HET ECOSYSTEEM VAN HET IJSSELMEER,

OPBOUW EN BEDREIGINGEN

drs. R.W. Brocades Zaalberg

VOORWOORD

Voor u ligt een rapport dat wel over het Markermeer en Klein IJsselmeer gaat, maar nu eens niet over de Markerwaardpolder. Er is echter wel een verband met de polderplannen van overheid en particulieren. Door onze organisaties is immers naar aanleiding van het inpolderingsplan steeds naar voren gebracht dat daarnaast ook **verstandig beheer en ontwikkeling van het gehele IJsselmeer als open water** als serieus alternatief moet worden beschouwd. Sterker nog, alles afwegende heeft dit 'natte alternatief' de uitdrukkelijke voorkeur van de milieu-organisaties.

Het vergroten van de kennis van het ecosysteem van dit uitgestrekte ondiepe zoetwaternatuurgebied is daarbij van veel belang. Het is dan ook verheugend dat hierbij de resultaten kunnen worden gepresenteerd van het onderzoek dat drs R.W. Brocades Zaalberg als tijdelijk medewerker hiernaar met grote inzet heeft kunnen uitvoeren. Onze dank gaat uit naar het Wereld Natuur Fonds Nederland dat met een financiële bijdrage deze uitgave mogelijk heeft gemaakt.

Dit rapport beoogt een bijdrage te leveren aan de ontwikkeling van het gehele IJsselmeer (Markermeer en Klein IJsselmeer) als zoetwaternatuurgebied met een aantal gebruiksfuncties. Het is een stap naar een verdere uitwerking van ideeën voor het duurzame behoud van dit natuurgebied in het hart van Nederland.

Als wordt besloten om niet in te polderen, zal dit rapport een basis zijn voor de noodzakelijke beleidsvisies en beheersplannen voor dit gebied.

Wij hopen dat dan - mede op basis van dit rapport - ook blijvend behoud en ontwikkeling van het Markermeer en Klein IJsselmeer voor mens, natuur en milieu kan worden gerealiseerd.

De begeleidingscommissie,

ir W.J. van Grondelle
ir J. Keuning
drs F.W. Prins

INHOUD pagina

Samenvatting 5

1. Inleiding 13

2. Abiotische kenmerken van het ecosysteem 15
2.1 Morfologie en bodemsamenstelling 15
2.2 Waterhuishouding 19
2.3 Waterbeweging 21
2.4 Erosie en sedimentatie 22
2.5 Zwevende deeltjes 22
2.6 Chemische en fysische watereigenschappen 24
2.6.1 Chloride 24
2.6.2 Temperatuur 25
2.6.3 Lichtdoordringing 26
2.6.4 Zuurgraad 27
2.6.5 Zuurstofgehalte 28
2.6.6 Voedingsstoffen 30
2.7 Zware metalen en gechloreerde koolwaterstoffen in water en bodem 39

3. Biotische kenmerken van het ecosysteem 43
3.1 Fytoplankton 44
3.2 Fytobenthos 48
3.3 Zoöplankton 49
3.4 Zoöbenthos 54
3.4.1 Borstelwormen 55
3.4.2 Muggelarven 57
3.4.3 Vlokreeften 58
3.4.4 Weekdieren 59
3.5 Vissen 65
3.5.1 Algemeen 65
3.5.2 Zoöbenthos-etende vissen 71
3.5.3 Roofvissen 77
3.5.4 Spiering 85
3.5.5 Visserij 87
3.6 Vogels 90
3.6.1 Algemeen 90
3.6.2 Zoöbenthos-etende vogels 93
3.6.3 Vis-etende vogels 115
3.6.4 Planten-etende vogels 148
3.6.5 Voornamelijk op de IJsselmeeroevers foeragerende vogels 153
3.7 Ontleders 161

4. Typering van het ecosysteem 163

5. Waardering van het ecosysteem 167
5.1 Algemeen 167
5.2 Vogels 167

6. Menselijke beïnvloeding van het ecosysteem 173
6.1 Belasting met voedingsstoffen 174

6.2 Belasting met zware metalen en gechloreerde koolwaterstoffen 177
6.3 Koelwaterlozing 182
6.4 Zandwinning 184
6.5 Recreatie 187
6.6 Militaire activiteiten 189
6.7 Beroepsvisserij en sportvisserij 189
6.8 Jacht 191

7. Beheersmaatregelen 193
7.1 Belasting met voedingsstoffen 193
7.2 Belasting met zware metalen en gechloreerde koolwaterstoffen 194
7.3 Koelwaterlozing 195
7.4 Zandwinning 195
7.5 Recreatie 196
7.6 Militaire activiteiten 198
7.7 Visserij 198
7.8 Jacht 199
7.9 Inrichtingsmaatregelen 199

Literatuur 201

SAMENVATTING

Het IJsselmeer (Klein IJsselmeer en Markermeer) is het grootste ondiepe zoetwatermeer in Europa. Door de invloed van de warme golfstroom op het Nederlandse klimaat wordt het meer maar zelden door ijs afgesloten. Het IJsselmeer wordt voor ongeveer de helft omgeven door rechte dijken grenzend aan relatief gezien diep water. Voor het overige bestaat de oever uit grillige oude dijkdelen en buitendijkse terreinen variërend van kleine polders tot grote buitendijkse natuurgebieden.

De IJssel is verantwoordelijk voor het grootste deel van de wateraanvoer naar het IJsselmeer. De sluizen in de Afsluitdijk zorgen voor de voornaamste afvoer. Sinds 1975 is het IJsselmeer door de Houtribdijk verdeeld in twee (afzonderlijke) boezems: het Klein IJsselmeer met een grotendeels zandige bodem en het Markermeer met de grotendeels kleiige bodem. Door deze scheiding is de waterkwaliteit in beide meerdelen enigermate gaan verschillen, ondanks de voortdurende doorspoeling van het Markermeer met Klein IJsselmeerwater.

De IJssel voert grote hoeveelheden voedingsstoffen (fosfaten en stikstofverbindingen) naar het IJsselmeer. Van de jaren zestig tot in de jaren tachtig nam de aanvoer van direct voor plantaardige organismen opneembare voedingsstoffen toe, terwijl de totale aanvoer van fosfaat en stikstof vrijwel constant bleef. Doordat het Klein IJsselmeer het directe uitstroombekken van de IJssel is, is het gehalte aan voedingsstoffen hier gemiddeld hoger dan in het Markermeer. Op grond van het voedingsstofgehalte kan het Klein IJsselmeer als zeer voedselrijk (hypertroof) en het Markermeer als voedselrijk (eutroof) worden geclassificeerd.

De aangevoerde voedingsstoffen worden voor een groot deel gebruikt voor de groei van algencellen. Deze algen zinken na afsterven naar de bodem waar ze weer worden afgebroken door bacteriën. De aanvoer is echter groter dan de afbraak, zodat zich organisch materiaal op de bodem van het IJsselmeer ophoopt. Karakteristieken van het IJsselmeerwater als zuurgraad, zuurstofgehalte en voedingsstofgehalte wijzen erop dat er in de zomer in het Klein IJsselmeer en Markermeer een grote produktie van algen plaatsvindt.

De IJssel voert behalve voedingsstoffen ook zware metalen en gechloreerde koolwaterstoffen aan. Deze, vaak aan slib gebonden stoffen, bezinken grotendeels op de bodem van het Ketelmeer. De gehalten zijn hier dan ook het hoogst. In het Klein IJsselmeer neemt van zuid naar noord de verontreiniging van de bodem af. De Markermeerbodem is gemiddeld minder vervuild dan die van het Klein IJsselmeer.

Levensgemeenschap

De levensgemeenschap van het IJsselmeer is karakteristiek voor voedselrijke wateren. De samenstelling van de levensgemeenschap in het Markermeer en het Klein IJsselmeer verschilt maar weinig. Aan de basis van de levensgemeenschap staan de in het water zwevende algen. Zij leveren vrijwel de gehele plantaardige produktie in het IJsselmeer. De produktie van ondergedoken, wortelende waterplanten is vooral sinds de sterke afname van de waterplantvelden in de jaren zeventig van geen betekenis. Door deze drastische afname van de waterplanten verdwenen de planten-etende zwemeenden en kleine zwanen, die destijds in grote aantallen in het winterhalfjaar langs de oever te vinden waren, merendeels.

Door het grote voedingsstoffengehalte van het IJsselmeerwater is de biomassa van algen 's zomers hoog. Meestal is niet een voedingsstof, maar licht de beperkende factor voor algengroei. In het slibrijke Markermeer wordt de algengroei vaker door licht beperkt dan in het Klein IJsselmeer. Gezien de algenbiomassa kan het Klein IJsselmeer als hypertroof en het Markermeer als eutroof worden geclassificeerd. In het plankton zorgen voornamelijk groenalgen en blauwalgen voor de produktie. Sinds de afsluiting in 1932 worden blauwalgen, karakteristieke algen voor voedselrijke wateren, in het IJsselmeer aangetroffen. De soort Microcystis aeruginosa, die in het bezit is van drijfvermogen, vertoonde in vele jaren plaatselijk sterke groei (bloei). Vlak voor en enige keren na de afsluiting van de Houtribdijk, heeft zich in het Klein IJsselmeer de bloei over een groot oppervlak en gedurende vele maanden van de soort Oscillatoria agardhii voorgedaan. In het Markermeer vertoonde deze soort echter geen bloei. Microcystis aeruginosa komt sinds de dichting van de Houtribdijk soms massaal in beide of in één van beide meerdelen voor.

De bloei van de soort Oscillatoria agardhii in het Klein IJsselmeer is het gevolg van de toenemende voedselrijkdom van dit meer gepaard aan andere gunstige omgevingsomstandigheden. In het slibrijke Markermeer lijken de omstandigheden van deze soort minder gunstig.

De primaire produktie in het IJsselmeer wordt geoogst door dierlijke planktonorganismen. Het dierlijke plankton van het IJsselmeer bestaat grotendeels uit kleine kreeftachtigen. Aangezien blauwalgen nauwelijks consumeerbaar zijn, wordt tijdens dominantie van deze algensoorten een groot deel van de plantaardige produktie niet benut. De afgestorven blauwalgencellen zinken direct naar de bodem waar ze deel gaan uitmaken van het sediment.

Het dierlijke plankton wordt weer gegeten door vislarven en jonge vissen. Alle vissoorten in het IJsselmeer eten in het larvestadium zoöplankton.

Dit gebeurt direct, dan wel indirect, door het eten van kleinere zoöplanktonetende soortgenoten. De spiering is een zeer belangrijk organisme in het voedselweb van het IJsselmeer, aangezien het de hoofdprooi vormt voor zowel de roofvissen baars en snoekbaars als voor de meeste vis-etende vogels die op het IJsselmeer foerageren. Tot deze vogels behoren zwarte sterns, meeuwen, futen, zaagbekken en visdieven. Ook het voedselpakket van de aalscholver bestaat voor een belangrijk deel uit spiering.

Behalve door het zoöplankton worden de algencellen ook gegeten door de bodemorganismen van het IJsselmeer. De bodemfauna bestaat voornamelijk uit driehoeksmosselen, borstelwormen en muggelarven. De soortensamenstelling is karakteristiek voor eutrofe wateren met een bodem die rijk is aan organisch slib.

De driehoeksmossel, die het grootste deel van de biomassa op de bodem uitmaakt, zeeft levende of dode algencellen uit het water. De andere organismen voeden zich voornamelijk met op de bodem bezonken min of meer vergane dode algen. De driehoeksmossel vormt de hoofdprooi voor de op het IJsselmeer overwinterende duikeenden: kuifeend, tafeleend, toppereend en brilduiker. Ook meerkoeten eten 's winters driehoeksmosselen. Het is mogelijk dat vrijwel de gehele, voor vogels bereikbare jaarproduktie van deze mosselsoort, door deze vogels wordt geoogst. Het Klein IJsselmeer en het Markermeer zijn wat betreft de driehoeksmossel, gemiddeld even produktief. De driehoeksmossel bepaalt, naast de spiering, in belangrijke mate de waarde die het IJsselmeer heeft als voedselplaats voor watervogels. Van de vissoorten eet de blankvoorn driehoeksmosselen.

De andere bodemorganismen, die zijn genoemd, zijn de hoofdprooi voor volwassen exemplaren van de bodemfauna-etende vissoorten pos, brasem, aal en blankvoorn. Deze vissen vormen te zamen het grootste deel van de totale visbiomassa. De roofvissoorten baars en snoekbaars voeden zich als overgang naar hun vismenu ook met bodemorganismen.

Van al deze vissoorten vormen er enkele een prooi voor de mens (aal, snoekbaars, baars). Dezelfde soorten zijn een prooi voor grote vis-etende vogels als de aalscholver.

Watervogelgebied

Vanwege de belanrijke functie die het IJsselmeer vervult als rust-, rui- en foerageergebied voor grote delen van Europese vogelpopulaties, wordt het zowel nationaal als internationaal als een zeer belangrijk zoetwaternatuurgebied beschouwd. Het Klein IJsselmeer en Markermeer zijn opgenomen op de EG-lijst van belangrijke waterrijke vogelgebieden in Europa en Noord-Afrika.

De zoetwaterlevensgemeenschap, die hiervoor is besproken vormt de basis voor deze vogelrijkdom en is als zodanig van grote waarde. Behalve het IJsselmeer zelf komen op de EG-lijst van belangrijke watervogelgebieden ook aan het IJsselmeer grenzende buiten- dan wel binnendijkse gebieden voor. Genoemd kunnen worden het Naardermeer, de Oostvaardersplassen en de Steile Bank. De in deze gebieden voorkomende soorten gebruiken het IJsselmeer als slaapplaats en vluchtweg en/of als voedselgebied.

De volgende ornithologische kenmerken van het IJsselmeergebied bepalen de internationaal erkende waarde. Het IJsselmeer (inclusief het Markermeer) is een overwinteringsgebied voor grote delen van de Noordwesteuropese populaties van duikeenden (kuifeend, tafeleend, toppereend, brilduiker) en zaagbekken (nonnetje, middelste- en grote zaagbek), de meerkoet en de dwergmeeuw. Al in de nazomer is het IJsselmeer het belangrijkste ruigebied voor de kuif- en tafeleend in Europa. Ook voor Europese begrippen grote aantallen futen ruien dan op het water. Het IJsselmeer wordt in de nazomer tevens als voedselplaats gebruikt door een zeer groot deel van de Europese populatie van de zwarte stern. In de midzomer is het IJsselmeer de voedselplaats voor een groot deel van de Noordwesteuropese populatie van de aalscholver. Tevens zoeken er dan visdieven, uit voor Europese begrippen grote broedkolonies, naar voedsel.

Rond het IJsselmeer liggen enkele buiten- en binnendijkse gebieden waarvan de er voorkomende broedende, rustende of foeragerende vogels een nauwe relatie onderhouden met het IJsselmeer. In de Oostvaardersplassen vormen broedende aalscholvers en overwinterende zaagbekken de verbindende schakel tussen het meer en de oever. In het Naardermeer zijn dit eveneens de broedende aalscholvers. De Steile Bank (Gaasterlandse oever) is een verblijfplaats voor rustende aalscholvers, zwarte sterns, visdieven en meeuwen die op het open water naar voedsel zoeken. Tevens slapen er grote aantallen ganzen in ondiep water en op de bank. De workumerwaard, langs de westoever van Friesland, herbergt grote aantallen ganzen en steltlopers, die er in het aangrenzende ondiepe IJsselmeer slapen. Ook ruiende zwemeenden komen er op het ondiepe water voor. De in de zomer op de Workumerwaard broedende visdieven zoeken op het open water naar voedsel. Het westelijk deel van de Noordoostpolder is een belangrijk foerageergebied voor ganzen (riet-, kol- en brandgans). Een groot deel van de hier in grasland voedselzoekende ganzen gebruikt het IJsselmeer als slaapplaats. Het aan het Markermeer grenzende Noordhollandse poldergebied (Waterland, Zeevang) is een belangrijk foerageergebied voor smienten, die op het Markermeer slapen. De op het IJsselmeer overwinterende kuifeenden gebruiken in het vroege voorjaar de plassen in Waterland als baltsplaats.

Het Kinselmeer (Waterland) is een belangrijke slaapplaats voor de op het Markermeer voedselzoekende nonnetjes.

Het IJsselmeer vervult het hele jaar door een functie voor grote groepen watervogels. Meestentijds zijn op het water veel meer dan 100.000 vogels aanwezig.

Menselijke beïnvloeding

Het IJsselmeer vervult behalve voor watervogels ook een groot aantal functies voor de menselijke samenleving. Het ecosysteem wordt daardoor door de mens beïnvloed. Die invloed betreft zowel niet-levende componenten van het systeem, bijvoorbeeld de chemische samenstelling van het water als directe invloeden op de levensgemeenschap (visserij).

Een aantal vormen van menselijke beïnvloeding verdient bijzondere aandacht omdat ze nù al of in de nabije toekomst een bedreiging vormen voor de natuurwaarden van het IJsselmeer en uiteindelijk vaak ook voor de mens zelf. Genoemd worden eutrofiëring, waterverontreiniging, zandwinning en recreatie.

Door de grote aanvoer van voedingsstoffen en het in de loop der jaren opgebouwde, hoge voedingsstoffengehalte van de bodem, zijn de omstandigheden voor sterke algengroei wat dit betreft zeer gunstig. In het direct door de IJssel beïnvloedde, relatief heldere, Klein IJsselmeer is de algengroei hoger dan in het Markermeer. In het Klein IJsselmeer bestaat het gevaar van een vrijwel ieder jaar terugkerende massale groei over een groot oppervlak en gedurende vele maanden van de blauwalg Oscillatoria agardhii. Deze ontwikkeling is ongunstig voor het ecosysteem onder de waterspiegel en voor de van het ecosysteem afhankelijke watervogels. Een grote biomassa van blauwalgen zorgt voor een gering doorzicht in het water. Dit is zowel nadelig voor de ontwikkeling van ondergedoken waterplanten als voor de lokalisatie van de prooi door oogjagende vogels. Blauwalgen blijken bovendien een negatieve invloed te hebben op de ontwikkeling en/of voortplanting van driehoeksmossels. Ook een negatieve invloed op de spieringpopulatie is niet uitgesloten.
Aantasting van de driehoeksmossel- en spieringpopulatie zou de betekenis van het IJsselmeer als watervogelverblijfplaats sterk doen afnemen.

De IJssel voert behalve voedingsstoffen ook zware metalen en gechloreerde koolwaterstoffen aan, afkomstig uit industrie- en landbouwgebieden. Via de bodem en het water komen ze in bodemorganismen en vissen terecht. Tevens belanden ze in vogels. Doordat de vogels de toppredatoren in het ecosysteem zijn, bevinden zich in deze organismen veelal grote concentraties. In driehoeksmosselen hopen zich vooral cadmium en kwik op. In vissen komen hoge gehalten aan PCB's en kwik voor.

In vogels worden vooral hoge gehalten aan PCB's gemeten. Ze zijn opgeslagen in de vetvoorraad die de vogels speciaal in het IJsselmeergebied opbouwen. De ophoping van deze stoffen in vogels vormt een potentiële bedreiging voor het voortbestaan van populaties. De verontreiniging van vissoorten als aal en snoekbaars is nadelig voor de mens als vis-eter.

Ook via winning van zand uit de bodem van het IJsselmeer, is de mens van invloed op het ecosysteem. Zandwinning die leidt tot waterdiepten groter dan circa zes meter betekent het verlies van bodemoppervlak dat dienst kan doen als voedselplaats voor duikeenden. Beneden de acht meter diepte kan de bodem geen functie meer vervullen voor aalscholvers, terwijl bodemfauna-etende vissen een sterk verminderd aanbod aan voedsel aantreffen. De huidige zandwindiepten gaan deze diepten ver te boven (10-30 meter).

De waterrecreatie op het IJsselmeer vormt plaatselijk een bedreiging van de rust die slapende en foeragerende, vaak in de rui verkerende vogels nodig hebben. De zeer populaire plankzeilsport, die vooral langs de oevers bedreven wordt is de grootste verstoringsbron voor de meestal juist dicht onder de oever rustende vogels. Vooral in de zomer en het najaar, wanneer er veel plankzeilers langs de oevers aanwezig zijn, kan de verstoring van groepen rustende vogels op sommige plaatsen aanzienlijk zijn. Als gebieden waar gemakkelijk verstoring optreedt, kunnen onder meer worden genoemd: de Steile Bank en het omringende water, het water voor de Bocht van Molkwerum en de bocht bij Wervershoof en de Friese waarden. Omdat de plankzeilsport ook 's winters kan worden beoefend en één zeiler een groot gebied kan bestrijken, is ook 's winters verstoring van grote aantallen rustende vogels (bijvoorbeeld eenden) mogelijk. De grote recreatievaart is rond de jachthaven verantwoordelijk voor verstoring bij de oever. Verder vindt verstoring voornamelijk op het open water plaats. Behalve op bepaalde vaartrajecten is de dichtheid van schepen niet groot.

Beheersmaatregelen

Vooral op het gebied van de besproken waterkwaliteit, zandwinning en recreatie zijn voor het behoud van het IJsselmeer beheersmaatregelen nodig, wil het meer in de toekomst functies kunnen blijven vervullen voor grote aantallen watervogels en de mens. In een te ontwikkelen beheersvisie moeten alle activiteiten in het gebied worden afgestemd op het behoud van de natuurwaarden van het meer. Een drastische vermindering van de belasting van het water met fosfaten is noodzakelijk om de kans op massale groei van blauwalgen in de toekomst te verkleinen. Er moet bij de te nemen maatregelen rekening gehouden worden met de rol van de bodem als fosfaatleverancier. Voor een vermindering van de fosfaataanvoer is sanering nodig van de fosfaatlozingen op de Rijn in Nederland en Duitsland.

De fosfaataanvoer op het Markermeer kan worden gereduceerd door stopzetting van de doorspoeling van dit meer met water uit het Klein IJsselmeer.

De belasting van organismen met zware metalen en gechloreerde koolwaterstoffen dient in de toekomst te worden verminderd door een krachtige sanering van de lozingen in het Rijnstroomgebied te laten plaatsvinden. Ook na stopzetting van lozingen moet worden verwacht dat de bodem nog een tijd een interne vervuilingsbron vormt.

Zandwinning in bodemfaunarijke gebieden wordt afgewezen. De thans uitgevoerde zandwinning (van 10 tot 30 meter diepte) in bodemfaunarijke gebieden zou daarom geheel moeten worden gestopt. In bodemfauna-arme gebieden moet wel enige zandwinning plaatsvinden, maar zeker niet dieper dan circa 10 meter, aangezien beneden deze diepte 's zomers veelal langdurig zuurstofloze situaties optreden.

Om de recreatie, vooral langs de oevers, zo min mogelijk te laten botsen met de rusteisen van grote groepen watervogels, moet er een duidelijke ruimtelijke zonering van de recreatieve voorzieningen langs het IJsselmeer plaatsvinden. Een aantal oeverdelen zijn gezien de ter plaatse op het IJsselmeer voorkomende vogelconcentraties beslist ongeschikt voor recreatie en moeten daarom geheel worden ontzien.
Dit betekent dat er op deze oevers geen recreatieve voorzieningen moeten worden aangelegd en dat bovendien plankzeilers die van elders komen moeten worden geweerd. Sommige delen langs de oever van het IJsselmeer zijn vooral in de midzomer en nazomer gevoelig voor recreatie en kunnen in het winterhalfjaar weer voor plankzeilers worden opengesteld. De aanleg van jachthavens, ten behoeve van de grote recreatievaart betekent zowel een vergroting van de onrust bij de oever als veelal een nieuwe vaarweg op het open water. Hierdoor neemt de onrust voor op het open water foeragerende vogels toe. Om deze reden moet geen aanleg van een jachthaven in de Houtribdijk plaatsvinden (ruigebied duikeenden). Onderzoek naar de plaatsen waar verstoring van watervogels op het IJsselmeer vooral plaatsvindt en naar de aard en het effect van deze verstoringen, zou een belangrijke ondersteuning kunnen zijn voor het treffen van effectieve beheersmaatregelen.

Inrichting

Behalve de genoemde beheersmaatregelen, die tot doel hebben om negatieve invloeden te verkleinen of geheel af te wentelen, kan ook enige inrichting van het gebied plaatsvinden. Bij deze 'natuurbouw' moet echter het behoud van een grootschalig open water dat geschikt is als foerageer- en slaapgebied voor met name eendachtige overwinteraars de hoofddoelstelling zijn.

Wat betreft de natuurbouw kan worden gedacht aan op beperkte schaal verondieping van thans diep oeverwater langs de dijken, zodat oevervegetaties en eventueel velden met ondergedoken waterplanten kunnen ontstaan. Van de ondergedoken waterplanten kunnen met name zwemeenden en zwanen profiteren. Daarnaast kan aanleg plaatsvinden van dijkstructuren langs de kale dijken grenzend aan het Klein IJsselmeer, zodat dit meer een grotere functie krijgt als slaapplaats van duikeenden en zaagbekken (nonnetjes) dan nu het geval is. De vorm, plaats en omvang van de dijkstructuren dienen pas na gedegen studies te worden vastgesteld.

1. INLEIDING

Over de diverse aspecten van het IJsselmeer (Klein IJsselmeer en Markermeer) is in de loop der jaren veel geschreven. Met dit rapport wordt aan de bestaande, op schrift gestelde, informatie een uitgebreid overzicht van de kennis over het gehele ecosysteem van het IJsselmeer toegevoegd. Het bevat de resultaten van een literatuurstudie naar de verscheidene elementen van het ecosysteem en hun onderlinge relaties, alsmede een beschrijving van bedreigingen en voorstellen voor beheersmaatregelen.

De doelstelling van de Vereniging tot Behoud van Natuurmonumenten en de Stichting Natuur en Milieu met betrekking tot het IJsselmeer (inclusief Markermeer en IJmeer) is het behoud en de ontwikkeling van de biologische, landschappelijke en cultuurhistorische waarden van dit gebied en de ontwikkeling van gebruiksfuncties voor zover deze niet met de eerder genoemde waarden in strijd zijn of komen. Vanuit deze optiek zijn in dit rapport met name de beschrijving van bedreigingen en de voorstellen voor beheersmaatregelen tot stand gekomen.

Dit rapport is tot stand gekomen dankzij de hulp van velen. De schrijver is dan ook veel dank verschuldigd aan de talloze personen en organisaties/instanties die bereid waren mondeling dan wel schriftelijk informatie te verschaffen, advies te geven en/of tekstgedeelten van commentaar te voorzien. Zonder de overigen tekort te doen worden hier met name genoemd: drs M. van Eerden, drs B. Flik, dr R. Gulati, T. Haitjema, drs U. Hosper, dr L. Mur, drs E. Osieck, prof.dr H. Postma, drs R. van der Wal, drs J. Willemsen en P. de Wit. Tevens bedank ik de leden van de begeleidingscommissie voor de uitstekende begeleiding die ik gedurende de totstandkoming van het rapport van hen mocht ontvangen.

De opbouw van het rapport is als volgt. Hoofdstuk 2 beschrijft de abiotische (niet-levende) kenmerken van het ecosysteem. In hoofdstuk 3 komen de biotische (levende) kenmerken aan de orde. Dit is het meest omvangrijke hoofdstuk, waarin achtereenvolgens worden beschreven het plantaardige plankton, de op de meerbodem wortelende ondergedoken waterplanten, het dierlijke plankton, het dierlijke bodemleven, de vissen, de vogels en tenslotte de bacteriën die de kringloop van organische stof sluiten. Hoofdstuk 4 geeft een samenvattende typering van dit ecosysteem, op grond van hetgeen in hoofdstuk 3 is geanalyseerd. Hoofdstuk 5 geeft een waardering van het natuurlijk milieu vanuit het bovengenoemde uitgangspunt van onze organisaties. Hoofdstuk 6 behandelt de menselijke beïnvloeding van het ecosysteem, terwijl in hoofdstuk 7 voorstellen worden gedaan voor beheersmaatregelen.

Het voor u liggende rapport is omvangrijk. Er zijn vele manieren om zo'n rapport door te nemen. Wanneer u in zeer korte tijd een beeld van de inhoud wilt krijgen, dan dient u de samenvatting te lezen. Hebt u iets meer tijd en wilt u een globale indruk krijgen, dan kunt u het beste de hoofdstukken 1, 4, 5, 6 en 7 lezen.
De specifieke en gedetailleerde informatie treft u aan in de hoofdstukken 2 en 3, waarbij uiteraard de inhoudsopgave u de weg wijst.

