarden van natuur en recreatie te worden ontzien. Voor het versterken van de toeristisch-recreatieve basisstructuur wordt gestreefd naar uitbreiding van o.a. vaarroutes en aanleg van nieuwe stranden en voorlanden.
De toekomstige vaargebieden verschuiven van het zuidelijk IJsselmeergebied naar het noordelijk deel, IJsselmeer en de Waddenzee. Dit komt o.a. door de toegenomen gemiddelde lengte van de schepen (Waterrecreatie Advies, 1999). Voor de totale recreatievaart wordt een stabiele tot lichte stijging van het aantal passages verwacht.

Beroepsvisserij
De beroepsvisserij is niet alleen van historische betekenis is, maar nog steeds een van de kenmerkende activiteiten in het landelijk gebied (Ministerie van LNV, 1999).
Streefbeelden voor 2010 en uitgangspunten voor het visserijbeleid zijn:

- De visstand is steeds passend bij de aard en kwaliteit van het aanwezige ecosysteem en kan zichzelf instandhouden;
- Het visstandbeheer wordt zo ingericht dat de verschillende belanghebbenden zijn georganiseerd en samenwerken. De benutting van de visstand is geheel gebaseerd op het "wise use" principe, zodat ze geen blijvend negatief effect heeft op de soortenrijkdom van de wateren;
- Visserij geschiedt zo selectief mogelijk dus met minimale bijvangst.

Verkeer en vervoer
De verwachting is dat het transport over water zal toenemen, zowel het transport van goederen als van mensen. Transport van goederen over water kan toenemen doordat de schepen in lengte en breedte toenemen. Tussen 1988 en 1998 is het laadvermogen per schip met ongeveer 2,5% per jaar toegenomen. Deze trend lijkt zich door te zetten in de komende jaren (Boxsem & van Wees, 1999).

Voor goederentransport kan vooral de verbinding tussen Amsterdam-Lemmer verder worden ontwikkeld in combinatie met overslagcentra. Het personenvervoer heeft met name kans op het traject Amsterdam-Almere-Lelystad (Ministerie van V&W, 1998c).
In het Meerjarenplan Infrastructuur en Transport, MIT (Ministerie van V&W, 1998c) is een verkenning aangekondigd naar de vaargeul Amsterdam-Harlingen. Ook wordt gekeken naar de vaarweg Ketelmeer en de Triangel (bij Urk).
Om de scheepvaartfunctie in stand te houden en waar nodig te versterken, is onderhoud nodig aan de hoofdvaargeulen en kan ontgronding van nieuwe vaargeulen wenselijk zijn.

Veiligheid en waterbeheer
De ontwikkelingen op het gebied van de verandering van waterpeilen in het IJsselmeergebied worden onderzocht in het kader van het project Waterhuishouding in het Natte hart (WIN). Het peil van het IJsselmeer zal naar verwachting in de komende 50 jaar stijgen met ongeveer 20 cm t.o.v. van het huidige streefpeil, tenzij de spuicapaciteit bij de Afsluitdijk wordt aangepast of de bergingscapaciteit wordt uitgebreid. De toevoer van Rijnwater via de IJssel zal toenemen door een verschuiving van smelt- naar regenrivier door toename van de neerslag. Dit geeft een stijging van de winterafvoer. De verwachting is dat hierdoor de zomeraanvoer zal dalen en dit samen zal een toenemende waterstandsdynamiek geven. Dit alles wordt onder andere veroorzaakt het broeikaseffect (Ministerie van V&W, 1999a). Om deze veranderingen het hoofd te kunnen bieden wordt er naar maatregelen gezocht als het verhogen van dijken, aanpassen van spuicapaciteit, dynamischer peilbeheer, vergroten van de bergingscapaciteit enzovoorts.

Wonen en drinkwaterbehoefte
Wonen aan het water is populair en de verwachting is dat dat zo zal blijven. Een gevolg daarvan kan zijn dat vaker buitendijkse bebouwing wordt overwogen. Een dergelijke ontwikkeling wordt momenteel onder andere waargenomen bij Lelystad en Almere. De Ministeries van VROM, LNV en V&W *reageren terughoudend, de natuur- en milieubeweging is tegen.* Het IJsselmeergebied komt onder de Vogelrichtlijn te vallen en het IJmeer,

Markermeer en Gooimeer bevinden zich ook nog in de Ecologische Hoofdstructuur, dus is het niet vanzelfsprekend dat buitendijks bouwen goed gekeurd wordt. Bovendien is er op het land nog voldoende ruimte om te bouwen. Door bevolkingsgroei zal de druk op de ruimte in de toekomst groter worden. De nota 'Integrale Visie IJsselmeergebied 2030' zal nader ingaan op deze ontwikkelingen.

In de gehele provincie Flevoland zijn circa 43.000 nieuwe woningen opgenomen in de woningbouwplannen tot 2005. Woningbouw op de VINEX-locatie Almere voorziet in 27.000 nieuwbouwwoningen. Totaal vallen 87.000 nieuwbouwwoningen uit het VINEX-beleid rond en in het IJsselmeergebied, waarbij dus zand afkomstig kan zijn uit het IJsselmeergebied. De verdeling van VINEX-woningen met zandbehoefte uit het IJsselmeergebied voor de omringende provincies is te zien in tabel IX.1.

Tabel IX.1: Nieuwbouwprojecten waarvan het betrekken van uit het IJsselmeergebied te verwachten is.

Provincie	Stadsgewest	VINEX woningen (tot 2005)	Woningen daarvan met zandbehoefte IJsselmeergebied
Flevoland	Almere	27000	27000
Fryslân	Overig Fryslân	11200	2800
Gelderland	Overig Gelderland	43880	4388
Noord-Holland	Alkmaar	9600	1920
		4700	1410
	Amsterdam	43100	12930
		4500	2250
		12000	12000
	Hilversum	3350	1675
		150	135
		1000	1000
Overijssel	Zwolle	1000	1000
Utrecht	Amersfoort	12700	11430
	Overig Utrecht	11700	3510
	Utrecht	5600	1680
Totaal		**191480**	**85128**

Meer inwoners betekent ook meer vraag naar drinkwater. Op korte termijn is het noodzakelijk voor de drinkwatervoorziening aanvullende bronnen te ontwikkelen. Daarbij vormen de winning en zuivering van oppervlaktewater vanuit het Markermeer, naast het mogelijk diepinfiltreren van oppervlaktewater in de diepere zandlagen en oeverfiltraatwinning langs de Randmeren van Oostelijk en Zuidelijk Flevoland, mogelijke alternatieven. De mogelijke drinkwaterfunctie van het Markermeer moet in samenhang worden gezien met de andere mogelijke functies (recreatie, natuur, landaanwinning, zandwinning) van dit meer.

De inpoldering van (een deel van) het Markermeer is volgens de Provincie Flevoland (1999) voor de toekomst niet uit te sluiten. Het is namelijk niet aannemelijk dat de ruimtelijke vraagstukken in het westen van Nederland de komende decennia zo zullen verminderen dat geen behoefte meer zal bestaan aan nabij gelegen ruimte. Het PKB Markerwaard is echter voorlopig opgeschord. Daarnaast is de natte reservering voor de Markerwaard in de Vijfde Nota Ruimtelijke Ordening komen te vervallen.

Natuur

Omdat Nederland in internationaal opzicht een grote verantwoordelijkheid heeft voor 'wetlands', streeft het Rijk ernaar vooral te investeren in het vergroten van het areaal natte natuur (Ministerie van V&W, 1999a).

Herstel van de waterkwaliteit en waterplanten heeft prioriteit. Van de Veluwerandmeren is gebleken dat het kansrijk is de open water natuur te herstellen. De waterplantenvegetaties herstellen zich weer. De verwachting is dat deze tendens zich voortzet in de komende jaren (Ministerie van V&W, 1999a).

In het Veluwemeer wordt geen verdere toename van de hoeveelheid waterplanten verwacht. Het is wel mogelijk dat in de diepere delen kranswieren de fonteinkruiden zullen vervangen. In het Wolderwijd kan bij een verder toename van het doorzicht ook het diepe deel van het meer gekoloniseerd worden door kranswieren. Naar verwachting zal in het Drontermeer een geleidelijke toename van de kranswieren optreden.
De Driehoeksmosselen kunnen bij een verdere toename van de kranswieren gaan afnemen. Als niet wordt gemaaid, zal het water in het Veluwemeer en Wolderwijd stabiel helder worden. Het valt echter niet uit te sluiten dat incidenteel drijflagen van blauwalgen voor zullen komen.

Verschillende natuurontwikkelingsprojecten zitten momenteel in de planningsfase:

- De Natte As bij Harderwijk; hier worden thans een aantal "stapstenen" aangelegd in de vorm van eilandjes van de oever van Harderwijk in het Veluwemeer naar de polder bij Harderbroek in het Wolderwijd. Dit wordt gedaan om de verbinding tussen het 'oude' en 'nieuwe' land te versterken voor flora en fauna;
- Delta Schuitenbeek: Dit project is gesitueerd in het Nuldernauw waar de Schuitenbeek dient te worden verlegd om zo een moerasachtige delta te creeren om het vervuilde water uit de Schuitenbeek door middel van natuurlijke zuivering in het Nuldernauw te laten stromen;
- Enkhuizerzand: Dit project is gelegen bij Enkhuizen aan beide kanten van de Houtribdijk. Hier ligt een belangrijk vogelrustgebied, dat met dit project versterkt gaat worden door meer verhogingen en dynamiek aan te brengen in het gebied.

Bijlage 10: Effectentabellen en toelichting

De wijze waarop de onderscheidende aspecten zijn beoordeeld, worden in deze bijlage per aspect nader toegelicht. In tabel X.6 zijn de effecten over de periode 2001-2010 opgenomen, in tabel X.7 die over de periode van 2001-2025.

X.1 Beoordeling abiotische aspecten

Kwel

Criterium: verandering ten opzichte van bestaande kwel (mm/dag).

Methode: extrapolatie van de gegevens uit de modelberekeningen op basis van het Nationale Grondwatermodel (NAGROM).

Uitwerking:
De gegevens in onderstaande tabel zijn ontleend aan modelberekeningen die zijn uitgevoerd voor dit MER (Blonk, 2000).

Tabel X.1 Resultaten modelberekeningen zandwinning (Blonk, 2000).

Zandwinplaatsen	Diepte	kwelverandering direct na beëindiging	kwelverandering enige tijd na beëindiging	Initieel kwelgebied
Kuil van Marken	150 m	-0,05 tot -0,25	beperkt tot zandwinput	Flevoland
Markermeer zuid-oost	150 m	-0,05 tot -0,10	beperkt tot deel Markermeer	Flevoland en Noord-Holland
Markermeer noord-oost	150 m	-0,05 tot -0,10	beperkt tot klein gebied rond zandwinning	Noord-Holland
Houtrib	150 m	-0,05 tot -0,50	beperkt tot klein gebied NOP	NOP en Flevoland
zone Medemblik Lemmer	150 m	beperkt tot het IJsselmeer	beperkt tot klein gebied in het IJsselmeer	
Gooimeer	12 m	-0,05 in Gooimeer	beperkt tot klein gebied rond zandwinput	Gooimeer
Gooimeer	16 m	-0,05 tot -0,25	-0,05	Flevoland
	20 m	-0,05 tot -0,1	beperkt tot Gooimeer	
Veluwemeer	5 m	beperkt tot een klein gebied rond zandput	idem	Veluwemeer
Veluwemeer	12 m	-0,05 tot -0,5	-0,05 tot -0,1	Flevoland
zuidelijk van Marken	30 m	-0,05 tot -0,10	beperkt tot klein gebied zandwinput	Flevoland, N-H, Marken
verdieping vaargeul A'dam - Lemmer			van verwaarloosbaar tot -0,1	minimaal gedeelte in NOP
Houtrib bij verhoogd IJsselmeerpeil (0,3m)		-0,05 tot -0,50	-0,05 tot - 0,10	NOP en Flevoland

De resultaten voor kwelverandering direct na beëindiging van zandwinning, zoals die uit de modelberekening naar voren komen, representeren als het ware een 'worst-case' benadering. In de meeste gevallen is 'na enige tijd' de kweltoename tot een zeer laag niveau gereduceerd. Dit wordt ook in de praktijk waargenomen; al tijdens de onderbreking van de zandwinning treedt daling van optredende kwel op. Omdat zandwinning over een lange periode wordt

uitgespreid, zullen de theoretische waarden uit de modelberekening zich in de praktijk nooit voordoen.
Omdat in de modelberekening voor de nieuwe winzones alleen waarden zijn berekend voor zeer diepe putten (tot 150 m), moeten de kweleffecten voor matig diepe (30 m) en diepe (70 m) winning worden geschat. Voor die vertaalslag is gebruik gemaakt van de diepteligging van de scheidende lagen in het IJsselmeergebied. Daarbij diende als uitgangspunt dat daar waar de bovenste scheidende lagen op meer dan -150 m liggen dezelfde kwelwaarden voor de alternatieven B150, B70 en B30 worden aangehouden. Als de scheidende lagen op circa -50 m liggen, zijn voor diepe en zeer diepe winningen (B150 en B70) dezelfde waarden aangehouden en is voor matig diepe winning (B30) een (relatief) lagere waarde aangenomen.
Op grond van deze overwegingen en uitgangspunten zijn voor de alternatieven in de effecten tabellen de volgende waarden ingevuld:

Tabel X.2: Mm kwel/dag direct na beëindiging van de zandwinning.

	maximale kwelverandering in kwelgebied (mm/dag)
autonome ontwikkeling 2010	0,1
alternatief H	0,1
alternatief Ko	0,05
alternatief Kd	0,5

locatievarianten	1	2	3	4a	4b	5
alternatief B30		0,1			0,5	
alternatief B70	0,25	0,1	0,1	0	0,5	0
alternatief B150	0,25	0,1	0,1	0	0,5	0

Slotopmerkingen:
- De grootste kweltoename vindt plaats bij zandwinning in het Veluwemeer (diepe winning volgens alternatief Kd, 12 m) en de Houtrib (nieuwe winzone locatie 4b of II, maximaal 150 m): 0,5 mm/dag;
- Wordt het effect van zandwinning binnen de onderzochte locaties afgezet tegen de grootte van het gebied dat hierdoor wordt beïnvloed, dan is winning op de locatie Houtrib (varianten B30-II, B70-4b en B150-4b) negatiever dan de diepe winning in het Veluwemeer (alternatief Kd);
- Het is van belang te realiseren dat kwel door maatschappelijke ontwikkelingen (landbouw -> natuur) op termijn op een andere wijze kan worden beoordeeld. In het licht van de verdrogingsproblematiek zal kwel eerder positief dan negatief worden beoordeeld.

Vast substraat

Criterium: verandering oppervlak met vast substraat boven NAP -10 m.

Methode: op basis van onderstaande uitgangspunten is de oppervlakte aan substraat geschat die toe- danwel afneemt

Uitwerking:
1. Er is alleen gekeken naar de *verandering* in het oppervlak vast substraat als gevolg van ontgrondingen;
2. Aangenomen is dat er vast substraat aanwezig is als de toplaag van de waterbodem uit zand bestaat. Dit is volgens de geologische en bodemkundige atlassen van het IJsselmeergebied het geval in:
   - het grootste deel van het IJsselmeer (behalve een gebied dat ruwweg uit winzone 4b bestaat 'driehoek Ketelbrug - Flevocentrale - Urk' en een gedeelte in het midden van het IJsselmeer waar de vaarroute Enkhuizen-

den Oever en het middendeel van de vaarweg Urk - Kornwerderzand in vallen);
- een klein deel van het Markermeer (bij Enkhuizen);
- een klein deel van het Gooimeer (ten westen van Huizen);
- het grootste deel van het Nuldernauw en het Wolderwijd (met uitzondering van het gebied direct ten oosten van de Nijkerkersluis en het noordwestelijk deel van het Wolderwijd);
- het grootste deel van het Veluwemeer (behalve de strook rond de vaargeul tot de eilanden van de Hardersluis tot de Bremerbergse Hoek);
- het Drontermeer en Vossemeer;
- het oostelijk deel van het Ketelmeer (ten noorden van het Keteldiep);
- het grootste deel van het Zwarte Meer.