2. ABIOTISCHE KENMERKEN VAN HET ECOSYSTEEM

2.1 Morfologie en bodemsamenstelling

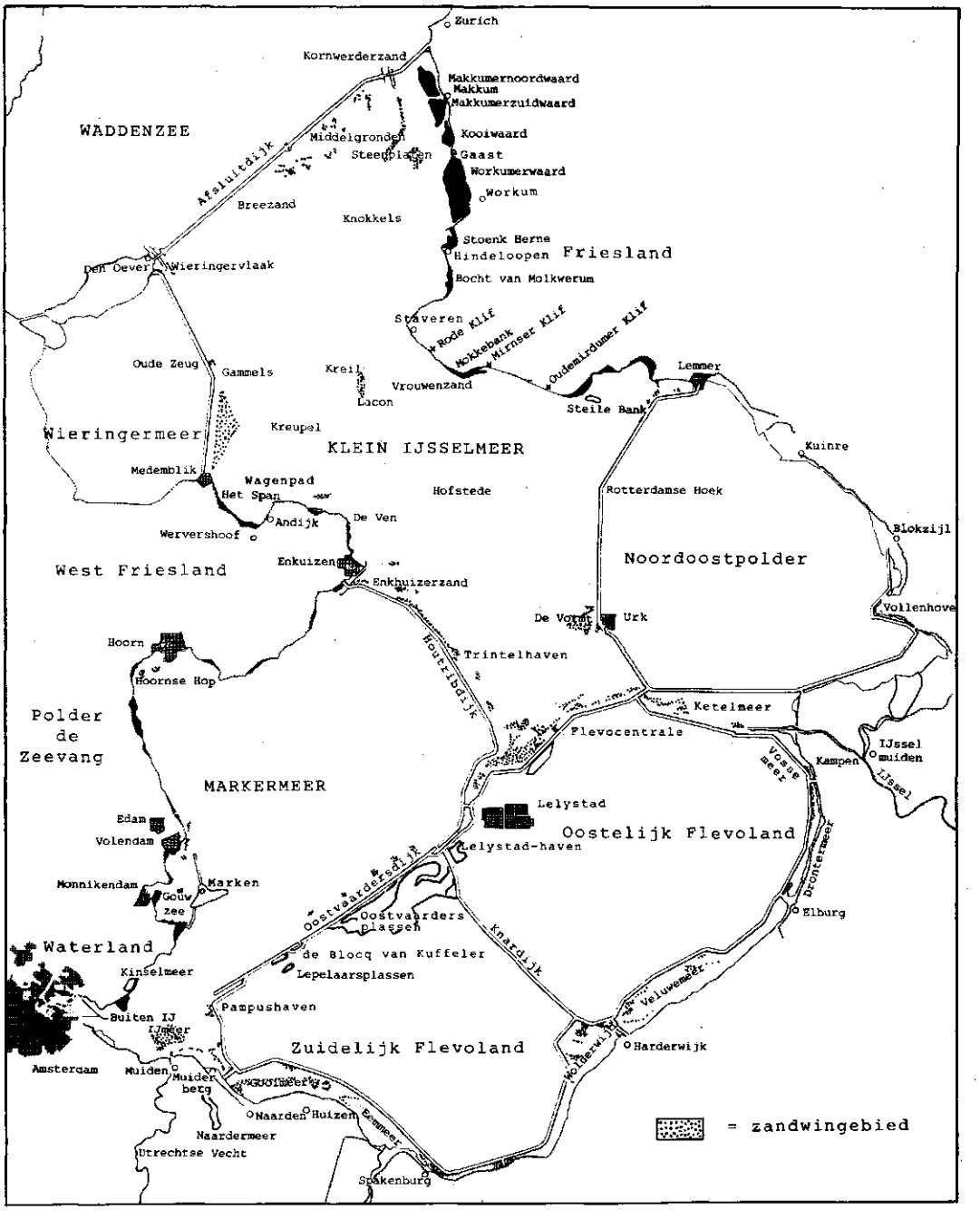
Het IJsselmeer is een groot, ondiep en stagnant zoetwatermeer, dat ontstaan is door de afsluiting van de Zuiderzee. De Zuiderzee was een deels brakke, deels zoute binnenzee die onderdeel uitmaakte van de Waddenzee. Het zuidelijke deel was aanvankelijk breed en komvormig. Door de aanleg van de Noordoostpolder en de Flevopolders werd deze kom echter aanzienlijk verkleind. Ondanks deze verkleining is het IJsselmeer één van de grootste ondiepe zoetwatermeren van de wereld. De sluiting van de Houtribdijk in 1975 zorgde voor de splitsing van het IJsselmeer in twee delen: het Klein IJsselmeer en het Markermeer. Het Klein IJsselmeer staat via een smalle opening in verbinding met het Ketelmeer en daardoor indirect met het Zwarte Meer en het Vossemeer. Het Markermeer staat via een brede doorgang in verbinding met het IJmeer en daardoor indirect met het Gooimeer, Eemmeer en Nijkerkernauw. Het Markermeer en het Klein IJsselmeer staan via de sluizen in de Houtribdijk met elkaar in verbinding. Tabel 1 geeft de afmetingen.

Tabel 1: Dimensies van het IJsselmeer.
Bron: Rijkswaterstaat, directie Zuiderzeewerken (dir. ZZW) (1983).

	opper-vlakte in km^2	gemiddelde waterdiepte in meters
- Klein IJsselmeer	1136	4.3
- Ketelmeer	36.6	
- Markermeer en IJmeer	701.6	3.3
totaal IJsselmeerboezem	1874.2	

De IJsselmeeroevers bestaan voor ongeveer de helft van de lengte uit rechte basaltdijken zonder aangrenzende rietvegetatie. De Friese en Noordhollandse oevers van het IJsselmeer bestaan voor een deel uit gebieden die buiten de hoofdwaterkering (zeedijk) zijn gelegen. Ze zijn gedeeltelijk pas ontstaan als gevolg van de peilverlaging van het IJsselmeer na de afsluiting van de Zuiderzee in 1932. Deze gebieden zijn vaak voorzien van (lage) dijken of kaden, waardoor de kans op overstromingen is verkleind. Op de grens met het meer komen veelal rietkragen voor. Figuur 1 geeft de ligging van de buitendijkse gebieden aan. Tevens zijn in deze figuur de in dit rapport gebruikte topografische namen opgenomen.

Figuur 1: Het IJsselmeer (Klein IJsselmeer en Markermeer) met zijn oevergebieden.
De buitendijkse gebieden (buiten de zeedijk) zijn met zwart aangegeven.



Langs de Noordhollandse oever van het Markermeer is circa 3.6 km^2 aan buitendijkse gebieden aanwezig. Hiervan heeft 1.6 km^2 de bestemming natuurgebied. De rest is in gebruik als weidegebied of recreatiegebied (Rijkswaterstaat, dir. ZZW/RIJP, 1983). Van de genoemde oppervlakte is het merendeel van het Markermeer gescheiden door een (lage) dijk of een kade.

Langs de westoever van Friesland ligt het grootste deel van de totale oppervlakte aan buitendijkse gronden in het IJsselmeergebied. Ze beslaan hier een oppervlakte van ruim 17 km^2 en zijn grotendeels niet van kaden of dijken voorzien. Meer dan 40% van dit oppervlak en de aangrenzende min of meer ondiepe delen van het IJsselmeer worden beheerd als natuurgebied door de provinciale natuurbeschermingsvereniging 'It Fryske Gea' (gegevens It Fryske Gea, Olterterp).

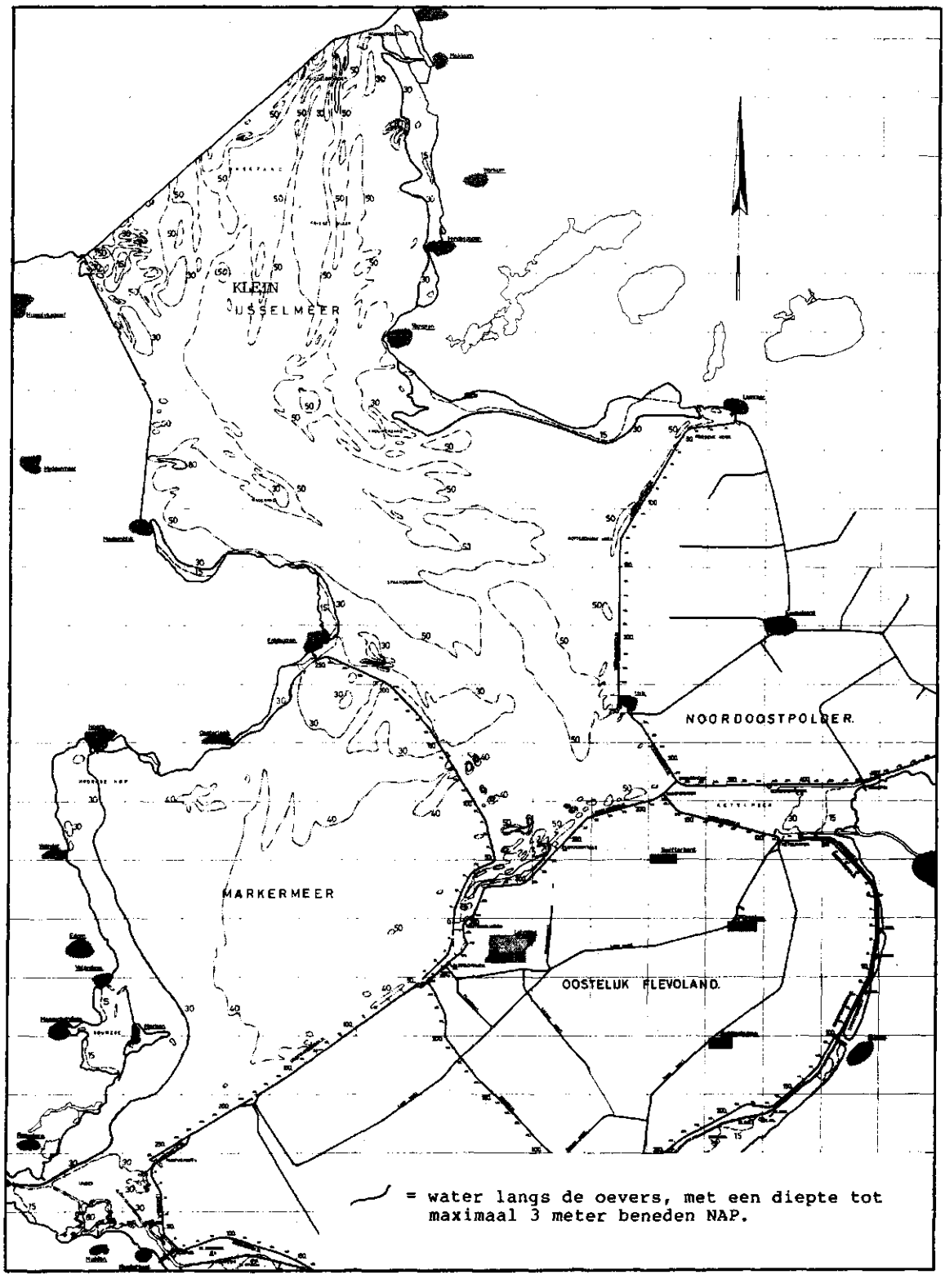
Klein IJsselmeer

De bodem van het Klein IJsselmeer vertoont het meeste reliëf in het smalle deel tussen Enkhuizen en Stavoren. Hier liggen de oude getijgeulen met een diepte tot circa 8 meter (figuur 2). Het Klein IJsselmeer is het ondiepst langs de zuid- en westoever van Friesland, langs de Noordhollandse oever tussen Medemblik en Enkhuizen en ten zuidoosten van Enkhuizen. De oppervlakte aan ondiepten (<1 meter) langs de oevers is in het Klein IJsselmeer groter dan in het Markermeer. De bodemtoplaag van het Klein IJsselmeer bestaat voor meer dan de helft uit zandige afzettingen (circa 60%). Deze zijn gevormd ten tijde van de Zuiderzee. De IJsselmeerafzetting, bestaande uit klei en zware zavel, vormt de bodem van de geulen en bevindt zich ook in een gebied tegen de dijk van Oostelijk Flevoland aan. De allerbovenste laag van de geulafzettingen bestaat voornamelijk uit slib afkomstig uit de IJssel. Lichte zavel bevindt zich in een ongeveer vijf kilometer brede strook langs de Noordoostpolder. Deze afzetting is van jongere datum dan de IJsselmeerafzetting.

Markermeer/IJmeer

Vanaf de Noordhollandse oever waar de meerbodem merendeels op geringe afstand van de dijk al op 2 tot 3 meter -NAP is gelegen, neemt de diepte oostwaarts toe tot circa 4.5 meter -NAP (figuur 2). Tegenover Lelystad heeft het Markermeer zijn grootste diepte. Het Enkhuizerzand en de Gouwzee zijn de ondiepste delen van het Markermeer. Het grootste oppervlak aan diepe zandwinputten (tot 45 meter -NAP) ligt in het IJmeer (700 hectare). Verder komen er kleine zandwinputten in het Oostvaardersdiep (vaargeul) en de Hoornse Hop voor. Het bovenste deel van de bodem van het Markermeer en IJmeer bestaat voor meer dan de helft van het meeroppervlak uit klei en zware zavel (lutumgehalte 12 tot 25%).

Figuur 2 Dieptelijnen IJsselmeer 1967
(decimeters beneden NAP)
Bron: Rijkswaterstaat, directie Zuiderzeewerken
(dir. ZZW) (1980).



Alleen het bovendeel van de bodem is van belang voor bodemorganismen. Een groot deel van de kleiige bodemtoplaag behoort tot de IJsselmeerafzetting (hoofdstuk 2.4). De dikte van deze afzetting varieert van 0 tot 30 cm. Het Enkhuizerzand en een aangrenzend gebied zijn zandig tot licht zavelig (0 tot 12% lutum).

2.2 Waterhuishouding

Het afwateringsgebied van het IJsselmeer beslaat het grootste deel van Nederland ten noorden van de grote rivieren. De stroomgebieden van de IJssel (30.000 km^2), de Overijsselse Vecht en het Zwarte Water behoren hiertoe. De IJssel voert naast water uit het genoemde afwateringsgebied ook water af uit het buitenlandse Rijnstroomgebied (15-17% van de Rijnafvoer bij Lobith). De IJssel is daarmee de grootste waterleverancier aan het IJsselmeer (zie tabel 2).

Het merendeel van het aangevoerde water wordt via de Afsluitdijk geloosd op de Waddenzee. In het zomerhalfjaar wordt daarnaast afgewaterd naar Noord-Holland, Friesland, Groningen, Drenthe en Overijssel voor doorspoeling en peilbeheersing ten behoeve van de landbouw. Het hele jaar door wordt er via het Markermeer water naar het Noordzeekanaal afgevoerd ter bestrijding van de verzilting van het Markermeer.

Klein IJsselmeer

Tabel 2 geeft de waterbalans van het Klein IJsselmeer in een gemiddeld jaar. Veruit het grootste deel van het via de IJssel aangevoerde water stroomt in noordelijke richting en verlaat via de Afsluitdijk het gebied. De lozing op het Markermeer bedraagt 8% van de totale aanvoer op het Klein IJsselmeer.

Tabel 2: Waterbalans IJsselmeer.
Bron: Rijkswaterstaat, dir. ZZW, (1983).

aanvoer	hoeveelheid in 10^9 m^3	afvoer	hoeveelheid in 10^9 m^3
IJssel	12	Waddenzee	14
overige deel v/h stroomgebied	4.2	Markermeer	1.4
neerslag	0.9	*overig	0.9
totaal	17.1	verdamping	0.8
		totaal	17.1

* Doorspoeling en suppletie van gebieden in Noord-Holland, Friesland, Groningen, Overijssel en Drenthe.

Het winterstreefpeil (oktober t/m maart) van het Klein IJsselmeer en het Ketelmeer bedraagt 0.40 meter -NAP. Deze meren hebben daarmee samen een inhoud van circa 4573 x 10^6 m^3. Het zomerstreefpeil ligt op 0.20 meter -NAP, waardoor er in de zomer in deze meren een schijf water met een volume van circa 234.5 x 10^6 m^3 beschikbaar is voor doorspoeling en aanvulling in landbouwgebieden. Deze peilen worden voornamelijk geregeld via de sluizen in de Afsluitdijk.

De verblijftijd van het water in het Klein IJsselmeer en het Ketelmeer wordt bepaald door de variaties in toe- en afvoer, verschil in zomer- en winterpeil, neerslag en verdamping. Door de aanleg van de Houtribdijk is de verblijftijd afgenomen. Hij bedraagt thans gemiddeld 4 tot 6 maanden.

Markermeer/IJmeer

Gegevens over wateraanvoer naar het Markermeer/IJmeer staan in tabel 3.

Tabel 3: Wateraanvoer naar het Markermeer/IJmeer.
Bron: Rijkswaterstaat, RIZA (1984).

aanvoer	hoeveelheid in 10^9 m^3
IJsselmeer	1.40
Gooimeer	0.34
Flevoland	0.42
Noord-Holland	0.14
*neerslag	0.54
totaal	2.84

* eigen schatting

De wateraanvoer vanuit het Klein IJsselmeer omvat water dat is bedoeld voor Noord-Holland, water om de verdamping op het Markermeer/IJmeer te compenseren en water voor doorspoeling van het Markermeer/IJmeer. Het totale debiet bedraagt 's zomers 70 m^3/s en 's winters 40 m^3/s. Het Markermeer/IJmeer voert water af naar de Schermerboezem, de Gooi- en Vechtstreek en het Noordzeekanaal.

De streefpeilen van het Markermeer en IJmeer zijn dezelfde als die van het Klein IJsselmeer. De inhoud van het Markermeer/IJmeer is 's winters circa 2034.5 x 10^6 m^3. 's Zomers is er een schijf water van circa 140.5 m^3 beschikbaar voor doorspoeling en watervoorziening van de landbouw.

Door de sluiting van de Houtribdijk is de verblijftijd van het water in het Markermeer toegenomen ten opzichte van die in het Klein IJsselmeer. De gemiddelde verblijftijd bedraagt circa twaalf maanden (met doorspoeling). Zonder doorspoeling zou dit een jaar en tien maanden zijn.

2.3 Waterbeweging

De waterbewegingen die in het Klein IJsselmeer en Markermeer voorkomen zijn het gevolg van rivierafvoer (verhangstromen), het spuien via de diverse sluizen (Afsluitdijk, Houtribdijk, Noordzeekanaal) en de wind. De wind is verantwoordelijk voor de belangrijkste mengprocessen.

In het Ketelmeer zorgt het uitstromende IJsselwater voor stroomsnelheden van enkele centimeters per seconde. Op het Klein IJsselmeer worden midden op het meer alleen snelheden van één tot enkele centimeters per seconde gemeten wanneer er wordt gespuid. Op het Markermeer zijn de stroomsnelheden niet hoger dan enkele millimeters per seconde, wanneer er wordt doorgespoeld. Stroomsnelheden tot enkele tientallen centimeters per seconde komen alleen voor als gevolg van waterverplaatsingen door de wind (drift en compensatiestromen).

Opstuwing van water treedt in het Klein IJsselmeer en Markermeer gemakkelijk op door het grote wateroppervlak en de geringe diepte. Bij noordwesterstorm kunnen opstuwingen tot 1.60 meter +NAP in het Klein IJsselmeer voorkomen. Vóór de aanleg van de Houtribdijk traden dergelijke opstuwingen op bij zuid tot zuidwestenwind (De Beaufort, 1954). Als gevolg daarvan was er destijds sprake van een intensieve wateruitwisseling tussen het zuidwestelijke en noordoostelijke deel van het IJsselmeer. Omdat al bij vrij zwakke wind drift en compensatiestromen voorkomen, worden in het Klein IJsselmeer en Markermeer watermassa's voortdurend gemengd. Continue en grootschalige circulatiestromingen ontbreken echter door het sterk wisselende windveld. Er is veel meer sprake van heen en weergaande waterbewegingen (Technische Werkgroep Spaarbekken IJsselmeer, 1975). Ten gevolge hiervan zijn er in het Klein IJsselmeer in noordzuidelijke richting duidelijke waterkwaliteitsgradiënten aanwezig (hoofdstuk 2.6).

Behalve horizontale waterverplaatsing vindt er door de wind via het ontstaan van golven ook verticale menging plaats. Door de kleine gemiddelde diepte van het Klein IJsselmeer en Markermeer treedt deze menging al bij matige wind over de hele waterkolom op. Hierbij wordt veelal bodemmateriaal in suspensie gebracht. In diepe meerdelen (zandwinputten) wordt het water vooral 's zomers niet over de hele kolom gemengd. Hierdoor kan temperatuurgelaagdheid op gaan treden (paragraaf 2.6.2).

2.4 Erosie en sedimentatie

Na de afsluiting van de Zuiderzee kwamen er binnen het aldus ontstane meer erosie- en sedimentatieprocessen op gang. Erosie werd vereenvoudigd doordat in het zoete water kleideeltjes niet meer uitvlokten maar zich juist fijn verdeelden (Postma, 1966). De erosiegebieden lagen in de kom van het IJsselmeer op de plaats van de huidige Flevopolders en in een smalle strook langs de Noordhollandse oever. Op deze plaatsen waren de omstandigheden voor erosie het gunstigst (ondiep, hoog slibgehalte) (Ente, 1981b).

Het uit de kom van het IJsselmeer geërodeerde slib, met een hoog lutumgehalte (deeltjes kleiner dan 0.002 mm), werd merendeels afgezet in het noordelijk deel van het IJsselmeer. Het sedimenteerde in de getijdegeulen tussen Enkhuizen en Stavoren en in de geulen langs de Afsluitdijk. De dikte van deze sedimentlaag kan thans wel vier meter bedragen. Daarnaast werd er ook een in dikte variërende laag (0-30 cm) afgezet in een groot deel van het Markermeer en IJmeer (Ente, 1981b). Door de aanleg van de dijken van de Flevopolders werd de erosie steeds meer ingeperkt. Uiteindelijk kwam er een einde aan het erosie-sedimentatieproces door de aanleg van de Houtribdijk. Sindsdien vindt er alleen nog binnen beide meren enig slibtransport plaats (Ente, 1981b).

Zowel in het Markermeer als in het Klein IJsselmeer verplaatst zich slib van west naar oost onder invloed van de heersende westenwinden. Het oostelijk Klein IJsselmeer en het Markermeer ten oosten van de lijn Trintelhaven-Blocq van Kuffeler zijn inslibbingsgebieden, vooral in delen dieper dan 4-4.5 meter (Van Eerden, RIJP Lelystad, pers.med.). Het op deze plaatsen afgezette slib kan echter ook weer vrij gemakkelijk worden weggespoeld. In het Klein IJsselmeer zijn de zandige gebieden zelf ongevoelig voor erosie. In de voormalige stroomgeulen bezinkt nu nog alleen slib dat uit de IJssel afkomstig is. De aanvoer is daardoor veel geringer dan ten tijde van de erosie in de zuidelijke kom.

Doordat sinds de aanleg van de Flevopolderdijken het aandeel van het Rijnsediment in de putten is toegenomen, vertoont het putsediment van beneden naar boven een toenemend gehalte aan zware metalen en organische stof (Ente, 1981b). Deze gradiënt wordt nog versterkt doordat het IJsselslib zelf een voortdurende toename van deze stoffen te zien heeft gegeven (hoofdstuk 2.7).

2.5 Zwevende deeltjes

De IJssel voert permanent in het water zwevende deeltjes naar het Klein IJsselmeer/Ketelmeer. Deze deeltjes zijn organisch (levende algen, dood organisch materiaal) en anorganisch (zand en slib). Slib bestaat uit vlokkige deeltjes opgebouwd uit lutum (0.002 mm) en silt (0.002-0.05 mm).

Het IJsselwater bevat, afhankelijk van de rivierafvoer 30-200 mg anorganisch materiaal per liter (Postma, 1966). Ongeveer 60% van het aangevoerde materiaal blijft op de IJsselmeerbodem achter.

Van 1932-1965 werd circa 5 x 10^9 kg anorganisch materiaal (drooggewicht) op de IJsselmeerbodem afgezet (Postma, 1966). Door de sterke afname van de stroomsnelheid van het IJsselwater bezinkt het grootste deel van de aanvoer in het Ketelmeer en het aangrenzende deel van het Klein IJsselmeer, waar het gedeeltelijk in de zandwinputten terechtkomt. Bij harde wind woelen de dan ontstane golven het bodemslib weer op, waardoor het verder noordwaards kan worden meegevoerd. Het opgewoelde slib komt uiteindelijk grotendeels in het geulengebied terecht (hoofdstuk 2.4). De aanvoer van IJsselslib is zo gering dat de opvulling van de geulen in een traag tempo verloopt (Ente, 1981b).

Het organische stofgehalte van door de IJssel aangevoerd slib groeide van 1932 tot en met 1978 van 10% tot ruim 60% (Postma, 1981). Een groot gedeelte van het aangevoerde organische materiaal wordt al zwevend in het water door bacteriën afgebroken. De bij deze afbraak vrijkomende voedingsstoffen worden gebruikt door het plantaardig plankton (zie ook paragraaf 2.6.6). Het plankton gaat op zijn beurt, na afsterven, deel uitmaken van het bodemsediment. De rest van de aangevoerde organische deeltjes zinkt direct naar de bodem. Van 1932 tot en met 1965 is er op de bodem van het IJsselmeer een totaal van 4 x 10^9 kg organische stof (drooggewicht) afgezet (Postma, 1966).

Het organische sediment verzamelt zich evenals het anorganische vooral in de diepere delen van het Klein IJsselmeer (inslibbingsgebieden). De inlaat van het Klein IJsselmeerwater in het Markermeer zorgt ervoor dat voedingszouten afkomstig van afgebroken organisch materiaal evenals algen en dode organische deeltjes zelf, het Markermeer bereiken. het organische materiaal komt ook hier vooral in de diepere delen (geulen, zandwinputten) terecht.

De hoeveelheid slib die op een bepaalde plaats in het Markermeer of Klein IJsselmeer gemiddeld wordt aangetroffen hangt af van de ligging ten opzichte van de overheersende windrichting, de diepte van het water en het slibgehalte van de bodem. Het slibgehalte van het Markermeerwater is hoger dan in het Klein IJsselmeer omdat het meer ondieper en de bodem veel slibrijker is. Ook in het IJmeer is het slibgehalte lager dan in het Markermeer (tabel 4). Dit wordt grotendeels veroorzaakt door het slibvangend vermogen van de diepe putten in het IJmeer (Onderzoekcommissie diepe putten IJsselmeer en Randmeren - verder: Onderzoekcommissie diepe putten -, 1981). Bovendien is een deel van de IJmeerbodem zandig.

Tabel 4: Slibgehalten (mg/liter) in diverse delen van het IJsselmeer; gemiddelden 1976 t/m 1979. Bron: Berger (1982).

Markermeer	35.8
IJmeer	16.1
Klein IJsselmeer-zuid	16.5
Klein IJsselmeer-noord	9.5

Door de spreiding van de getallen waarop de gemiddelden zijn gebaseerd kunnen verder geen conclusies worden getrokken over verschillen tussen beide delen van het Klein IJsselmeer.

2.6 Chemische en fysische watereigenschappen

In het Klein IJsselmeer en Markermeer vermengt zich het water van rivieren, beken, polders en zuiveringsinstallaties. Al deze bronnen, waarvan de IJssel verreweg de belangrijkste is, voeren een groot aantal in het water opgeloste verbindingen en in het water zwevende deeltjes aan.

De concentraties van in het water opgeloste of gesuspendeerde stoffen en fysische karakteristieken van het water, in beide meerdelen, zijn afhankelijk van de aanvoer en fysische, chemische en biologische processen in de meren zelf. Tot deze processen horen watermenging, opwarming, oplossen en neerslaan, oxydatie en reductie, adsorptie, mineralisatie en opbouw van organische stof. Als gevolg van deze processen doen zich gradiënten voor in chemische parameters, terwijl ook in de tijd variaties optreden (dag/nacht, seizoenen).

De fysische en chemische karakteristieken van het water die een nauwe relatie hebben met de in het water levende plantaardige en dierlijke organismen worden hieronder besproken. Hoewel het chloridegehalte van het water geen rol speelt in biochemische processen komt het hieronder wel aan de orde. Het chloride-ion is namelijk een belangrijke variabele voor de mens (drinkwater, landbouw) en dient daarnaast door zijn inertheid als tracer voor watermassa's.

2.6.1 Chloride

Het chloridegehalte op een bepaalde plaats wordt bepaald door de aanvoer van dit ion, de menging van watermassa's en de verdamping. De grootste aanvoer van chloride naar het IJsselmeer vindt plaats via de IJssel. Daarnaast lozen Waterland, de Flevopolders en de Wieringermeer zout uitslagwater op het IJsselmeer.

Op het Klein IJsselmeer vertoont het chloridegehalte sterke schommelingen. In de zomermaanden worden door een verminderde waterafvoer via de IJssel en door een hoge verdamping de hoogste waarden gemeten, en in het vroege voorjaar de laagste. In de jaren 1975-1979 schommelde het chloridegehalte tussen de 125 en 300 mg Cl per liter (De Wit, 1980).

Door het zoute uitslagwater van Flevoland en Waterland wordt het Markermeer nogal sterk met chloriden belast. Om deze verzilting te bestrijden wordt het Markermeer sinds de sluiting van de Houtribdijk met Klein IJsselmeerwater doorgespoeld (gemiddeld 40-50 m^3/s). Deze doorspoeling brengt het zoutgehalte dat anders gemiddeld 325 mg Cl per liter zou bedragen terug tot gemiddeld 235 mg Cl per liter (Rijkswaterstaat, dir. ZZW, 1981). Het chloridegehalte vertoont op het Markermeer weinig variatie gedurende het jaar en verschilt ook van plaats tot plaats nauwelijks.

Als grens tussen zoet en oligohalien water wordt meestal 300 mg Cl per liter genomen. Het IJsselmeerwater kan dus zoet worden genoemd.

2.6.2 Temperatuur

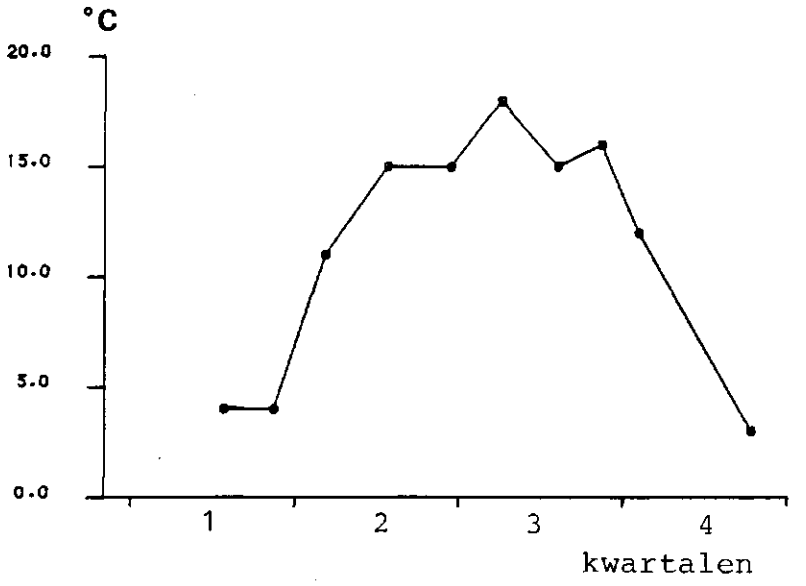
Figuur 3 geeft het temperatuurverloop in het Klein IJsselmeer. Er zijn geen verschillen tussen dit meerdeel en het Markermeer. De watertemperatuur in het IJsselmeer neemt vanaf 2°C in de winter toe tot 18-20°C in de zomer. Alleen bij het koelwaterlozingspunt van de Flevocentrale kan de temperatuur 's zomers hoger oplopen (tot circa 25°C).

Bij weinig wind, hoge luchttemperaturen en veel zon kan 's zomers in het IJsselmeer temperatuurgelaagdheid optreden.

Het water aan het oppervlak is in dat geval warmer dan bij de bodem omdat de wervelingen als gevolg van de wind niet krachtig genoeg zijn om de warmte over de hele waterkolom te verdelen. Temperatuurgelaagdheid treedt op normale diepten in het IJsselmeer zelden op, aangezien daarvoor vrijwel windstil weer van enige duur vereist is.

Op plaatsen waar het IJsselmeer door zandwinning verdiept is komt gelaagdheid veel frequenter voor. Afhankelijk van de diepte van de zandwinput (10-45 meter) en de ligging in het meer (beschut of niet) bedraagt de duur van de temperatuurgelaagdheid 1-4 maanden per jaar (Onderzoekcommissie diepe putten, 1981). In sommige putten gaat het om een aaneengesloten periode met gelaagdheid, in andere putten om een aantal kortere perioden. Het temperatuurverschil tussen de diepe koudere laag en de oppervlaktelaag kan in een put circa 6-7°C bedragen (Onderzoekcommissie diepe putten, 1981). Temperatuurgelaagdheid heeft negatieve gevolgen voor de waterkwaliteit.

Figuur 3: Temperatuurverloop in het Klein IJsselmeer (noordelijk deel) over 1980.
Bron: Rijkswaterstaat, dir. ZZW (1983).



2.6.3 Lichtdoordringing

De lichtdoordringing in het water is een belangrijke factor voor plantaardige organismen aangezien deze met zonlicht energierijke verbindingen opbouwen. De mate waarin het licht in het water met toenemende diepte aan intensiteit afneemt wordt voornamelijk bepaald door de hoeveelheid en de aard van de in het water zwevende deeltjes. Dit kunnen slibdeeltjes, algencellen en dood organisch materiaal (detritus) zijn. Als maat voor de lichtdoordringing wordt de (door)zichtdiepte genomen. Dit is de diepte waarop een witte standaardschijf (Secchi-schijf) nog net zichtbaar is (zie tabel 5).

Tabel 5: Zwevende-stofgehalten en doorzicht in diverse delen van het IJsselmeer; gemiddelden 1976-1979.
Bron: Berger (1982).

	zwevende stof in mg/liter	doorzicht in dm
Klein IJsselmeer-zuid	22.6	7.6
Klein IJsselmeer-noord	22.5	7.0
Markermeer	45.0	4.9
IJmeer	17.1	7.2

Uit tabel 5 blijkt dat het doorzicht in het Markermeer aanmerkelijk geringer is dan in het Klein IJsselmeer of IJmeer. Dit komt door het hoge slibgehalte (hoofdstuk 2.5). Door de grote spreiding in de waarnemingen kan verder geen conclusie worden getrokken over verschillen tussen beide delen van het Klein IJsselmeer.

2.6.4 Zuurgraad

De pH van een watermassa is een maat voor de waterstofionenconcentratie (zuurgraad). Het in het water opgeloste kooldioxyde en het bicarbonaat bepalen grotendeels de pH van het water. De pH is op zijn beurt weer van invloed op de ligging van het carbonaat-bicarbonaatevenwicht en de oplosbaarheid van verbindingen als kalk en ijzerfosfaten. Fluctuaties in de pH worden grotendeels bepaald door de activiteiten van organismen en zijn daardoor een aanduiding van de wijze waarop het ecosysteem functioneert. Veel organismen zijn gebonden aan een bepaald, vaak nauw, pH-traject.

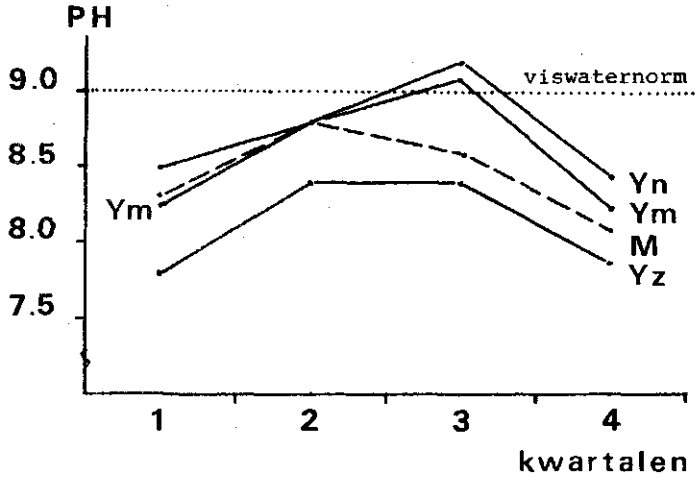
Figuur 4 geeft het jaarlijkse verloop van de pH langs de lengteas van het Klein IJsselmeer en in het Markermeer. De pH blijkt meestal tussen 8 en 9 te liggen. In dit pH-traject is de bufferende werking van het carbonaat-bicarbonaatsysteem gering. Kleine veranderingen in de bicarbonaatconcentratie zorgen al voor merkbare pH-veranderingen. Als gevolg hiervan beïnvloeden biologische processen de pH van het IJsselmeerwater vrij sterk. Bij fotosynthese wordt bicarbonaat (HCO_3^-) aan het water onttrokken waardoor de pH van het water stijgt. Bij ademhaling door micro-organismen, dieren en algen komt er CO_2 in het water terecht.

Dit wordt gedeeltelijk tot carbonaat en bicarbonaat omgevormd waardoor de pH van het water daalt. De in figuur 4 weergegeven pH-waarden zijn grotendeels de resultante van beide bovengenoemde processen.

Door de fotosynthetische activiteit zijn overal in het IJsselmeer de pH-gehalten in de zomer het hoogst. De van zuid naar noord toenemende pH in het Klein IJsselmeer is mogelijk het gevolg van een gradiënt in de algenproduktie. Behalve een seizoensperiodiciteit van de pH is er ook sprake van een dag/nacht ritme, doordat 's nachts geen fotosynthese plaatsvindt. De algen vertonen dan alleen ademhaling. De grootte van de dag/nachtfluctuaties zijn onbekend.

De pH-waarden in het Markermeer zijn ongeveer even hoog als in het midden van het Klein IJsselmeer. In figuur 5 is deze pH-norm voor karperwateren (viswaternorm) aangegeven (Rijkswaterstaat, dir. ZZW, 1983). Het Klein IJsselmeer voldoet niet aan deze norm door de hoge algenactiviteit in de zomer.

Figuur 4: Verloop van de pH in het zuidelijke, midden- en noordelijk deel van het Klein IJsselmeer en het Markermeer.
Bron: Rijkswaterstaat, RIV, RID (1982).



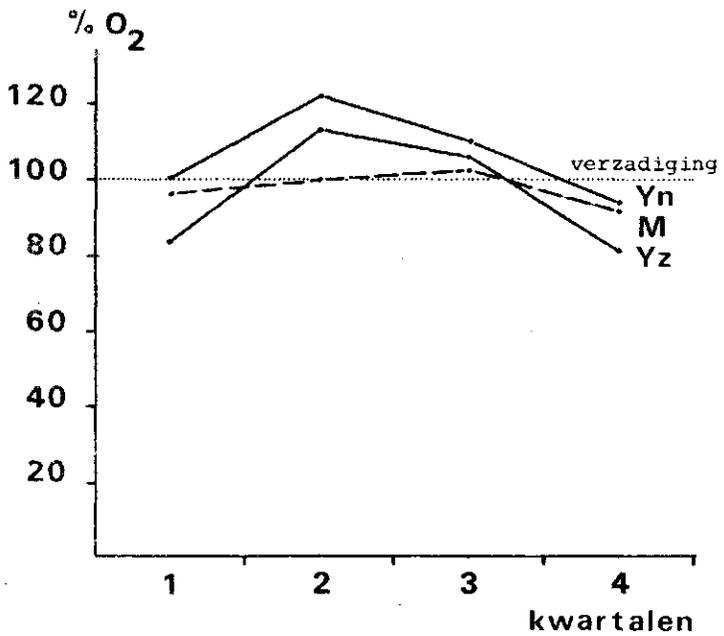
Yn = Klein IJsselmeer-noord
Ym = Klein IJsselmeer-midden
Yz = Klein IJsselmeer-zuid
M = Markermeer

2.6.5 Zuurstofgehalte

Het zuurstofgehalte van het IJsselmeerwater dat op een bepaalde plaats optreedt wordt bepaald door de produktie (algen) en consumptie (algen, bacteriën, dierlijke organismen) van zuurstof, chemische binding van zuurstof en menging van watermassa's. Omdat de fluctuaties van het zuurstofgehalte voor een belangrijk deel het gevolg zijn van de activiteiten van organismen vormen ze evenals de pH een aanduiding voor het functioneren van het ecosysteem.

Het zuurstofgehalte van het oppervlaktewater vertoont in alle delen van het IJsselmeer een seizoensperiodiciteit met de hoogste gehalten in de zomer (figuur 5). De produktie door algen zorgt dan voor oververzadiging van het water. Deze oververzadiging blijkt in het noordelijk deel van het Klein IJsselmeer groter te zijn dan in het zuidelijk deel en het Markermeer. Het zuurstofgehalte wijst dus evenals de pH op een gradiënt in de algenproduktie in het Klein IJsselmeer. Een lichte onderverzadiging van het water treedt in het winterhalfjaar op vooral in het zuidelijk deel van het Klein IJsselmeer en in het Markermeer. In deze periode is de zuurstofconsumptie door de afbraak van organisch materiaal (dode algen) groter dan de produktie door algen.

Figuur 5: Zuurstofgehalten van het IJsselmeer in percentages van de verzadigingsconcentratie.
Bron: Rijkswaterstaat, RIV, RID (1982).



Yn = Klein IJsselmeer-noord
Yz = Klein IJsselmeer-zuid
M = Markermeer

De hier gepresenteerde zuurstofgehalten zijn overdag gemeten. 's Nachts verbruiken de algen alleen zuurstof waardoor het gehalte in het water daalt. Welke fluctuaties er in een etmaal kunnen optreden is onbekend.

De weergegeven zuurstofgehalten zijn bij het wateroppervlak gemeten. De invloed van de fotosynthese is op deze plaats groot. Richting bodem neemt de zuurstofvraag in het water toe en de zuurstofproduktie door algen af. De bodem onttrekt zuurstof aan het water voor bacteriële afbraak van organische stof, nitrificatie door bacteriën (oxydatieproces) en chemische oxydatie. In meerdelen met de normale waterdiepte (3-4 meter) vindt doorgaans menging over de hele waterkolom plaats, zodat er over de verticaal geen duidelijke zuurstofgradiënten optreden. Alleen bij vrijwel windstil weer zijn dergelijke gradiënten waarschijnlijk aanwezig. Mogelijk treden dan vlak bij de bodem lage zuurstofgehalten op. In diepe meerdelen (zandwinputten, geulen) komen in het zomerhalfjaar veelvuldig zuurstofgradiënten voor.

Temperatuurgradiënten zijn eveneens het gevolg van een geringe menging en gaan daarom samen met zuurstofgradiënten. Zelfs wanneer er sprake is van een flauwe temperatuurgradiënt kan het zuurstofgehalte al met de diepte afnemen, doordat de zuurstofaanvoer vanuit het oppervlaktewater achterblijft bij de vraag vanuit het diepe water en de bodem (Onderzoekcommissie diepe putten, 1981).

Bij een duidelijke temperatuurstratificatie (temperatuursprong laag) is de uitwisseling van zuurstof zo gering dat het onderwater vrij snel bijna zuurstofloos wordt. De zuurstofafname in diepe zandwinputten bedraagt 0.5-1.5 gram O_2/m^3 per 24 uur (Onderzoekcommissie diepe putten, 1981). In zandwinputten worden op diepten beneden de 10-15 meter zuurstofgehalten gemeten die lager liggen dan 10% van de verzadigingswaarde. In dit water kunnen geen dierlijke organismen blijven leven. Bij heel rustig zomerweer is het mogelijk dat de zone met zeer zuurstofarm water tot dicht onder het wateroppervlak komt, zodat bijna de hele waterkolom ongeschikt is geworden voor levende organismen. Dit was het geval in enkele putten in het Gooimeer in 1976 (Onderzoekcommissie diepe putten, 1981). De duur van de zuurstofloze situatie is altijd geringer dan die van de temperatuurgelaagdheid (Onderzoekcommissie diepe putten, 1981).

2.6.6 Voedingsstoffen

Fosfor en stikstof zijn essentiële voedingsstoffen voor alle in het water aanwezige plantaardige organismen. In het IJsselmeer zijn dit voornamelijk de in het water zwevende algen. De tot de algen behorende diatomeeën nemen naast deze nutriënten ook silicium op, dat nodig is voor de opbouw van het skelet.

Een deel van de in het water opgeloste nutriënten is in ionvorm in het water aanwezig en zo min of meer direct voor algen opneembaar. Deze ionen zijn ortho-fosfaat (PO_4^{3-}), ammonium (NH_4^+), nitraat (NO_3^-) en silicaat ($HSiO_3^-$). Niet direct opneembaar voor algen zijn fosfor (vrijwel altijd in de vorm van fosfaat aanwezig en daarom verder aangeduid als fosfaat) en stikstof die zich bevinden in opgeloste organische verbindingen en in het zwevende dode organische materiaal. Via mineralisatie door bacteriën komen ortho-fosfaten en anorganische stikstofverbindingen uit de dode organische stof voor algen vrij. De ortho-fosfaten die geassocieerd zijn met bodemdeeltjes komen vrij na redox-reacties en reacties als gevolg van wisselingen in de zuurgraad. De kringloop van fosfor en stikstof in het IJsselmeer wordt grotendeels bepaald door de stofwisseling van bacteriën en algen.

Fosfaat

Jaarlijks worden grote hoeveelheden fosfaat in de vorm van ortho-fosfaat en organisch- fosfaat (samen totaal-fosfaat) naar het IJsselmeer gevoerd (tabel 6). De IJssel is verantwoordelijk voor 87% en het Zwarte Water en de Overijsselse Vecht voor 7% van de fosfaataanvoer naar het Klein IJsselmeer/Ketelmeer. De rest komt voor rekening van poldergebieden (uitslagwater) en aanvoer via het regenwater. Het regenwater voert slechts een fractie van het totaal aan.

Van 1960 tot in de jaren tachtig nam de ortho-fosfaataanvoer via de IJssel toe. De sterkste groei vond in de zeventiger jaren plaats. Over de aanvoer van totaal-fosfaat zijn van vóór 1960 geen gegevens bekend. Van 1970 af is de aanvoer van totaal-fosfaat min of meer constant gebleven.

Tabel 6: Externe belasting van het IJsselmeer met totaal-fosfaat.
Bron: Rijkswaterstaat, dir. ZZW (1983).

meer	gram P/m^2/jaar
- Klein IJsselmeer/Ketelmeer	7.7
- Markermeer/IJmeer met doorspoeling (1400.10^6 m^3/jaar, huidige situatie)	1.3
- Markermeer/IJmeer zonder doorspoeling	0.7*

* Het RIZA noemt in een nota aan de Commissie Waterverontreiniging van de Raad van de Waterstaat een hoeveelheid van 0.9 gram P/m2/jaar (Rijkswaterstaat, RIZA, 1984).

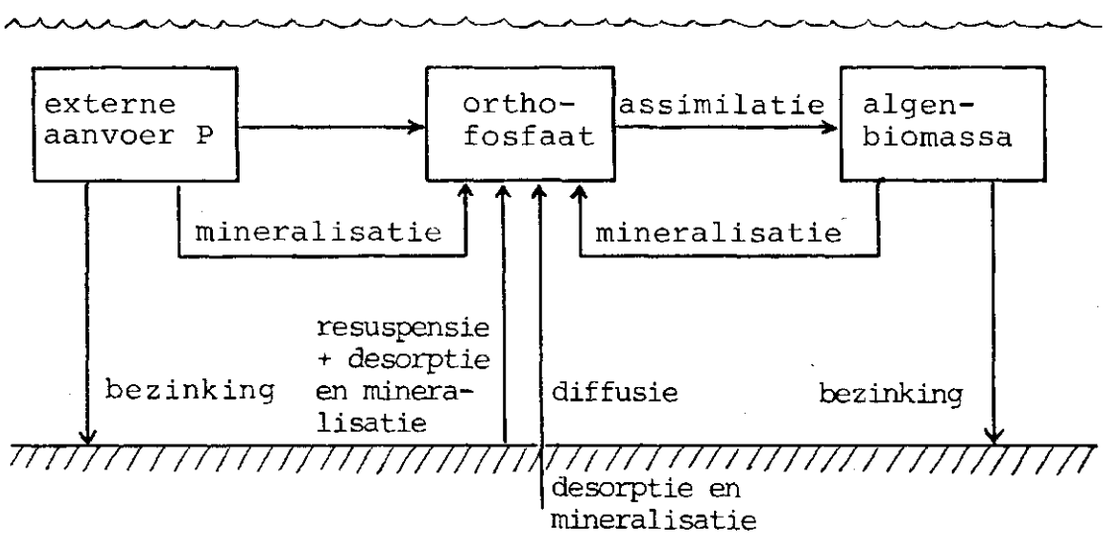
Van de totaal-fosfaataanvoer naar het Markermeer/IJmeer is vanwege de doorspoeling meer dan de helft afkomstig uit het Klein IJsselmeer. De rest komt voornamelijk vanaf het Gooimeer en uit Flevoland en Noord-Holland (uitslagwater).

Klein IJsselmeer/Ketelmeer

Het totaal-fosfaat dat via uitwendige bronnen is aangevoerd blijft merendeels in het gebied achter. Dit is af te leiden uit het verschil in fosfaatconcentratie tussen het binnenkomende en afgevoerde water. Postma (1981) schatte de jaarlijkse vastlegging van fosfaten in het Klein IJsselmeer/Ketelmeer in de jaren 1960-1975 op minimaal 80% van de aanvoer. De hoogte van de huidige vastlegging is onbekend. Het fosfaat blijft achter doordat fosfaathoudende deeltjes bezinken.

Tot de fosfaathoudende deeltjes behoren zowel anorganische deeltjes met het daaraan geadsorbeerde ortho-fosfaat als dood organisch materiaal. De in het meer aanwezige fosfaten maken deel uit van een interne fosfaatkringloop waarvan figuur 6 een schema geeft. Zowel biochemische als chemisch/ fysische processen spelen hier een rol. Postma (1981) vond voor de jaren 1960 en 1975, dat de gewichtsverhouding, waarin de aangevoerde fosfor en stikstof in het IJsselmeer achterbleven, gelijk was aan de verhouding van deze elementen in fytoplanktonpopulaties. Deze auteur concludeert hieruit dat beide voedingsstoffen in het IJsselmeer merendeels als organische stof worden vastgelegd.

Figuur 6: Fosfaatkringloop in het IJsselmeer.
Model naar Lyklema, Gelencsér & Szilágyi (1983).



De in dode algen en in ander dood organisch materiaal (deeltjes, opgeloste verbindingen) opgeslagen fosfaten komen weer, ondermeer als ortho-fosfaat, vrij na mineralisatie door bacteriën. Deze mineralisatie vindt zowel in de bodem als in de waterkolom plaats. In het laatste geval gaat het, bij deeltjes, om net aangevoerd of weer opgewerveld bodemmateriaal. De ortho-fosfaten die in de waterkolom vrijkomen kunnen direct weer worden opgenomen door algen of zich binden aan in het water zwevende kleideeltjes, ijzerhydroxydecomplexen en kalk. Deze adsorptieprocessen zijn afhankelijk van de pH en het zuurstofgehalte van het water.

De in de bodem gevormde ortho-fosfaten worden voor een deel gebonden aan het sediment en blijven voor de rest opgelost in het bodemwater aanwezig. De fosfaten worden grotendeels gebonden door de adsorptie aan ijzer-hydroxydecomplexen. Vastlegging door calcium is waarschijnlijk van minder belang (Onderzoekcommissie diepe putten, 1981). Tussen het opgeloste fosfaat en het gebonden fosfaat is sprake van een evenwicht dat grotendeels afhankelijk is van de pH en het zuurstofgehalte in het sediment. Het ortho-fosfaat in het bodemwater kan via diffusie of opwoeling van de bodem in het bovenliggende meerwater terechtkomen (Lyklema, Gelencsér & Szilágyi, 1983).
In het zomerhalfjaar neemt de pH van het water als gevolg van de algengroei toe. Hierdoor desorberen fosfaten uit de ijzerhydroxydecomplexen (De Jong, 1982). Dit gebeurt zowel in de waterkolom als in de bodem. Vanuit de bodem komen de fosfaten door bovengenoemde processen in het meerwater terecht. In de randmeren wordt de maximale netto-fosfaatafgifte door de bodem, in juni en juli, geraamd op 6.4 mg fosfaat per m^2 per dag (Projectgroep Eutrofiëringsonderzoek Randmeren, 1982). De omvang van de fosfaatafgifte door de bodem van het Klein IJsselmeer is onbekend.

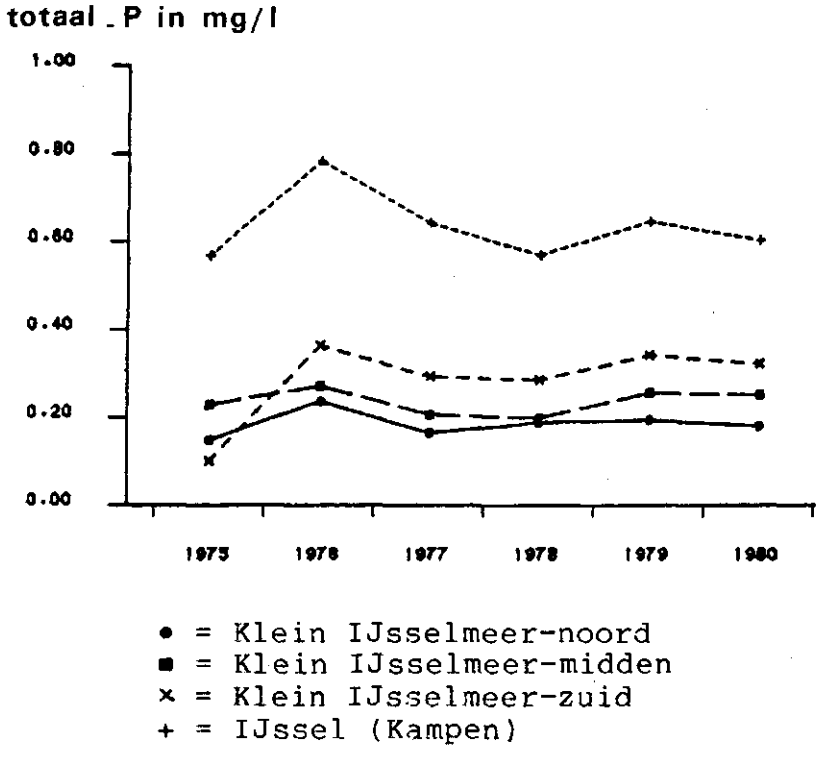
Diepe zandwinputten kunnen door de er optredende zuurstofloosheid in en boven de bodem (vooral zomerhalfjaar) een hoge fosfaatafgifte te zien geven. Deze afgifte kan 5 tot 50 maal hoger zijn dan onder zuurstofrijke omstandigheden (De Jong, 1982). Het fosfaat komt merendeels vrij als gevolg van de reductie van de ijzerhydroxydecomplexen. Aangezien de zuurstofloosheid veelal samengaat met een pH-daling nabij de bodem is het aannemelijk dat een klein deel van het fosfaat afkomstig is van calciumfosfaten die in oplossing zijn gegaan (De Jong, 1982). De fosfaatafgiftesnelheid in het zomerhalfjaar in diepe putten in het IJsselmeer werd gemiddeld vastgesteld op 0.20-0.25 gram fosfaat/m^2 per 24 uur (Onderzoekcommissie diepe putten, 1981). In verhouding tot het meeroppervlak is het oppervlak aan diepe putten in het Klein IJsselmeer dermate klein dat van enige invloed op de fosfaatconcentraties in het meer geen sprake is (Onderzoekcommissie diepe putten, 1981).

Als resultaat van de externe aanvoer en de hiervoor besproken processen treden in het water bepaalde fosfaatconcentraties op. Het totaal-fosfaatgehalte (anorganisch en organisch fosfaat) van het Klein IJsselmeer vertoont een afname van de IJssel (Kampen) naar de Afsluitdijk (figuur 7). Voornamelijk door de bezinking van fosfaathoudende deeltjes uit de IJssel vindt over de afstand IJssel - zuidelijk Klein IJsselmeer ongeveer een halvering plaats van het totaal-fosfaatgehalte.