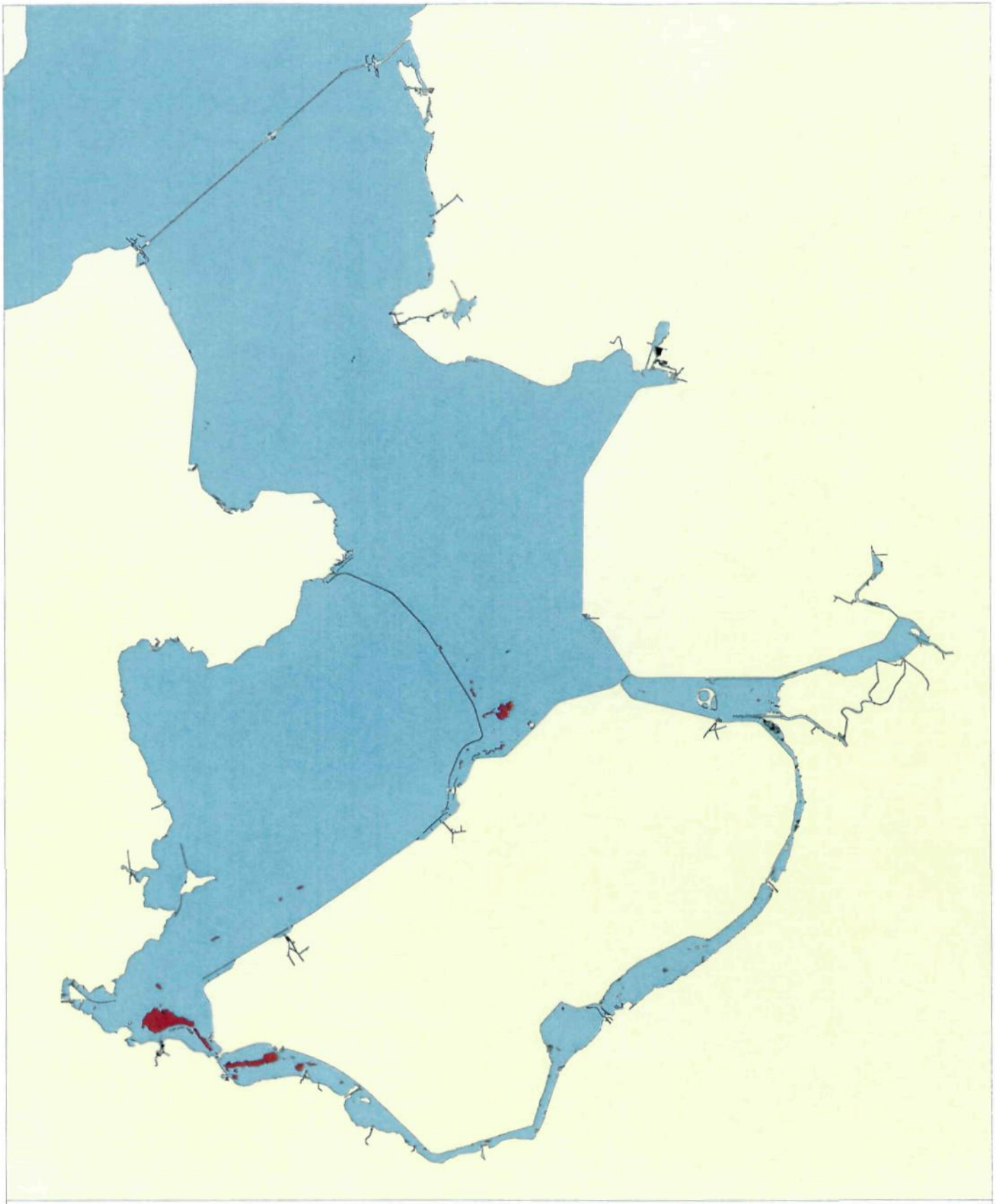
In deze gebieden zullen ontgrondingen met een opleveringsdiepte dieper dan NAP -10 m leiden tot afname van dit substraat.

Zie voor de gebieden met met een bodemligging dieper dan NAP -10 m kaart X.1. Momenteel is 965 ha van het beheersgebied dieper dan NAP -10 m. Op kaart X.2 is aangegeven waar de toplaag in de huidige situatie uit hard substraat bestaat.

1. In slibrijke gebieden zal, zo wordt aangenomen, nieuw hard substraat ontstaan door ontgrondingen. Dit betreft:
   - een deel van het IJsselmeer (potentiële winzone 4b en en een gedeelte in het midden van het IJsselmeer waar de vaarroute Enkhuizen-den Oever en het middendeel van de vaarweg Urk - Kornwerderzand in vallen);
   - het Markermeer (exclusief een klein gebied bij Enkhuizen);
   - het grootste deel van het Gooimeer;
   - een klein deel van het Wolderwijd en Nuldernauw (waar geen voorgenomen ontgrondingslocaties liggen);
   - de strook rond de vaargeul in het Veluwemeer tot aan de eilanden vanaf de Hardersluis tot de Bremerbergse Hoek;
   - een gedeelte van het Ketelmeer (waar geen voorgenomen ontgrondingen liggen);
   - een klein deel van het Zwarte Meer;
2. Na de ontgronding zal de slappe bovenlaag, indien aanwezig, langzaam in de ontgrondingsput gaan schuiven;
3. Volgens de literatuur is te verwachten dat met name in de bodem tussen NAP -5 tot -10 m nieuw bodemleven zal worden aangetroffen als er nieuw vast substraat ontstaat;
4. Aangenomen is dat zich een talud van rond 1:7 instelt;
5. Een en ander betekent dat in de gebieden waar vorming van nieuw vast substraat op een diepte van NAP -5 tot -10 m kan worden verwacht, wordt aangenomen dat dit zal plaatsvinden in een strook met een breedte van circa 35 m langs de rand van de ontgronding;
6. Voor nieuw gevormd oppervlak met vast substraat tussen NAP -5 en -10 m door vaarwegaanleg of -verbetering zijn de volgende rekenregels aangehouden:
   - voor nieuw aan te leggen vaarwegen is het nieuw oppervlak met vast substraat gelijk aan de lengte maal 2 keer de breedte van 35 m;
   - voor te verbreden vaarwegen is het nieuw oppervlak met vast substraatgelijk aan de lengte keer 35 m;
   - voor ontgrondingen buiten de vaarwegen is aangenomen dat de uiteindelijke vorm die van een vierkant benadert, zodat het nieuwe oppervlak met vast substraat bij benadering gelijk is aan 4 keer de wortel

van het oppervlak van de put vermenigvuldigd met de strookbreedte van 35 m.

De resultaten van deze berekeningen zijn verdisconteerd met de waarden van substraatverandering die als gevolg van het huidige beleid ontstaan.



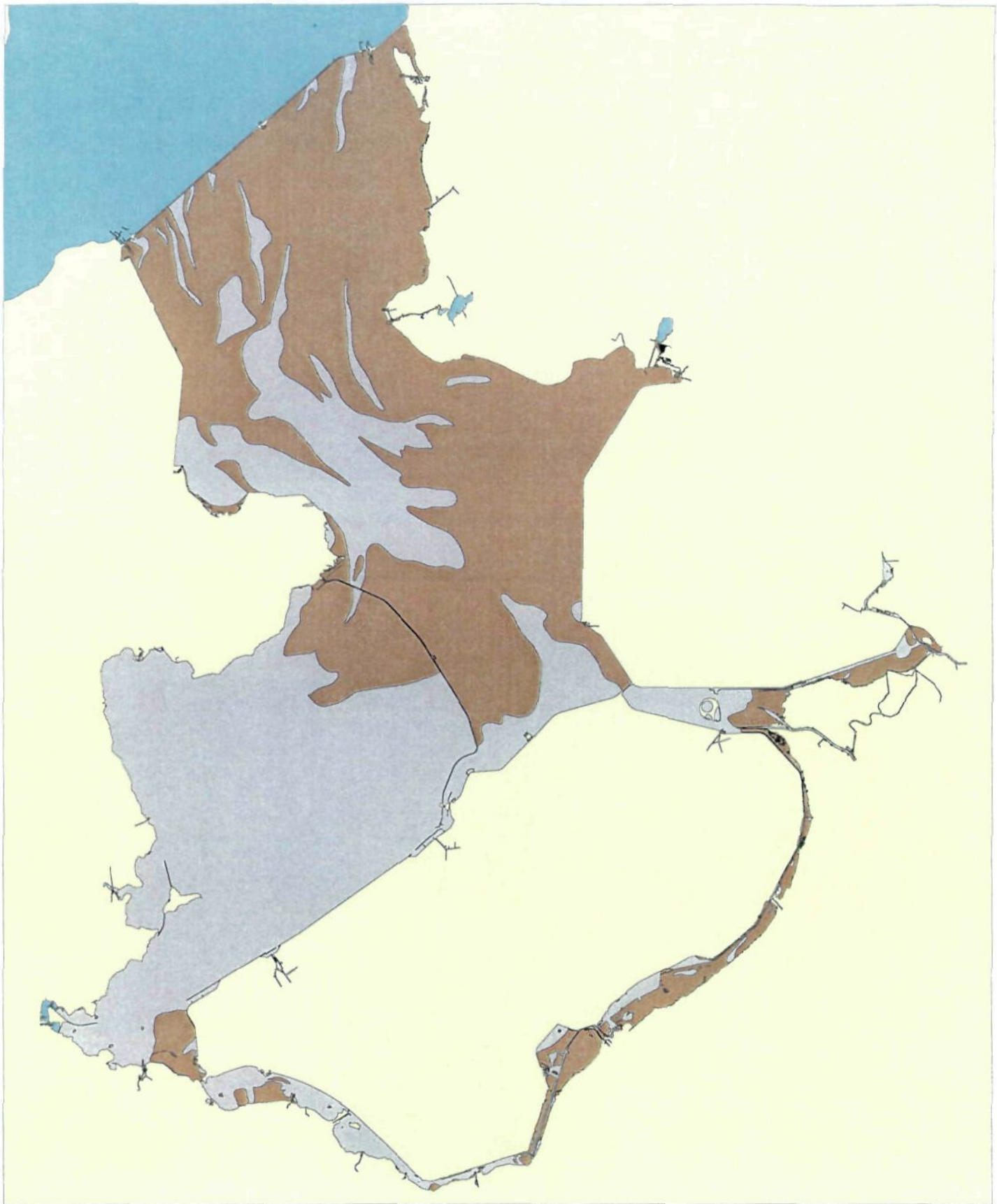
Kaart X.1. Waterbodem dieper dan NAP -10 m

> NAP -10 m

0 5 10 15 Kilometers

N

Ministerie van Verkeer en Waterstaat
Directoraat-Generaal Rijkswaterstaat
Directie IJsselmeergebied
Afdeling: ANM
Datum: juni 2000



Kaart X.2. Toplaag van de waterbodem

toplaag zand
toplaag ander materiaal

0 5 10 15 Kilometers

N

Ministerie van Verkeer en Waterstaat
Directoraat-Generaal Rijkswaterstaat
Directie IJsselmeergebied
Afdeling: ANM
Datum: juni 2000

Stratificatie

Criterium: verandering oppervlak x aantal dagen stratificatie per jaar (ha.dag/jaar).

Methode: stratificatieduur (dagen) maal de verandering in oppervlak als gevolg van ontgrondingen > 10 meter. Ervan uitgaande dat de stratificatie stabieler wordt naarmate de diepte toeneemt, is aangenomen dat de stratificatie optreedt gedurende 1,5, 3 en 4 maanden voor putten die 30, 70 respectievelijk 150 meter diep zijn (opleveringsdiepte).

Uitwerking:

1. Dit aspect wordt met name meegenomen, omdat de aanwezigheid van een spronglaag tussen een bovenlaag van zuurstofrijk, warmer water en een onderlaag van zuurstofarm, kouder water tot blauwalgenbloei zou kunnen leiden, wegens het vrijkomen van een overmaat aan voedingsstoffen in het zuurstofloze water. Uit de literatuurstudie (Nagel *et al.*, 2000) blijkt dat de diepteligging van de spronglaag afhankelijk is van een zestal factoren, te weten:
   - de verhouding tussen oppervlakte en diepte van het meer;
   - de morfometrie van het meer;
   - de mate waarin de put blootgesteld is aan de overheersende windrichting;
   - de strijklengte van de put t.o.v. de overheersende windrichting;
   - de verblijftijd van het water in het meer;
   - de klimatologische omstandigheden;
2. Onder zeer ongunstige omstandigheden kan de diepte waar de zuurstofloze laag begint al op zo'n 5 meter onder de waterspiegel liggen. Uit de literatuurstudie blijkt echter dat eerder aan 10-15 meter gedacht moet worden, zeker in geëxponeerde systemen zoals de wateren in het IJsselmeergebied;
3. Onder zeer ongunstige omstandigheden kan volgens de literatuurstudie de stratificatieduur in een put van circa 35 meter diep op 3 of 4 maanden liggen. Uit een onderzoek naar de gevolgen van mogelijke verdieping van de Loosdrechtse Plassen (WL, 1999) blijkt dat de tot 14 meter verdiepte plas gedurende ongeveer twee maanden gestratificeerd was en dat de diepte van de spronglaag op ongeveer 7 meter lag. Uit onderzoek naar de proefputten A en B in het Markermeer en de Flevoput in het IJsselmeer die allen een diepte tussen 20 en 30 meter hadden, (Ministerie van V&W, 1987) is bekend dat de stratificatieduur rond een maand lag bij een diepteligging van de spronglaag op ongeveer 15 meter. Ander onderzoek naar de mogelijkheden voor diepe putten in het IJsselmeergebied (Ministerie van V&W, 1990) laat zien dat de IJmeerput (destijds 36 meter diep) gemiddeld ongeveer 2 maanden per jaar gestratificeerd was en een put in het Gooimeer (destijds 28 meter diep) ongeveer 20 dagen. Het verschil wordt verklaard uit de verschillen in strijklengte. Uit het onderzoek blijkt ook dat de stratificatieduur ongeveer lineair toeneemt met de diepte waarop is gemeten.
   Aangenomen is dat een stratificatieduur van 1,5 maand geldt bij putten van 30 meter diep in het IJsselmeer en het Markermeer. Voor putten van 70 en 150 meter is de stratificatietijd geschat op ongeveer 3 respectievelijk 4 maanden;
4. Voor verdiepingen (lees opleveringsdiepte) van 15 meter of minder wordt, gezien de stromingen en strijklengtes, nergens in het IJsselmeergebied langdurige stratificatie verwacht.

Op basis van deze uitgangspunten is met behulp van de oppervlakte en einddiepte van de op te leveren putten uit tabel 5 op eenvoudige wijze de stratificatie voor de verschillende varianten te berekenen.

Doorzicht

Criterium: beïnvloed gebied (interval) met bodemligging < -10 m NAP (ha)/ verandering van doorzicht (cm).

Methode: op grond van het te verwachten effect van zandputten op slibvang over een afstand van 2 á 3 km, wordt het beïnvloed gebied en het doorzicht berekend.

Uitwerking:
Bij de berekeningen van de effecten voor IJsselmeer en Markermeer wordt uitgegaan van de kennis en de aannames uit paragraaf 4.5.1.2 van de literatuurstudie (Nagel *et al.*, 2000). Voor de berekening van het beïnvloed gebied en de verandering van doorzicht worden per locatie/zoekgebied de gemiddelde waarden van de betreffende aspecten uit onderstaande tabel (tabel X.3) aangehouden.

Tabel X.3. Verbetering lichtklimaat a.g.v. diepe putten in het IJsselmeer en Markermeer.

Alternatief	**B30**		**B70**		**B150**	
Variant	onderzuigen	dagbouw	onderzuigen	dagbouw	onderzuigen	dagbouw
Diepte put	30	30	70	70	150	150
Oppervlakte (ha)	800	1000	275	500	60	200
% Slibreductie	20-40	20-40	5-10	10-20	Nihil	5-10
% *Lichtverbetering Mm*	*10-20*	*10-20*	*2-5*	*5-10*	*Nihil*	*2-5*
% Lichtverbetering IJm	5-10	5-10	Nihil	2-5	Nihil	Nihil

Bij de berekening van de effecten van ontgrondingen op het oppervlak beïnvloed gebied in Markermeer en IJsselmeer wordt als putvorm een cirkel aangenomen. Hiervan kan het oppervlak berekend worden aan de hand van de waarden uit tabel X.5. Omdat als gevolg van slibvang het lichtklimaat zal verbeteren, waarvan de effecten over 2 á 3 km merkbaar zijn, wordt een strook van 2,5 km bij de berekening van het maximale oppervlak dat hierdoor wordt beïnvloed aangehouden (de ondergrens van het interval wordt berekend op basis van het totale oppervlakte dat in de betreffende periode wordt ontgonnen, zie tabel X.5, waarin overlap van putten is verdisconteerd). En omdat het aantal putten per variant loopt van 1 tot (bij B30) 10 in 2010 en 25 in 2025, vertoont de beïnvloede oppervlakte een aanzienlijke spreiding. In de praktijk zal het beïnvloede gebied ergens in dit interval liggen, omdat de invloedsgebieden van de putten elkaar gedeeltelijk kunnen overlappen (gering in alternatief B150, veel groter in alternatief B30).

Als uitgangstoestand voor de berekening van het doorzicht wordt voor het IJsselmeer 60 cm en voor het Markermeer en het Gooimeer 40 cm aangehouden. Omdat enerzijds in het IJsselmeer de invloed van algen op het doorzicht groter is dan in het Markermeer (75 om 60%), maar anderzijds het doorzicht zelf ook groter (60 om 40 cm), mag worden verondersteld dat het effect van aanleg van putten op de verbetering van het doorzicht in beide meren ongeveer gelijk zal zijn.

De effecten van ontgronding op het beïnvloede gebied in de periode 2000-2025 zijn geschat op 2,5 keer de effecten in de periode 2000-2010. Enerzijds kan dit een onderschatting zijn, omdat de oppervlakte van het beïnvloede

gebied bij grotere ontgrondingen kwadratisch en niet lineair toeneemt. Anderzijds kan het een overschatting zijn, omdat de kans op overlapping van invloedsgebieden in deze periode groter mag worden verwacht.
De invloed van de vaargeulen is geschat op 5% van die van putten, namelijk een strook van 250 meter aan één zijde van de geul. Omdat uit de berekeningen blijkt dat de invloed van (ronde) putten op het doorzicht in de orde van centimeters ligt, is aangenomen dat de invloed van geulen op het doorzicht verwaarloosbaar klein zal zijn.
Voor het Gooimeer worden effecten gelijk aan die in het Markermeer verondersteld. Dit betekent onder andere dat de veronderstelde ontgrondingen in dit meer te klein zullen zijn om een merkbaar effect op het doorzicht te hebben. Voor de andere meren worden geen significante effecten aangenomen, omdat daar het lichtklimaat al goed is en de invloed van de veronderstelde ontgrondingen op het doorzicht verwaarloosbaar klein zal zijn.

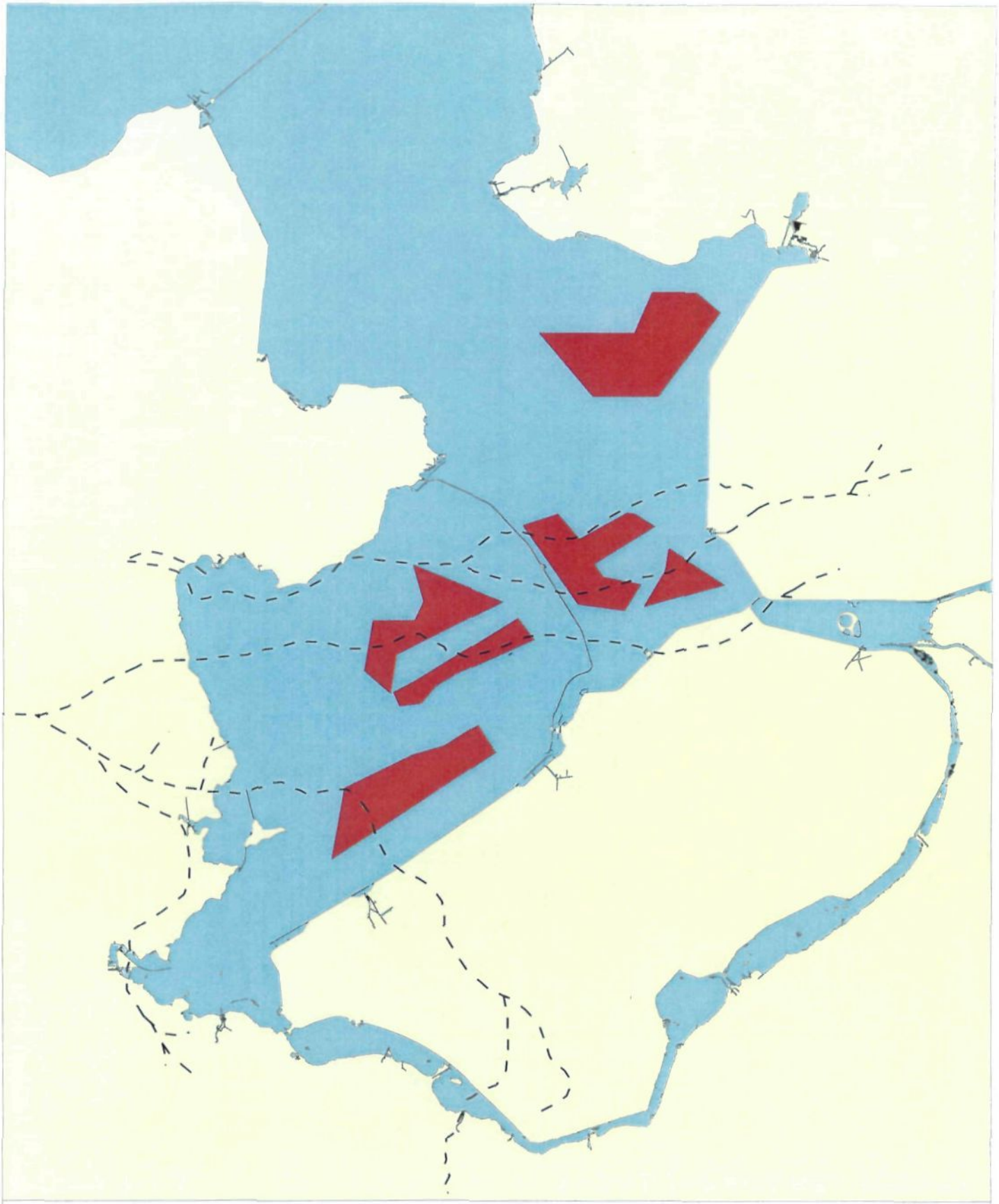
Geomorfologische waarden

Criterium: oppervlak (ha).

Methode: op basis van geschatte oppervlakten van oude stroomgeulen en Enkhuizerzand, die door de verschillende alternatieve winzones al dan niet worden doorsneden, wordt de verandering in geomorfologische waarde bepaald.

Uitwerking:
Op de kaart 'de diepteligging van de pleistocene oppervlakte voor zover gelegen beneden NAP in Noord-Holland en het IJsselmeergebied' van de Directie Zuiderzeewerken, staan geulen aangegeven (geologische tijdperk 'Tubantien'). De geulen lopen oost-west ter hoogte van Urk en zuidoost-noordwest ter hoogte van de Oostvaardersplassen (kaart X.3). Ze vervolgen hun loop door Noord-Holland naar het westen. Deze kaart wordt gebruikt voor de inschatting van de effecten van zandwinning op de geomorfologische waarden. De noordelijke takken doorsnijden de zoekgebieden 2, 3, 4a en 4b (alternatieven B70 en B150). De zuiderlijke geul doorsnijdt het zoekgebied 1 en het Eemmeer.
Naast oude geulen ligt een aantal stuwwallen vlak tegen de kust van Fryslân (mondelinge informatie van STIBOKA). Deze stuwwallen liggen ver buiten de zoekgebieden van dit MER.
Op de kaart 'diepteligging oude getijde afzettingen' uit de Geologische en bodemkundige Atlas van het IJsselmeergebied zijn de stroomdraden van de Vecht en IJssel aangegeven. De stroomdraden splitsen zich op in enkele substromen die evenals de hoofdstromen een tamelijk stabiele loop hebben gehad. Deze stroomdraden hebben gefunctioneerd tijdens het vroeg Atlanticum. Niet alle vertakkingen zijn te vervolgen op de Pleistoceen dieptekaart van de Markerwaard Atlas. Nadat het geulensysteem van de Vecht ten zuiden van Urk grotendeels is verland, verlegde de Vecht haar loop in noordelijke richting. Dit hangt samen met de ontwikkeling van een grote getijdegeul rond 4900 jaar geleden, die vanuit de kop van Noord-Holland via de Wieringermeer oostwaarts het IJsselmeer in is gebroken. Deze geul ligt buiten de toekomstige zoekgebieden voor zandwinning.

Daar waar toekomstige zandwinningen oude geulen doorsnijden, wordt de lengte bepaald die doorsneden wordt (Tabel X.6). Aangenomen is dat de oude stroomgeulen 500 m breed zijn en dat dagbouw een twee maal zo groter effect heeft op de morfologische waarde dan onderzuigen.



Kaart X.3. Globale ligging geulen uit het Tubantien ten opzichte van nieuwe potentiële winzones

- - geulen uit het tubantien

winzones

0 5 10 15 Kilometers

N

Ministerie van Verkeer en Waterstaat
Directoraat-Generaal Rijkswaterstaat
Directie IJsselmeergebied
Afdeling: ANM
Datum: juni 2000

In de effectentabellen wordt voor de zoekgebieden uit tabel X.4 bkeken of ze eventueel het Enkhuizerzand doorsnijden.

Tabel X.4. schatting van de maximaal doorsneden lengte (km) en maximaal oppervlak (ha) per alternatief.

Alternatieven en varianten	doorsneden lengte (km)	oppervlakte (ha)	Enkh. Zand (ha)	Totaal (ha)
H	1	50		50
B30-I	17	800	450	1300
B30o-II	10	500	1500	2050
B70-1/B150-1	5	250		300
B70-2/B150-2	6	300		350
B70-3/B150-3	5	250	450	750
B70-4a/B150-4a	8	400	1500	1950
B70-4b/B150-4b	2	100		150
B70-5/B150-5	0	0		50
Ko	1	50		50
Kd	1	50		50

Voor de varianten met een winzone op locatie 3 in het Markermeer is geschat dat circa 450 ha van het Enkhuizerzand binnen het zoekgebied valt en mogelijk wordt aangetast. Voor varianten met een winzone op locatie 4a wordt circa 1500 ha mogelijk aangetast. De effecten van zandwinning op de geomorfologische waarden zijn voor 2010 en 2025 gelijk in de effectentabellen, omdat de werkelijke aantasting afhangt van de definitieve locatiekeuze en prioritering.

X.2 Biotische aspecten

ECOMIJ en de Natuurwaarderingsmodule

Bij het beoordelen van de effecten van de verschillende varianten van zandwinning op de watervogels (verandering in % overschrijding van de RAMSAR norm), Driehoeksmosselen (verandering areaal potentieel geschikt voor Driehoeksmosselen) en waterplanten (verandering in oppervlak gebied waterplanten) is voor dit MER gebruik gemaakt van berekeningen zoals uitgevoerd met de ruimtelijke module ECOMIJ en de natuurwaarderingsmodule (NWM).

Als gevolg van ontgrondingen zijn vooral op het gebied van de aquatische ecotopen aanzienlijke veranderingen te verwachten. Een belangrijk onderscheidend criterium voor aquatische ecotopen is de waterdiepte, die ter plaatse van de ontgrondingen zal toenemen. Verdiepingen van meer dan twee meter zullen tot gevolg hebben dat (her)vestiging van waterplanten onmogelijk wordt door lichtlimitatie, terwijl relatief kleinschalige verdiepingen zoveel slib zullen invangen dat ook (her)vestiging van Driehoeksmosselen niet mag worden verwacht. Deze verschijnselen leiden tot ruimtelijke veranderingen in de door ECOMIJ te berekenen ecotopensamenstelling als gevolg van verschuivingen in het digitale hoogtemodel voor de voorgestelde locaties, oppervlaktes en opleverdieptes in de ontgrondingsvarianten (Platteeuw et al, 2000). Op basis van de vele basisinputgegevens en de tussenresultaten van enkele modules wordt een gebiedsdekkend bestand met het ruimtelijk voorkomen van ecotopen gemaakt.

In het bestand is een opdeling in de volgende watersystemen gemaakt:
- IJsselmeer: IJsselmeer, Ketelmeer, Zwarte Meer, Vossemeer
- Markermeer: Markermee, IJmeer, Gooimeer, Eemmeer, Nijkerkernauw
- Wolderwijd: Wolderwijd, Nuldernauw
- Veluwemeer: Veluwemeer, Drontermeer

In een submodule van de Natuurwaarderingsmodule (NWM) is vervolgens op basis van de berekende ecotopensamenstelling uit ECOMIJ voor het gehele IJsselmeergebied (in het MER) en voor de vier deelwatersystemen (in het toetsingsdocument) berekend welke aantallen watervogels per vogelsoort maximaal kunnen voorkomen en wat de maxima betekenen in termen van 1%-normoverschrijdingen volgens de zogenaamde Ramsar-criteria. In 1971 is met de RAMSAR conventie voor wetlands de 1%-normoverschrijding vastgesteld als criterium voor het bestaan van een wetland van internationale betekenis. Het is noodzakelijk een eventuele toe- of afname van het aantal watervogels ten opzichte van een bepaalde schaal te zien. In dit geval is gekozen voor percentages van de Noordwest-Europese *flyway* populatie.
Deze submodule is gebaseerd op dichtheden van de verschillende soorten watervogels in de ecotopen die hun voedselgebied vormen. De maximale dichtheden zijn geschat op basis van tellingen van watervogels in het IJsselmeer en Markermeer uit de jaren 1985-1997 (bron: RIZA-IHO, M.R. van Eerden) en in de Randmeren uit de jaren 1990-1996 (bron: MWTL, R. Noordhuis), in combinatie met de arealen van de ecotopen in de huidige situatie. De geschatte en berekende dichtheden kennen uiteraard een zekere mate van *onbetrouwbaarheid, die niet goed is te kwantificeren (Jans et al., 2000). Een* reconstructie van de huidige situatie geeft echter een redelijk beeld te zien (Tulp & Dirksen, 1998).

Hier onder is per aspect ingegaan op de methode van beoordeling van de biotische variabelen in de tabellen.

Watervogels

Criterium: %overschrijding van de Ramsar norm. Het betreft hier de overschrijding van de Noordwest-Europese flyway vogelpopulatie van de 1%-norm.

Methode: de natuurwaarderingsmodule (NWM) en ECOMIJ.

Uitwerking:
In de Natuurwaarderingsmodule zijn de resultaten berekend in percentages ten opzichte van de Noordwest-Europese *flyway* populatie en in aantallen. Alleen die populaties zijn in de tabellen opgenomen die de 1%-norm van de zgn. *Noordwest-Europese flyway populatie in de huidige situatie overschrijden. In de* tabel van de huidige situatie is het actuele overschrijdingspercentage weergegeven. Vervolgens is bij de zandwinvarianten het procentuele verschil aangegeven (een toe- of afname) ten opzichte van de huidige situatie.
De resultaten zijn per soort ingevuld in de tabellen. Hiermee worden de effecten van de verschillende varianten duidelijker dan wanneer soorten zouden worden geclusterd naar bijvoorbeeld voedselkeuze.
De populatieveranderingen zijn berekend voor het gehele IJsselmeergebied.

Vissen

Criterium: verandering in biomassa (kwalitatief).

Methode: door middel van extrapolatie van literatuurgegevens betreffende de afname van het voedselproducerend bodemoppervlak bij zandwinning.

Uitwerking:
Bij de bepaling van het effect van zandwinning op benthivore vis is uitgegaan van de relatie die is aangetoond tussen een voedselproducerend

bodemoppervlak op een diepte van circa 8 m (en hoger) beneden de waterspiegel en benthivore vis (Cazemier, 1975). Beneden een diepte van 8 m neemt het aantal bodemorganismen aanzienlijk af. Doorvertaling van deze effecten naar de varianten wordt in de tabellen kwalitatief aangegeven. Een uitgangspunt bij de bepaling van de effecten van zandwinning op benthivore vis is geweest dat een reductie van 15% van het bodemoppervlak als gevolg van zandwinning een reductie teweeg zal brengen van 30% benthivore vis, bij een diepte van 8-10 m (Cazemier, 1975). Bij een opleveringsdiepte van 15 m en meer is ervan uitgegaan dat er nauwelijks nog sprake is van bodemleven en van voedsel voor benthivore vis. Dat betekent dat voor de bepaling van het effect op benthivore vis bij een opleveringsdiepte > 15 m in het IJselmeer en Markermeer het te ontgronden oppervlak zwaarder weegt dan de diepte van de winning. Dat resulteert erin dat dagbouw, waarbij een groter oppervlak wordt ontgrond dan bij onderzuigen, ongunstiger voor benthivore vis zal scoren dan onderzuigen.

De hierop gebaseerde waardering in de tabellen X.6 en X.7 is als volgt:

Tabel X.5. Waardering van zandwinning voor benthivore vis.

opleveringsdiepte	type zandwinning	waardering
8-10m	dagbouw	-/0
10-15m	dagbouw	-
>15m	onderzuigen	--
>15m	dagbouw	---

Driehoeksmosselen

Criterium: potentieel geschikt areaal (ha).

Methode: ECOMIJ.

Uitwerking:
In Ecomij is uitgerekend hoe groot de invloed is van een variant van ontgrondingen op de ecotopen met Driehoeksmosselen (Platteeuw *et al.*, 2000). Voor de invulling van de tabellen zijn de ecotopen met Driehoeksmosselen gesommeerd, waarbij de grens tussen aan- en afwezigheid van Driehoeksmosselen bij 500 gr/m^2 ligt. In de tabellen van het MER is de verandering van het areaal dat potentieel geschikt is voor Driehoeksmosselen in aantal ha aangegeven.
De resultaten met betrekking tot de Driehoeksmosselen zijn gebaseerd op modelsimulaties. De rekenregels die hiervoor nodig waren zijn ontleend aan de inventarisaties van 1981 en 1992 van het Markermeer en IJsselmeer. Voor de Randmeren bleek het moeilijk soortgelijke regenregels af te leiden, omdat biomassa gegevens ontbreken. Alleen de dichtheid van mosselen is hier bepaald. Dit is de reden dat de gegevens van de Randmeren minder betrouwbaar zijn.

Waterplanten

Criterium: verandering in oppervlak gebied (totale bedekking in ha).

Methode: ECOMIJ.