Het totaal-fosfaatgehalte is in het winterhalfjaar hoger dan in de zomer. Dit is het gevolg van het feit dat door de wind er 's winters meer fosfaathoudend bodemmateriaal in het water zweeft.

In het zomerhalfjaar wordt het totaal-fosfaatgehalte van het Klein IJsselmeer grotendeels bepaald door de algenbiomassa. In het Markermeer is dit minder het geval.

Figuur 7: Totaal-fosfaatconcentratie op enkele plaatsen in het Klein IJsselmeer en de IJssel in vijf jaren. Bron: Rijkswaterstaat, dir. ZZW (1983).

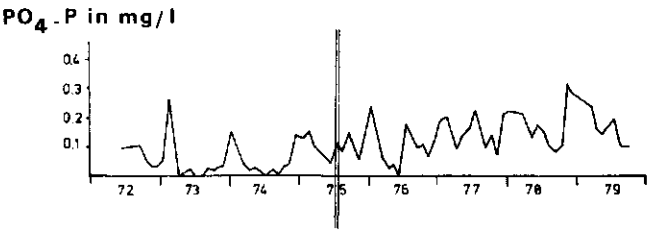


In figuur 7 is de totaal-fosfaatnorm voor karperwateren (viswaternorm) aangegeven (Rijkswaterstaat, dir. ZZW, 1983). In vrijwel het gehele Klein IJsselmeer wordt deze norm overschreden.

Ook het ortho-fosfaatgehalte vertoont een gradiënt met de laagste waarden in het noordelijk deel (Rijkswaterstaat, dir. ZZW, 1983). Deze gradiënt is het gevolg van algengroei. Mogelijk neemt van zuid naar noord in het Klein IJsselmeer de algengroei toe (zie paragraaf 2.6.5). Van 1975 af is er sprake van een toename van het ortho-fosfaatgehalte in het hele Klein IJsselmeer (figuur 8). Als gevolg daarvan komen zeer lage ortho-fosfaatgehalten, die vroeger in de zomer optraden, met uitzondering van 1976, niet meer voor. Factoren die verantwoordelijk kunnen zijn voor deze ontwikkeling zijn de voortdurende toename van de aanvoer van ortho-fosfaat, de aanleg van de Houtribdijk en een groeiende fosfaatafgifte door de bodem van het Klein IJsselmeer.

Volgens een door het RIN gehanteerde classificatie (Rijksinstituut voor Natuurbeheer, 1979) moet het Klein IJsselmeer, op grond van het gemiddelde gehalte aan ortho-fosfaat, als hypertroof worden beoordeeld.

Figuur 8: Ortho-fosfaatconcentratie in het Klein IJsselmeer (middendeel) in acht jaren.
Bron: De Wit (1980).



‖ = sluiting Houtribdijk

Markermeer/IJmeer

Voor het Markermeer/IJmeer geldt in principe hetzelfde fosfaatkringloopschema als voor het Klein IJsselmeer (figuur 6). De aanwezigheid van een slib- en fosfaatrijke bodem en het hoge slibgehalte van het water doen vermoeden dat de interne fosfaatlevering door mineralisatie en desorptie in de fosfaatkringloop van het Markermeer een belangrijke rol speelt.

De fosfaatbelasting van het Markermeer/IJmeer via de zuurstofloze bodems van diepe zandwinputten is verwaarloosbaar ten opzichte van de totale belasting van dit water (Onderzoekcommissie diepe putten, 1981). Beschouwen we alleen het IJmeer, waar de meeste putten liggen, dan blijkt dat de zandwinputten een bijdrage leveren aan de totale fosfaatbelasting van dit meerdeel in de orde van 6% (Onderzoekcommissie diepe putten, 1981).

Zowel het totaal-fosfaat- als het ortho-fosfaatgehalte van het Markermeerwater lijken na sluiting van de Houtribdijk enigszins afgenomen (De Wit, 1980). Het ortho-fosfaatgehalte van het Markermeerwater bedraagt minder dan de helft van dat van het Klein IJsselmeer. Wat het gehalte aan totaal-fosfaat betreft zijn de verschillen wat minder groot. Het Markermeerwater dankt zijn relatief hoge totaal-fosfaatgehalte aan de in het water zwevende, fosfaathoudende bodemdeeltjes. Op vrijwel alle plaatsen in het Markermeer/IJmeer wordt voldaan aan de fosfaatnorm voor karperwateren (Rijkswaterstaat, dir. ZZW, 1983).

Stikstof

De belangrijkste stikstofbron van het Klein IJsselmeer/ Ketelmeer is de IJssel. Deze voert jaarlijks ongeveer 76000 ton, dit is 65 gram stikstof per m^2 meeroppervlak aan. Op het Markermeer/IJmeer vormt het ingelaten Klein IJsselmeerwater de belangrijkste stikstofbron (tabel 7). Via het regenwater wordt jaarlijks 1.6 gram stikstof per m^2 wateroppervlak aangevoerd (Rijkswaterstaat, dir. ZZW, 1983). Dit moet nog bij de genoemde belastingen worden opgeteld.

De aanvoer van ammonium via de IJssel is van 1950 tot in de jaren tachtig nauwelijks toegenomen. De aanvoer van nitraat vertoont echter sinds 1950 een sterke groei.

Tabel 7: Externe belasting van het Markermeer/IJmeer met stikstof.
Bron: Rijkswaterstaat, dir. ZZW (1983).

	gram N/m^2/jaar
- met doorspoeling vanuit Klein IJsselmeer (1400.10^6 m^3/jaar, huidige situatie)	9.2
- zonder doorspoeling	6.4

Klein IJsselmeer/Ketelmeer

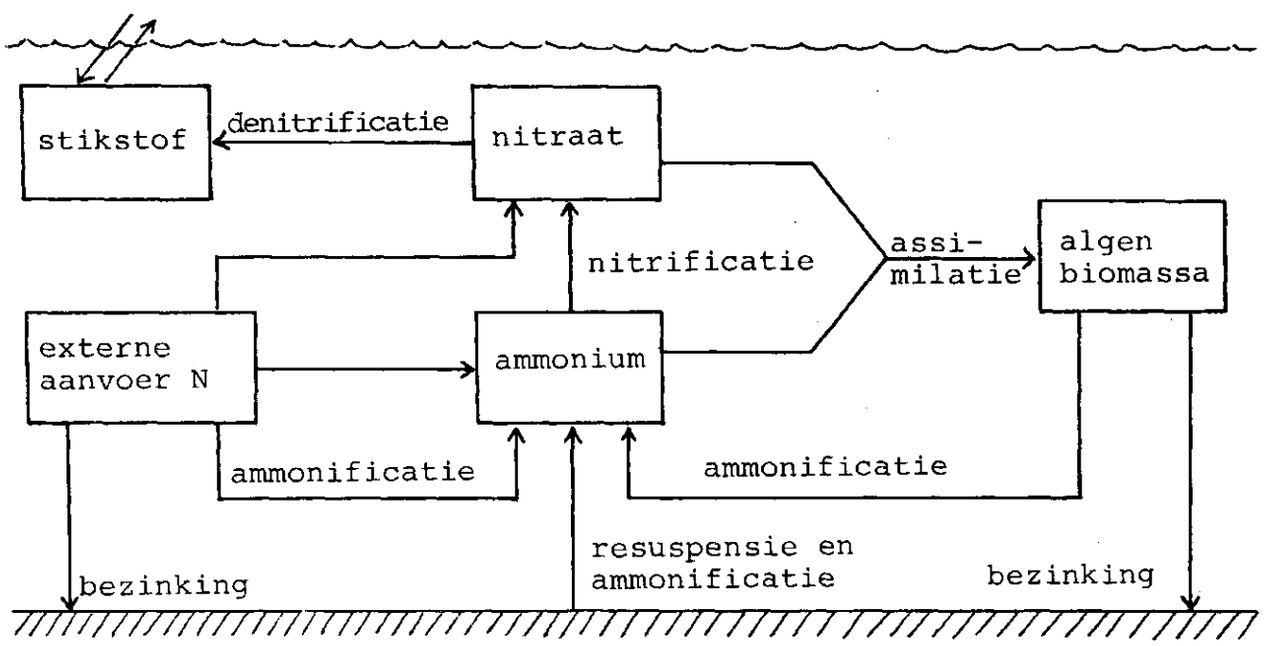
In de jaren 1960-1975 bleef 40-50% van de via de IJssel aangevoerde stikstof in het gebied achter (Postma, 1981). De in de vorm van dode organische deeltjes aangevoerde stikstof bezinkt grotendeels in het gebied. De opgeloste anorganische stikstofverbindingen als NO_2, NO_3, NH_4 worden door algen opgenomen. De in organische moleculen vervatte stikstof is pas voor algen opneembaar nadat deze moleculen door bacteriën tot anorganische bestanddelen zijn afgebroken. De in het meerwater en op de bodem aanwezige stikstof gaat deel uitmaken van een interne stikstofkringloop (figuur 9). In deze kringloop spelen biochemische processen een overheersende rol. Postma (1981) veronderstelt dat de door de IJssel aangevoerde stikstof merendeels als organische stof wordt vastgelegd (zie bij fosfaat). De meeste stikstof in het meer is in organische vorm aanwezig. Door de opwerveling van bodemmateriaal en vervolgens mineralisatie of door mineralisatie van nog bezinkende deeltjes, komt stikstof in de vorm van ammonium (NH_4) in het water terecht.

Ook via mineralisatie van organisch materiaal in de bodem, gevolgd door diffusie, komt ammonium vrij. Het aldus gevormde ammonium kan, mits er voldoende zuurstof aanwezig is, geoxydeerd worden tot nitraat door nitrificerende bacteriën. Bij zuurstofarme of zuurstofloze omstandigheden op het grensvlak bodem/water kan denitrificatie door bacteriën plaatsvinden, waarbij stikstofgas uit het water kan ontsnappen.

De mobilisatiesnelheid van ammonium uit het sediment is afhankelijk van het organische-stofgehalte van de bodem, de temperatuur, het zuurstofgehalte en de ammoniumconcentraties in bodemwater en bovenliggend water. Wanneer het zuurstofgehalte nabij de bodem zeer laag wordt, zoals in zandwinputten het geval kan zijn, dan neemt de mobilisatie van ammonium sterk toe (Onderzoekcommissie diepe putten, 1981).

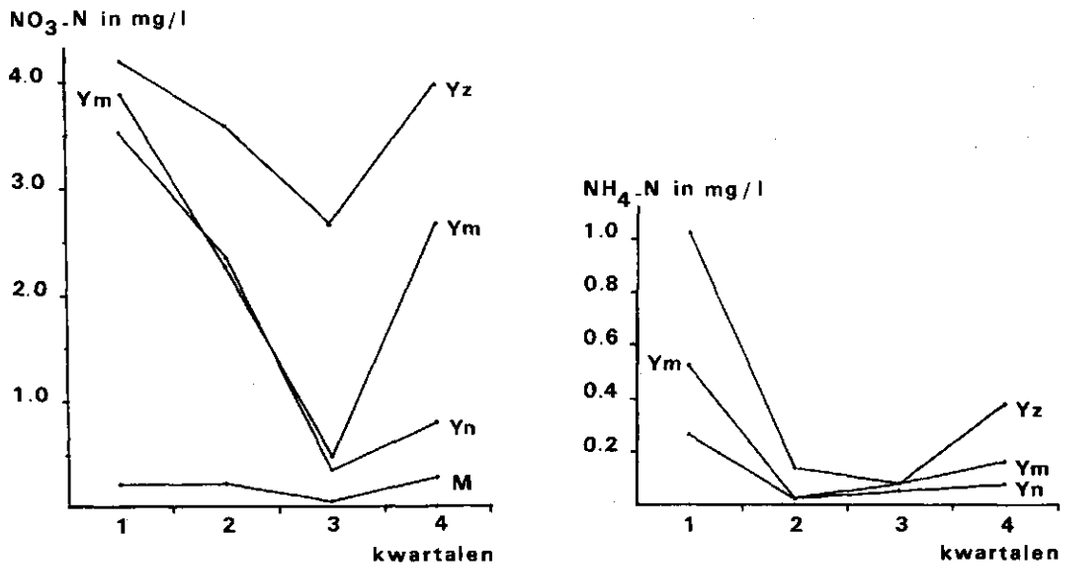
Bij zuurstofrijke omstandigheden is er waarschijnlijk sprake van een barrière op het grensvlak bodem/water tegen uitwisseling van ammonium. De mobilisatiesnelheid van stikstof vanuit putbodems in het IJsselmeer is vastgesteld op 1.25-2.5 gram N/m^2 per dag (Onderzoekcommissie diepe putten, 1981).

Figuur 9: Stikstofkringloop in het Klein IJsselmeer.



De aanvoer van stikstof in combinatie met de hiervoor genoemde processen resulteert in een bepaalde stikstofconcentratie in het water. Het gehalte aan nitraat en ammonium neemt van het Ketelmeer naar de Afsluitdijk af (figuur 10). Deze gradiënt is het gevolg van de algengroei. Mogelijk neemt de algenproduktie van zuid naar noord toe (zie vorige paragraaf). Het totaal-stikstofgehalte neemt in noordelijke richting eveneens af door de bezinking van nitraatrijke, organische deeltjes. De hoogste gehalten aan nitraat en ammonium worden jaarlijks in de winter en het vroege voorjaar gemeten (figuur 10). In de zomermaanden daalt het gehalte door algenopname. Het ammoniumgehalte daalt meestal het sterkst doordat naast algenopname ook omzetting tot NO_3 optreedt door nitrificerende bacteriën. Na de sluiting van de Houtribdijk (1975) zijn in het Klein IJsselmeer de nitraatgehalten gemiddeld hoger dan ervoor. Zowel de afscheiding van het Markermeer als de groeiende aanvoer van nitraat via de IJssel zijn hiervoor verantwoordelijk.

Figuur 10: Nitraat- en ammoniumgehalten van het Klein IJsselmeerwater in 1982 en nitraatgehalten van het Markermeerwater in 1982.
Bron: Rijkswaterstaat, RIV, RID (1982).



Yn = Klein IJsselmeer-noord
Ym = KLein IJsselmeer-midden
Yz = Klein IJsselmeer-zuid
M = Markermeer

Markermeer/IJmeer

Voor het Markermeer/IJmeer geldt in principe hetzelfde kringloopschema als voor het Klein IJsselmeer. De aanvoer van stikstof naar het Markermeer is na de sluiting van de Houtribdijk afgenomen. Dit heeft geresulteerd in duidelijk lagere nitraatgehalten in dit meerdeel na 1975 (De Wit, 1980). Het jaarlijkse NO_3-maximum bedroeg in 1980 minder dan één vijftiende van dat in het zuidelijk deel van het Klein IJsselmeer (figuur 10). Met betrekking tot ammonium zijn de gevolgen van de dijksluiting geringer.

2.7 Zware metalen en gechloreerde koolwaterstoffen in water en bodem

De IJssel voert, als belangrijkste bron, zware metalen en gechloreerde koolwaterstoffen, afkomstig uit industriële processen en de landbouw naar het IJsselmeer. Deze stoffen zijn gehecht aan slibdeeltjes of opgelost in het water aanwezig. Een groot deel van de aan slibdeeltjes gehechte stoffen bezinkt al in het Ketelmeer. De in het water opgeloste stoffen komen alle in het Klein IJsselmeer en Markermeer terecht. Ze kunnen zich daar hechten aan het in het water zwevende slib en alsnog bezinken. Van de door de IJssel aangevoerde metalen blijft 60-80% op de IJsselmeerbodem achter (Dijkzeul, 1982). Tabel 8 geeft de aanvoer van zware metalen via de IJssel. Tevens is de aanvoer via de lucht gegeven. Deze is bij lood aanzienlijk.

Tabel 8: Belasting van het Klein IJsselmeer/Ketelmeer met zware metalen via de IJssel en de lucht. Berekend per m^2 meeroppervlak (Klein IJsselmeer + Ketelmeer).
Bron: Rijkswaterstaat, dir. ZZW (1983).

metaal	via IJssel (mg per m^2)	via lucht (mg per m^2)
lood	85	22
cadmium	11	0.44
kwik	1.3	0.04

De op de bodem of in het water aanwezige zware metalen en gechloreerde koolwaterstoffen worden door organismen opgenomen. Door ophoping van deze stoffen kunnen vooral in vissen en vogels gehalten worden bereikt die een gezondheidsrisico voor deze organismen betekenen (hoofdstuk 6.2).

Gehalten in het water

In het Klein IJsselmeer zijn sinds 1976 de gehalten aan koper, lood, zink, chroom en cadmium constant gebleven. Het kwikgehalte nam met een factor 2-3 af (Rijkswaterstaat, dir. ZWW, 1983). In het Ketelmeer nam sinds 1976 het lood-, chroom- en cadmiumgehalte duidelijk af.

Uit tabel 9 blijkt dat de verontreiniging van het water van het Ketelmeer naar de Afsluitdijk een afname vertoont. Dit is het gevolg van de sedimentatie van slibdeeltjes en de verdunning van de concentraties in het IJsselwater. Zink en cadmium vertonen de duidelijkste gradiënt. In het Markermeer zijn de gehalten ongeveer even hoog als in het midden van het Klein IJsselmeer (inlaat Klein IJsselmeerwater).

Tabel 9: Gehalten van zware metalen in het oppervlaktewater; jaargemiddelden (1980-1982) in ug/l. Bron: Rijkswaterstaat, dir. ZZW (1983).

metaal	Ketelmeer	Klein IJsselmeer (centraal) Markermeer	Klein IJsselmeer noord	IJmeer Gooimeer
koper	6-10	4-6	3-6	2-4
lood	3-5	3-6	2-4	1-2
zink	41-50	28-32	16-21	8-17
chroom	5-8	4-7	3-4	n.g.
cadmium	0.4-0.6	0.2-0.3	0.1-0.2	0.1
kwik	0.06-0.09	0.06-0.07	0.04-0.05	0.03-0.05

Van de in het Ketelmeer en Klein IJsselmeer voorkomende gechloreerde koolwaterstoffen (pesticiden, oplosmiddelen) liggen de gehalten veelal beneden de meetbare grens (Rijkswaterstaat, dir. ZZW, 1983). Van een aantal oplosmiddelen komen soms in het Klein IJsselmeer ineens hoge gehalten voor.

Gehalten in het sediment

Het sediment dat in het Ketelmeer wordt afgezet is sterk verontreinigd met zware metalen (tabel 10). Het slib behoort tot het meest verontreinigde dat in Nederland wordt gevonden. Alleen het gehalte aan kwik is sinds 1974 als gevolg van de teruggelopen gehalten van het IJsselwater, vrij sterk afgenomen.

Doordat al zeer vele jaren ophoping van verontreinigd slib plaatsvindt, heeft zich op de bodem van het Ketelmeer een groot reservoir van zware metalen gevormd. Deze metalen kunnen door chemische, fysische en biologische processen uit het slib vrijkomen en zo bijdragen aan de verontreiniging van organismen. Het Klein IJsselmeerslib blijkt 'schoner' dan het slib uit het Ketelmeer. Vooral het cadmiumgehalte is veel lager dan in het Ketelmeer. Het bodemslib vertoont een afnemende vervuiling van zuid naar noord.

Tabel 10: Gehalten zware metalen in afgezet slib in µg per gram droge stof bij 50% < 16 µm.
Bron: Rijkswaterstaat, dir. ZZW (1983).

metaal	Ketel-meer 1974	Klein IJssel-meer 1974	Ketel-meer 1977	Klein IJssel-meer 1977	Ketel meer 1982
koper	201	39	250	40	167
lood	242	88	320	73	240
zink	1650	460	1960	430	1692
chroom	458	106	570	94	-*
cadmium	24	2.8	34	2.8	22
kwik	7	-*	7	-*	2.4

* - : niet bekend.

De zware-metalengehalten van de Markermeerbodem zijn lager dan die van het Klein IJsselmeer (tabel 11). Dit moet grotendeels een gevolg zijn van de Houtribdijk. De doorspoeling van het Markermeer zorgt echter nog steeds voor import van zware metalen en daardoor voor accumulatie in de bodem (Ente, 1981a).

Polychloorbifenylen (PCB's) hechten zich goed aan slibdeeltjes en hopen zich net als zware metalen, in de bodem van het Ketelmeer op. Het PCB-gehalte in het Ketelmeer werd in 1982 vastgesteld op 5.6 mg per kg droog sediment. In het Haringvliet is het gehalte meer dan vier keer zo hoog (Rijkswaterstaat, dir. ZZW, 1983). Gegevens over PCB-gehalten in het slib van het Klein IJsselmeer en Markermeer zijn niet gevonden.

Tabel 11: Zware-metalengehalten in de bovenste 22 cm van het sediment in het Markermeer; gemiddelde van 17 monsterpunten.
Bron: Ente (1981a).

metaal	gehalte in µg/gram per gram droge stof
koper	11
lood	19
zink	85
chroom	60
cadmium	0.26
kwik	0.1

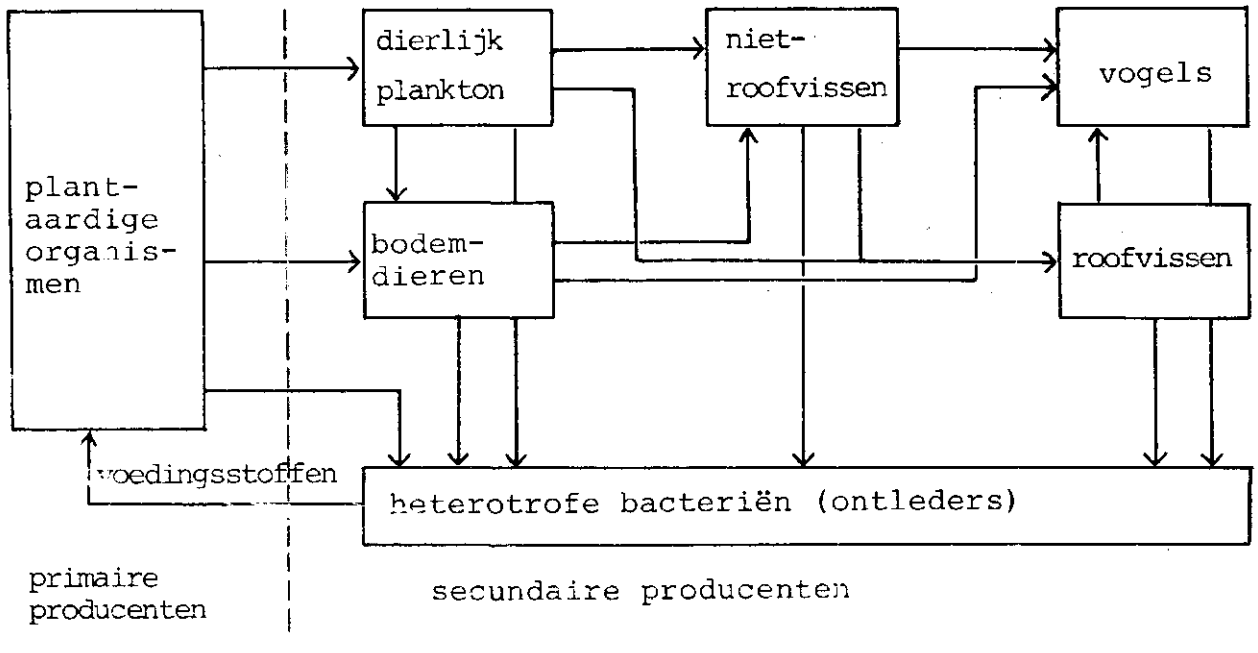
3. BIOTISCHE KENMERKEN VAN HET ECOSYSTEEM

Tijdens en na de verzoeting van het IJsselmeer, die circa vijf jaar heeft geduurd, ontwikkelde zich een zoetwaterlevensgemeenschap. Door de sluiting van de Houtribdijk in 1975 ontstonden er twee bekkens waarin de levensgemeenschappen zich op hun eigen wijze konden ontwikkelen. De voortdurende inlaat van water uit het Klein IJsselmeer op het Markermeer voorkomt tot nu toe echter dat beide meerdelen wat dat betreft sterk zijn gaan verschillen.

In de levensgemeenschappen van het Markermeer en Klein IJsselmeer bestaan tussen de samenstellende organismen allerlei relaties waarvan de voedselrelaties het uitvoerigst aan bod zullen komen. Figuur 11 geeft een schema van de belangrijkste voedselniveaus in het IJsselmeer. De organismen worden verdeeld in primaire en secundaire producenten. Primaire producenten zijn de plantaardige organismen, die in staat zijn tot de opbouw van organisch materiaal uit anorganische verbindingen met behulp van zonlicht. Van de primaire produktie zijn alle andere organismen in het voedselweb direct of indirect afhankelijk. Het plantaardig plankton (fytoplankton) heeft het grootste aandeel in de primaire produktie in het IJsselmeer en zal daarom het meest uitgebreid worden besproken.

Tot de secundaire producenten behoren alle dierlijke organismen. Deze voeden zich met zowel dood als levend organisch materiaal. Het kan zowel plantaardig als dierlijk zijn (figuur 11).

Figuur 11: Voedselniveaus in de IJsselmeerlevensgemeenschap.



Een aparte plaats in het voedselweb nemen de heterotrofe bacteriën in. De term 'heterotroof' duidt op het feit dat deze organismen zich net als dierlijke organismen voeden met organische stof. Het voedsel bestaat uit de dode resten van alle andere organismen in het ecosysteem. Bij de bacteriële stofwisseling worden organische verbindingen tot anorganische afgebroken. Deze laatste kunnen weer door planten worden opgenomen. De bacteriën zijn zo verantwoordelijk voor het sluiten van de kringloop van organische stof. Ze worden samengenomen onder de term ontlieders.

In de volgende hoofdstukken worden de primaire en secundaire producenten op grond van hun anatomische en morfologische eigenschappen en hun ruimtelijke positie in een aantal groepen verdeeld. Besproken worden achtereenvolgens plantaardig plankton (fytoplankton; hoofdstuk 3.1), bodemplanten (fytobenthos; hoofdstuk 3.2), dierlijk plankton (zoöplankton; hoofdstuk 3.3), dierlijke bodemorganismen (zoöbenthos; hoofdstuk 3.4), vissen (hoofdstuk 3.5), vogels (hoofdstuk 3.6) en de ontlieders (hoofdstuk 3.7). Per groep worden de optredende soorten, de verspreiding en zo mogelijk de biomassa en de jaarlijkse produktie gegeven.

3.1 Fytoplankton

Soortensamenstelling

Vele algensoorten die in het Rijnstroomgebied aanwezig zijn, kunnen in het Klein IJsselmeer en Markermeer worden teruggevonden. Dit wil echter niet zeggen dat de planktonsamenstelling van de Rijn nagenoeg gelijk is aan die van beide meren. Als gevolg van de in het Klein IJsselmeer en Markermeer optredende fysisch-chemische en hydrologische omstandigheden, hebben zich eigen fytoplanktongemeenschappen ontwikkeld. De samenstelling van het plankton in beide meren verschilt slechts weinig. Dit is voornamelijk het gevolg van de voortdurende doorspoeling van het Markermeer met Klein IJsselmeerwater. Door de inlaat van Markermeer- en Klein IJsselmeerwater in Noord-Holland en Friesland is de planktongemeenschap van deze meren 's zomers weer van invloed op de polder- en boezemwateren.

De onderstaande gegevens zijn, voorzover niet anders aangegeven, afkomstig van Los (1981), Berger (1982), Projectgroep Eutrofiëringsonderzoek Randmeren (1982) en Rijkswaterstaat, RIZA (1984). De in het IJsselmeer voorkomende algensoorten kunnen worden verdeeld in vier groepen: kiezelalgen, groenalgen, blauwalgen en andere soorten waaronder flagellaten. In de winter en het vroege voorjaar bestaat het plankton in het IJsselmeer voornamelijk uit groenwieren (vooral Scenedesmus-soorten) en kiezelalgen. Kiezelalgen vertonen meestal in het vroege voorjaar, wanneer de watertemperaturen nog laag zijn, een sterke groei.

Wanneer de watertemperatuur stijgt, verdwijnen ze. In de zomer en het najaar bestaat het plankton merendeels uit groenalgen en blauwalgen. Scenedesmus is het meest voorkomende groenalgengeslacht. De soorten Oscillatoria agardhii en Microcystis aeruginosa zijn de talrijkste blauwalgen.