Uitwerking:
Met behulp van Ecomij is uitgerekend hoe groot de invloed is van een ontgrondingsvariant op de ecotopen met waterplanten (Platteeuw *et al.*, 2000). Voor de invulling van de tabellen zijn de oppervlakten van de ecotopen met

waterplanten gesommeerd, waarbij de grens tussen wel of geen waterplanten bij 1% is gelegd. In de tabellen is de verandering in oppervlakte van het gebied met waterplanten bij een bepaalde variant in aantal ha aangegeven. Het gaat om de totale bedekking van de watervegetatie.

Kranswieren

Criterium: verandering in inwendig bedekkingspercentage (%).

Methode: MACROMIJ.

Uitwerking:
De effecten van zandwinning op ondergedoken waterplanten in het Wolderwijd, Veluwemeer en Drontermeer zijn ingeschat met behulp van het empirische waterplantenmodel MACROMIJ. Voor het MER is alleen het effect op kranswieren (*Characeae*) berekend, omdat kranswieren de belangrijkste natuurwaarden representeren en voor een grote waterhelderheid zorgen (Zant *et al.*, 1999; Van den Berg, 1999). Per meer is het inwendige bedekkingspercentage van kranswier berekend (uitgaande van een *bedekkingsgraad van 100%). Voor de waterhelderheid (extinctie in* m^{-1}*) is de* waarde ingevuld zoals deze in 1998 voor de verschillende Randmeren is bepaald. In MACROMIJ zijn de verschillende varianten doorgerekend voor het Drontermeer, Veluwemeer en Wolderwijd. In de tabellen is de verandering (in % van het meer) ingevuld van het inwendige kranswierpercentage ten opzichte van de berekende situatie in 1998.

Fytoplankton

Criterium: verandering in chlorofyl-a gehalte (kwalitatief en kwantitatief).

Methode: stochastische modelberekening.

Uitwerking:
De hoeveelheid algen is gerelateerd aan de hoeveelheid chlorofyl-a. De beoordeling van het aspect fytoplankton is in de effectentabellen alleen gebaseerd op het effect op het Veluwemeer, Wolderwijd/Nuldernauw en het Drontermeer.
De kwantitatieve analyse is uitgevoerd met behulp van een voor de 'Stabiliteitsstudie' (Meijer *et al.*, 1999) door R. Portielje (RIZA) ontwikkeld *stochastisch model. Dit model is ontwikkeld voor de Veluwerandmeren* (Veluwemeer, Wolderwijd/Nuldernauw en Drontermeer) en alleen op deze meren toepasbaar. In het model worden relaties tussen variabelen in het stroomgebied van toeleverende beken en tussen variabelen in het meerecosysteem samengevoegd voor het doen van voorspellingen van de effecten van ingrepen op de te verwachten spreiding van de concentraties van totaal-P, chlorofyl-a en doorzicht.
De methodiek maakt het mogelijk de effecten van verschillende beheerscenario's op kansverdelingen van de jaarlijkse variaties in zomergemiddelde concentraties totaal-fosfaat en chlorofyl-a en *zomergemiddeld doorzicht in het meer door te rekenen. Voor berekeningen* met het model worden parameters ingevoerd, zoals de inwendige bedekking van kranswier in de Randmeren. Bij de doorrekening van de varianten zijn voor het Drontermeer, Wolderwijd en Veluwemeer 10%, 20% respectievelijk 30% inwendig bedekkingspercentage kranswier aangehouden. De kansverdeling voor de zomergemiddelde chlorofyl-a concentratie is berekend door een zeer groot aantal (4000) weer-jaren door te rekenen, en door de onzekerheid in de

relaties die in het model zitten mee te nemen. Bij doorrekening van de effecten van zandwinning op de concentratie chlorofyl-a binnen de verschillende alternatieven, is de volumetoename van water per watersysteem als gevolg van ontgronding verdisconteerd. Deze waarden varieren van 0,8 tot 6,1 miljoen m^3 in 2010 en van 2 tot 13,2 miljoen m^3 in 2015 voor bovengenoemde Randmeren.
In de tabellen is de fytoplanktonwaarde voor de verschillende varianten geschat aan de hand van van de berekende mediaan-waarde van het zomergemiddeld chlorofyl-a gehalte (er is 50% kans dat de werkelijke waarde boven de berekende waarde ligt en 50% kans dat deze onder de berekende waarde ligt) minus de berekende mediaanwaarde van de huidige situatie (met een breed betrouwbaarheidsinterval voor zowel Wolderwijd als Drontermeer).

X.3 Gebruiksfuncties

Recreatie

Criterium:Verandering van bevaarbaar oppervlak (ha).
Definitie van bevaarbaar oppervlak: oppervlak in meren waar de waterdiepte dieper dan NAP -1,40 m is

Methode:
Iedere toename van bevaarbaar oppervlak (ha) wordt in de tabellen opgenomen. Daar waar ontgrond kan gaan worden, maar het dieper is dan NAP -1,40 m, wordt een neutrale beoordeling gegeven (0). Het oppervlak is berekend met behulp van GIS-kaarten en tabellen (kaart X.4).

Uitwerking:
1. In de zes nieuwe winzones in IJsselmeer en Markermeer is geen verandering te verwachten wat betreft bevaarbaar oppervlak, omdat de huidige diepte in de aangewezen gebieden al geen belemmering vormt voor de recreatievaart;
2. In de Randmeren neemt het bevaarbare oppervlak toe, wanneer winningen voorgenomen zijn op locaties die in de huidige situatie ondieper dan NAP -1,40 m zijn;
3. In het kader van IIVR zijn verondiepingen voorgesteld waardoor eilandjes beter bereikbaar zijn voor recreanten. Deze zijn opgenomen in de alternatieven Ko en Kd;
4. De gebieden waar zandwinning voorgenomen is liggen niet in de buurt van havens, zodat er naar verwachting door de recreanten geen hinder zal worden ondervonden;
5. De waarde 'huidige situatie' is gelijk aan het totaal aantal ha dat bevaarbaar is op dit moment. Globaal bedraagt dit ongeveer 193.000 ha in het hele IJsselmeergebied.

Visserij

Criterium:Verandering van bevisbaar oppervlak (%).
Definitie van bevisbaar oppervlak: oppervlak waar vissers hun fuiken willen zetten.

Methode:
1. Locatiegegevens over fuikenzones in het IJsselmeergebied, zijn aangegeven door WVT (Randmeren) en ANI (BPN, IJsselmeer en Markermeer);

2. Oppervlakten waar fuikenzones en zandwinplaatsen overlappen zijn berekend met GIS en in ha weergegeven in de effecttabellen.

Uitwerking:

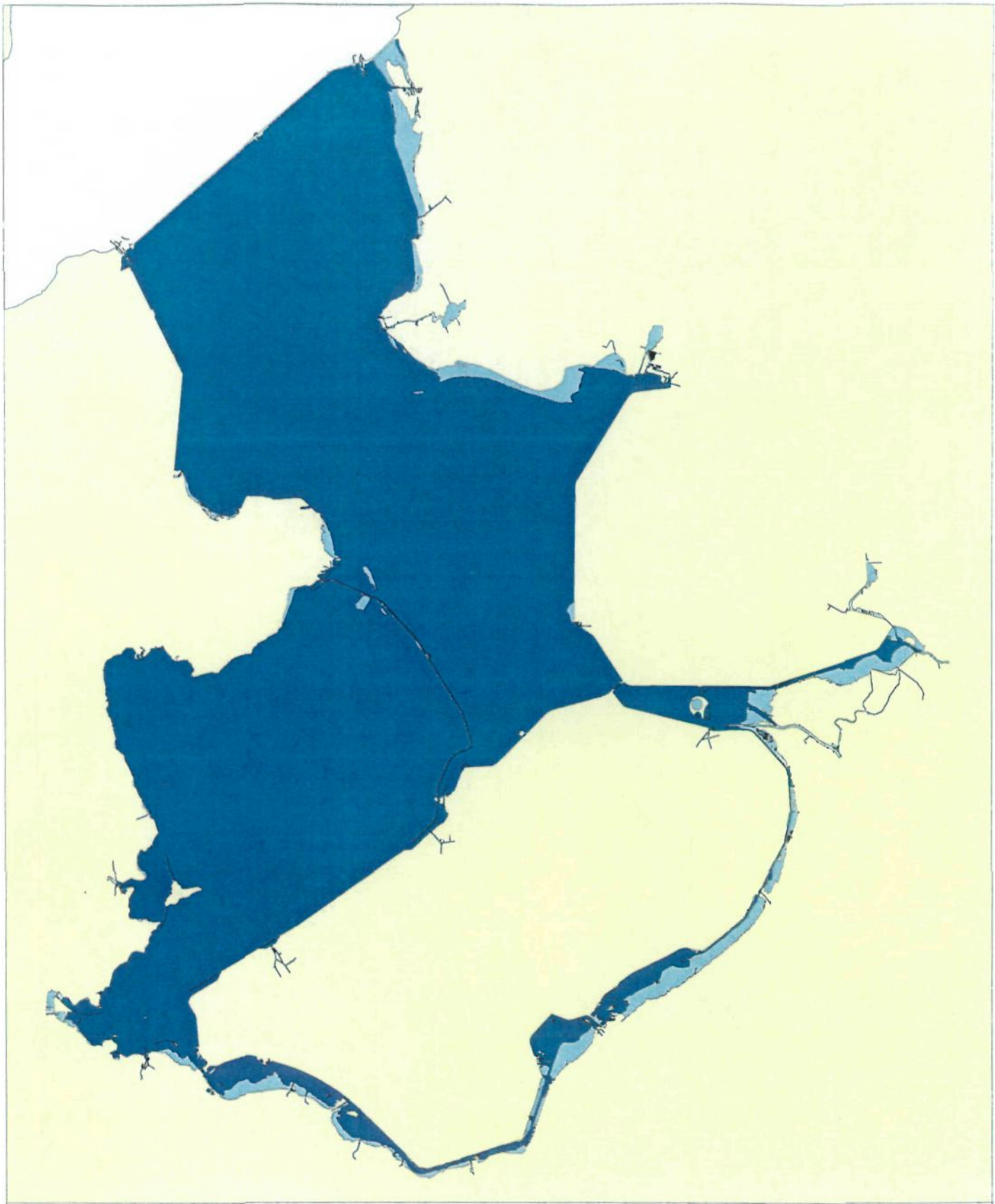
1. In het Markermeer ontstaat een grote overlap in de winzones 2 en 3, maar de winzones zijn groot genoeg om buiten de fuikenzone te blijven bij het winnen. Bovendien worden de vissen niet gestoord bij het paaien, aangezien de paaigebieden over het algemeen in oevergebieden liggen;
2. In het Markermeer en IJsselmeer wordt onder andere met netten over de bodem gevist. Dit is alleen handig bij een effen bodem. Wanneer putten worden aangelegd heeft dat een negatief effect voor de visserij. Variant B30-I in dagbouw geeft wellicht een negatief effect door het grote oppervlak aangezien dat uit meerdere putten zou kunnen bestaan. Dit wordt negatiever beoordeeld in de tabellen;
3. Het verminderen van het slibgehalte in het Markermeer door een zandwinput kan positief uitpakken, maar dit indirecte effect is niet meegenomen in de beoordeling;
4. In de Randmeren ontstaat enkel een kleine overlap in het Ketelmeer, Veluwemeer en Wolderwijd-Nuldernauw;
5. De overlap in de Randmeren kan worden opgelost door vissers een nieuwe plek te laten aanwijzen. Vissers moeten wijken voor zandwinning en kunnen in principe niet op compensatie rekenen. De praktijk leert dat die meestal wel wordt gegeven danwel dat er een vergoeding wordt afgesproken. De verwachting is dat ze na twee jaar weer terug kunnen keren bij de ontgronde plek, omdat de bodem zich gestabiliseerd heeft;
6. Tijdens en direct na de winning treedt verstoring op in het gebied en het voedselareaal op de bodem wordt minder. Ook veranderen de favoriete visplekken van locatie door (in)directe verstoring en heeft de door winning ontstane vertroebeling van het water een negatief effect op de larvale en juveniele visfase. Uitgangspunt is dat er niet gewonnen wordt in voedsel- en paaigebieden van vissen, zodat dit effect verwaarloosbaar is.

Scheepvaart

Criterium: Verandering van brandstofgebruik scheepvaart (%).

Methode: Afgeleid van verschil in diepte van de vaargeulen.

1. Van de vaargeulen die de komende tijd verdiept moeten worden is oppervlak (ha) en verschil tussen huidige en gewenste diepte bepaald (m);
2. Een schip vaart, bij gelijkblijvend motorvermogen, sneller naarmate het water dieper is. Verdieping van het water van 4 naar 5 meter leidt, afhankelijk van scheepstype en belading, tot een snelheidswinst van 5 tot 20%. Verdere vergroting van de waterdiepte van 5 naar 8 meter geeft nog eens 3% snelheidswinst (Ministerie van V&W, 1991c);
3. De ten gevolge van de verdieping mogelijke brandstofbesparing - en daarmee vermindering van de uitstoot van verbrandingsgassen - ligt op de verdiepte trajecten in dezelfde orde-grootte als de snelheidswinst (Ministerie van V&W, 1991c);
4. *Dit aspect is alleen toegepast op vaargeulen in het IJsselmeer en* Markermeer en niet voor de Randmeren;
5. De verandering in brandstofgebruik in de vaargeulen in IJsselmeer en Markermeer is in de tabellen weergegeven als een percentage.



Kaart X.4. Huidige situatie bevaarbaar oppervlak voor de recreatie in het IJsselmeergebied

bevaarbaar oppervlak recreatie (dieper dan -1,40 m NAP)

ondieper dan -1,40 m NAP

0 5 10 15 Kilometers

N

Ministerie van Verkeer en Waterstaat
Directoraat-Generaal Rijkswaterstaat
Directie IJsselmeergebied
Afdeling: ANM
Datum: juni 2000

Tabel X.6. Milieu-effecten over de periode 2001-2010

aspect	criterium	huidige situatie	autonome ontwikkeling	H	B30-I onderzuigen	B30-I dagbouw	B30-II onderzuigen	B30-II dagbouw	B70-1 onderzuigen	B70-1 dagbouw	B70-2 onderzuigen	B70-2 dagbouw	B70-3 onderzuigen	B70-3 dagbouw	B70-4a onderzuigen	B70-4a dagbouw	B70-4b onderzuigen	B70-4b dagbouw	B70-5 onderzuigen	B70-5 dagbouw
Kwel	hoeveelheid (mm/dag)	0-1,2	max. 0,1	0 - 0,1	0 - 0,1	0 - 0,1	0 - 0,5	0 - 0,5	0 - 0,25	0 - 0,25	0 - 0,1	0 - 0,1	<0,1	<0,1	0	0	0,25 - 0,5	0,25 - 0,5	0	0
Vast substraat	oppervlak met vast substraat boven NAP -10m (ha)	90000	< 600	614	734	754	-66 - +734	-346 - +754	664	684	664	684	664	684	389 - +664	184 - 684	664	684	389	184
Stratificatie	oppervlak x aantal dagen stratificatie per jaar (ha.dag/jr)	85000	0	0	<	49500	<	49500	12350	45000	12350	45000	12350	45000	12350	45000	12350	45000	12350	45000
Doorzicht t.r.t. bodemdiepte	gebied met bodemligging < NAP -10m (ha) / verandering doorzicht (cm)	J40-120	0/0	-/0	4500 - 27000 / 5	5000 - 29000 / 5	4500 - 27000 / 5	5000 - 29000 / 5	3500 - 13000 / 2	4000 - 28000 / 4	3500 - 13000 / 2	4000 - 28000 / 4	3500 - 13000 / 2	4000 - 28000 / 4	3500 - 13000 / 2	4000 - 28000 / 4	3500 - 13000 / 2	4000 - 28000 / 4	3500 - 13000 / 2	4000 - 28000 / 4
Geomorfologisch waardevol gebied	oppervlak (ha)	18000	0	0-50	0-650	0-1300	0-1025	0-2050	0-150	0-300	0-175	0-350	0-375	0-750	0-975	0-1950	0-75	0-150	0-25	0-50
Vogels																				
Lepelaar	overschrijding van de Ramsarnorm (%)	38,9	0	-0,1	-0,1	0,0	-0,1	-0,1	0,0	-0,1	0,0	-0,1	0,0	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1
Nonnetje	overschrijding van de Ramsarnorm (%)	17,5	0	0,0	0,0	0,0	0,3	0,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	0,1	0,0	0,1
Zwarte stern	overschrijding van de Ramsarnorm (%)	35,7	0,1	0,1	0,0	0,0	-0,1	-0,2	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,0	0,1	0,0	0,1	0,0
Kleine zeeeend	overschrijding van de Ramsarnorm (%)	21,9	-0,7	-1,0	-1,0	-1,0	-1,0	-1,0	-1,0	-1,0	-1,0	-1,0	-1,0	-1,0	-1,0	-1,0	-1,0	-1,0	-1,0	-1,0
Krooneend	overschrijding van de Ramsarnorm (%)	45,7	-0,9	-1,4	-1,5	-1,5	-1,5	-1,5	-1,5	-1,5	-1,5	-1,5	-1,5	-1,5	-1,5	-1,4	-1,5	-1,4	-1,5	-1,5
Tafeleend	overschrijding van de Ramsarnorm (%)	10,8	-0,3	-0,4	-0,4	-0,4	-0,4	-0,4	-0,4	-0,4	-0,4	-0,4	-0,4	-0,4	-0,4	-0,4	-0,4	-0,4	-0,4	-0,4
Tapereend	overschrijding van de Ramsarnorm (%)	26,3	-0,3	-0,4	-0,2	-0,3	-0,4	-0,6	-0,2	-0,3	-0,2	-0,3	-0,2	-0,3	-0,4	-0,4	-0,4	-0,4	-0,3	-0,4
Meerkoet	overschrijding van de Ramsarnorm (%)	3,3	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1
Pijlstaart	overschrijding van de Ramsarnorm (%)	5	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1
Vissen																				
Bentheuve ris	biomassa (kwalitatief)	0	-/0	-/0	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Fauna																				
Driehoekmosselen	potentieel geschikt areaal (ha)	35481	-348	-426	-259	-300	-494	-670	-267	-278	-267	-278	-267	-278	-366	-459	-366	-459	-318	-412
Waterplanten	oppervlak gebied (totale bedekking in ha)	15361	-53	-391	-413	-414	-417	-402	-424	-416	-424	-416	-424	-416	-411	-413	-411	-413	-412	-421
Kranswier	inwendig bedekkingspercentage (% van het meer)	10-35	-4	-0,3 tot -1,9	-0,3 tot -1,9	-0,3 tot -1,9	-0,3 tot -1,9	-0,3 tot -1,9	-0,3 tot -1,9	-0,3 tot -1,9	-0,3 tot -1,9	-0,3 tot -1,9	-0,3 tot -1,9	-0,3 tot -1,9	-0,3 tot -1,9	-0,3 tot -1,9	-0,3 tot -1,9	-0,3 tot -1,9	-0,3 tot -1,9	-0,3 tot -1,9
Fytoplankton	chlorofyl-a gehalte (ug/l)	6-20	1-6	1,5 tot 6,9	1,5 tot 6,9	1,5 tot 6,9	1,5 tot 6,9	1,5 tot 6,9	1,5 tot 6,9	1,5 tot 6,9	1,5 tot 6,9	1,5 tot 6,9	1,5 tot 6,9	1,5 tot 6,9	1,5 tot 6,9	1,5 tot 6,9	1,5 tot 6,9	1,5 tot 6,9	1,5 tot 6,9	1,5 tot 6,9
Recreatie	bevaarbaar oppervlak (> NAP -1,40m) (ha)	189228	220	201,4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Visserij	bevisbaar oppervlak (ha)	14143	0 - -14	-14,4	-362	-362	0	0	0	0	-119	-119	-243	-243	0	0	0	0	0	0
Scheepvaart	brandstofgebruik (% ten opzichte van huidig)		0	5-23 %	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