Oscillatoria agardhii komt gesuspendeerd in het water voor. Er wordt aangenomen dat Oscillatoria agardhii in water tot een diepte van circa drie meter een sterke groei kan vertonen (Mur, 1984). Van 1973 af vertoont Oscillatoria agardhii in sommige jaren een massale groei over grote oppervlakten in het Klein IJsselmeer. Deze soort is dan verreweg de talrijkste algensoort. De bloei wordt soms voorafgegaan door die van de blauwalgensoort Oscillatoria redekei en de stikstoffixerende soort Aphanizomenon flos-aquae. In 1974 was Oscillatoria agardhii van juni tot en met oktober de talrijkste algensoort in het noordelijk deel van het Klein IJsselmeer. In 1976 domineerde deze alg het plankton van het gehele Klein IJsselmeer van juni tot en met oktober. Ook in het Markermeer kwam deze alg toen in hoge dichtheden voor, waarschijnlijk grotendeels als gevolg van import van algen vanuit het Klein IJsselmeer. In het Markermeer en IJmeer is geen bloei van Oscillatoria agardhii geconstateerd.

Al sinds de afsluiting in 1932 komt vooral op diepere plaatsen van het IJsselmeer bloei van de blauwalgensoort Microsystis aeruginosa voor. In het Markermeer en IJmeer is Microcystis aeruginosa vrijwel de enige blauwalgensoort die bloei vertoont. Kennelijk is voor deze soort het milieu in het Markermeer gunstiger dan voor Oscillatoria agardhii. In 1983 vond in augustus in het Klein IJsselmeer sterke groei van Microcystis aeruginosa over een groot oppervlak plaats. In het Markermeer werd toen merkwaardig genoeg geen bloei van deze soort geconstateerd. Microcystis aeruginosa is in het bezit van drijfvermogen, waardoor het gunstigste lichtklimaat in het water kan worden opgezocht. Het water moet 2.5 meter of dieper zijn wil deze alg zich kunnen ontwikkelen (Mur, 1984). Voor een sterke groei is tevens rustig weer nodig omdat de alg anders niet zijn positie in het water kan handhaven. De bloei duurt meestal korter dan die van Oscillatoria agardhii. Tijdens en na de bloei kan de alg naar het wateroppervlak komen, waardoor daar een dikke laag ontstaat (Mur, 1984). Door de wind worden deze drijflagen veelal in havens of tegen oevers opgehoopt. De bloei van Microcystis aeruginosa kan soms ineens massaal instorten, met als gevolg een sterke zuurstofvraag in het water en op de bodem (afbraak).

Hoewel in het IJsselmeer sterke blauwalgengroei voor kan komen, is deze geen permanent verschijnsel. Een volledige en vrijwel permanente dominantie van blauwalgen komt in de randmeren van de Flevopolders sinds 1970 voor. In deze meren is Oscillatoria agardhii de meest voorkomende blauwalgensoort (Berger, 1975).

Produktie

De produktie door de in het water zwevende algen vormt de basis voor de gehele voedselketen in het IJsselmeer. De produktie van het fytoplankton wordt door een aantal factoren bepaald, waarvan de belangrijkste licht, temperatuur en voedingsstoffenconcentratie zijn. Essentiële voedingsstoffen voor algen zijn fosfaten en stikstofverbindingen. Kiezelalgen hebben bovendien silicaten nodig voor de opbouw van hun skelet. Vooral in het Klein IJsselmeer maar ook in het Markermeer is het gehalte aan voedingsstoffen hoog (paragraaf 2.6.6). Door slib en algen is de troebelheid van het water veelal groot. Deze factoren maken het waarschijnlijk dat in beide meren meestentijds licht de beperkende factor is voor de algengroei.

Het lichtklimaat waaraan gesuspendeerde algen als Oscillatoria agardhii en Scenedesmus spec. zijn blootgesteld, wordt bepaald door aard en hoeveelheid van de zwevende deeltjes, de diepte van het water en de menging over de verticaal. Vooral ook de wisselingen in het slibgehalte zijn van invloed op de groei van algen. Over het lichtklimaat in het Klein IJsselmeer en Markermeer is nog weinig bekend. Tabel 12 geeft enige informatie over het lichtklimaat in het IJsselmeer in de vorm van slibgehalten. De spreiding van de getallen waaruit deze gemiddelden zijn berekend is echter zo groot, dat er geen conclusies kunnen worden getrokken over de verschillen tussen beide delen van het Klein IJsselmeer. Het verschil tussen Markermeer en Klein IJsselmeer is wel significant.

Tabel 12 geeft tevens algenbiomassa's. Ook deze getallen rechtvaardigen gezien hun spreiding geen conclusies over verschillen tussen het noordelijk en het zuidelijk deel van het Klein IJsselmeer. De gradiënten in zuurgraad, zuurstofgehalte en nutriënten in het Klein IJsselmeer lijken echter een aanwijzing te vormen voor een van zuid naar noord toenemende algenproduktie (paragrafen 2.6.4, 2.6.5 en 2.6.6). In het Markermeer is de algenbiomassa wel duidelijk lager dan in het Klein IJsselmeer. Volgens een door het OECD ontworpen classificatie (OECD, 1982) kan het Klein IJsselmeer, op grond van de chlorofyl-a gehalten, als hypertroof worden aangeduid. Het Markermeer is volgens deze classificatie eutroof.

Van 1960-1975 nam de algenproduktie in het noordelijk deel van het Klein IJsselmeer toe van 240 gram koolstof per m^2 per jaar tot 400 gram koolstof. Deze produktietoename wordt gezien als het gevolg van de toegenomen ortho-fosfaataanvoer via de IJssel (Postma, 1981). Dit wil zeggen dat in deze jaren, bij het optredende lichtregime, fosfaat 's zomers veelal de beperkende factor was voor de algengroei.

Postma (1981) noemt als mogelijk produktiemaximum voor het noordelijk Klein IJsselmeer 600 gram koolstof per m^2 per jaar. Of na 1975 de produktie nog verder is toegenomen is niet bekend. Produktiegegevens van het Markermeer over dezelfde periode zijn niet beschikbaar.

Tabel 12: Slibgehalten en algenbiomassa's in het IJsselmeer. Algenbiomassa weergegeven als chlorofyl-a gehalte; gemiddelden 1970-1979. Bron: Berger (1982).

	chl-a in mg/m^3	slib in mg/l
Zuidelijk Klein IJsselmeer	104	16.5
Noordelijk Klein IJsselmeer	162	9.5
Markermeer	65	35.8

De in het Klein IJsselmeer gesignaleerde produktiegroei is, zoals eerder vermeld, in sommige jaren gepaard gegaan met massale groei van de soort Oscillatoria agardhii. De sterke groei van deze blauwalgensoort is een ontwikkeling die gaat optreden wanneer door de bloei van andere algensoorten de hoeveelheid licht die in het water doordringt is afgenomen. Blauwwieren kunnen zich namelijk alleen handhaven in een milieu met weinig licht. Treedt deze situatie eenmaal op dan blijkt Oscillatoria agardhii de competitie om licht te winnen van de groenalgensoort Scenedesmus protuberans (Mur, Gons & Van Liere, 1978). De oorzaak ligt in het feit dat Oscillatoria agardhii bij lage lichtintensiteiten een hogere groei vertoont dan deze groenalg. Wanneer Oscillatoria agardhii dominant, is dan is voor het instandhouden van deze populatie een veel lagere fosfaataanvoer nodig dan voor de ontwikkeling (Berger, 1982). Dit komt door de hoge affiniteit van deze algen voor voedingsstoffen en de geringe groeisnelheid van de algen, als gevolg van de beperkte predatie door zoöplankton (Mur, 1984).

In het Markermeer is de aanwezigheid van blauwalgen tot nu toe minder massaal geweest dan op het Klein IJsselmeer. Waarschijnlijk zijn de in dit meer gesignaleerde hoge blauwalgendichtheden grotendeels veroorzaakt door algeninlaat vanuit het Klein IJsselmeer. Waarom in het Markermeer geen massale blauwalgengroei plaatsvindt is onduidelijk (Mur, 1984). Door het hoge slibgehalte lijkt het Markermeerwater juist een gunstig lichtklimaat voor blauwalgen te hebben. Mur (1984) veronderstelt dat het fijne slib in het Markermeer bij bezinking tijdens rustig weer, verantwoordelijk is voor het meebezinken van algencellen. Op deze wijze zou in het Markermeer opbouw van een grote algenbiomassa worden tegengegaan. Vooruitzichten m.b.t. de algenontwikkeling komen aan de orde in hoofdstuk 6.

Predatie

Het plantaardige plankton van het Klein IJsselmeer en Markermeer wordt gegeten door het dierlijke plankton (hoofdstuk 3.2). Over de grootte van de predatie van het zoöplankton op het fytoplankton is vrijwel niets bekend. Duidelijk is wel dat bij een dominantie van blauwalgen in het fytoplankton, de predatie door het zoöplankton gering moet zijn, aangezien blauwalgen slecht consumeerbaar zijn voor deze organismen.

3.2 Fytobenthos

Soortensamenstelling

Op de stenen aan de voet van de dijken groeien in het IJsselmeer draadvormige groenalgen behorende tot de geslachten Bangia en Cladophora (Drost e.a., 1981). Op deze plaatsen is zowel voldaan aan de vraag naar een aanhechtingssubstraat als naar voldoende licht (ondiep water). Draadalgen komen, in verhouding tot het totale IJsselmeer, slechts op een klein oppervlak voor.

Door de onrust van het water (wind) en de diepte gecombineerd met de hoge troebelheid worden ondergedoken en half ondergedoken wortelende waterplanten in het open water van het IJsselmeer al sinds het ontstaan niet aangetroffen. Alleen langs de oevers waar het water ondiep is en min of meer beschut kunnen waterplanten groeien.

Velden met wortelende waterplanten komen thans plaatselijk langs de zuidrand van het IJmeer, in de Gouwzee, plaatselijk langs de oever tussen Volendam en Hoorn en plaatselijk langs de Friese oevers voor. Het veld in de Gouwzee is het meest uitgestrekte van het hele IJsselmeer.

De vegetaties bestaan voor het merendeel uit soorten behorende tot het geslacht Potamogeton (fonteinkruiden).
De bladeren van deze planten bevinden zich onder het wateroppervlak. Fonteinkruiden kunnen in water tot maximaal twee meter diepte voorkomen. Aangezien de planten zich vanaf de bodem ontwikkelen moet het water voldoende helder zijn voor de groei van de jonge planten. Dit geldt vooral voor de maanden april en mei (Projectgroep Eutrofiëringsonderzoek Randmeren, 1982).

Het IJsselmeer is totaal gezien arm aan ondergedoken hogere waterplanten. In het verleden was de uitgebreidheid van de vegetaties van deze waterplanten groter. Tijdens de verzoeting begonnen de velden met waterplanten die rond de IJsselmond voorkwamen zich in noordelijke en zuidelijke richting uit te breiden. In de jaren 1940-1968 kwamen deze vegetaties tot volle ontplooiing.

De hele ondiepe zuid- en oostoever van het IJsselmeer werd ermee bezet. De waterplanten kwamen voor tot een waterdiepte van 1 à 1.25 meter (Brouwer & Tinbergen, 1939).

De velden waren op de meeste plaatsen vele honderden meters breed (Brouwer & Tinbergen, 1939). Ze bestonden vooral uit kamfonteinkruid, doorgroeid fonteinkruid en kranswieren (Brouwer & Tinbergen, 1939). Door de aanleg van de Noordoostpolder ging een deel van de ondiepe, produktieve oostoever van het IJsselmeer verloren. In de ingesloten meerdelen (Zwarte Water, Kadoelermeer) verdichtte de vegetatie zich. Door de aanleg van de Flevopolders gingen langs de zuidelijke rand van het IJsselmeer alle ondiepten verloren. In de ontstane randmeren verspreidde en verdichtte de vegetatie zich echter.

In het begin van de zestiger jaren begon de vegetatie langs de Friese oevers af te nemen. Hetzelfde was het geval in de randmeren van Oostelijk Flevoland na 1965 en in de randmeren van Zuidelijk Flevoland na 1968. Als gevolg van de sterk toegenomen biomassa aan blauwalgen liep in 1970 in alle randmeren de oppervlakte aan waterplanten zeer sterk terug. Door de blauwalgen verminderde de lichtdoordringing zo sterk dat de planten zich zelfs in het ondiepe water niet meer konden ontwikkelen. De afname van de oppervlakte aan waterplanten langs de Friese oever was waarschijnlijk eveneens het gevolg van de toegenomen algenbiomassa. In het voorgaande is de produktietoename van algen in het Klein IJsselmeer, die door de eutrofiëring plaatsvond, reeds besproken.

Produktie

Over de primaire produktie door draadalgen en wortelende waterplanten zijn geen gegevens gevonden. Vergeleken met de produktie door het fytoplankton speelt de fytobenthosproduktie een ondergeschikte rol.

Predatie

Draadalgen worden gegeten door de op het IJsselmeer ruiende knobbelzwanen en door meerkoeten. Fonteinkruiden worden geoogst door knobbelzwanen, kleine zwanen, zwemeenden en meerkoeten. Vooral in de Gouwzee voeden planteneters zich in de zomer met fonteinkruiden.

3.3 Zoöplankton

In het water zwevende één- of meercellige dierlijke organismen noemt men zoöplankton. Deze organismen kunnen zich veelal enigszins actief voortbewegen. De eigen voortbeweging is meestal ondergeschikt aan de waterbewegingen. Sommige soorten zijn permanent planktonisch (holozoöplankton), andere zijn dit een deel van hun leven (merozoöplankton).

Doordat zoöplankton in de voedselketen de plaats inneemt tussen fytoplankton en vissen reageert het meestal snel op veranderingen van zowel de algen- (eutrofiëring) als de vispopulatie (Gulati, 1984). Er kunnen dan veranderingen in de soortensamenstelling en de onderlinge verhoudingen optreden.

In het IJsselmeer is het zoöplankton spaarzaam bestudeerd, zodat geen beeld kan worden verkregen van veranderingen in de samenstelling gedurende de eutrofiëring. De volgende planktongegevens van het holozoöplankton in het IJsselmeer en de randmeren van de Flevopolders zijn afkomstig van een onderzoek uit 1976 (Bij de Vaate & Van der Vet-Kappetein, 1978).

Soortensamenstelling

Het zoöplankton van het Klein IJsselmeer en Markermeer/ IJmeer bestaat uit watervlooien (cladoceren), roeipootkreeften (copepoden), raderdieren (rotatoria) en protozoën (eencelligen). In het genoemde onderzoek is het plankton van het IJsselmeer maar gedeeltelijk bemonsterd. Door het gebruik van planktonnetten met maaswijdten van 100 en 200 um is alleen een indruk verkregen van het crustaceeën(schaaldieren)-deel van het plankton (watervlooien en roeipootkreeften). Voor een goede bemonstering van raderdieren is een maaswijdte nodig van circa 33 µm (Gulati, Limnologisch Instituut Nieuwersluis, pers.med.).

Raderdieren kunnen, vooral in eutroof water, grote dichtheden bereiken. Uit onderzoek in eutrofe plassen in Nederland is gebleken dat de biomassa van deze organismen tijdelijk groter kan zijn dan die van crustaceeën (Gulati, pers.med.).

Tabel 13 geeft het aantal cladoceren- en copepodensoorten dat in een aantal wateren is gevonden. In het Klein IJsselmeer is het aantal soorten het grootst. In dit meer is het aantal soorten van beide groepen langs de oevers groter dan midden op het meer. In het Markermeer zijn geen monsters vlakbij de oever genomen. Dit zou het kleinere aantal soorten kunnen verklaren. Het is opvallend dat in de blauwalgenrijkste wateren (Wolderwijd, Veluwemeer, Drontermeer) minder copepodensoorten worden gevonden dan in het Klein IJsselmeer of het Gooi-/Eemmeer.

In het Klein IJsselmeer en Markermeer/ IJmeer komen van alle aangetroffen cladocerensoorten slechts vier in de hele periode maart tot oktober in vrij grote aantallen voor. Deze soorten zijn: Bosmina coregoni, Bosmina longirostris, Chydorus sphaericus en Daphnia hyalina. Hiervan is Daphnia verreweg de grootste soort. De overige soorten zijn vrij kleine cladoceren.

Tabel 13: Aantal cladoceren- (watervlooien) en copepoden- (roeipootkreeften)soorten in het Klein IJsselmeer, Markermeer en een aantal andere meren. Bronnen: Bij de Vaate & Van der Vet-Kappetein (1978); Beattie, Golterman & Vijverberg (1978)*.

meer	aantal soorten cladoceren	aantal soorten copepoden
Klein IJsselmeer	9	9
Markermeer/IJmeer**	7	4
Gooi-/Eemmeer	8	7
Wolderwijd	7	4
Veluwemeer	7	2
Drontermeer	5	3
* Friese Meren	8	5

** Geen bemonstering uitgevoerd langs de veelal soortenrijke oevers.

In ieder meer is slechts één copepodensoort voortdurend en in grote aantallen aanwezig. In het Klein IJsselmeer is dit Acanthocyclops vernalis en in het Markermeer/IJmeer Eurytemora affinis. Deze copepodensoorten liggen wat grootte betreft tussen Daphnia en de bosminasoorten en Chydorus sphaericus in. Al deze cladoceren- en copepodensoorten komen zeer algemeen voor in zoete wateren. Ze vertonen veelal verschillende ruimtelijke verspreidingen. De cladoceer Chydorus sphaericus is bijvoorbeeld op het Klein IJsselmeer langs de oever talrijker dan in het open water. Bij de beide Bosminasoorten is dit net andersom.

In de Flevorandmeren domineren in het zomerhalfjaar, op Bosmina coregoni na, dezelfde cladocerensoorten als in het Klein IJsselmeer en Markermeer/IJmeer. In deze randmeren is ook slechts één copepodensoort talrijk, te weten Acanthocyclops vernalis.

De sterk door het IJsselmeer beïnvloede Friese meren vertonen wat de meest talrijke cladocerensoorten betreft eveneens een grote overeenkomst met het Klein IJsselmeer en Markermeer/IJmeer. Tussen de copepodenpopulaties lijken grotere verschillen te bestaan als we afgaan op de gegevens van Beattie, Golterman en Vijverberg (1978).

Gedurende de zomermaanden maken de planktonische eieren en larven van de driehoeksmossel deel uit van het zoöplankton (Van Gool, 1982). De larven komen na 2-3 dagen uit het ei. Na tien dagen groei, waarbij een schaal wordt gevormd, zakken ze naar de bodem. De driehoeksmossellarven zijn de talrijkste merozoöplanktonorganismen.

Dichtheid

Cladoceren- en copepodensoorten vertonen meestal een duidelijke seizoensperiodiciteit (Beattie, Golterman & Vijverberg, 1978). Sommige soorten hebben hun grootste dichtheid in het voorjaar, andere in de zomer of in het najaar. Ook twee pieken komen voor. Over de seizoensperiodiciteit van de in het IJsselmeer voorkomende soorten is vrijwel niets bekend.

Bij De Vaate en Van der Vet-Kappetein (1978) hebben dichtheden bepaald van cladoceren en copepoden in diverse delen van het IJsselmeer en de randmeren. De dichtheid varieerde van enkele tientallen tot enkele duizenden schaaldieren per liter water. Het aantal bemonsteringen in het genoemde onderzoek is te gering en er is te weinig rekening gehouden met de verticale verdeling van de crustaceeën om een goede vergelijking tussen het Klein IJsselmeer en het Markermeer of tussen beide soortengroepen mogelijk te maken.

Per vierkante meter werd in het IJsselmeer een aantal van 2700 tot 19.000 settelende driehoeksmossellarven gevonden (Van Gool, 1982). De dichtheid van deze merozoöplanktonorganismen in de waterkolom ligt in de orde van 1 tot 5 individuen per liter.

Voedsel

De crustaceeënpopulatie van het Klein IJsselmeer en Markermeer/IJmeer is grotendeels herbivoor. De meeste soorten zeven via het opwekken van een waterstroom, deeltjes uit het water. Dit kunnen algen, delen van algen bezet met bacteriën en microzoöplankton (eencelligen) zijn (Redeke, 1948). Vooral het kleine seston (fytoplankton, detritus en bacteriën) dient als voedsel voor cladoceren en jonge copepodenstadia (Best e.a., 1978). De volwassen stadia van de in het IJsselmeer meest voorkomende copepodensoorten Eurytemora affinis en Acanthocyclops vernalis zijn respectievelijk herbivoor en omnivoor.

Rovende (carnivore) soorten, die andere crustaceeën of raderdieren grijpen, vormen een klein deel van het crustaceeënplankton van het IJsselmeer. De copepode Mesocyclops leuckartii is de meest talrijke carnivore soort.

Een typische rover als Leptodora kindtii (watervlo) werd in 1961 in het IJmeer gevangen maar werd in 1976 op dezelfde plaats en ook elders op het IJsselmeer niet aangetroffen. Het is mogelijk dat deze overdag voornamelijk aan de bodem verblijvende soort door de bemonstering aan het wateroppervlak gemist is.

De in het IJsselmeer voorkomende cladoceren kunnen sestondeeltjes van uiteenlopende grootte opnemen (0.5-50 µm). Elke soort heeft wat dit betreft een bepaald groottebereik (Gulati, 1984). Het al of niet aanwezig zijn van een soort kan daarom voor een deel zijn bepaald door de voedselomstandigheden (Gulati, 1984).

In het IJsselmeer komen zowel cladocerensoorten voor die een vrij breed spectrum aan deeltjes aankunnen (Daphnia hyalina, Bosmina spec.) als soorten die alleen kleine deeltjes eten (Chydorus sphaericus, Ceriodaphnia pulchella). De soorten met een breed voedselspectrum komen door deze eigenschap in allerlei typen wateren voor. De aanwezigheid van een soort als Chydorus sphaericus duidt op de beschikbaarheid van kleine deeltjes (algen, detritus), een toestand die doorgaans aanwezig is in eutrofe wateren (Gulati, 1984). Chydorus sphaericus is een goede indicator gebleken voor eutrofie (Gulati, 1984). Ook de aanwezigheid van veel raderdieren is meestal een aanwijzing voor veel kleine voedseldeeltjes (seston) en daardoor voor eutrofie. Over raderdieren in het IJsselmeer is, zoals eerder vermeld, helaas niets bekend.

Consumptie en produktie

Het herbivore zoöplankton vormt een directe schakel tussen de primaire produktie en vissen. De omvang van de zoöplanktonproduktie in het IJsselmeer is niet bekend. Onderzoek in het Tjeukemeer heeft aangetoond dat herbivoor zoöplankton in een meerecosysteem verreweg de belangrijkste secundaire producent kan zijn. Meer dan 80% van de zoöplanktonproduktie in dit meer komt voor rekening van het herbivoor zoöplankton bestaande uit kleine cladoceren, jonge copepodenstadia en de soort Daphnia (Van Densen & Vijverberg, 1983). Raderdieren kunnen in meerecosystemen, zelfs al bij een relatief lage biomassa, een belangrijk aandeel hebben in de secundaire produktie (Gulati, pers.med.).

De oogst van de fytoplanktonproduktie door zoöplankton kan in mesotrofe wateren zoals de plas Vechten zeer groot zijn (Best e.a., 1978). In eutrofe wateren blijkt de consumptie in het algemeen lager te liggen (Gulati, pers.med.).

Dit wordt veroorzaakt door het feit dat een deel van het fytoplankton (grote groenalgen, blauwalgen) slecht consumeerbaar is voor het zoöplankton en doordat de filteractiviteit van het zoöplankton bij hoge sestongehalten minimaal is (Gulati, 1984). In het eutrofe Wolderwijd waar de blauwalgensoort Oscillatoria agardhii in het plankton domineert, bleek de begrazing door het zoöplankton zeer gering te zijn (Berger, 1982).

In het Klein IJsselmeer en Markermeer/IJmeer is geen begrazingsonderzoek verricht. De blauwalgenbloei in het Klein IJsselmeer vormt een aanwijzing dat het zoöplankton de fytoplanktongroei soms in zo geringe mate remt, dat er een gunstig lichtklimaat ontstaat voor blauwalgen. Zijn de blauwalgen eenmaal massaal aanwezig dan is de begrazing door het zoöplankton zeer gering.

Predatie

Het holozoöplankton van het IJsselmeer wordt gepredeerd door de vislarven en juveniele exemplaren van de vissen (paragraaf 3.2.3). Gedurende de groei van vissen, worden steeds grotere zoöplanktonsoorten gegeten. Er wordt begonnen met raderdieren en larvestadia van roeipootkreeften. Daarna worden volwassen roeipootkreeften en watervlooien gegeten. Waarschijnlijk vormen ook driehoeksmossellarven en -eieren een deel van het menu van de vislarven. Hierover zijn geen gegevens gevonden.

Een breed spectrum van zoöplanktonsoorten garandeert dat voor de diverse vissoorten steeds voedsel van de juiste grootte aanwezig is. Welk deel van de zoöplanktonbiomassa jaarlijks door vis wordt weggegeten is onbekend. Alle vissoorten van het IJsselmeer vertonen in hun eerste jaar, wanneer ze grotendeels van het zoöplankton afhankelijk zijn, een goede groei (hoofdstuk 3.5). Er mag daarom worden aangenomen dat het aanbod van zoöplankton geheel in de behoefte voorziet. Dat wil zeggen dat bij de huidige soortenrijkdom en dichtheid van het zoöplankton de vislarven op ieder moment voldoende prooi-organismen van de juiste grootte vinden.

3.4 Zoöbenthos

De in en op de bodem van een meer levende dierlijke organismen worden zoöbenthos genoemd. Sommige, zoals tweekleppigen, voeden zich met uit het water gefilterde deeltjes; andere, zoals wormen, met gesedimenteerde deeltjes.

De bodemfauna van het Klein IJsselmeer en het Markermeer/IJmeer bestaat uit eencelligen, vlokreeften, aasgarnalen, bodembewonende roeipootkreeften en watervlooien, platwormen, bloedzuigers, borstelwormen, insektelarven, tweekleppigen en slakken.

De soortensamenstelling en de biomassaverhouding op een bepaalde plaats zijn afhankelijk van factoren als: het zuurstofgehalte in en nabij de bodem, het organische-stofgehalte en de hardheid van de bodem, de diepte, de aanwezigheid van waterplanten en de sedimentatiesnelheid van het organische en anorganische materiaal. Vooral het zuurstofgehalte en het organische-stofgehalte van de bodem evenals de hoeveelheid en het type van de gesuspendeerde deeltjes zijn factoren die vaak een duidelijke correlatie vertonen met de soortensamenstelling en biomassa van het zoöbenthos. Bodemonderzoek in het IJsselmeer heeft aangetoond dat borstelwormen (oligochaeten), muggelarven, tweekleppigen en vlokreeften (gammariden) wat biomassa betreft het zoöbenthos domineren (Heermans, 1975,1978).

De muggelarven, borstelwormen en vlokreeften vormen het belangrijkste voedsel voor de meeste bodemfauna-etende vissoorten. Er is vrijwel niets bekend over de huidige dichtheid en verspreiding van de aasgarnaal. Deze soort vormt een onderdeel van het voedsel van jonge baars en jonge snoekbaars. De frequentie waarmee de aasgarnalen in de vissemagen voorkomen is sinds het einde van de jaren dertig afgenomen (paragraaf 3.5.2).

Tweekleppigen vormen het hoofdvoedsel voor overwinterende duikeenden en een belangrijke voedselcomponent van de blankvoorn. Een groot aantal organismen is direct aangewezen op de produktie die de bodemfauna levert. Deze produktie heeft daarmee een belangrijk aandeel in de draagkracht van het IJsselmeer voor overwinterende vogels en voor de visserij.

3.4.1 Borstelwormen (oligochaeten)

De soort Tubifex tubifex is over het hele IJsselmeer gezien waarschijnlijk de talrijkste borstelworm (Heermans, 1975, 1978). Van Urk (1974) noemt voor het zuidelijk deel van het Klein IJsselmeer ook Limnodrilus hoffmeisteri als een overal aanwezige en talrijke soort. Verspreiding en dichtheid van deze soort in de rest van het IJsselmeer zijn echter onbekend.