aspect	criterium	huidige situatie	autonome ontwikkeling	B150-1 onderzuigen	B150-1 dagbouw*	B150-2 onderzuigen	B150-2 dagbouw	B150-3 onderzuigen	B150-3 dagbouw	B150-4a onderzuigen	B150-4a dagbouw	B150-4b onderzuigen	B150-4b dagbouw	B150-5 onderzuigen	B150-5 dagbouw	Ko	Kd
Kwel	hoeveelheid (mm/dag)	0-1,2	max. 0,1	0 - 0,25	0 - 0,25	0 - 0,1	0 - 0,1	0 - 0,1	0 - 0,1	0	0	0,25 - 0,5	0,25 - 0,5	0	0	0 - 0,1	0 - 0,1
Vast substraat	oppervlak met vast substraat boven NAP -10m (ha)	90000	< 600	624	634	624	634	624	634	564 - 624	434 - 634	624	634	564	434	629	549
Stratificatie	oppervlak x aantal dagen stratificatie per jaar (ha.dag/jr)	85000	0	4500	24000	4500	24000	4500	24000	4500	24000	4500	24000	4500	24000	0	0
Doorzicht t.r.t. bodemdiepte	gebied met bodemligging < NAP -10m (ha) / verandering doorzicht (cm)	J40-120	0/0	2500 / 0	3200 / 2	2500 / 0	3200 / 2	2500 / 0	3200 / 2	2500 / 0	3200 / 2	2500 / 0	3200 / 2	2500 / 0	3200 / 2	-/0	-/0
Geomorfologisch waardevol gebied	oppervlak (ha)	18000	0	0-150	0-300	0-175	0-350	0-375	0-750	0-975	0-1950	0-75	0-150	0-25	0-50	0-50	0-50
Vogels																	
Lepelaar	overschrijding van de Ramsarnorm (%)	38,9	0	-0,1	0,0	-0,1	0,0	-0,1	0,0	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1
Nonnetje	overschrijding van de Ramsarnorm (%)	17,5	0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Zwarte stern	overschrijding van de Ramsarnorm (%)	35,7	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
Kleine zeeeend	overschrijding van de Ramsarnorm (%)	21,9	-0,7	-1,0	-1,0	-1,0	-1,0	-1,0	-1,0	-1,0	-1,0	-1,0	-1,0	-1,0	-1,0	-1,4	-0,8
Krooneend	overschrijding van de Ramsarnorm (%)	45,7	-0,9	-1,5	-1,5	-1,5	-1,5	-1,5	-1,5	-1,5	-1,5	-1,5	-1,5	-1,5	-1,5	-2,0	-1,3
Tafeleend	overschrijding van de Ramsarnorm (%)	10,8	-0,3	-0,4	-0,4	-0,4	-0,4	-0,4	-0,4	-0,4	-0,4	-0,4	-0,4	-0,4	-0,4	-0,5	-0,4
Tapereend	overschrijding van de Ramsarnorm (%)	26,3	-0,3	-0,3	-0,2	-0,3	-0,2	-0,3	-0,2	-0,3	-0,4	-0,3	-0,3	-0,3	-0,3	-0,4	-0,4
Meerkoet	overschrijding van de Ramsarnorm (%)	3,3	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1
Pijlstaart	overschrijding van de Ramsarnorm (%)	5	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,2	-0,1
Vissen																	
Bentheuve ris	biomassa (kwalitatief)	0	-/0	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	-/0	-/0
Fauna																	
Driehoekmosselen	potentieel geschikt areaal (ha)	35481	-348	-261	-267	-261	-267	-261	-267	-293	-366	-293	-366	-306	-318	-419	-424
Waterplanten	oppervlak gebied (totale bedekking in ha)	15361	-53	-401	-424	-401	-424	-401	-424	-410	-411	-410	-411	-419	-412	-502	-358
Kranswier	inwendig bedekkingspercentage (% van het meer)	10-35	-4	-0,3 tot -1,9	-0,3 tot -1,9	-0,3 tot -1,9	-0,3 tot -1,9	-0,3 tot -1,9	-0,3 tot -1,9	-0,3 tot -1,9	-0,3 tot -1,9	-0,3 tot -1,9	-0,3 tot -1,9	-0,3 tot -1,9	-0,3 tot -1,9	-0,4 tot - 3,5	-0,4 tot -1,4
Fytoplankton	chlorofyl-a gehalte (ug/l)	6-20	1-6	1,5 tot 6,9	1,5 tot 6,9	1,5 tot 6,9	1,5 tot 6,9	1,5 tot 6,9	1,5 tot 6,9	1,5 tot 6,9	1,5 tot 6,9	1,5 tot 6,9	1,5 tot 6,9	1,5 tot 6,9	1,5 tot 6,9	1,5 tot 6,9	1,5 tot 6,9
Recreatie	bevaarbaar oppervlak (> NAP -1,40m) (ha)	189228	220	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	313,3	510,4
Visserij	bevisbaar oppervlak (ha)	14143	0 - -14	0	0	-119	-119	-243	-243	0	0	0	0	0	0	-14,9	-14,9
Scheepvaart	brandstofgebruik (% ten opzichte van huidig)		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5-23 %	5-23 %

Tabel X.7. Milieu-effecten over de periode 2001-2025

aspect	criterium	huidige situatie	autonome ontwikkeling	H	B30-I onderzuigen	B30-I dagbouw	B30-II onderzuigen	B30-II dagbouw	B70-1 onderzuigen	B70-1 dagbouw	B70-2 onderzuigen	B70-2 dagbouw	B70-3 onderzuigen	B70-3 dagbouw	B70-4a onderzuigen	B70-4a dagbouw	B70-4b onderzuigen	B70-4b dagbouw	B70-5 onderzuigen	B70-5 dagbouw
Kwel	hoeveelheid (mm/dag)	0-1,2	max. 0,2	0	0 - 0,1	0 - 0,1	0 - 0,5	0 - 0,5	0 - 0,25	0 - 0,25	0 - 0,1	0 - 0,1	<0,1	<0,1	0	0	0,25 - 0,5	0,25 - 0,5	0	0
Vast substraat	oppervlak met vast substraat boven NAP -10m (ha)	90000	800	770	950	980	-350 - +930	-670 - +980	845	875	845	875	845	875	435 - 845	130 - 875	845	875	435	130
Stratificatie	oppervlak x aantal dagen stratificatie per jaar (ha.dag/jr)	85000	0	0	<	123750	<	123750	30900	67500	30900	67500	30900	67500	30900	67500	30900	67500	30900	67500
Doorzicht i.r.t. bodemdiepte	gebied met bodemligging < NAP -10m (ha) / verandering doorzicht (cm)	../40-120	0/0	-/0	9000-54000/10	10000-58000/10	9000-54000/10	10000-58000/10	7000-26000/4	8000-56000/8	7000-26000/4	8000-56000/8	7000-26000/4	8000-56000/8	7000-26000/4	8000-56000/8	7000-26000/4	8000-56000/8	7000-26000/4	8000-56000/8
Geomorfologisch waardevol gebied	oppervlak (ha)	18000	0	0-75	0-650	0-1300	0-1025	0-2050	0-150	0-300	0-175	0-350	0-375	0-750	0-975	0-1950	0-75	0-150	0-25	0-50
Vogels																				
Lepelaar	overschrijding van de Ramsarnorm (%)	38,9	-0,7	-0,8	-0,8	-0,7	-0,8	-0,7	-0,8	-0,8	-0,8	-0,8	-0,8	-0,8	-0,8	-0,8	-0,8	-0,8	-0,8	-0,8
Nonnetje	overschrijding van de Ramsarnorm (%)	17,5	0	-0,1	0,0	0,0	0,7	1,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,2	0,4	0,2	0,4	0,2	0,4
Zwarte stern	overschrijding van de Ramsarnorm (%)	35,7	0,1	0,2	-0,1	-0,2	-0,4	-0,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	-0,2	0,0	-0,2	0,0	-0,2
Kleine zeeuw	overschrijding van de Ramsarnorm (%)	21,9	-0,9	-2,1	-2,1	-2,1	-2,1	-2,1	-2,1	-2,1	-2,1	-2,1	-2,1	-2,1	-2,1	-2,1	-2,1	-2,1	-2,1	-2,1
Kroeend	overschrijding van de Ramsarnorm (%)	45,7	-1	-2,8	-2,9	-2,8	-2,8	-2,9	-2,9	-2,9	-2,9	-2,9	-2,9	-2,9	-2,9	-2,8	-2,9	-2,8	-2,9	-2,9
Tafeleend	overschrijding van de Ramsarnorm (%)	10,8	-0,3	-0,9	-0,9	-0,9	-0,9	-0,9	-0,9	-0,9	-0,9	-0,9	-0,9	-0,9	-0,9	-0,9	-0,9	-0,9	-0,9	-0,9
Topper	overschrijding van de Ramsarnorm (%)	26,3	-0,3	-0,6	-0,3	-0,3	-0,9	-1,2	-0,3	-0,3	-0,3	-0,3	-0,3	-0,3	-0,5	-0,7	-0,5	-0,7	-0,5	-0,7
Meerkoet	overschrijding van de Ramsarnorm (%)	3,3	-0,1	-0,2	-0,2	-0,2	-0,2	-0,2	-0,2	-0,2	-0,2	-0,2	-0,2	-0,2	-0,2	-0,2	-0,2	-0,2	-0,2	-0,2
Pijlstaart	overschrijding van de Ramsarnorm (%)	5	-0,4	-0,3	-0,3	-0,3	-0,3	-0,3	-0,3	-0,3	-0,3	-0,3	-0,3	-0,3	-0,3	-0,3	-0,3	-0,3	-0,3	-0,3
Vissen																				
Bestiboere sis	biomassa (kwalitatief)	0	0		--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
Fauna																				
Driehoekmosselen	potentieel geschikt areaal (ha)	35481	-343	-618	-239	-252	-1070	-1412	-211	-213	-211	-213	-211	-213	-479	-746	-479	-746	-443	-744
Waterplanten	oppervlak gebied (totale bedekking in ha)	15361	-105	-746	-742	-746	-737	-743	-753	-747	-753	-747	-753	-747	-759	-758	-759	-758	-750	-747
Kranswier	inwendig bedekkingspercentage (% van het meer)	10-35	-0,5 - -1,1	-1,1 tot -6,1	-1,1 tot -6,1	-1,1 tot -6,1	-1,1 tot -6,1	-1,1 tot -6,1	-1,1 tot -6,1	-1,1 tot -6,1	-1,1 tot -6,1	-1,1 tot -6,1	-1,1 tot -6,1	-1,1 tot -6,1	-1,1 tot -6,1	-1,1 tot -6,1	-1,1 tot -6,1	-1,1 tot -6,1	-1,1 tot -6,1	-1,1 tot -6,1	-1,1 tot -6,1
Fytoplankton	chlorofyl-a gehalte (ug/l)	6-20	1,4 - 7,8	2,7 tot 6,1	2,7 tot 6,1	2,7 tot 6,1	2,7 tot 6,1	2,7 tot 6,1	2,7 tot 6,1	2,7 tot 6,1	2,7 tot 6,1	2,7 tot 6,1	2,7 tot 6,1	2,7 tot 6,1	2,7 tot 6,1	2,7 tot 6,1	2,7 tot 6,1	2,7 tot 6,1	2,7 tot 6,1	2,7 tot 6,1	2,7 tot 6,1
Recreatie	bevaarbaar oppervlak (> NAP -1,40m) (ha)	189228	420	357,3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Visserij	bevisbaar oppervlak (ha)	14143	0	-25,9	-362	-362	0	0	0	0	-119	-119	-243	-243	0	0	0	0	0	0
Scheepvaart	brandstofgebruik (% ten opzichte van huidig)		0	5-23 %	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