Tubifex tubifex leeft in van detritus en anorganisch slib gemaakte buisjes die rechtop in de bodem staan. Deze soort voedt zich met dood organisch materiaal (Redeke, 1948). Het organische-stofgehalte van de bodem is een factor die de verspreiding en dichtheid onder meer bepaalt. Tubifex tubifex kan leven onder zeer zuurstofarme omstandigheden. Exemplaren van deze soort zijn massaal aanwezig in organisch verontreinigde (saprobe) wateren (Redeke, 1948).

Dichtheid

De waargenomen biomassa van Tubifex tubifex in het Klein IJsselmeer en het Markermeer bedraagt maximaal circa 35 gram nat gewicht per m^2 (Heermans, 1975,1978; Van der Heul & Cazemier, 1980). Heermans (1975,1978) vond tussen 1960 en 1970 de grootste gemiddelde biomassa van deze worm op zachte, kleiige bodems. Van der Heul en Cazemier (1980) konden in 1979 in het Klein IJsselmeer echter geen verband vinden tussen de korrelgroottesamenstelling van de toplaag van de bodem (bovenste 2 cm) en de biomassa van de wormen. Het is mogelijk dat de dichtheid veel meer samenhangt met het organische-stofgehalte van de bodemtoplaag dan met de korrelgrootte. Door de hoge produktie van het plantaardige plankton hoopt zich overal in de bodem dood organisch materiaal op in de vorm van afgestorven algencellen (Postma, 1981). Uiteraard is ook de predatie door vis die op een bepaalde plaats optreedt bepalend voor de wormenbiomassa die wordt gevonden.

Diepe zandwinning die in het Klein IJsselmeer en Markermeer heeft plaatsgevonden en nog zal plaatsvinden, verkleint het oppervlak waar Tubifex tubifex in grote dichtheden voorkomt. In zandzuigputten in beide meren is beneden de 12 tot 13 meter, gerekend vanaf de meerbodem, de dichtheid aan wormen veel lager dan in de ongestoorde bodem (Cazemier, 1977). De factoren die de ontwikkeling van de wormen op deze diepte belemmeren zijn niet goed bekend. De sterke sedimentatie van fijn slib vooral in de diepe delen van de put is mogelijk een negatieve factor ('slibvang'). Van der Heul en Cazemier (1980) noemen ook de lage zuurstofgehalten in de diepe putdelen als mogelijke oorzaak. De tolerantie van Tubifex tubifex voor lage zuurstofgehalten is echter groot. De aanwezigheid van fijn slib is op zichzelf geen belemmering, getuige het feit dat vooral op ondiepe slibrijke plaatsen in de putten maar soms ook veel dieper vrij grote dichtheden van wormen kunnen voorkomen (Van der Heul & Cazemier, 1980).

Voedsel en produktie

Tubifex tubifex eet voornamelijk organische deeltjes bezet met bacteriën. Via de stofwisseling worden deze deeltjes verkleind waardoor Tubifex tubifex de mineralisatie door bacteriën bevordert. Over de grootte van de consumptie van organisch materiaal door deze soort in het IJsselmeer is niets bekend. Ook over de produktie zijn geen gegevens gevonden.

Predatie

Tubifex tubifex is een deel van het voedselpakket van de bodemfauna-etende soorten aal, brasem, pos en blankvoorn (paragraaf 3.5.3). Hoeveel de genoemde vissoorten jaarlijks aan Tubifexbiomassa wegeten is niet bekend.

3.4.2 Muggelarven

Welke soorten in het Markermeer en Klein IJsselmeer precies voorkomen is onbekend. De Jong e.a. (1982) noemen, afgaande op gegevens van het Wolderwijd, Chironomus (Tendipes) plumosus, Chryptochironomus defectus en Pentapedilum uncicatum als de soorten die waarschijnlijk dominant zijn. Bij een bodemonderzoek in het noordwestelijk deel van het Klein IJsselmeer (Koenders & Mentink, 1982) bleken soorten van het geslacht Cladotanytarsus het meest voor te komen. Al deze soorten behoren tot de familie van de vedermuggen. In 1936 waren vedermuggesoorten al massaal in het IJsselmeer aanwezig. Chironomus (Tendipes) plumosus vormde in dat jaar een muggenplaag (Anoniem, 1939).

Van Chironomus (Tendipes) plumosus is bekend dat deze soort veelal samen met Tubifex tubifex massaal voorkomt op de bodem van organisch vervuilde wateren (Redeke, 1948). Ook in eutrofe wateren is de dichtheid vaak groot. Evenals bij Tubifex het geval is bestaat het voedsel uit dode organische deeltjes. De soort is bestand tegen zeer lage zuurstofgehalten (Redeke, 1948). Chironomus (Tendipes) plumosus leeft in recht opstaande of liggende buisjes, gemaakt van organische en anorganische partikels (Redeke, 1948). De andere vedermuggesoorten zijn wat minder goed bestand tegen zeer lage zuurstofgehalten. Ze komen daardoor niet in grote aantallen in organisch vervuilde wateren maar wel in eutrofe wateren voor.

Dichtheid

De muggelarven vertonen sinds 1975 een toename van de dichtheid en een ruimere verspreiding over de IJsselmeerbodem (Heermans, 1978; De Jong e.a., 1982). Een verband tussen de korrelgroottesamenstelling van de bodemtoplaag en de biomassa van muggelarven is niet gevonden (Van der Heul & Cazemier, 1980).

Evenals bij de wormen zou ook bij de muggelarven de dichtheidstoename veroorzaakt kunnen zijn door het groeiende gehalte aan organische stof in de bodem (Postma, 1981). Vanaf 1975 bedraagt de gemiddelde dichtheid van muggelarven 100 tot 1000 exemplaren per m^2, met als maxima 5000-6000 (Heermans, 1978). Het formaat van de larven is echter afgenomen vergeleken met dat in de zestiger jaren (Heermans, 1978). In het Klein IJsselmeer werden in 1979 biomassa's gemeten van 0.05 tot 0.8 gram nat gewicht per m^2. De biomassa van muggelarven is dus beduidend lager dan die van wormen.

Door het zuigen van zandwinputten wordt het produktie-oppervlak van muggelarven verkleind. Vanaf 2-3 meter beneden de oorspronkelijke bodem, neemt de dichtheid van muggelarven duidelijk af. Beneden 7-8 meter is de dichtheid zelfs te verwaarlozen ten opzichte van die in de ongestoorde bodem (Cazemier, 1977). Mogelijk is de sterke slibsedimentatie nadelig voor de larven. Het hoge slibgehalte in de putten is op zichzelf geen belemmerende factor voor de ontwikkeling van de larven (Van der Heul & Cazemier, 1980). Het ermee samenhangende lage zuurstofgehalte in de diepe putdelen, vooral in de zomer, is dit voor een aantal muggesoorten waarschijnlijk wel.

Voedsel en produktie

Muggelarven voeden zich voornamelijk met dood organisch materiaal, dat is bezet met bacteriën (Redeke, 1948). Over de grootte van de consumptie van organisch materiaal en de produktie van muggelarven zijn geen gegevens gevonden.

Predatie

Muggelarven en muggepoppen worden gegeten door bodemfauna-etende vissen. De grootte van de biomassa van muggelarven en -poppen, die jaarlijks door vissen wordt weggegeten, is niet bekend.

3.4.3 Vlokreeften (gammariden)

De in de voormalige Zuiderzee aanwezige brakwatersoorten Gammarus duebeni en Gammarus zaddachi liepen in aantal terug tijdens en na de verzoeting, die volgde op de afsluiting (Schijfsma, 1954). De zoetwatersoort Gammarus pulex kwam direct na de verzoeting in het IJsselmeer voor. In 1964 was het gehele IJsselmeer bezet door een soort met een brede zouttolerantie: Gammarus tigrinus (Pinkster, 1977). In 1973 bleek dat de laatste soort niet alleen in het IJsselmeer, maar ook in Noord-Holland, Friesland en de IJsselmeerpolders de plaats had ingenomen van de in deze gebieden aanwezige soorten Gammarus duebeni, Gammarus zaddachi en Gammarus pulex (Pinkster, 1977). Het verspreidingssucces van Gammarus tigrinus wordt veroorzaakt door een grotere reproduktieve capaciteit in zwak brakke wateren (Pinkster, 1977).

Vlokreeften kunnen vrij over de bodem bewegen. Ze zijn beweeglijker dan de meeste andere bodemorganismen.

Dichtheid

In het IJsselmeer komen zeer wisselende aantallen in bodemmonsters voor: van nul tot enige duizenden vlokreeften per m^2. Het gemiddelde bedraagt enkele honderden per m^2 (Heermans, 1978).

In de jaren 1973-1976 bleken de dichtheden lager te zijn dan de jaren daarvoor. Op veel plaatsen kwamen geen vlokreeften meer voor (Heermans, 1978). Niet bekend is of de gesignaleerde afname heeft doorgezet. De dichtheidsvermindering zou te maken kunnen hebben met de toename van het organischestofgehalte van de IJsselmeerbodem. Dit verhoogt de kans op het optreden van lage zuurstofgehalten in en boven de bodem. Vlokreeften zouden hier gevoelig voor kunnen zijn. Ze komen namelijk vooral voor in organisch weinig vervuilde wateren (Werkgroep Biologische Waterbeoordeling, 1977).

Voedsel en produktie

Hierover is wat betreft het IJsselmeer in de literatuur niets gevonden.

Predatie

Vlokreeften worden gegeten door bodemfauna-etende vissen. Hoe groot het aandeel van vlokreeften in het voedselpakket van de diverse soorten is, is onbekend. Ook is er geen schatting te geven van de totale biomassa aan vlokreeften die jaarlijks door vissen wordt opgegeten.

3.4.4 Weekdieren (molluscen)

Op de bodem van het Klein IJsselmeer en Markermeer/IJmeer worden tweekleppigen en zoetwaterslakken aangetroffen. De tweekleppigen die worden gevonden zijn: de zwanenmossel (Anadonta piscinalis), de schildersmossel (Unio pictorum), de erwtenmossel (Pisidium) en de driehoeksmossel (Dreissena polymorpha). De meest voorkomende slakkensoorten zijn: Valvata piscinalis en Bithynia tentaculata. Daarnaast komen plaatselijk nog vier andere soorten voor (De Jong e.a., 1982).

De biomassa van de tweekleppigen is, evenals destijds in de Zuiderzee, veel hoger dan die van de slakken (gastropoden) (Van Benthem Jutting, 1954). Gastropoden vinden in het grootste deel van het IJsselmeer geen geschikt milieu door de grotendeels slappe bodem en het gebrek aan voedsel in de vorm van hogere waterplanten en de daarop zittende algen. Alleen langs de oevers is het milieu plaatselijk geschikt, zodat de meeste gastropoden hier voorkomen.

Van alle tweekleppigen heeft de driehoeksmossel thans veruit de grootste biomassa en verspreiding. Van alle molluscen breidde deze soort zich na de verzoeting het snelst over het IJsselmeer uit. Dit hangt zonder twijfel samen met het feit dat deze soort het enige zoetwaterweekdier is dat een vrij zwemmende, planktonische larve heeft (Van Benthem Jutting, 1954). In het volgende zal alleen aandacht worden besteed aan de driehoeksmossel.

Dichtheid en verspreiding driehoeksmossel

Het voorkomen van de driehoeksmossel in het Klein IJsselmeer en Markermeer/IJmeer wordt voornamelijk bepaald door de aanwezigheid van een substraat waarop de larven zich vast kunnen hechten. Vooral op slappe bodems is de aanwezigheid van een hard substraat essentieel, omdat het gevaar van wegzakken en onderslibbing op deze plaatsen groot is (Van Soest, 1970; Van der Wal, 1979). Het substraat kan bestaan uit de basaltblokken van de dijkvoeten, op de bodem liggende oude Zuiderzeeschelpen of levende exemplaren van de eigen soort of van bijvoorbeeld de zwanenmossel (Van Soest, 1970; Van der Wal, 1976). De driehoeksmossel kan voorkomen in dichte mosselbanken van enige tientallen per m^2, in kleinere groepjes en ook wel in de vorm van losse compacte bollen op de slappe bodem van het Markermeer (Van Eerden, RIJP Lelystad, pers.med.).

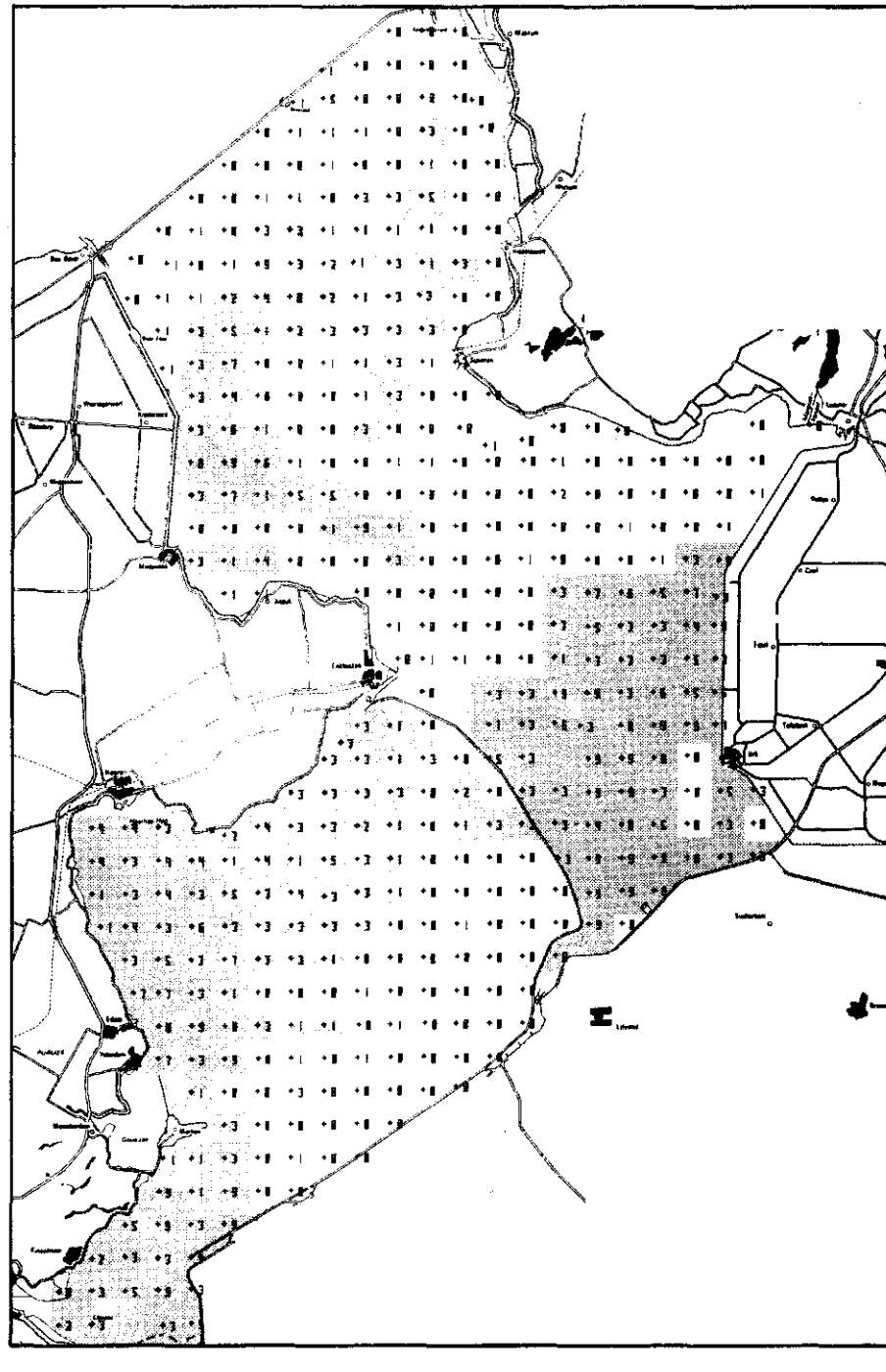
Figuur 12 geeft de dichtheidsverdeling van driehoeksmosselen langer dan 9 mm over de bodem van het IJsselmeer. De dichtheid blijkt het laagst te zijn in gebieden waar op een slappe bodem (IJsselmeerafzetting) substraat ontbreekt, of waar dit op een zandige bodem het geval is. Driehoeksmosselrijke gebieden zijn:

1. het Markermeer ten noorden van de lijn Volendam-Trintelhaven; de grootste dichtheden in dit gebied zijn aanwezig in een strook van zes kilometer langs de Noordhollandse kust;
2. het IJmeer;
3. het centrale deel van het noordelijk Klein IJsselmeer;
4. het Klein IJsselmeer ten zuiden van de lijn Enkhuizen-Lemmer; ten zuiden van de Houtribhaven-Urk is de dichtheid het hoogst door de aanwezigheid van veel mosselbanken.

De grootste driehoeksmosseldichtheden komen volgens Van Soest (1970) voor op een hellende ondergrond. Hiertoe behoren de randen van de oude geulen in het Klein IJsselmeer en mogelijk ook het bovendeel van de taluds van de zandwinputten. Op een hellend vlak wordt de volwassen mossel of de net uitgezakte larve minder gemakkelijk door slib bedolven (Bij de Vaate, 1978). Het slib kan de mosselen verstikken. Op basis van de dichtheidsgegevens uit figuur 12 is een schatting gemaakt van de gemiddelde dichtheid van driehoeksmosselen groter dan 4 mm (De Jong, e.a., 1982). Er werd aangenomen dat het aantal mossels met een lengte van 4 t/m 9 mm gelijk is aan het aantal groter dan 9 mm. Voor het Markermeer werd een dichtheid berekend van 186-494 per m^2 en voor het Klein IJsselmeer van 236-522 per m^2. De dichtheden liggen dus in dezelfde orde van grootte. Deze dichtheden zijn beduidend lager dan de vestigingsaantallen van larven die zijn gevonden: 2700 tot 19.000 per m^2 (Van Gool, 1982).

Figuur 12: Dichtheidsverdeling van de driehoeksmossels groter dan 9 mm in het IJsselmeer in 1981. Bron: Drost e.a. (1981).

code	aantal per m^2	code	aantal per m^2
1	1 - 25	6	500 - 1000
2	25 - 100	7	750 - 1500
3	50 - 250	8	1000 - 2000
4	100 - 500	9	1500 - 2500
5	250 - 750	0	0



Kennelijk is er een hoge mortaliteit onder de op de bodem aanwezige jonge driehoeksmossels. Het bedolven raken van de mosselen door het uitzakken van organische en anorganische deeltjes is overal in het IJsselmeer een reëel gevaar (Van Eerden, pers.med.).

Verhoogde sedimentatie van bodemslib ten gevolge van westenwinden vindt plaats op de Markermeerbodem ten oosten van de lijn Trintelhaven-Blocq van Kuffeler en in het oostelijk deel van het Klein IJsselmeer (Van Eerden, pers.med.). In zandwinputten en oude stroomgeulen vindt eveneens een sterke sedimentatie plaats. Deze diepten werken als een 'slibvang' voor opgewerveld slib dat afkomstig is van de meerbodem in de omgeving. Op de bodem van deze diepe delen vormt zich aldus een laag zachte modder. De driehoeksmosseldichtheid is hier veel lager dan op de ongestoorde IJsselmeerbodem. Zowel de genoemde sedimentatie als de aanwezigheid van de slappe bodem zijn voor mosselen ongunstige factoren. Waarschijnlijk speelt ook het lage zuurstofgehalte in de geulen en putten, vooral in de zomer, een rol. Het zuurstofgehalte kan dan sterk dalen door de geringe aanvoer vanuit hogere waterlagen (paragraaf 2.6.5). Niet zozeer de volwassen driehoeksmosselen alswel de zich op de bodem vestigende, beweeglijke mossellarven zijn gevoelig voor lage zuurstofgehalten (Bij de Vaate, 1978). In de putten en geulen kunnen ze zich waarschijnlijk niet succesvol ontwikkelen.

De driehoeksmosselschelp vormt voor andere organismen een goed aanhechtingsoppervlak, zoals voor andere tweekleppigen en bloedzuigers. Ook bieden de schelpen beschutting aan bijvoorbeeld vlokreeften (Van Soest, 1970).

Voedsel driehoeksmossel

De driehoeksmossel is een filtreerder. Dit wil zeggen dat water door de mantel wordt gepompt waarbij deeltjes worden afgezeefd. Van Soest (1970) schat dat de driehoeksmosselpopulatie in twee jaar het IJsselmeervolume doorpompt. Bij het zeven is sprake van selectie van deeltjes (Ten Winkel & Davids, 1982). Vooral algencellen van de juiste grootte worden gegeten. Alle niet eetbare deeltjes, anorganische of te grote organische, worden uitgestoten als bolletjes te zamen met de echte faeces. Welke algensoorten door de driehoeksmosselen in het IJsselmeer vooral worden gegeten is niet bekend. Evenmin is bekend hoeveel voedsel een mossel gemiddeld per dag consumeert.

De faecale bolletjes en slibdeeltjes die door de driehoeksmosselen worden uitgescheiden bezinken sneller dan het in het water zwevende slib. Ze komen tussen de mosselen terecht. De mossel zorgt zo voor een groetere sedimentatie van slib dat rijk is aan organische stof (Van Soest, 1970). Van Soest (1970) schat de slibsedimentatie door driehoeksmosselen, afhankelijk van de plaats, op 1.2-12 mm per jaar.

Ook op een zandige bodem kan op deze wijze dus gemakkelijk een sliblaagje ontstaan. Dit slib vormt weer een ideaal substraat voor muggelarven en wormen, die van detritus leven. De gevormde sliblagen worden bij stormen echter weer geheel verwijderd (Van der Wal, Ecoland Leeuwarden, pers.med.).

Groei en produktie driehoeksmossel

De groeiperiode van de driehoeksmossel loopt van april tot half juli (Van Eerden, pers.med.). Potentieel zou de mossel langer door kunnen groeien, namelijk tot de periode waarin het water kouder wordt dan 11°C (Bij de Vaate, 1978).De oorzaak van de verkorte groeitijd is onbekend (Van Eerden, pers.med.). De groei van de driehoeksmossel in het IJsselmeer is weergegeven in tabel 14.

Tabel 14: Groei van de driehoeksmossel in het IJsselmeer. Bron: De Jong e.a. (1982).

leeftijd in aantal winters	schelplengte in mm	
	Markermeer/IJmeer	Klein IJsselmeer
1	15.4	16.4
2	18.6	20.2
3	20.7	22.8
4	22.4	25.0
5	23.8	26.9

De groei in het Markermeer/IJmeer is kleiner dan in het IJsselmeer. Na vijf winters is er een verschil van 3 mm. De geringere groei in het Markermeer kan liggen aan de hoge fractie anorganisch materiaal in de zwevende stof. Hierdoor zal het zeven van eetbare delen meer energie kosten dan wanneer het gehalte aan anorganische stof lager is. Eenzelfde relatie tussen geringe groei en een hoog anorganisch slibgehalte werd voor kokkels in de troebele delen van de Eems-Dollard gevonden (Vrins, 1978). Gegevens over de populatie-opbouw van driehoeksmosselen in beide meerdelen staan in tabel 15.

De lengteverdeling wordt bepaald door de grootte van de lengtegroei, de predatie en de natuurlijke sterfte. In het Markermeer/IJmeer komen nauwelijks mosselen groter dan 18 mm (ouder dan 2 winters) voor, terwijl deze groep in het Klein IJsselmeer een derde van de populatie uitmaakt. De oorzaak van dit verschil kan de geringere groei in het Markermeer zijn, mogelijk gecombineerd met een hogere predatie door duikeenden.

In het Klein IJsselmeer blijken zeer weinig driehoeksmosselen voor te komen die langer zijn dan 26 mm. Deze soort wordt in het IJsselmeer dus niet veel ouder dan 4 à 5 jaar.

Tabel 15: Lengteverdeling in driehoeksmosselpopulaties (vanaf 10 mm).
Bron: De Jong e.a. (1982).

lengteklasse	Markermeer/IJmeer	IJsselmeer
10-18 mm	87%	66%
18 mm	5%	32%
26 mm	--	2%

Door De Jong e.a. (1982) is een schatting gemaakt van de jaarproduktie door driehoeksmosselen in het Klein IJsselmeer en Markermeer. De berekening is gemaakt met behulp van gegevens afkomstig van een tamelijk grofschalige bemonstering van de driehoeksmosselpopulatie in 1981 (figuur 12). Er is geen rekening gehouden met de aan plaats gebonden produktieverschillen tussen jonge mosselen noch met de aan plaats gebonden verschillen in de lengteverdeling. De resultaten van de berekening moeten dan ook worden gezien als een globale aanduiding van de hoogte van de produktie. Voor Markermeer/IJmeer werd een jaarproduktie van 747-1985 ton asvrij drooggewicht vastgesteld. Voor het Klein IJsselmeer is dit 1236-2674 ton. Per vierkante meter meeroppervlak blijken beide meren gemiddeld ongeveer even produktief. In het Markermeer/IJmeer wordt een groter deel van deze produktie geleverd door relatief snel groeiende kleine dieren dan in het Klein IJsselmeer.

Predatie driehoeksmossel

Driehoeksmosselen zetten, door het eten van algencellen, een deel van de primaire produktie in het IJsselmeer om in voedsel voor carnivoren. Door de grote biomassa en de hoge voedingswaarde vormt deze soort het hoofdvoedsel voor de in het IJsselmeergebied ruiende en overwinterende duikeenden (paragraaf 3.6.2). De draagkracht van het IJsselmeer voor duikeenden wordt dus vrijwel geheel door deze ene soort bepaald. Van de vissen is de blankvoorn verreweg de belangrijkste mosseleter.

Een schatting van de consumptie van driehoeksmosselen door vogels en blankvoorn wordt gegeven in tabel 16. De consumptie is berekend op basis van aantals-schattingen en gegevens over de dagelijkse consumptie van de soorten.

De consumptiecijfers vormen het resultaat van theoretische berekeningen gebaseerd op de relatie tussen lichaamsgewicht en voedselopname. Bij de vogels is gebruik gemaakt van telgegevens uit de jaren 1975-1981.

Tabel 16: Consumptie van driehoeksmosselen in het IJsselmeer (Klein IJsselmeer en Markermeer) in energie-eenheden.
Bron: De Jong e.a. (1982).

produktie driehoeksmosselen	10-24 .10^9 kcal.
consumptie vogels	3,5-6,2.10^9 kcal.
consumptie blankvoorn	0,3-0,5.10^9 kcal.

Uit tabel 13 is af te leiden dat de consumptie van driehoeksmosselen afhankelijk van het aantal overwinterende mossel-etende vogels, het aantal blankvoorns en de mosselproduktie, 16-67% van die produktie kan bedragen. Hieruit mag overigens, het globale karakter van de cijfers daargelaten, niet de conclusie worden getrokken dat het voedsel geen beperkende factor is voor de overwinterende duikeenden. Het is waarschijnlijk dat maar een deel van de mosselen door de vogels te bemachtigen is (paragraaf 3.6.2).

3.5 Vissen

3.5.1 Visstand algemeen

Soortensamenstelling

Na de afsluiting van de Zuiderzee in 1932 veranderde de vispopulatie in dit gebied, zowel wat betreft soortensamenstelling als biomassaverhoudingen, volkomen. Door het verloren gaan van de verbinding met open zee en de verzoeting verdwenen vrijwel alle Noordzee- en Waddenzeesoorten, waaronder de commercieel beviste ansjovis en de haring (Havinga, 1949,1954). Van de eertijds aanwezige soorten hebben alleen de bot, de aal en de spiering zich kunnen handhaven.

De eerste twee soorten worden op zee geboren en trekken in het voorjaar naar het kustwater. Het binnendringen in het IJsselmeergebied wordt sinds de afsluiting bevorderd door een speciaal gebruik van de spuisluizen (Havinga, 1949). De glasaal komt in veel grotere aantallen binnen dan de bot. De spiering leeft gewoonlijk in brak water en plant zich voort in zoet water (riviermondingen).

In situaties waar de weg naar het brakke water min of meer versperd is, zoals in het IJsselmeer, komen standpopulaties voor. De voortplanting verloopt in het IJsselmeer zeer succesvol, maar de groei is traag. De aal- en de spieringstand hebben thans dichtheden bereikt die niet onderdoen voor die in de Zuiderzee (Havinga, 1949; Oudelaar, 1983). De bot is echter in 1954 in aantal afgenomen (Havinga, 1949,1954).