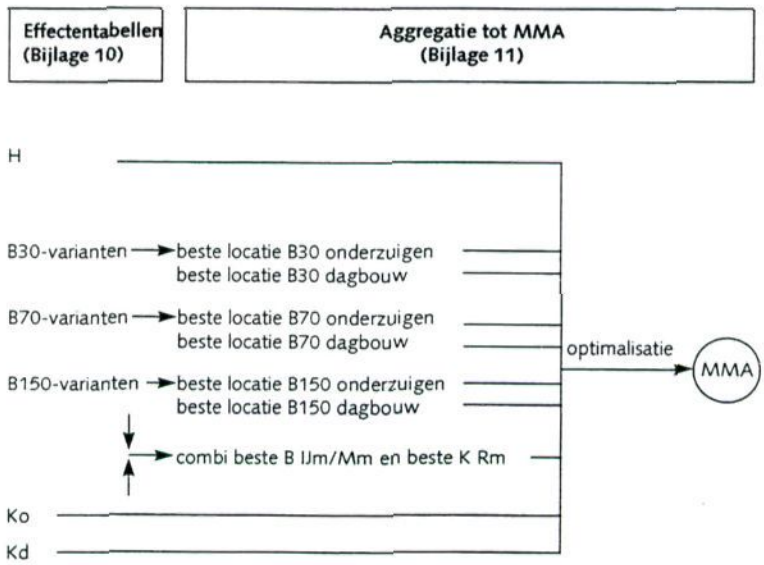
aspect	criterium	huidige situatie	autonome ontwikkeling	B150-1 onderzuigen	B150-1 dagbouw*	B150-2 onderzuigen	B150-2 dagbouw	B150-3 onderzuigen	B150-3 dagbouw	B150-4a onderzuigen	B150-4a dagbouw	B150-4b onderzuigen	B150-4b dagbouw	B150-5 onderzuigen	B150-5 dagbouw	Ko	Kd
Kwel	hoeveelheid (mm/dag)	0-1,2	max. 0,2	0 - 0,25	0 - 0,25	0 - 0,1	0 - 0,1	0 - 0,1	0 - 0,1	0	0	0,25 - 0,5	0,25 - 0,5	0	0	0 - 0,1	0 - 0,1
Vast substraat	oppervlak met vast substraat boven NAP -10m (ha)	90000	800	785	800	785	800	785	800	695 - 785	500 - 800	785	800	695	500	889	779
Stratificatie	oppervlak x aantal dagen stratificatie per jaar (ha.dag/jr)	85000	0	11250	36000	11250	36000	11250	36000	11250	36000	11250	36000	11250	36000	0	0
Doorzicht i.r.t. bodemdiepte	gebied met bodemligging < NAP -10m (ha) / verandering doorzicht (cm)	../40-120	0/0	5000/0	6500/4	5000/0	6500/4	5000/0	6500/4	5000/0	6500/4	5000/0	6500/4	5000/0	6500/4	-/0	-/0
Geomorfologisch waardevol gebied	oppervlak (ha)	18000	0	0-150	0-300	0-175	0-350	0-375	0-750	0-975	0-1950	0-75	0-150	0-25	0-50	0-75	0-75
Vogels																	
Lepelaar	overschrijding van de Ramsarnorm (%)	38,9	-0,7	-0,8	-0,8	-0,8	-0,8	-0,8	-0,8	-0,7	-0,8	-0,7	-0,8	-0,7	-0,8	-0,8	-0,8
Nonnetje	overschrijding van de Ramsarnorm (%)	17,5	0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,2	0,0	0,2	0,0	0,2	-0,1	-0,1
Zwarte stern	overschrijding van de Ramsarnorm (%)	35,7	0,1	0,1	0,0	0,1	0,0	0,1	0,0	0,1	0,0	0,1	0,0	0,1	0,0	0,2	0,2
Kleine zeeuw	overschrijding van de Ramsarnorm (%)	21,9	-0,9	-2,1	-2,1	-2,1	-2,1	-2,1	-2,1	-2,1	-2,1	-2,1	-2,1	-2,1	-2,1	-2,1	-1,7
Kroeend	overschrijding van de Ramsarnorm (%)	45,7	-1	-2,9	-2,9	-2,9	-2,9	-2,9	-2,9	-2,9	-2,9	-2,9	-2,9	-2,9	-2,9	-3,3	-2,8
Tafeleend	overschrijding van de Ramsarnorm (%)	10,8	-0,3	-0,9	-0,9	-0,9	-0,9	-0,9	-0,9	-0,9	-0,9	-0,9	-0,9	-0,9	-0,9	-0,9	-0,8
Topper	overschrijding van de Ramsarnorm (%)	26,3	-0,3	-0,3	-0,3	-0,3	-0,3	-0,3	-0,3	-0,3	-0,5	-0,3	-0,5	-0,3	-0,5	-0,6	-0,6
Meerkoet	overschrijding van de Ramsarnorm (%)	3,3	-0,1	-0,2	-0,2	-0,2	-0,2	-0,2	-0,2	-0,2	-0,2	-0,2	-0,2	-0,2	-0,2	-0,2	-0,2
Pijlstaart	overschrijding van de Ramsarnorm (%)	5	-0,4	-0,3	-0,3	-0,3	-0,3	-0,3	-0,3	-0,3	-0,3	-0,3	-0,3	-0,3	-0,3	-0,3	-0,3
Vissen																	
Bestiboere sis	biomassa (kwalitatief)	0	0	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--		
Fauna																	
Driehoekmosselen	potentieel geschikt areaal (ha)	35481	-343	-199	-211	-199	-211	-199	-211	-268	-479	-268	-479	-269	-443	-631	-667
Waterplanten	oppervlak gebied (totale bedekking in ha)	15361	-105	-751	-753	-751	-753	-751	-753	-747	-759	-747	-759	-757	-750	-857	-745
Kranswier	inwendig bedekkingspercentage (% van het meer)	10-35	-0,5 - -1,1	-1,1 tot -6,1	-1,1 tot -6,1	-1,1 tot -6,1	-1,1 tot -6,1	-1,1 tot -6,1	-1,1 tot -6,1	-1,1 tot -6,1	-1,1 tot -6,1	-1,1 tot -6,1	-1,1 tot -6,1	-1,1 tot -6,1	-1,1 tot -6,1	-1,2 tot -5,0	-1,2 tot - 3,6
Fytoplankton	chlorofyl-a gehalte (ug/l)	6-20	1,4 - 7,8	- 2,7 tot 6,1	2,7 tot 6,1	2,7 tot 6,1	2,7 tot 6,1	2,7 tot 6,1	2,7 tot 6,1	2,7 tot 6,1	2,7 tot 6,1	2,7 tot 6,1	2,7 tot 6,1	2,7 tot 6,1	2,7 tot 6,1	2,8 tot 12,3	2,8 tot 12,3
Recreatie	bevaarbaar oppervlak (> NAP -1,40m) (ha)	189228	420	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	581,4	560,4
Visserij	bevisbaar oppervlak (ha)	14143	0	0	0	-119	-119	-243	-243	0	0	0	0	0	0	-24,8	-25,1
Scheepvaart	brandstofgebruik (% ten opzichte van huidig)		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5-23 %	5-23 %

Bijlage 11: Bepaling Meest Milieuvriendelijk Alternatief

Schema bepaling MMA

De wijze waarop op basis van de milieueffecten het Meest Milieuvriendelijk Alternatief gekozen is, is in onderstaand schema weergegeven. In deze zogenaamde aggregatie zijn alleen de abiotische en biotische aspecten meegewogen. De gebruiksaspecten worden in de beleidsnota meegewogen als financieel-economische aspecten.

Figuur XI.1: Schema bepaling MMA.



In de eerste aggregatieslag wordt binnen iedere B-alternatief (B30, B70 en B150) wordt de beste locatie-variant gekozen. Het resultaat hiervan is weergegeven in de tabellen XI.1, XI.2 en XI.3.
Vervolgens zijn de beste B-variant en de beste K-variant gekozen. Deze zijn gecombineerd tot een combinatie-alternatief, dat voor IJsselmeer en Markermeer overeenkomt met de B-variant en voor de Randmeren met de K-variant. Het beste alternatief op basis van milieueffecten is tenslotte gekozen uit vergelijking van:

- referentiealternatief H;
- beste locatievariant B30-diep onderzuigen;
- beste locatievariant B30-dagbouw;
- beste locatievariant B70-diep onderzuigen;
- beste locatievariant B70-dagbouw;
- beste locatievariant B150-diep onderzuigen;
- beste locatievariant B150-dagbouw;
- alternatief Ko;
- alternatief Kd;
- het combinatie-alternatief.

Het resultaat van deze 'eindaggregatie' vormt uitgangspunt voor het Meest Milieuvriendelijk Alternatief. Deze kan op basis van het resultaat eventueel nog geoptimaliseerd worden, waardoor de negatieve effecten verder verminderen.

Het resultaat van de verschillende aggregatiestappen is in deze bijlage toegelicht. In hoofdstuk 8 is alleen de eindaggregatie opgenomen.

Algemene werkwijze aggregatie
Bij de aggregatie van alternatieven en varianten is steeds gewerkt in twee stappen:

1. Per onderscheidend aspect zijn de varianten/alternatieven op volgorde van toenemend negatief effect geplaatst;
2. *Voor ieder(e) alternatief/variant zijn de rangnummers per aspect opgeteld.* Het resultaat is in rangorde geplaatst waarbij "1" het rangnummer van het beste alternatief/de beste variant is. Er is voor gekozen alle aspecten onderling even zwaar te wegen.

In een gevoeligheidsanalyse (paragraaf 8.5 en bijlage 12) is het effect van deze werkwijze getoetst, door een (naar waarde) gewogen beoordeling per aspect toe te passen in plaats van rangnummering. Hieruit blijkt dat dit effect heeft voor volgorde, maar niet voor de uiteindelijke keuze van het Meest Milieuvriendelijk Alternatief.

Als positieve effecten zijn aangemerkt:

- minder kwel in aangrenzende polders;
- meer vast substraat;
- weinig of geen extra stratificatie;
- een groter doorzicht/groot gebied;
- *weinig aantasting geomorfologisch waardevol gebied;*
- weinig achteruitgang/vooruitgang bestudeerde vogelsoorten;
- weinig vermindering biomassa benthivore vis;
- weinig achteruitgang of vergroting van areaal potentieel geschikt voor Driehoeksmosselen;
- weinig achteruitgang totale bedekking waterplanten/kranswieren;
- weinig toename fytoplankton.

Beste locaties B-varianten
In de B30 varianten, met een nieuwe matig diepe winzone voor beton- en metselzand, is het Markermeer (locatie I) op basis van de onderscheidende milieuaspecten een betere locatie dan het IJsselmeer (locatie II). Dit geldt zowel bij toepassing van diep onderzuigen (oz) als bij dagbouw. De voorkeur voor het Markermeer wordt vooral bepaald door de aspecten kwel, ontstaan van nieuw hard substraat, aantasting van geomorfologische waarden en achteruitgang van Driehoeksmosselen.
In de B70 varianten, met een nieuwe diepe winzone voor beton- en metselzand, zijn de locaties midden in het Markermeer (2) en oostelijk in het IJsselmeer (5) op basis van de onderscheidende milieuaspecten de beste locaties. Voor de varianten met diep onderzuigen (oz) is de IJsselmeerlocatie gunstiger. Dit wordt vooral bepaald door de aspecten kwel, aantasting van geomorfologische waarden en achteruitgang van waterplanten. Voor de varianten met dagbouw (db) is de Markermeerlocatie gunstiger. Dit wordt vooral bepaald door de aspecten ontstaan van nieuw hard substraat en achteruitgang van Driehoeksmosselen.
Ook in de B150 varianten, met een nieuwe zeer diepe winzone voor beton- en metselzand, zijn de locaties midden in het Markermeer (2) en oostelijk in het IJsselmeer (5) op basis van de onderscheidende milieuaspecten de beste

locaties. Voor de varianten met diep onderzuigen (oz) is hier juist de Markermeerlocatie gunstiger. Dit wordt vooral bepaald door de aspecten ontstaan van nieuw hard substraat en achteruitgang van Driehoeksmosselen en waterplanten. Voor de varianten met dagbouw (db) is hier juist weer de IJsselmeerlocatie gunstiger. Dit wordt vooral bepaald door de aspecten kwel, aantasting van geomorfologische waarden en achteruitgang van waterplanten.

Uit bovenstaande resultaten kan de conclusie getrokken worden dat in de beoordeling van de alternatieven B70 en B150 beide locaties dicht bij elkaar liggen. Ook uit de gevoeligheidsanalyse blijkt dit het geval te zijn.

Samenstelling combinatiealternatief
Het combinatiealternatief is samengesteld uit de beste milieuvariant van de alternatieven B wat betreft IJsselmeer en Markermeer en de beste milieuvariant van de alternatieven K wat betreft de Randmeren.

Uit de effectentabellen in bijlage 10 en de beoordeling in hoofdstuk 8 blijkt dat variant B30-I/oz, met een nieuwe matig diepe winzone voor beton- en metselzand in het Markermeer en toepassing van diep onderzuigen de meest milieuvriendelijke B-variant is. Dit wordt vooral bepaald door gunstige effecten wat betreft hard substraat, een beperkte stratificatie, een verbetering van het doorzicht en een beperkte achteruitgang van Driehoeksmosselen.
Tevens blijkt dat alternatief Kd beter scoort dan Ko. Dit wordt vooral bepaald door minder negatieve effecten op de vogelstand, waterplanten en kranswier.

Het combinatiealternatief is daarom gekozen als de combinatie van B30-I/oz en Kd.

Eindaggregatie
Uit de eindaggregatie in hoofdstuk 8 blijkt dat het combinatiealternatief het beste scoort in de periode 2001-2010 en in de periode 2011-2025. Het onderscheidt zich vooral op basis van ontstaan van nieuw hard substraat en verbetering van het doorzicht in combinatie met een beperkte stratificatie (door een einddiepte van circa 15 m) en beperkte aantasting van kwetsbare leefgebieden van vogels, Driehoeksmosselen, waterplanten en kranswieren. Hieruit blijkt dat de aantasting van de Veluwerandmeren in de beoordeling op biotische aspecten (terecht) zwaar meeweegt.

Meest Milieuvriendelijk Alternatief
Het combinatiealternatief B30-I/oz - Kd vormt het uitgangspunt voor het Meest Milieuvriendelijk Alternatief. Bij de uitwerking van dit alternatief is gekeken of een verdere optimalisatie mogelijk is.

Wat betreft abiotische aspecten is vooral de aantasting van de geomorfologische waarden (oude geulen in het Markermeer) aanzienlijk. Door hier bij keuze van definitieve winplaatsen (in een eventuele locatie-MER) rekening mee te houden, is dit effect naar verwachting sterk te verminderen.

Het negatieve effect op de vogelstand (vooral Kleine zwaan, Krooneend en Tafeleend) en de kranswieren in de Veluwerandmeren kan verminderd worden door de aantasting van ondiepe zones verder te beperken. Gezien de ecologische waarde van de het waterecosysteem van de Veluwerandmeren is daarom besloten in het Meest Milieuvriendelijke Alternatief de winning van ophoogzand buiten de vaargeulen in Veluwemeer en Wolderwijd op korte termijn te beëindigen. Dit betekent dat de reserveringen in alternatief Kd voor ophoogzand na 2010 komen te vervallen.

Aanvullende berekeningen met ECOMIJ laten zien dat dit een aanzienlijk positief effect heeft op de watervogels.

De negatieve beoordeling wat betreft fytoplankton wordt vooral bepaald door de grotere verblijftijd van het water door uitbreiding van de winplaatsen voor kalkzandsteenzand. Hoewel het effect van bovenstaande aanpassing niet opnieuw is doorgerekend met het stochastische model, wordt verwacht dat het effect hierop beperkt is omdat de kalkzandsteenzandwinning zorgt voor de grootste veranderingen van het watervolume. Gestreefd wordt naar een einde van de winning van kalkzandsteenzand in de Veluwrandmeren in 2025. Gezien de bestaande (eeuwigdurende) concessie van de fabriek in Harderwijk, lijkt inruil van ondiepe delen van de concessie tegen minder kwetsbare gebieden elders in het meer echter het enige dat op korte termijn haalbaar lijkt. In overleg met de fabriek kan gezocht worden naar mogelijkheden voor een snellere afbouw.

Tabel XI.1 t/m 4: Scores aggregatie Zand Boven Water 2
laag is gunstig, hoog is ongunstig

1. Beste B30-locatie score 1-2

	2010				2025			
	B30-oz		B30-db		B30-oz		B30-db	
	I	II	I	II	I	II	I	II
kwel	1	2	1	2	1	2	1	2
substraat	1	2	1	2	1	2	1	2
stratificatie	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5
doorzicht	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5
geomorfologie	1	2	1	2	1	2	1	2
totaal abiotisch	6	9	6	9	6	9	6	9
rangnummering abiotisch	1	2	1	2	1	2	1	2
vogels	1,5	1,5	1,5	1,5	2	1	1	2
vis	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5
driehoeksmosselen	1	2	1	2	1	2	1	2
waterplanten	1	2	2	1	2	1	2	1
kranswier	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5
fytoplankton	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5
totaal biotisch	8	10	9	9	9,5	8,5	8,5	9,5
rangnummering biotisch	1	2	1,5	1,5	2	1	1	2
totaal abiotisch+biotisch	14	19	15	18	15,5	17,5	14,5	18,5
rangnummering totaal	1	2	1	2	1	2	1	2

2. Beste B70-locatie score 1-6

	2010												2025											
	B70-oz						B70-db						B70-oz						B70-db					
	1	2	3	4a	4b	5	1	2	3	4a	4b	5	1	2	3	4a	4b	5	1	2	3	4a	4b	5
kwel	5	3,5	3,5	1,5	6	1,5	5	3,5	3,5	1,5	6	1,5	5	3,5	3,5	1,5	6	1,5	5	3,5	3,5	1,5	6	1,5
substraat	2,5	2,5	2,5	5,5	2,5	5,5	2,5	2,5	2,5	5,5	2,5	5,5	2,5	2,5	2,5	5,5	2,5	5,5	2,5	2,5	2,5	5,5	2,5	5,5
stratificatie	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5
doorzicht	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5
geomorfologie	3	4	5	6	2	1	3	4	5	6	2	1	3	4	5	6	2	1	3	4	5	6	2	1
totaal abiotisch	17,5	17	18	20	17,5	15	17,5	17	18	20	17,5	15	17,5	17	18	20	17,5	15	17,5	17	18	20	17,5	15
rangnummering abiotisch	3,5	2	5	6	3,5	1	1	2	3	4	5	6	3,5	2	5	6	3,5	1	1	2	3	4	5	6
vogels	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5
vis	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5
driehoeksmosselen	2	2	2	5,5	5,5	4	2	2	2	5,5	5,5	4	2	2	2	5,5	5,5	4	2	2	2	5,5	5,5	4
waterplanten	5	5	5	1,5	1,5	3	4	4	4	1,5	1,5	6	3	3	3	5,5	5,5	1	2,5	2,5	2,5	5,5	5,5	2,5
kranswier	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5
fytoplankton	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5
totaal biotisch	21	21	21	21	21	21	20	20	20	21	21	24	19	19	19	25	25	19	18,5	18,5	18,5	25	25	20,5
rangnummering biotisch	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	2	2	2	4,5	4,5	6	2,5	2,5	2,5	5,5	5,5	2,5	2	2	2	5,5	5,5	4
totaal abiotisch+biotisch	38,5	38	39	41	38,5	36	37,5	37	38	41	38,5	39	36,5	36	37	45	42,5	34	36	35,5	36,5	45	42,5	35,5
totaal rangnummering	3,5	2	5	6	3,5	1	2	1	3	6	4	5	3	2	4	6	5	1	3	1,5	4	6	5	1,5