Door de verzoeting konden de al in de minst zoute delen van de Zuiderzee, zoals de monding van de IJssel, aanwezige zoetwatervissen hun biotoop uitbreiden over het hele IJsselmeer. De populaties van pos en snoekbaars breidden zich het snelst uit. Binnen enkele jaren volgde de uitbreiding van de baars-, brasem- en blankvoornpopulaties (Havinga, 1949). De toename van de dichtheid van karper, zeelt, snoek, kolblei en winde is gering geweest.

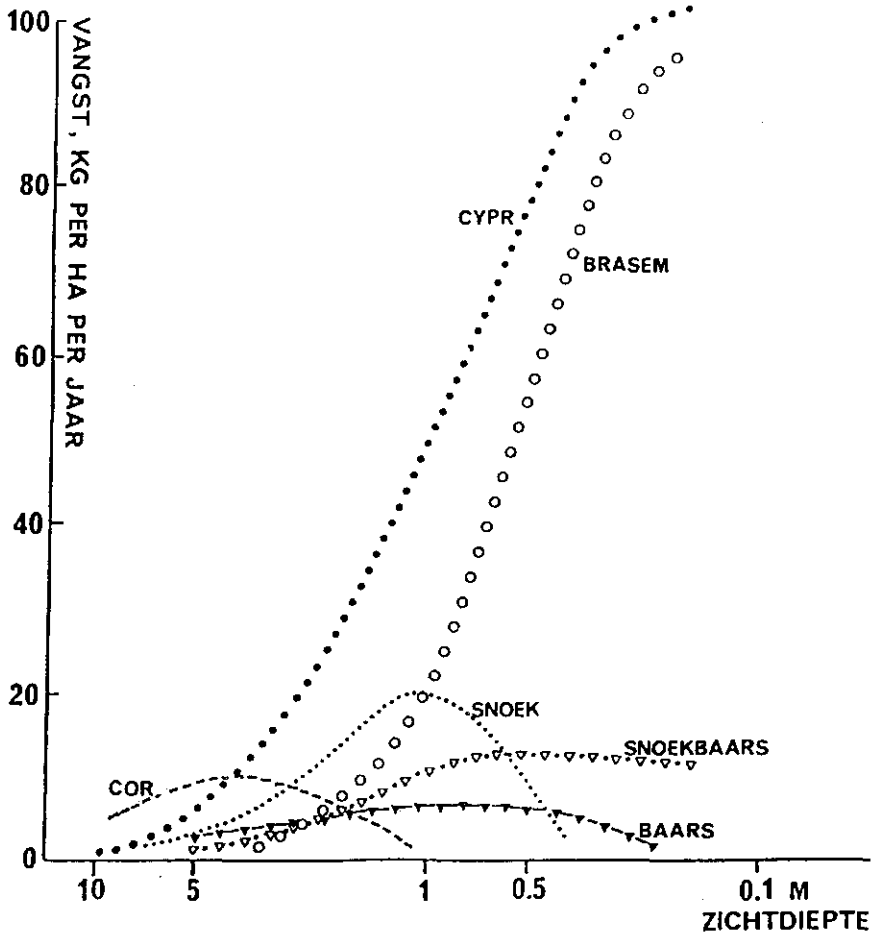
De vispopulatie die thans in het IJsselmeer aanwezig is, bestaat naast de genoemde aal (Anguilla anguilla) en spiering (Osmerus eperlanus) merendeels uit de volgende zoetwatersoorten: de baarsachtigen snoekbaars (Stizostedion lucioperca), baars (Perca fluviatilis) en pos (Gymnocephalus cernua) en de karperachtigen: brasem (Abramis brama) en blankvoorn (Rutilus rutilus).

Deze soortensamenstelling is typisch voor voedselrijke troebele wateren met een lage biomassa aan wortelende waterplanten. Figuur 13 geeft een schematisch verband tussen de zichtdiepte in ondiepe, stilstaande Nederlandse wateren en de samenstelling van de vispopulatie.

De zichtdiepte wordt verondersteld gecorreleerd te zijn met de mate van voedselrijkdom (algengroei) van een water. Bij de gemiddelde zichtdiepten die in het Markermeer (0.5 meter) en Klein IJsselmeer (0.7 meter) optreden bestaat de visstand uit karperachtigen en baarsachtigen. Hier moet overigens bij worden vermeld, dat het geringe doorzicht in het Markermeer veel meer dan in het Klein IJsselmeer wordt bepaald door opgewerveld slib in plaats van door de algenbiomassa.

Op grond van de optredende visstand en samenhangende factoren als doorzicht en waterplantenbegroeiing, worden stilstaande wateren ingedeeld in een drietal typen. Gaande van minder naar meer geëutrofieerd water worden de volgende typen onderscheiden: snoek/zeelt, brasem- en snoekbaarswateren (Feith, 1982). Het Klein IJsselmeer en Markermeer behoren tot het snoekbaarsmilieu.

Figuur 13:Schematisch verband tussen eutroféring (afnemende zichtdiepte) en vangst.
Bron: Willemsen (1980).



CYPR = voornachtigen
COR = Coregoniden

Dichtheid

Door de sluiting van de Houtribdijk in 1975 ontstonden twee hydrologische eenheden met verschillen in bodemsamenstelling, sedimentatie, algengroei en verontreiniging. Deze verschillen weerspiegelen zich in de aantalsverhoudingen tussen de soorten in Markermeer/IJmeer en Klein IJsselmeer.

In tabel 16 staan dichtheidsschattingen (kuilvangsten) van de talrijkste soorten in beide meren. Deze getallen zijn geen nauwkeurige weergave van de werkelijke dichtheden. Dit komt voornamelijk doordat de vangstefficiëntie van het gebruikte kuilnet geen 100% bedraagt.

Het is vrijwel zeker dat vooral de dichtheid van de zeer wisselend vangbare spiering is onderschat (Willemsen, 1983b). De onderlinge verhouding tussen de soorten en tussen beide meerdelen vormen, de spiering daargelaten, waarschijnlijk wel een vrij goede weergave van de werkelijkheid (Willemsen, RIVO IJmuiden, pers.med.).

Tabel 17: Proefvisserijvangst (kuilnet) op het IJsselmeer en populatieomvang van vis in het Tjeukemeer. Bronnen: RIVO proefkuilgegevens 1976 t/m 1982 (Willemsen, pers.med.); Van Densen & Vijverberg (1983); Willemsen (1983b).

soort	--- kilo's vis (versgewicht) per hectare ---- Klein IJsselmeer	Markermeer	Tjeukemeer
snoekbaars	2.5 - 3	2 - 3	50 - 100
baars	21 - 26	24 - 30	10 - 20
spiering	18.5 - 23	8 - 10	150
pos	9 - 11	29 - 37	50 - 10
brasem	32 - 40	2.5 - 3	300 - 500
blankvoorn	41 - 51	11.5 - 14.5	10 - 20
aal	2.5 - 3	3 - 3.5	20 - 50
kolblei	*	*	10 - 20

* Vrijwel afwezig.

De totale visdichtheid blijkt in het Klein IJsselmeer gemiddeld ongeveer anderhalf maal zo groot te zijn als in het Markermeer. Het Klein IJsselmeer heeft een grotere dichtheid aan blankvoorn en brasem dan het Markermeer maar is armer aan pos. In het Klein IJsselmeer is de blankvoorn de talrijkste soort, gevolgd door de brasem. In de zestiger jaren was de pos in het hele IJsselmeer de dominante soort (Steinmetz & Oudelaar, 1971). In het Markermeer is de pos nog steeds de soort met de grootste dichtheid. De baars is hier de daarop volgende talrijkste soort.

Tabel 17 geeft ter vergelijking gegevens over de visstand van het Tjeukemeer. Dit meer wordt 's zomers gevuld met water uit het Klein IJsselmeer. In het Tjeukemeer komen dezelfde soorten voor als in het Klein IJsselmeer en het Markermeer. Er zijn echter nogal wat dichtheidsverschillen. In het Tjeukemeer is in tegenstelling tot beide delen van het IJsselmeer de brasem verreweg de talrijkste soort. De dichtheid is bovendien veel hoger dan in het Klein IJsselmeer.

Kennelijk is het Tjeukemeer een beter brasemmilieu. Waarschijnlijk is vooral het relatief grotere oppervlak dat met waterplanten begroeid is hiervoor verantwoordelijk. Ook de dichtheid van de snoekbaars in het Tjeukemeer is ten opzichte van het IJsselmeer zeer hoog. Dit komt door een tweetal sterke jaarklassen (1975 en 1976) in het Tjeukemeer. In het IJsselmeer kwam in de jaren zeventig juist een hele reeks zwakke jaarklassen voor. Opvallend is ook de veel hogere dichtheid van de spiering in het Tjeukemeer. Het verschil is waarschijnlijk voor een groot deel het gevolg van de onderschatting van de spieringstand in het IJsselmeer.

Voedsel

In hun larvale en een deel van hun juveniele stadium hebben alle in het IJsselmeer voorkomende vissoorten een voedselpakket dat uit zoöplankton bestaat. Bij deze jonge vissen wordt de voedselkeuze in hoofdzaak bepaald door de grootte van de prooi en de dichtheid aan prooidieren. Een breed spectrum aan zoöplanktonsoorten in diverse fasen van ontwikkeling is daarom de beste garantie voor een goede groei. Gedurende de groei worden steeds grotere zoöplanktonorganismen gegeten. De meeste vissoorten eten in hun vroegste stadium de jonge ontwikkelingsstadia van copepoden. Bij toenemende lengte worden steeds meer volwassen copepoden en cladoceren gegeten. Uiteindelijk vindt vooral selectie plaats op de grootste cladocerensoorten (Van Densen & Vijverberg, 1983).

Na de fase waarin zoöplankton het hoofdvoedsel is, schakelen de meeste soorten op ander voedsel over. De brasem, pos en blankvoorn voeden zich na het zoöplankton hoofdzakelijk met dierlijke bodemorganismen. De aal is zowel een bodemfaunaeter als een vis-eter. Snoekbaars en baars zijn in het IJsselmeer boven een lengte van respectievelijk 10 en 15 cm echte roofvissen en staan daarmee aan de top van de voedselketen in het water. De spiering schakelt na een lengte van circa 10 cm over op soortgenoten als vrijwel de enige prooi. Door de hoge mortaliteit bereikt echter maar een klein deel van de spieringpopulatie deze lengte.

Zoals in alle wateren in gematigde streken vindt de voedselvergaring voornamelijk in het zomerhalfjaar plaats. In de winter nemen de vissen maar weinig voedsel tot zich.

Groei

De lengte- en gewichtsgroei van vissen is in gematigde streken voornamelijk afhankelijk van de watertemperatuur en het voedselaanbod gedurende de zomer. In de winter ligt de groei als gevolg van de lage temperatuur zo goed als stil. Voor Nederlandse wateren is de temperatuur een min of meer constante factor.

Groeiverschillen tussen deze wateren worden dan ook meestal bepaald door de voedseldichtheid in relatie tot de dichtheid van de betreffende soort en die van concurrerende soorten. Natuurlijke predatie en de visserij bepalen grotendeels de dichtheid van de diverse vissoorten en daarmee, bij een gegeven voedselaanbod, de groeisnelheid.

In de volgende paragrafen zal voornamelijk de lengtegroei van de in het IJsselmeer voorkomende soorten worden besproken. Deze zal worden vergeleken met de groei in andere Nederlandse en soms buitenlandse wateren.

Paai, produktie en predatie

De visbiomassa in het IJsselmeer vertoont een jaarlijkse aangroei (produktie) door voortplanting in het voorjaar (paai) en groei van de individuen in het zomerhalfjaar. Doordat de voortplanting beperkt is tot het zomerhalfjaar kunnen in de vispopulatie duidelijke leeftijdsgroepen, zogenaamde jaarklassen, worden onderscheiden. Elk jaar voegt zich een nieuwe jaarklasse bij de populatie. Van jaar tot jaar kunnen de nieuwe jaarklassen sterk in omvang verschillen. De fluctuaties zijn onder meer afhankelijk van de temperatuur in het voorjaar en de zomer en de voortplantingseigenschappen van de soorten zelf. De gemiddelde sterkte van de jaarklasse van een soort wordt voor een groot deel bepaald door de paaimogelijkheden en de visserij- en predatiedruk op de ouderpopulatie. Verder is de predatie op de jaarklasse zelf natuurlijk van invloed.

Een deel van de produktie door bodemfauna-etende soorten en de spiering wordt weggegeten door de roofvissen snoekbaars en baars en de gedeeltelijk visetende aal. De mens (visserij) en visetende vogels zijn als toppredatoren in het ecosysteem verantwoordelijk voor de oogst van zowel benthoseters en spiering als roofvissen.

De jaarklasse van een bepaalde vissoort is van het ontstaan af onderhevig aan predatie door vogels en roofvissen. Veel jonge vis komt ook onbedoeld in fuiken terecht en sterft daardoor. De predatie door de mens op de roofvissen en aal begint pas van betekenis te worden wanneer een bepaalde minimummaat bereikt is. Samen met deze commerciële soorten worden ook veel minder waardevolle soorten gevangen. Deze worden of toch verkocht of teruggezet.

Bespreking van de soorten

In het volgende zullen de hiervoor kort besproken aspecten zoveel mogelijk per vissoort worden behandeld. De soorten zijn volgens hun voedselkeuze ondergebracht in de paragrafen zoöbenthos-etende vissen (pos, brasem, blankvoorn en aal) en roofvissen (snoekbaars en baars).

De spiering is in een aparte paragraaf behandeld, gezien de speciale positie die deze soort in het voedselweb van het IJsselmeer inneemt.

3.5.2 Zoöbenthos-etende vissen

In deze paragraaf zullen achtereenvolgens telkens pos, brasem, blankvoorn en aal worden besproken. Van deze soorten zijn de eerste vier de meest typische bodemfauna-eters. De aal eet naast bodemfauna ook bodemvis.

Voedsel

Volwassen pos at aan het einde van de dertiger jaren oligochaeten (borstelwormen), muggelarven, aasgarnalen, watervlooien (cladoceren), roeipootkreeften (copepoden) en mosselkreeften (ostracoden) (Havinga, 1941). In 1973 bleken muggelarven en vlokreeften in het IJsselmeer het hoofdvoedsel te vormen, terwijl oligochaeten en aasgarnalen in de magen ontbraken (Bouwmans, 1975). In vrijwel alle zoete, ondiepe Nederlandse wateren worden muggelarven en muggepoppen door de pos gegeten (Bouwmans, 1975). Op gewichtsbasis vormen in de meeste wateren muggelarven of aasgarnalen het hoofdvoedsel (Bouwmans, 1975). Vlokreeften vormen vaak een aanvulling op het menu (Van Densen & Vijverberg, 1983).

De brasem voedt zich in het eerste groeiseizoen voornamelijk met zoöplankton. In de loop van het tweede jaar gaat het voedsel van de brasem in het IJsselmeer uit muggelarven en wormen bestaan (Cazemier, 1975,1979). De brasem heeft een hoge efficiency bij het vergaren van muggelarven en is daarom een sterke concurrent voor andere bodemfauna-eters (Lammens, 1982). Brasems in het Tjeukemeer selecteren muggelarven en -poppen van een bepaalde grootte (Van Densen & Vijverberg, 1983). Gegevens van IJsselmeerbrasem wat dit betreft zijn niet gevonden. Volwassen brasem kan zich behalve met muggelarven ook goed voeden met groot zoöplankton (Lammens, 1982). Deze verliest de concurrentie echter van planktonetende juveniele vissen, die het plankton veel efficiënter vergaren (Lammens, 1982).

De blankvoorn voedt zich in het eerste groeiseizoen hoofdzakelijk met zoöplankton. Na het eerste jaar wordt steeds meer overgegaan op benthosorganismen als slakjes, driehoeksmosselen, muggelarven en muggepoppen (Oosterhof, 1969). Na een lengte van circa 15 cm vormen in het IJsselmeer driehoeksmosselen en slakjes, op gewichtsbasis, het hoofdvoedsel (Havinga, 1941; Everards, 1974; Cazemier, 1979). Bij de Vaate (1982) neemt aan dat 30% van het voedsel uit driehoeksmosselen bestaat. De aanwezigheid van driehoeksmosselen of andere molluscen is geen voorwaarde voor het voorkomen van de blankvoorn.

In het Lauwersmeer of de Langeraarse plas, waar driehoeksmosselen zo goed als afwezig zijn, komt de blankvoorn ook voor (Everards, 1974; Oosterhof, 1978).

De volgende gegevens over het voedsel van de aal in het IJsselmeer zijn voor zover niet anders vermeld afkomstig van Koenders en Mentink (1982). Alen eten in het IJsselmeer bijna alles wat de bodem aan fauna oplevert. Ook nabij de bodem aanwezige vissen worden gegeten. Op zowel klei- als zandgrond zijn wormen (oligochaeten) en vissen, wat gewicht betreft, de belangrijkste prooien. In gemiddeld 46% van de aalmagen komen wormen als volumetrisch belangrijkste inhoud voor. In gemiddeld 12% van de magen is vis wat volume betreft het hoofdbestanddeel. Uit de gegevens van Koenders en Mentink (1982) blijkt niet dat het menu van grote aal (groter dan 27 cm) voor een groter deel uit vis bestaat dan dat van kleine aal (Havinga, 1941). Het deel van de magen met muggelarven als volumetrisch belangrijkste inhoud bedraagt gemiddeld 5%. Vergeleken met oligochaeten is het gewichtsaandeel van muggelarven en -poppen in de magen gering. Dit komt overeen met de situatie op de bodem, waar de biomassa van wormen veel hoger is dan die van muggelarven (hoofdstuk 3.4). Copepoden en cladoceren zijn vaak in grote aantallen in de magen aanwezig maar deze organismen spelen als voedsel geen belangrijke rol. De op de bodem talrijk aanwezige driehoeksmosselen komen nauwelijks in de aalmagen voor. In het Tjeukemeer vormen deze echter wel een belangrijk voedsel (De Nie, 1982).

Groei

De brasem, pos en aal hebben een vrijwel volledige overlap in hun voedselpakket en zijn daarom potentiële voedselconcurrenten. Slechte groei van bodemfauna-eters is meestal het gevolg van een te grote dichtheid van de betreffende soort en/of zijn concurrenten, ten opzichte van de hoeveelheid bodemvoedsel (Hofstede, 1971; Bouquet, 1972).

De brasem groeit in de diverse Nederlandse wateren zeer verschillend (tabel 18). De groei in het IJsselmeer is niet de maximale groei, maar kan toch als goed worden beoordeeld (Cazemier, 1975). De groeiverschillen tussen de diverse wateren gaan vooral optreden na het eerste groeijaar. Dit komt doordat de vissen pas na het eerste jaar onafhankelijker worden van het meestal overvloedig aanwezige zoöplankton (Bouquet, 1972). Er lijkt een positief verband te bestaan tussen de groeisnelheid van brasem in diverse meren en de voorraad aan muggelarven en wormen in de bodem (Cazemier, 1975). De goede groei in het IJsselmeer wijst op een voldoende groot bodemvoedselaanbod (muggelarven, wormen) in verhouding tot de dichtheid aan brasem en concurrerende soorten. Gegevens van gewichtsgroei van IJsselmeerbrasem zijn opgenomen in tabel 22. Als voedselconversiefactor wordt voor de brasem 18 genoemd (Cazemier, 1979). Dit wil zeggen

dat het eten van 18 gram prooi leidt tot een groei van het lichaamsgewicht met 1 gram.

Tabel 18: Lengte van de brasem bij diverse leeftijden in een aantal wateren.
Bronnen: Cazemier (1975,1979).

	gemiddelde totale lengte in cm* in opeenvolgende jaren					
meer	1	2	3	4	5	6
IJsselmeer	8.5 (6)	14.5 (30)	20.5 (85)	26.0 (190)	31.5 (350)	35.0 (490)
Veluwemeer	7.5	14.5	22.0	27.0	31.0	35.0
Groetpolder	7.0	14.0	21.5	27.5	33.0	36.5
Rottemeren	6.0b	12.0	18.0	23.0	26.0	30.0
Langeraar	6.5	11.0	14.5	18.5	21.0	23.0
Oude Veer	7.0	13.5	21.5	28.5	35.0	40.0

* Afgerond op 0.5 cm.

Van IJsselmeerbrasem zijn ook de bijbehorende gewichten in grammen tussen haakjes gegeven (Willemsen, pers.med.).

De groei van pos in het IJsselmeer blijft ver achter bij die in het Lauwersmeer (tabel 19). In de meeste wateren in Nederland is de groei van pos veel geringer dan in het Lauwersmeer (Bouwmans, 1975).

Tabel 19: Lengte van pos bij diverse leeftijden in een aantal wateren.
Bronnen: Bouwmans (1975), Willemsen (1977).

	gemiddelde totale lengte in cm* in opeenvolgende jaren			
meer	1	2	3	4
IJsselmeer	6.5	9.5	10.5	11.5
Kagerplassen	8.0	11.0	12.5	13.5
Bergumermeer	6.5	8.5	11.5	14.5
Alkmaardermeer	8.0	9.5	10.5	--
Lauwersmeer	10.0	14.5	16.5	18.5
23 Westduitse meren	6	9	11	12

* Afgerond op 0.5 cm.

De snelle groei in de jaren kort na de afsluiting van dit water ging samen met de aanwezigheid van een grote dichtheid aan grote muggelarven (Bouwmans, 1975; Oosterhof, 1978). In het IJsselmeer is de biomassa van muggelarven lager door de geringere dichtheid en het kleinere stuksgewicht van de larven. In een water als het Alkmaardermeer gaat de langzame groei samen met het nagenoeg ontbreken van muggelarven (Bouwmans, 1975).

De groeisnelheden van blankvoorn blijken elkaar in de weergegeven wateren weinig te ontlopen (tabel 20). Alleen de Langeraarse plas valt in negatieve zin op.

Tabel 20: Lengte van blankvoorn bij diverse leeftijden in een aantal wateren.
Bron: Everards (1974), Oosterhof (1978), Cazemier (1979).

	gemiddelde totale lengte in cm* in opeenvolgende jaren					
meer	1	2	3	4	5	6
IJsselmeer	7.5	12.0	16.0	19.5	22.0	24.0
Lauwersmeer	7.5	12.5	16.5	19.5	21.5	23.5
Veluwemeer	7.0	11.5	15.0	18.0	20.5	22.5
Rottemeren	6.5	11.5	15.5	19.0	21.5	23.0
Langeraar	6.0	9.5	12.0	13.5	15.0	16.0

* Afgerond op 0.5 cm.

In Nederlandse wateren waar de groei van de blankvoorn goed is, eet deze soort slakken en/of driehoeksmosselen (Everards, 1974). Het eten van weekdieren (mollusca) is echter geen garantie voor een goede groei en de aanwezigheid van molluscen houdt bovendien niet in dat ze ook worden gegeten, zoals onderzoek in het Naardermeer laat zien (Everards, 1974). Tabel 21 geeft de gewichtsgroei in het Klein IJsselmeer en Markermeer. De groeisnelheid in beide meren is niet significant verschillend.

In het IJsselmeer worden driehoeksmosselen verantwoordelijk geacht voor 30% van de jaarlijkse gewichtsgroei van de blankvoorn (Bij de Vaate, 1982). De voedselconversiefactor van een blankvoorn van gemiddelde lengte is circa 18 (Cazemier, 1979).

Tabel 21: Gewicht van blankvoorn bij diverse leeftijden in Klein IJsselmeer en Markermeer. Bron: Bij de Vaate (1982).

	--- gemiddeld totaal gewicht in grammen --					
meer	1	2	3	4	5	6
Klein IJsselmeer	2.3	15.2	45.3	95.0	151.0	209.9
Markermeer	2.8	15.6	41.7	90.4	146.7	212.7

Alen groeien in het zoete water gestaag tot één jaar voor het stadium waarin ze naar open zee trekken (schieraal). In dit stadium vindt nauwelijks groei meer plaats (Deelder, 1974,1976). De leeftijd waarop het schieraalstadium wordt bereikt is onder meer afhankelijk van sexe en groeisnelheid (Deelder, 1970).

Van 1970 tot 1975 verdubbelde de groeisnelheid van mannelijke aal in het IJsselmeer (Deelder, 1976). De gemiddelde lengte van de schieraal bleef echter gelijk, waardoor de ontwikkelingstijd tot het schieraalstadium van 6-9 op 2-5 jaar kwam. In 1976 leek dit proces van verjonging nog niet gestopt (Deelder, 1978). Ook vrouwelijke aal vertoonde in het midden van de jaren zeventig een ontwikkelingstijd tot het schieraalstadium van 2-5 jaar (Deelder, 1978). Groeigegevens van vrouwelijke aal in het Veerse Meer en het IJsselmeer uit de jaren zestig en de jaren zeventig wijzen eveneens op een groeiversnelling in het IJsselmeer.

Tabel 22: Lengte van vrouwelijke aal bij diverse leeftijden. Bron: Deelder (1978).

	-- jaar na het glasaalstadium (intrek) -					
	1	2	3	4	5	6
IJsselmeer (1974)	15.2	25.8	36.3	46.7	56.6	62.6
Veerse Meer (1972)	15.7	25.3	33.6	40.9	47.5	52.4

In de jaren zestig was de groei van vrouwelijke aal in het Veluwemeer nog groter dan in het IJsselmeer (Deelder, 1968). In de jaren zeventig was de situatie echter omgedraaid (tabel 22). Een mogelijke oorzaak van de groeiversnelling bij mannelijke en vrouwelijke aal is het verbod in 1970 van de kuilvisserij.

Deze visserij werkte rustverstorend en zorgde voor een selectie op slecht groeiende aal (Deelder, 1968). Daarnaast zijn veranderingen in het bodemvoedselaanbod en/of het voedselzoekgedrag van de aal een mogelijke oorzaak (Deelder, 1976).

Uit kweekproeven is gebleken dat een chitinerijk dieet leidt tot een snelle groei (Deelder, 1978). De vlokreeft is in het IJsselmeer een belangrijke potentiële chitineleverancier (Deelder, 1978). Deze soort vormt echter geen belangrijk onderdeel van het aalvoedsel. Mogelijk zijn muggelarven en -poppen de chitinebron van de aal (Koenders & Mentink, 1982).

Paai, produktie en predatie

Geen van de benthos-etende soorten die in het IJsselmeer paaien heeft waterplanten nodig voor een succesvolle voortplanting. De eieren kunnen ook op een stenige bodem of op de dijkvoet worden afgezet. De brasem paait in ondiep water langs de oevers, terwijl de pos over het hele bodemoppervlak paai vertoont (Van Drimmelen, 1966).

Van de benthos-etende soorten vertoont de pos de grootste fluctuaties in de populatieomvang. Dit komt doordat een nieuwe jaarklasse, die in de voorzomer in de populatie groeit, voor een belangrijke toename van de populatie grootte zorgt. De populatie van de pos bestaat maar uit drie à vier jaarklassen. Grote pos komt nauwelijks voor, waarschijnlijk door een hoge natuurlijke sterfte (Willemsen, pers.med.).

Populatiebemonsteringen die een schatting van de jaarproduktie door brasem, pos, blankvoorn en aal mogelijk maken zijn niet beschikbaar. Wel zijn er enige opmerkingen te maken over de oogst door vogels en de mens.

De aal is de enige benthos-etende soort die vanwege zijn hoge marktwaarde intensief wordt bevist. De jaarlijkse vangst bedraagt gemiddeld 4.0 kg per hectare (tabel 29). Dit is de hoeveelheid die via de veiling is aangevoerd en dus een minimum (sinds 1975 is er geen veilplicht meer). De aal wordt behalve door de mens ook door aalscholvers en middelste zaagbekken gevangen.

Van de brasem en de blankvoorn werd in de afgelopen jaren gemiddeld 0.9 kg per hectare door de mens weggevangen (minimum). Bij deze hoeveelheid moet nog een onbekende hoeveelheid worden geteld die onbedoeld in fuiken en staande netten terecht komt en als weinig levensvatbare vis teruggegooid wordt. De blankvoorn is een belangrijk voedselonderdeel van de vrij schaars voorkomende grote snoekbaars. De brasem en blankvoorn worden beide door aalscholvers gegeten.

De pos wordt niet aangevoerd maar is wel bijvangst in fuiken en de aaskuil (sleepnet voor het vangen van aasvis). De vissen worden teruggegooid maar gaan voor een groot deel dood. De pos wordt gegeten door grote exemplaren van baars en snoekbaars en door alen. De pos is tevens een, zij het gering, onderdeel van het menu van de aalscholver. De totale consumptie van bodemfauna-etende vissen door aalscholvers is niet bekend.