3. Beste B150-locatie score 1-6

	2010 B150-oz						2025 B150-db						2025 B150-oz						2025 B150-db					
	1	2	3	4a	4b	5	1	2	3	4a	4b	5	1	2	3	4a	4b	5	1	2	3	4a	4b	5
kwel	5	3,5	3,5	1,5	6	1,5	5	3,5	3,5	1,5	6	1,5	5	3,5	3,5	1,5	6	1,5	5	3,5	3,5	1,5	6	1,5
substraat	2,5	2,5	2,5	5,5	2,5	5,5	2,5	2,5	2,5	5,5	2,5	5,5	2,5	2,5	2,5	5,5	2,5	5,5	2,5	2,5	2,5	5,5	2,5	5,5
stratificatie	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5
doorzicht	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5
geomorfologie	3	4	5	6	2	1	3	4	5	6	2	1	3	4	5	6	2	1	3	4	5	6	2	1
totaal abiotisch	17,5	17	18	20	17,5	15	17,5	17	18	20	17,5	15	17,5	17	18	20	17,5	15	17,5	17	18	20	17,5	15
rangnummering abiotisch	**3,5**	**2**	**5**	**6**	**3,5**	**1**	**3,5**	**2**	**5**	**6**	**3,5**	**1**	**3,5**	**2**	**5**	**6**	**3,5**	**1**	**3,5**	**2**	**5**	**6**	**3,5**	**1**
vogels	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5
vis	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5
driehoeksmosselen	2	2	2	4,5	4,5	6	2	2	2	5,5	5,5	4	2	2	2	4,5	4,5	6	2	2	2	5,5	5,5	4
waterplanten	2	2	2	4,5	4,5	6	5	5	5	1,5	1,5	3	4	4	4	1,5	1,5	6	2	2	2	5,5	5,5	1
kranswier	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5
fytoplankton	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5
totaal biotisch	18	18	18	23	23	26	21	21	21	21	21	21	20	20	20	20	20	26	18	18	18	25	25	19
rangnummering biotisch	**2**	**2**	**2**	**4,5**	**4,5**	**6**	**3,5**	**3,5**	**3,5**	**3,5**	**3,5**	**3,5**	**3**	**3**	**3**	**3**	**3**	**6**	**2**	**2**	**2**	**5,5**	**5,5**	**4**
totaal abiotisch+biotisch	35,5	35	36	43	40,5	41	38,5	38	39	41	38,5	36	37,5	37	38	40	37,5	41	35,5	35	36	45	42,5	34
totaal rangnummering	**2**	**1**	**4**	**6**	**4**	**5**	**3,5**	**2**	**5**	**6**	**3,5**	**1**	**2,5**	**1**	**4**	**5**	**2,5**	**6**	**3**	**2**	**4**	**6**	**4**	**1**

4. Eindaggregatie score 1-10

varianten locatie*	2010 H	B30-oz I	B30-db I	B70-oz 5	B70-db 2	B150-oz 2	B150-db 5	Ko	Kd	B30-oz/Kd I	2025 H	B30-oz I	B30-db I	B70-oz 5	B70-db 2	B150-oz 2	B150-db 5	Ko	Kd	B30-oz/Kd I
kwel	4,5	4,5	4,5	1,5	4,5	4,5	1,5	4,5	4,5	4,5	2	5,5	5,5	2	5,5	5,5	2	5,5	5,5	5,5
substraat	7	1,5	3	10	4	6	9	5	8	1,5	7	3	2	10	5	8	9	4	6	1
stratificatie	3	3	10	7	9	6	8	3	3	3	3	3	10	7	9	6	8	3	3	3
doorzicht	7,5	2,5	1	5	4	7,5	7,5	7,5	7,5	2,5	8,5	2,5	1	5	4	8,5	6	8,5	8,5	2,5
geomorfologie	3,5	8,5	10	1	7	6	3,5	3,5	3,5	8,5	4	8,5	10	1	7	6	2	4	4	8,5
totaal abiotisch	25,5	20	28,5	24,5	28,5	30	29,5	23,5	26,5	20	24,5	22,5	28,5	25	30,5	34	27	25	27	20,5
rangnummering abiotisch	**5**	**1,5**	**7,5**	**4**	**7,5**	**10**	**9**	**3**	**6**	**1,5**	**3**	**2**	**8**	**4,5**	**9**	**10**	**6,5**	**4,5**	**6,5**	**1**
vogels	3	6,5	6,5	6,5	6,5	6,5	6,5	10	1,5	1,5	2,5	7	2,5	7	7	7	7	10	2,5	2,5
vis	2	5,5	9	5,5	9	5,5	9	2	2	5,5	2	5,5	9	5,5	9	5,5	9	2	2	5,5
driehoeksmosselen	10	1	5	6,5	4	2	6,5	8	9	3	8	3	5	6,5	2	1	6,5	9	10	4
waterplanten	3	7	8	5,5	9	4	5,5	10	1	2	4,5	2	4,5	7,5	6	9	7,5	10	3	1
kranswier	6	6	6	6	6	6	6	10	1,5	1,5	7	7	7	7	7	7	7	3	1,5	1,5
fytoplankton	5,5	5,5	5,5	5,5	5,5	5,5	5,5	5,5	5,5	5,5	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	9	9	9
totaal biotisch	24	26	34,5	30	34,5	24	33,5	40	15	13,5	24	24,5	28	33,5	31	29,5	37	34	19	14,5
rangnummering biotisch	**3,5**	**5**	**8,5**	**6**	**8,5**	**3,5**	**7**	**10**	**2**	**1**	**3**	**4**	**5**	**8**	**7**	**6**	**10**	**9**	**2**	**1**
totaal abiotisch+biotisch	49,5	46	63	54,5	63	54	63	63,5	41,5	33,5	48,5	47	56,5	58,5	61,5	63,5	64	59	46	35
rangnummering totaal	**4**	**3**	**8**	**6**	**8**	**5**	**8**	**10**	**2**	**1**	**4**	**3**	**5**	**6**	**8**	**9**	**10**	**7**	**2**	**1**

* deze locatie is het best beoordeeld op basis van milieueffecten

Bijlage 12. Gevoeligheidsanalyse vergelijking oplossingsrichtingen

In hoofdstuk 8 is op basis van de milieu-effecten een selectie gemaakt van de beste alternatieven c.q. (locatie)varianten. Deze selectie betreft :

- referentie-alternatief H;
- locatievariant B30-oz I;
- locatievariant B30-db I;
- locatievariant B70-oz 5;
- locatievariant B70-db 2;
- locatievariant B150-oz 2;
- locatievariant B150-db 5;
- alternatief Ko;
- alternatief Kd;
- combinatie-alternatief B30-oz I/Kd.

De selectie van locatievarianten is gemaakt door per onderscheidend aspect op grond van de milieu-effecten een rangnummer toe te kennen aan iedere variant binnen de alternatieven B30-oz/db, B70-oz/db, B150-oz/db. Het rangnummer 1 is toegekend aan de variant die het beste scoort op het betreffende milieuaspect. Vervolgens zijn de per alternatief de varianten gesommeerd en gerangschikt, waarbij de laagste sommatie het rangnummer 1 heeft gekregen.

Op de volledige selectie van de hierboven genoemde alternatieven c.q. varianten is deze methode van rangschikken eveneens toegepast. Op basis van de uitkomsten zijn de alternatieven en varianten met elkaar vergeleken (zie paragraaf 8.4).

De hier beschreven methode is een eenvoudige en inzichtelijke manier om de beste locatievarianten te selecteren en een vergelijking van de geselecteerde alternatieven c.q. varianten mogelijk te maken. De methode houdt echter een vereenvoudiging van de milieueffecten in. Ter illustratie: stel dat alternatief H leidt tot een afname van het areaal voor Driehoeksmosselen met 100 ha, variant B30-oz I tot een afname met 75 ha en alternatief Kd tot een afname van 10 ha, dan zou de rangschikking als volgt zijn: Kd=1, B30-oz I=2 en H=3. Op basis van deze rangschikking lijken de verschillen tussen de drie alternatieven c.q. varianten even groot., terwijl in werkelijkheid het verschil tussen Kd en B30-oz I aanzienlijk groter is dan het verschil tussen B30-oz I en H.

Om na te gaan in hoeverre de selectie van de beste locatievarianten en de vergelijking tussen de geselecteerde alternatieven c.q. varianten afhankelijk is van de gebruikte methode, is een gevoeligheidsanalyse uitgevoerd. Deze gevoeligsheidsanalyse bestaat uit het toekennen van een gewogen rangnummer, gebaseerd op de range tussen het slechtst en best scorende alternatief c.q. variant. Voor het voorbeeld in de voorgaande alinea betekent dit de rangnummers als volgt worden: Kd=1, B30-oz I=2,2 en H=3. Hieruit blijkt dat de verschillen op basis van het aspect Driehoeksmosselen beter in de rangorde tot uitdrukking komen. Vervolgens zijn deze gewogen rangnummers gesommeerd en gerangschikt. Op basis van deze sommatie en rangschikking is nagegaan in hoeverre er verschillen zijn tussen de selectie van beste

locatievarianten en de vergelijking van de geselecteerde alternatieven c.q. varianten volgens de in hoofdstuk 8 gebruikte methode en het toepassen van gewogen rangnummers.

De resultaten van de toepassing van gewogen rangnummers voor de periode 2000-2010 is weergegeven in tabel XII.1. De resultaten voor de periode 2000-2025 zijn in tabel XII.2 opgenomen.

Wat betreft de selectie van de beste locatievarianten, geldt dat het gebruik van gewogen rangnummers voor de periode 2000-2010 leidt tot dezelfde resultaten als in hoofdstuk 8 voor de alternatieven B30-oz/db (namelijk locatie I), B70-oz (locatie 5), B70-db (locatie 2) en B150-db (locatie 5). Voor het alternatief B150-oz leidt toepassing van gewogen rangnummers tot een andere locatiekeuze, namelijk locatie 5 in plaats van locatie 2. Het verschil tussen de sommatie van de rangnummers van beide varianten is echter zeer gering (52,9 voor locatie 5 versus 53,2 voor locatie 2).

De selectie van beste alternatieven en (locatie)varianten op basis van gewogen rangnummers leidt bij een vergelijking tussen de oplossingsrichtingen voor de periode 2000-2010 *in grote lijnen tot dezelfde resultaten als in paragraaf 8.4. Er* zijn geen verschillen tussen het rangnummer van de vier beste oplossingsrichtingen. Wat betreft de slechtst scorende alternatieven en varianten is bij toepassing van gewogen rangnummers meer differentiatie aan te brengen. Overigens blijf alternatief Kd ook in dit geval het slechtst scoren. In het middensegment treden wel kleine verschillen in rangorde op. Deze verschillen zijn op basis van de sommatie van de rangnummers voor de verschillende aspecten echter zeer gering.

Voor de periode 2000-2025 leidt het gebruik van gewogen rangnummers tot *vrijwel dezelfde selectie van de beste locatievarianten als in hoofdstuk 8,* namelijk locatie I voor alternatief B30-oz/db, locatie 2 voor B70-db en locatie 5 voor B150-db. Voor alternatief B70-oz en B150-oz leidt het gebruik van gewogen rangnummers wel tot een andere selectie, namelijk variant B70-oz 2 (in plaats van locatie 5) en variant B150-oz 5 (in plaats van locatie 2). Ook hier geldt dat de verschillen tussen de sommaties van de genoemde locaties voor deze twee alternatieven zeer gering zijn.

De selectie van beste alternatieven en (locatie)varianten op basis van de gewogen rangnummers leidt bij een vergelijking tussen de oplossingrichtingen *voor de periode 2000-2025 tot enkele verschillen ten opzichte van paragraaf* 8.4. Het combinatie-alternatief B30-oz I/Kd blijft echter het best scorende alternatief. Een belangrijk verschil is dat alternatief Kd bij toepassing van gewogen rangnummers als het op één na beste alternatief scoort, terwijl dit alternatief in paragraaf 8.4. op de vierde plaats komt. Daarnaast blijken variant B30-dg I en alternatief Ko slechter te scoren, terwijl variant B150-db 5 juist beter scoort. Over het algemeen betreft het echter kleine verschillen in de sommatie van de rangnummers voor de verschillende aspecten.

Tabel XII.1. Gewogen rangnummering effecten over de periode 2001-2010

aspect	criterium	autonome ontwikkeling	H	B30-oz I	B30-db I	B30-oz II	B30-db II	B70-oz 1	B70-db 1	B70-oz 2	B70-db 2	B70-oz 3	B70-db 3	B70-oz 4a	B70-db 4a	B70-oz 4b	B70-db 4b	B70-oz 5	B70-db 5
Kwel	hoeveelheid (mm/dag)	2,8	2,8	2,8	2,8	10,0	10,0	5,5	5,5	2,8	2,8	2,8	2,8	1,0	1,0	10,0	10,0	1,0	1,0
Vast substraat	oppervlak met vast substraat boven NAP -10m (ha)	2,3	2,1	1,2	1,0	7,7	10,0	1,7	1,6	1,7	1,6	1,7	1,6	4,0	5,7	1,7	1,6	4,0	5,7
Stratificatie	oppervlak x aantal dagen stratificatie per jaar (ha.dag/jr)	1,0	1,0	1,0	10,0	1,0	10,0	3,2	9,2	3,2	9,2	3,2	9,2	3,2	9,2	3,2	9,2	3,2	9,2
Doorzicht i.r.t. bodemdiepte	gebied met bodemligging < NAP -10m (ha) / verandering doorzicht (cm)	10,0	10,0	1,9	1,0	1,9	1,0	7,5	4,2	7,5	4,2	7,5	4,2	7,5	4,2	7,5	4,2	7,5	4,2
Geomorfologisch waardevol gebied	oppervlak (ha)	0,9	1,1	3,8	6,7	5,4	10,0	1,6	2,2	1,7	2,4	2,6	4,2	5,2	9,6	1,2	1,6	1,0	1,1
	som abiotisch	16,9	17,1	10,6	21,5	26,1	41,0	19,5	22,7	16,9	20,2	17,8	22,0	20,9	29,6	23,7	26,6	16,7	21,2
Vogels																			
Lepelaar	overschrijding van de Ramsarnorm (%)	1,7	7,8	6,2	4,7	5,5	7,8	1,0	9,2	1,0	9,2	1,0	9,2	7,0	10,0	7,0	10,0	9,2	6,2
Nonnetje	overschrijding van de Ramsarnorm (%)	9,0	10,0	10,0	10,0	3,7	1,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	8,5	6,4	8,5	6,4	8,4	6,2
Zwarte stern	overschrijding van de Ramsarnorm (%)	1,6	1,3	4,0	5,2	7,7	10,0	2,1	3,0	2,1	3,0	2,1	3,0	2,8	4,7	2,8	4,7	3,0	5,2
Kleine zwaan	overschrijding van de Ramsarnorm (%)	-1,3	4,0	4,1	3,9	3,9	3,8	4,2	3,8	4,2	3,8	4,2	3,8	4,1	4,0	4,1	4,0	4,0	4,1
Krooneend	overschrijding van de Ramsarnorm (%)	-4,2	2,4	3,6	4,2	4,3	3,6	4,3	4,3	4,3	4,3	4,3	4,3	3,5	3,2	3,5	3,2	3,5	4,2
Tafeleend	overschrijding van de Ramsarnorm (%)	-3,4	3,6	4,0	4,3	4,4	4,4	4,2	4,3	4,2	4,3	4,2	4,3	4,0	3,9	4,0	3,9	3,8	4,3
Toppereend	overschrijding van de Ramsarnorm (%)	2,6	5,0	1,0	2,0	6,6	10,0	1,1	1,8	1,1	1,8	1,1	1,8	4,0	5,5	4,0	5,5	2,4	4,4
Meerkoet	overschrijding van de Ramsarnorm (%)	7,2	3,2	3,1	3,5	4,8	4,9	3,5	3,7	3,5	3,7	3,5	3,7	3,5	3,7	3,5	3,7	3,3	4,1
Pijlstaart	overschrijding van de Ramsarnorm (%)	-7,0	5,7	5,4	4,0	4,6	4,2	5,6	4,5	5,6	4,5	5,6	4,5	5,2	5,7	5,2	5,7	5,4	5,4
	slechtste score	9,0	10,0	10,0	10,0	7,7	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	8,5	10,0	8,5	10,0	9,2	6,2
Vissen																			
Benthivore vis	biomassa (kwalitatief)	1	1	7	10	7	10	7	10	7	10	7	10	7	10	7	10	7	10
Fauna																			
Driehoeksmosselen	potentieel geschikt areaal (ha)	2,9	4,7	1,0	1,9	6,1	10,0	1,2	1,4	1,2	1,4	1,2	1,4	3,3	5,4	3,3	5,4	2,3	4,4
Waterplanten	oppervlak gebied (totale bedekking in ha)	-18,0	3,1	4,4	4,5	4,7	3,8	5,1	4,6	5,1	4,6	5,1	4,6	4,3	4,4	4,3	4,4	4,4	4,9
Kranswier	inwendig bedekkingspercentage (rel. %)	12,1	3,1	3,1	3,1	3,1	3,1	3,1	3,1	3,1	3,1	3,1	3,1	3,1	3,1	3,1	3,1	3,1	3,1
Fytoplankton	chlorofyl-a gehalte (ug/l)	8,7	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0
	som biotisch	15,8	31,9	35,6	39,5	38,7	46,9	36,4	39,2	36,4	39,2	36,4	39,2	36,3	43,0	36,3	43,0	36,1	38,7
	som abiotisch + biotisch	32,7	48,9	46,2	61,0	64,7	87,9	55,9	61,9	53,3	59,4	54,2	61,2	57,3	72,6	60,0	69,5	52,8	59,9
	rangorde abiotisch+biotisch		4	3	21	27	32	12	24	8	16	10	22	14	31	19	30	5	18

aspect	criterium	autonome ontwikkeling	B150-oz 1	B150-db 1	B150-oz 2	B150-db 2	B150-oz 3	B150-db 3	B150-oz 4a	B150-db 4a	B150-oz 4b	B150-db 4b	B150-oz 5	B150-db 5	Ko	Kd	combi
Kwel	hoeveelheid (mm/dag)	2,8	5,5	5,5	2,8	2,8	2,8	2,8	1,0	1,0	10,0	10,0	1,0	1,0	2,8	2,8	2,8
Vast substraat	oppervlak met vast substraat boven NAP -10m (ha)	2,3	2,1	2,0	2,1	2,0	2,1	2,0	2,6	3,6	2,1	2,0	2,6	3,6	2,0	2,7	1,7
Stratificatie	oppervlak x aantal dagen stratificatie per jaar (ha.dag/jr)	1,0	1,8	5,4	1,8	5,4	1,8	5,4	1,8	5,4	1,8	5,4	1,8	5,4	1,0	1,0	1,0
Doorzicht i.r.t. bodemdiepte	gebied met bodemligging < NAP -10m (ha) / verandering doorzicht (cm)	10,0	10,0	7,7	10,0	7,7	10,0	7,7	10,0	7,7	10,0	7,7	10,0	7,7	10,0	10,0	1,9
Geomorfologisch waardevol gebied	oppervlak (ha)	0,9	1,6	2,2	1,7	2,4	2,6	4,2	5,2	9,6	1,2	1,6	1,0	1,1	1,1	1,1	3,8
	som abiotisch	16,9	20,9	22,8	18,3	20,3	19,2	22,1	20,6	27,2	25,1	26,6	16,4	18,8	16,9	17,6	11,1
Vogels																	
Lepelaar	overschrijding van de Ramsarnorm (%)	1,7	8,5	1,0	8,5	1,0	8,5	1,0	7,8	7,0	7,8	7,0	6,2	9,2	7,8	8,5	8,5
Nonnetje	overschrijding van de Ramsarnorm (%)	9,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	9,5	8,5	9,5	8,5	9,5	8,4	9,8	9,8	9,8
Zwarte stern	overschrijding van de Ramsarnorm (%)	1,6	1,6	2,1	1,6	2,1	1,6	2,1	1,9	2,8	1,9	2,8	1,9	3,0	1,0	1,3	1,3
Kleine zwaan	overschrijding van de Ramsarnorm (%)	-1,3	3,9	4,2	3,9	4,2	3,9	4,2	3,9	4,1	3,9	4,1	4,1	4,0	10,0	1,0	1,0
Krooneend	overschrijding van de Ramsarnorm (%)	-4,2	3,3	4,3	3,3	4,3	3,3	4,3	4,0	3,5	4,0	3,5	4,3	3,5	10,0	1,0	1,0
Tafeleend	overschrijding van de Ramsarnorm (%)	-3,4	3,4	4,2	3,4	4,2	3,4	4,2	3,9	4,0	3,9	4,0	4,3	3,8	10,0	1,0	1,0
Toppereend	overschrijding van de Ramsarnorm (%)	2,6	1,6	1,1	1,6	1,1	1,6	1,1	1,6	4,0	1,6	4,0	2,0	2,4	4,6	4,4	4,4
Meerkoet	overschrijding van de Ramsarnorm (%)	7,2	2,9	3,5	2,9	3,5	2,9	3,5	3,6	3,5	3,6	3,5	3,8	3,3	10,0	1,0	1,0
Pijlstaart	overschrijding van de Ramsarnorm (%)	-7,0	4,8	5,6	4,8	5,6	4,8	5,6	4,5	5,2	4,5	5,2	5,2	5,4	10,0	1,0	1,0
	slechtste score	9,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	9,5	8,5	9,5	8,5	9,5	9,2	10,0	9,8	9,8
Vissen																	
Benthivore vis	biomassa (kwalitatief)	1	7	10	7	10	7	10	7	10	7	10	7	10	1	1	7
Fauna																	
Driehoeksmosselen	potentieel geschikt areaal (ha)	2,9	1,0	1,2	1,0	1,2	1,0	1,2	1,7	3,3	1,7	3,3	2,0	2,3	4,5	4,6	1,3
Waterplanten	oppervlak gebied (totale bedekking in ha)	-18,0	3,7	5,1	3,7	5,1	3,7	5,1	4,3	4,3	4,3	4,3	4,8	4,4	10,0	1,0	2,4
Kranswier	inwendig bedekkingspercentage (rel. %)	12,1	3,1	3,1	3,1	3,1	3,1	3,1	3,1	3,1	3,1	3,1	3,1	3,1	10,0	1,0	1,0
Fytoplankton	chlorofyl-a gehalte (ug/l)	8,7	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	1,0
	som biotisch	15,8	34,9	39,4	34,9	39,4	34,9	39,4	35,7	39,3	35,7	39,3	36,5	39,1	45,5	27,4	22,5
	som abiotisch + biotisch	32,7	55,8	62,2	53,2	59,7	54,1	61,5	56,3	66,6	60,8	65,9	52,9	57,9	62,4	45,0	33,6
	rangorde abiotisch+biotisch		11	25	7	17	9	23	13	29	20	28	6	15	26	2	1

Tabel XII.2. Gewogen rangnummering effecten over de periode 2001-2025

aspect	criterium	autonome ontwikkeling	H	B30-oz I	B30-db I	B30-oz II	B30-db II	B70-oz 1	B70-db 1	B70-oz 2	B70-db 2	B70-oz 3	B70-db 3	B70-oz 4a	B70-db 4a	B70-oz 4b	B70-db 4b	B70-oz 5	B70-db 5
Kwel	hoeveelheid (mm/dag)	4,6	1,0	2,8	2,8	10,0	10,0	5,5	5,5	2,8	2,8	2,8	2,8	1,0	1,0	10,0	10,0	1,0	1,0
Vast substraat	oppervlak met vast substraat boven NAP -10m (ha)	2,4	2,6	1,6	1,5	8,4	10,0	2,2	2,0	2,2	2,0	2,2	2,0	4,3	5,9	2,2	2,0	4,3	5,9
Stratificatie	oppervlak x aantal dagen stratificatie per jaar (ha.dag/jr)	1,0	1,0	1,0	10,0	1,0	10,0	3,2	5,9	3,2	5,9	3,2	5,9	3,2	5,9	3,2	5,9	3,2	5,9
Doorzicht i.r.t. bodemdiepte	gebied met bodemligging < NAP -10m (ha) / verandering doorzicht (cm)	10,0	10,0	1,9	1,0	1,9	1,0	7,5	4,2	7,5	4,2	7,5	4,2	7,5	4,2	7,5	4,2	7,5	4,2
Geomorfologisch waardevol gebied	oppervlak (ha)	0,9	1,2	3,8	6,7	5,4	10,0	1,6	2,2	1,7	2,4	2,6	4,2	5,2	9,6	1,2	1,6	1,0	1,1
	som abiotisch	18,9	15,8	11,1	22,0	26,7	41,0	20,0	19,9	17,4	17,4	18,3	19,2	21,3	26,6	24,1	23,7	17,0	18,1
Vogels																			
Lepelaar	overschrijding van de Ramsarnorm (%)	0,7	6,7	5,1	2,6	4,3	3,5	4,3	6,7	4,3	6,7	4,3	6,7	5,1	7,5	5,1	7,5	4,3	5,1
Nonnetje	overschrijding van de Ramsarnorm (%)	9,2	10,0	9,6	9,6	3,4	1,0	9,6	9,6	9,6	9,6	9,6	9,6	7,8	5,8	7,8	5,8	7,7	5,8
Zwarte stern	overschrijding van de Ramsarnorm (%)	2,2	1,1	4,8	6,0	8,0	10,0	2,9	3,8	2,9	3,8	2,9	3,8	3,8	5,5	3,8	5,5	3,9	5,7
Kleine zwaan	overschrijding van de Ramsarnorm (%)	-13,6	9,1	8,6	8,8	8,8	8,7	8,7	8,7	8,7	8,7	8,7	8,7	8,7	9,0	8,7	9,0	8,7	8,7
Krooneend	overschrijding van de Ramsarnorm (%)	-30,3	1,0	2,5	2,3	2,0	2,6	3,2	2,5	3,2	2,5	3,2	2,5	2,7	2,2	2,7	2,2	3,0	2,3
Tafeleend	overschrijding van de Ramsarnorm (%)	-27,0	8,5	8,2	8,5	9,2	10,0	8,5	8,2	8,5	8,2	8,5	8,2	8,5	8,8	8,5	8,8	8,5	8,8
Toppereend	overschrijding van de Ramsarnorm (%)	1,2	4,0	1,1	1,2	7,4	10,0	1,0	1,1	1,0	1,1	1,0	1,1	3,1	5,0	3,1	5,0	2,8	5,0
Meerkoet	overschrijding van de Ramsarnorm (%)	-14,5	6,3	4,9	5,5	8,1	10,0	5,2	5,1	5,2	5,1	5,2	5,1	6,1	7,4	6,1	7,4	6,1	7,1
Pijlstaart	overschrijding van de Ramsarnorm (%)	29,1	10,0	8,2	9,7	8,6	8,4	8,4	8,6	8,4	8,6	8,4	8,6	8,8	9,8	8,8	9,8	8,6	8,8
	slechtste score	29,1	10,0	9,6	9,7	9,2	10,0	9,6	9,6	9,6	9,6	9,6	9,6	8,8	9,8	8,8	9,8	8,7	8,8
Vissen																			
Benthivore vis	biomassa (kwalitatief)	1	1	7	10	7	10	7	10	7	10	7	10	7	10	7	10	7	10
Fauna																			
Driehoeksmosselen	potentieel geschikt areaal (ha)	2,1	4,1	1,3	1,4	7,5	10,0	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1	3,1	5,1	3,1	5,1	2,8	5,0
Waterplanten	oppervlak gebied (totale bedekking in ha)	-43,3	2,1	1,9	2,1	1,5	1,9	2,6	2,2	2,6	2,2	2,6	2,2	3,1	3,0	3,1	3,0	2,4	2,2
Kranswier	inwendig bedekkingspercentage (rel. %)	-8,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0
Fytoplankton	chlorofyl-a gehalte (ug/l)	3,2	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
	som biotisch	-15,9	28,2	30,8	34,2	36,1	42,9	31,3	33,9	31,3	33,9	31,3	33,9	32,9	38,9	32,9	38,9	32,0	37,1
	som abiotisch + biotisch	3,0	44,0	41,9	56,2	62,8	83,9	51,3	53,8	48,7	51,4	49,6	53,1	54,2	65,5	57,1	62,6	49,0	55,2
	rangorde abiotisch+biotisch		3	2	23	30	32	11	18	6	12	8	16	19	31	25	29	7	21

aspect	criterium	autonome ontwikkeling	B150-oz 1	B150-db 1	B150-oz 2	B150-db 2	B150-oz 3	B150-db 3	B150-oz 4a	B150-db 4a	B150-oz 4b	B150-db 4b	B150-oz 5	B150-db 5	Ko	Kd	combi
Kwel	hoeveelheid (mm/dag)	4,6	5,5	5,5	2,8	2,8	2,8	2,8	1,0	1,0	10,0	10,0	1,0	1,0	2,8	2,8	2,8
Vast substraat	oppervlak met vast substraat boven NAP -10m (ha)	2,4	2,5	2,4	2,5	2,4	2,5	2,4	3,0	4,0	2,5	2,4	3,0	4,0	2,0	2,5	1,0
Stratificatie	oppervlak x aantal dagen stratificatie per jaar (ha.dag/jr)	1,0	1,8	3,6	1,8	3,6	1,8	3,6	1,8	3,6	1,8	3,6	1,8	3,6	1,0	1,0	1,0
Doorzicht i.r.t. bodemdiepte	gebied met bodemligging < NAP -10m (ha) / verandering doorzicht (cm)	10,0	10,0	7,7	10,0	7,7	10,0	7,7	10,0	7,7	10,0	7,7	10,0	7,7	10,0	10,0	1,9
Geomorfologisch waardevol gebied	oppervlak (ha)	0,9	1,6	2,2	1,7	2,4	2,6	4,2	5,2	9,6	1,2	1,6	1,0	1,1	1,2	1,2	3,8
	som abiotisch	18,9	21,4	21,4	18,8	18,9	19,7	20,7	21,0	25,8	25,5	25,3	16,8	17,4	17,0	17,6	10,5
Vogels																	
Lepelaar	overschrijding van de Ramsarnorm (%)	0,7	5,1	4,3	5,1	4,3	5,1	4,3	2,6	5,1	2,6	5,1	1,0	4,3	10,0	7,5	7,5
Nonnetje	overschrijding van de Ramsarnorm (%)	9,2	9,6	9,6	9,6	9,6	9,6	9,6	9,2	7,8	9,2	7,8	9,2	7,7	9,9	9,9	9,9
Zwarte stern	overschrijding van de Ramsarnorm (%)	2,2	2,3	2,9	2,3	2,9	2,3	2,9	2,6	3,8	2,6	3,8	2,6	3,9	1,0	1,2	1,2
Kleine zwaan	overschrijding van de Ramsarnorm (%)	-13,6	8,6	8,7	8,6	8,7	8,6	8,7	8,7	8,7	8,7	8,7	8,7	8,7	10,0	1,0	1,0
Krooneend	overschrijding van de Ramsarnorm (%)	-30,3	3,0	3,2	3,0	3,2	3,0	3,2	3,0	2,7	3,0	2,7	3,1	3,0	10,0	1,4	1,4
Tafeleend	overschrijding van de Ramsarnorm (%)	-27,0	7,9	8,5	7,9	8,5	7,9	8,5	8,1	8,5	8,1	8,5	8,3	8,5	8,3	1,0	1,0
Toppereend	overschrijding van de Ramsarnorm (%)	1,2	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,7	3,1	1,7	3,1	1,6	2,8	4,2	4,6	4,6
Meerkoet	overschrijding van de Ramsarnorm (%)	-14,5	5,1	5,2	5,1	5,2	5,1	5,2	5,2	6,1	5,2	6,1	5,5	6,1	7,3	1,0	1,0
Pijlstaart	overschrijding van de Ramsarnorm (%)	29,1	8,6	8,4	8,6	8,4	8,6	8,4	8,2	8,8	8,2	8,8	8,9	8,6	7,6	1,0	1,0
	slechtste score	29,1	9,6	9,6	9,6	9,6	9,6	9,6	9,2	8,8	9,2	8,8	9,2	8,7	10,0	9,9	9,9
Vissen																	
Benthivore vis	biomassa (kwalitatief)	1	7	10	7	10	7	10	7	10	7	10	7	10	1	1	7
Fauna																	
Driehoeksmosselen	potentieel geschikt areaal (ha)	2,1	1,0	1,1	1,0	1,1	1,0	1,1	1,5	3,1	1,5	3,1	1,5	2,8	4,2	4,5	1,3
Waterplanten	oppervlak gebied (totale bedekking in ha)	-43,3	2,5	2,6	2,5	2,6	2,5	2,6	2,2	3,1	2,2	3,1	2,9	2,4	10,0	2,1	1,0
Kranswier	inwendig bedekkingspercentage (rel. %)	-8,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	6,0	1,0	1,0
Fytoplankton	chlorofyl-a gehalte (ug/l)	3,2	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	10,0	10,0	10,0
	som biotisch	-15,9	31,1	34,3	31,1	34,3	31,1	34,3	30,9	35,9	30,9	35,9	31,6	35,0	41,2	28,4	30,2
	som abiotisch + biotisch	3,0	52,5	55,8	49,9	53,3	50,8	55,1	51,9	61,7	56,4	61,2	48,4	52,3	58,2	46,0	40,7
	rangorde abiotisch+biotisch		15	22	9	17	10	20	13	28	24	27	5	14	26	4	1