3.5.3 Roofvissen

Voedsel

De eerste copepodenstadia vormen het hoofdvoedsel van larvale snoekbaars en baars. Daarop volgen volwassen copepoden en cladoceren (Willemsen, 1977). Aanvullend worden, vooral door de baars muggelarven gegeten.

Bij de overgang naar het vismenu, komen aasgarnalen (snoekbaars en baars) en vlokreeften (baars) in de magen voor. De frequenties waarmee in de jaren 1966-1976 aasgarnalen in de magen van beide soorten voorkwamen (tabel 23) zijn geringer dan de frequenties die aan het einde van de jaren dertig werden vastgesteld (Havinga, 1941).

De snoekbaars wordt tijdens z'n eerste jaar een viseter; de baars wordt dit pas in z'n tweede jaar. Voor beide soorten geldt dat tot een lichaamslengte van 20 cm spiering vrijwel de enige prooi vormt. Boven deze lengte komt pos er als prooisoort bij.

Tot een lengte van 60 cm is bij de snoekbaars, de spiering de prooisoort met het grootste gewichtsaandeel. De snoekbaars heeft een duidelijke voorkeur voor deze soort (Willemsen, 1983a). Bij grotere snoekbaars is de blankvoorn de belangrijkste prooi (tabel 24). Gezien de prooivisverhoudingen in het water (tabel 24) kan worden gezegd dat blankvoorn dan sterk de voorkeur heeft als prooivis. Pos heeft in geen snoekbaars-lengteklasse de voorkeur (Willemsen, 1983a).

Bij baarzen tot 35 cm maken pos en spiering op gewichtsbasis ieder 50% van de maaginhoud uit. Bij de schaars voorkomende grotere baars bestaat het menu merendeels uit pos. (Directie van de Visserijen, 1982). Predatie van snoekbaars en baars op elkaar is verwaarloosbaar klein (Willemsen, 1977).

Tabel 23: Frequenties waarmee voedselorganismen in de magen van IJsselmeer-snoekbaars en -baars voorkomen (1966-1976).
Bron: Willemsen (1977)

lengte groep in cm	totaal aantal	ongewervelden 1	2	3	4	5	vissen 6	7	8	9	10	11
snoekbaars												
2- 5	219	8	83	8	2	--	18	--	--	--	--	2
6-10	336	35	1	--	15	--	83	--	--	--	--	1
11-20	699	36	--	--	3	--	95	2	1	--	--	--
21-30	329	38	--	--	1	--	89	8	1	--	--	2
31-40	577	39	--	--	--	--	88	14	1	--	0.3	--
41-50	615	34	--	--	--	--	92	14	3	0.3	1	--
51-90	148	47	--	--	--	--	58	38	19	--	--	1
baars												
1-5	64	0	95	22	2	--	--	--	--	--	--	--
6-10	182	41	40	--	11	38	20	--	--	--	--	--
11-15	281	38	5	1	19	10	75	1	--	--	--	1
16-20	308	51	1	--	7	3	84	6	--	--	--	4
21-25	473	53	--	--	3	1	80	20	--	--	0.5	3
26-30	398	54	--	--	1	2	70	24	--	--	2	3
31-45	404	61	--	--	--	--	61	75	--	--	6	1

1 = % leeg
2 = zoöplankton
3 = chironomiden
4 = Neomysis spec.
5 = Gammarus spec.
6 = spiering
7 = pos
8 = karperachtigen
9 = snoekbaars
10 = baars
11 = andere vissoorten

Tabel 24: Analyse van de maaginhoud van snoekbaars groter dan 30 cm in het IJsselmeer.
Bron: Willemsen (1983a).

snoekbaars lengte in cm	aantal	aantal(gewicht) per soort in % spiering	pos	blankvoorn	andere soorten	lengte in cm
31-40	418	92(87)	10(12)	--	0(1)	7.4(4-14)
41-50	592	85(83)	13(11)	1(5)	4(1)	8.2(4-18)
51-60	147	68(48)	31(32)	10(14)	4(6)	8.6(5-20)
61-70	49)	36(8)	36(13)	29(74)	16(5)	8.2(4-25)
71-80	23)					11.5(6-18)
prooivis in populatie*		60(25)	35(54)	1(8)	4(13)	

* 'Prooivis in populatie': geschatte percentages van de populatie bestaande uit vissen kleiner dan 21 cm; gebaseerd op jaarlijkse bemonstering met een sleepnet.

Kannibalisme komt in het IJsselmeer alleen bij baars in geringe mate voor.

De gemiddelde grootte van de prooi van snoekbaars en baars is gering door het grote aandeel van spiering. Ongeveer 95% van de prooivissen van beide soorten is kleiner dan een derde tot een kwart van de lichaamslengte (Willemsen, 1978b). Bij snoekbaars van 15-60 cm bestaat 80-90% uit prooivissen van 6-10 cm (Willemsen, 1969). Dit is de lengte van spiering en pos in het tweede groeiseizoen. Snoekbaars tot 15 cm eet spiering in z'n eerste groeiseizoen. Wanneer blankvoorn een belangrijke prooivis wordt neemt de gemiddelde prooilengte van snoekbaars wat toe (tabel 24), maar ook van deze soort worden de jongere jaarklassen gegeten (voornamelijk tweejarige blankvoorn). Het eten van kleine prooi hangt waarschijnlijk samen met voorkeur, maar ook met de vangbaarbeid en de talrijkheid van kleine vis (Willemsen, 1978).

De voedselkeuze van snoekbaars en baars is flexibel. Hij wordt voor een groot deel bepaald door het aanbod (Willemsen, 1977). Het voedselspectrum is voor baars echter breder dan voor snoekbaars. Baars kan zich behalve met vis ook goed voeden met zoöplankton en zoöbenthos (Thorpe, 1977). Snoekbaars is voor een goede groei echter altijd aangewezen op de consumptie van vis (Deelder en Willemsen, 1964).

In het Veluwemeer waar spiering schaars is, wordt door snoekbaars en baars voornamelijk kleine pos en kleine voorn gegeten (Willemsen, 1977). Bij een gering aanbod van kleine prooivis, zoals in het Lauwersmeer, blijven bij beide soorten ongewervelden een groot deel van het menu uitmaken.

Groei

Bij de huidige roofvisdichtheden in het IJsselmeer, die grotendeels worden bepaald door de visserij, is de lengtegroei niet afhankelijk van de dichtheid (Willemsen, 1977). Hoewel snoekbaars en baars door hun voedselpakket in het IJsselmeer potentiële concurrenten zijn, is er thans nog geen sprake van voedselconcurrentie (Willemsen, 1978b). De temperatuur gedurende de zomer is voor beide soorten de beperkende factor voor de groei (Willemsen, 1978b).

Tabel 25 geeft de gemiddelde lengte van de snoekbaars bij verscheidene leeftijden in het IJsselmeer en enkele andere wateren. De snoekbaars die in de vorige eeuw Nederland vanuit Duitsland is binnengezwommen, bevindt zich in ons land niet in zijn optimale temperatuurgebied. De optimumtemperatuur voor de groei is 28-30°C (Willemsen, 1978c).

De lengtegroei in het IJsselmeer is duidelijk beïnvloed door de intensieve visserij op snoekbaars. De visserij zorgt voor een selectie op langzaamgroeiende individuen na het 3e jaar. Als gevolg daarvan zijn de gemiddelde lengten na het 3e jaar niet meer representatief voor de groeimogelijkheden in het IJsselmeer. In tabel 25 worden daarom ook gecorrigeerde groeicijfers gegeven. De potentiële groei in het IJsselmeer ligt waarschijnlijk dicht bij de maximale groei die in ons klimaat mogelijk is (Willemsen, 1977). De genoemde selectie bergt echter het gevaar van een genetische selectie op langzame groei in zich (Willemsen, 1983a).

Voor een goede groei vanaf het larvestadium in het eerste groeijaar heeft de snoekbaars een voldoende aanbod van larvale en juveniele prooivis nodig (Deelder en Willemsen, 1964; Parma e.a., 1983). De trage groei in het Lauwersmeer vooral in het eerste groeiseizoen gaat samen met een gering aanbod van kleine prooivis (Willemsen, 1977). Voor een goede groei gedurende en na het eerste groeiseizoen is de aanwezigheid van spiering echter geen voorwaarde. In het Veluwemeer, waar de prooi voornamelijk bestaat uit kleine brasem en kleine blankvoorn, is de groei ongeveer gelijk aan die in het IJsselmeer (Willemsen, 1977). De groei van snoekbaars in het Klein IJsselmeer en in het Markermeer vertoont geen significant verschil (Willemsen, 1983b).

Tabel 25: Lengte van snoekbaars bij diverse leeftijden in een aantal wateren.
Bronnen: Willemsen (1977;1983a), Deelder en Willemsen (1964).

	gemiddelde totale lengte in cm --- in opeenvolgende jaren ---				
meer	1	2	3	4	5
IJsselmeer (1966-1981)	15	30	42	49	55
IJsselmeer, potentieel*	15	30	42	52	57
Friese meren (1978-1982)	12	29	40	47	52
Lauwersmeer	11	26	39	48	--
24 Duitse meren	13	24	34	43	49

* Potentieel = groeimogelijkheid van snoekbaars wanneer de visserij zich zou richten op vis ouder dan 3 jaar.

De gewichtsgroei van vrouwelijke snoekbaars wordt gegeven in tabel 26. Van het 3e naar het 4e jaar neemt het gewicht met circa 100% toe. Deze kennis is van betekenis voor de visserij. Thans wordt de driejarige snoekbaars namelijk zwaar bevist. Zou de visserij echter worden gericht op 4-jarige vis, dan zou dit een toename van de vangst tot gevolg hebben (Willemsen, 1978a).

Tabel 26: Gewicht van vrouwelijke snoekbaars in het IJsselmeer, bij diverse leeftijden.
Bron: Willemsen (1972).

leeftijd in jaren	1	2	3	4	5
gewicht in kg	0.02	0.18	0.60	1.25	1.75

De voedselconversiefactor van de snoekbaars is bij snelle groei ongeveer 4 (Willemsen, 1978c). Dit wil zeggen dat 4 gram prooivis nodig is voor 1 gram gewichtsgroei. De voedselconsumptie per dag bedraagt in het groeiseizoen ongeveer 3-5% van het lichaamsgewicht (Willemsen, 1978b). Voor een snoekbaars van drie jaar betekent dat een consumptie van 18-30 gram vis per dag.

De baars vertoont maximale groei bij circa 26°C (Willemsen, 1978c). Deze soort bevindt zich in het IJsselmeer dichter bij zijn optimumtemperatuur dan de snoekbaars. De lengtegroei van de baars in het IJsselmeer en andere wateren wordt gegeven in tabel 27. Omdat de baars in het IJsselmeer sterk wordt bevist, zij het minder dan de snoekbaars, heeft de visserij ook bij deze soort invloed op de lengtegroei. De groeigegevens van baars, ouder dan drie jaar, zijn door slectie op de langzame groeiers dan ook een onderschatting van de mogelijke groei (Directie van de Visserijen, 1982). Een schatting voor de potentiële groei kan echter niet worden gegeven.

tabel 27: Lengte van de baars bij diverse leeftijden in een aantal wateren. Van IJsselmeerbaars zijn ook bijbehorende gewichten in grammen tussen haakjes gegeven (Willemsen, pers.med.). Bron: Willemsen (1977).

	gemiddelde totale lengte in cm --- in opeenvolgende jaren ---				
meer	1	2	3	4	5
IJsselmeer	8 (6)	15 (42)	21 (130)	26 (260)	29 (377)
Lauwersmeer	10	19	24	30	--
Haringvliet	10	17	23	--	--
25 Duitse meren	7	11	14	16	18

Vergeleken met de Westduitse meren is de groei in het IJsselmeer zeer snel. Deze wordt echter nog overtroffen door de groei in het Haringvliet en het Lauwersmeer, in de jaren vlak na de afsluiting en verzoeting. Vooral in het eerste jaar blijft de groei in het IJsselmeer wat achter bij deze wateren (tabel 27). Deze groeigegevens vormen een aanwijzing dat kleine vis als hoofdprooi (IJsselmeer) geen voorwaarde is voor een goede groei van baars. In het Lauwersmeer bestond ten tijde van de groeimeting het voedsel namelijk grotendeels uit ongewervelden (Willemsen, 1977; Oosterhof, 1978). In wateren in Nederland met een dichte baarsstand kan de groei zeer slecht zijn (17 cm in vijf jaar), mogelijk als gevolg van voedselconcurrentie binnen de soort (Directie van de Visserijen, 1977). In het IJsselmeer is thans nog weinig of geen concurrentie binnen de soort aanwezig (Willemsen, 1977).

Gegevens over de gewichtsgroei van IJsselmeerbaars zijn opgenomen in tabel 27. De voedselconversiefactor voor viseetende baars bedraagt bij snelle groei 4-5 (Willemsen, 1978c). De consumptie van de baars per dag bedraagt in het groeiseizoen 3-5% van het lichaamsgewicht (Willemsen, 1978b).

Paai, produktie en predatie

De paai van de snoekbaars vindt hoofdzakelijk plaats in de eerste helft van mei. Deze begint bij een temperatuur van circa 12°C (Willemsen, 1972). De paaiplaatsen liggen binnen een afstand van enkele honderden meters van de oevers. De paaidiepte is 1 à 1.5 meter. In de Gouwzee en langs de Friese oever liggen belangrijke paaigebieden. In een groot deel van het IJsselmeer worden de eieren op grofzand afgezet bij gebrek aan wortels van waterplanten als substraat.

De baars paait in april bij een temperatuur vanaf 8-12°C (Willemsen, 1977). Ook de baars is voor zijn eiafzet niet afhankelijk van waterplanten. Vanuit paaiplaatsen in de omgeving van Lemmer, worden in de zomer baarslarven de Friese meren ingevoerd (Van Densen & Vijverberg, 1983).

Tabel 28 geeft het aantal eieren per vrouwtje, bij verschillende lengten van snoekbaars en baars. Driejarige snoekbaars (42 cm), waarop massaal wordt gevist, brengt slechts één derde van de hoeveelheid eieren voort die vierjarige (50 cm) snoekbaars voortbrengt.

Wanneer de visserij zich zou richten op vierjarigen dan zou dit een toename van de voortplantingsmogelijkheden betekenen. Niet alleen door de groter aantallen eieren per vrouwtje maar vooral ook door de toename van de paaipopulatie. Nu wordt namelijk het grootste deel van de populatie al weggevangen voordat er voor de eerste keer is gepaaid (Willemsen, 1983a). Een vergroting van de snoekbaarsstand is bij de bedoelde verandering waarschijnlijk (Willemsen, 1972; 1983a).

Tabel 28: Aantal eieren per snoekbaars en baars van diverse lengten.
Bron: Willemsen (1977) en Willemsen (pers. med.).

	snoekbaars		baars	
lengte in cm	42	50	22	25
eieren x 1000	80	240	28	45

Snoekbaars gaat grotendeels in het derde jaar en baars grotendeels in het vierde jaar tot de beviste populatie behoren. Zowel bij snoekbaars als bij baars kan een zwakke jaarklasse die tot het beviste deel van de populatie gaat behoren honderd maal zo klein zijn als een sterke jaarklasse (Willemsen, 1977; 1983a). Deze fluctuaties leiden bij de snoekbaars direct tot grote schommelingen in de commerciële vangst, omdat deze grotendeels uit één jaarklasse (driejarigen) bestaat (Willemsen, 1972). Bij de baars worden deze fluctuaties sterk gedempt omdat de vangst uit verscheidene jaarklassen is opgebouwd (Willemsen, 1972).

De sterkte van de jaarklassen van snoekbaars en baars blijkt in het IJsselmeer grotendeels te worden bepaald na het larve-stadium maar voor het einde van het eerste groeiseizoen (Willemsen, 1977). Hoge temperaturen gedurende de zomer hebben een positieve invloed op de jaarklassterkte van snoekbaars (Willemsen, 1977). Bij baars kan de invloed van een hoge zomertemperatuur op jaarklassterkte echter niet worden aangetoond (Willemsen, 1977).

Het niveau waarop de genoemde schommelingen in de jaarklassterkte optreden is afhankelijk van de sterfte in en na het eerste groeijaar en van de grootte van de ouderpopulatie. Beide factoren staan onder invloed van de visserij. De sterfte onder juveniele snoekbaars en baars is met het verbod op de kuilvisserij in 1970 verminderd (Willemsen, 1972). De grootte van de zich voortplantende populatie wordt vooral bij de sterk beviste snoekbaars jaarlijks drastisch ingeperkt. Dit probleem is hiervoor al ter sprake gekomen.

Regelmatige bepalingen van de omvang van de populaties van snoekbaars en baars ontbreken, zodat de totale jaarproduktie van beide soorten niet kan worden berekend. Tabel 29 vermeldt de aanvoercijfers van snoekbaars, baars en aal. De werkelijke vangsten zijn hoger omdat niet alle vis via de veiling wordt aangevoerd. Voor de snoekbaars kan worden aangenomen dat de produktie weinig hoger is dan de totale visserijvangst (Willemsen, pers. med.). Dit wordt afgeleid uit het feit dat de visserij zeer intensief is zodat weinig snoekbaarsen een natuurlijke dood sterven en uit het feit dat de predatie door vogels uiterst gering is. Op basis van de vangst van maatse en ondermaatse snoekbaars wordt een jaarproduktie berekend in de grootteorde van 4-5 kg per hectare.

Tabel 29: Vangst van roofvissen en aal in het IJsselmeer door de mens. De cijfers hebben alleen betrekking op via de veiling aangevoerde vis. Vangst in kg per hectare.
Bron: Directie van de Visserijen (1977 t/m 1983); Willemsen, pers. med.

	1976	1977	1978	1979	1980	1981	1982	1983
snoekbaars	2.2	4.7	2.8	2.7	0.7	0.3	0.4	0.8
baars	3.6	2.6	1.7	1.8	3.0	4.2	3.4	3.0
aal	5.9	3.9	3.7	2.6	3.3	3.6	4.2	4.7

3.5.4 Spiering

Voedsel

In de meeste meren op de wereld vormen planktonische crustaceeën (cladoceren, copepoden) het hoofdvoedsel voor niet volwassen spieringen (Belyanina, 1969). Het voedsel van volwassen spieringen bestaat in het algemeen uit aasgarnalen, vlokreeften, insektelarven en kleine vissen (soortgenoten). De betekenis van vis als voedsel neemt bij de spiering met de leeftijd steeds verder toe (Belyanina, 1969).

Tot een lengte van 10 cm eet de spiering in het IJsselmeer voornamelijk zoöplanktonorganismen. Boven de 10 cm (spiering in zijn 2e jaar) worden uitsluitend soortgenoten gegeten. Deze gegevens zijn afkomstig van maagonderzoek dat in 1966 en 1967 is gedaan (Directie van de Visserijen, 1967). Ze komen overeen met oudere gegevens van Havinga (1945). Er is geen reden om aan te nemen dat het menu sindsdien gewijzigd is.

Omdat het grootste deel van de spieringpopulatie in het IJsselmeer niet ouder is dan één jaar (Van Eerden, RIJP Lelystad, pers. med; Willemsen, pers. med.) bestaat deze populatie voornamelijk uit zoöplankton-etende individuen.

Groei

De meeste IJsselmeerspieringen worden niet ouder dan één jaar. Zowel de grote predatie (visserij, vogels) als de natuurlijke sterfte in het tweede jaar, na het paaien, zijn hier de oorzaak van. Op onze breedte duurt het groeiseizoen 6-7 maanden. De groei is in het eerste jaar het snelst (Belyanina, 1969). In het Klein IJsselmeer en Markermeer bedraagt de lengte aan het einde van het eerste groeiseizoen gemiddeld circa 7.5 cm (Willemsen, 1983b).

Paai, produktie en predatie

Spieringen paaien langs de oevers van het hele IJsselmeer, eind maart/begin april bij een temperatuur van 4-5°C. Een belangrijk paaigebied van deze soort in het Klein IJsselmeer ligt langs de dijk van de Noordoostpolder (Van Densen & Vijverberg, 1983). In april, wanneer bij Lemmer de inlaat van IJsselmeerwater in de Friese boezem begint, worden veel spieringlarven meegevoerd (Van Densen & Vijverberg, 1983). Ze voegen zich bij de lokale populatie. Vanuit het Markermeer trekken de larven naar het Gooi- en Eemmeer. Meer dan 85% van de spieringen is aan het einde van het eerste groeiseizoen geslachtsrijp (Directie van de Visserijen, 1970; Van Densen & Vijverberg, 1983).

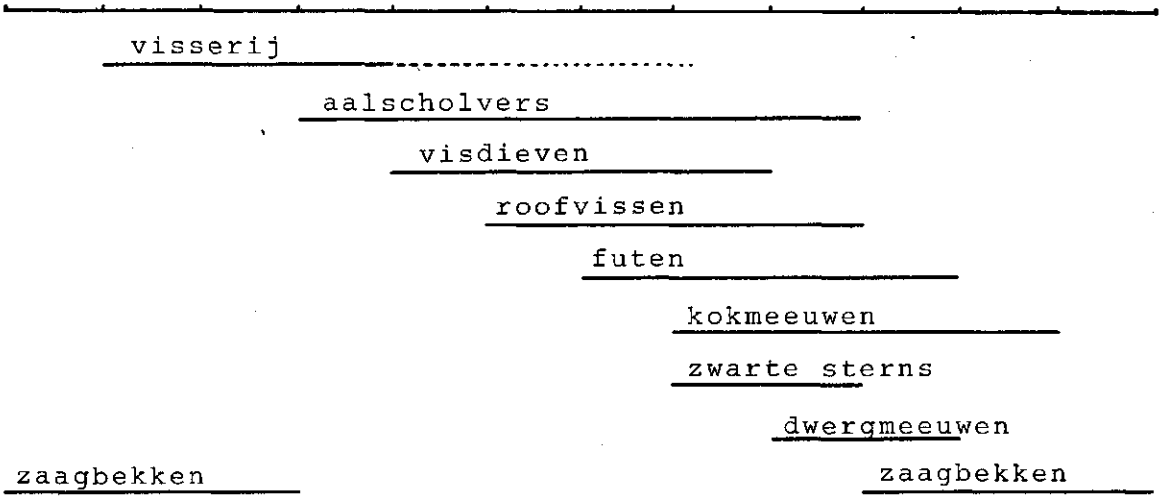
Doordat de spieringen het tweede jaar voor een groot deel sterven bestaat de populatie vrijwel geheel uit één jaarklasse. De fluctuaties in de sterkte van de nieuwe jaarklasse worden daarom vrijwel niet gedempt. Een slecht spieringjaar kan een stand vertonen die driemaal zo klein is als de gemiddelde stand (De Jong e.a., 1982).

Omdat de spieringstand zich elk groeiseizoen grotendeels vernieuwt zou, bij een geringe sterfte, de produktie ongeveer gelijk kunnen worden gesteld aan de stand aan het einde van het seizoen. Door de hoge sterfte van de spiering is de stand in het najaar echter geen maat voor de produktie. De produktie door de spiering is alleen te benaderen door een schatting te maken van de predatie.

De spiering wordt geconsumeerd door de mens, roofvissen en een aantal vogelsoorten. Voor de roofvissen baars en snoekbaars en veel visetende vogelsoorten in het IJsselmeer vormt de spiering het hoofdvoedsel. Het hele jaar door is er sprake van predatie op de spiering (figuur 14). In de maanden juni tot en met september vindt het grootste deel van de jaarlijkse onttrekking van de spiering aan het IJsselmeer plaats. Hiervoor zijn de grote aantallen sterns, meeuwen, futen, aalscholvers en vooral snoekbaars en baars verantwoordelijk. Ook door de visserij worden in deze maanden, in aalfuiken, (jonge) spieringen gevangen.

In de wintermaanden zijn zaagbekken (nonnetje, middelste- en grote zaagbek) en ook weer meeuwen en futen de belangrijkste predatoren. In het vroege voorjaar vindt de commerciële visserij op de spiering plaats.

figuur 14: Overzicht van de perioden waarin de predatoren van de spiering het grootste deel van hun jaarlijkse consumptie uitvoeren.



De jaarconsumptie van spieringen door futen, grote zaagbekken en nonnetjes wordt geschat op 350-900 ton (2 tot 5 kg per hectare, De Jong e.a., 1982). Meeuwen, zwarte sterns en visdieven consumeren samen grofweg een zelfde hoeveelheid (Van Eerden, pers. med.). Aalscholvers eten 's zomers 1000-1200 ton vis (5.4-6.5 kg per hectare) waarvan een onbekend deel uit spiering bestaat.

De roofvissen snoekbaars en baars zijn verantwoordelijk voor het grootste deel van de totale onttrekking van spiering, met een jaarconsumptie van minimaal 30 kg per hectare (Willemsen, pers. med.). De visserij vangt jaarlijks ongeveer 3 kg per hectare weg.

Al deze schattingen te zamen duiden op een jaarlijkse oogst van spiering in de orde van 40-50 kg per hectare.

3.5.5 Visserij

Beroepsvisserij

Met de afsluiting van de Zuiderzee in 1932 eindigde de visserij op haring, ansjovis en garnaal, terwijl die op bot en spiering sterk afnam (Havinga, 1949). Daarvoor in de plaats kwam de visserij op zoetwatersoorten, met name snoekbaars en baars. De visserij op aal werd geïntensiveerd.
Tabel 30 geeft vangstcijfers van vlak voor en na de afsluiting.

Tabel 30: Hoeveelheden van in het IJsselmeer gevangen vis, in 1000 kg. In 1932 werd de Afsluitdijk gesloten. Bron: Havinga (1949).

jaar	aal	spie-ring	snoek	baars	bot	baars	bra-sem	blank voorn	kar-per	totaal
1930	838	1285	3647	0	2	1	3	1		24855
1931	941	1349	2321	0	2	0	5	1		21967
1932	1048	476	1273	0	7	1	5	1		14000
1933	2125	337	1265	0	5	1	4	1		4220
1934	2688	447	1124	0	10	1	11	3		4288
1935	1907	317	232	2	18	2	8	2		2558
1936	2405	271	48	8	32	3	16	1		2794
1937	3595	130	43	71	32	18	21	2		3919
1938	2588	209	25	125	43	56	18	1		3070
1939	2108	24	27	2662	84	147	23	4		5081
1940	3205	7	45	1053	174	283	154	9		17.029
1941	4563	* 73	63	893	174	253	432	26		18.137
1946	3402	* 43	389	451	238	276	145	8		9201
1947	4488	122	526	1194	243	415	201	8		11.050
1948	4701	20	306	936	188	489	261	21		10.967

* In deze jaren zijn onbekende hoeveelheden via de zwarte markt verhandeld.

Thans vormt de aal, wat opgebrachte prijs betreft, de belangrijkste IJsselmeervis. Ongeveer 65% van de geldelijke opbrengst van IJsselmeervis op de afslag is afkomstig van deze soort (Oudelaar, 1983).

Na de aal zijn achtereenvolgens snoekbaars en baars de belangrijkste soorten. De waarde van beide soorten is ongeveer gelijk. Ze zorgen voor circa 30% van de totale geldelijke opbrengst (Oudelaar, 1983). Vijf procent van deze opbrengst wordt verkregen door de vangst van volwassen spiering en door de bijvangst (blankvoorn, brasem) van de visserij op snoekbaars, baars en aal. De op deze wijze gevangen blankvoorns en brasems hebben een geringe marktwaarde. Ze worden grotendeels weer overboord gezet.

In tabel 29 wordt de vangst van snoekbaars, brasem en aal in de jaren 1976-1982 gegeven. De aal is meestal de soort die in de grootste hoeveelheid wordt gevangen.

Vistuigen beroepsvisserij

De hiernavolgende informatie is afkomstig van Oudelaar (1983) en uit Visserij-jaarverslagen van een groot aantal jaren (Directie van de Visserijen, 1972-1983).

Aal wordt gevangen in fuiken en met aalkistjes en hoekwant (haken aan een lijn). Meer dan 60% van de vangsten worden gedaan met fuiken. Er wordt met fuiken aan palen en fuiken zonder palen (schietfuiken) gevist langs de dijken en langs ondiepten (bijvoorbeeld Vrouwenzand en Enkhuizerzand). De vangssttijd loopt van april tot en met oktober. In het najaar wordt aal gevangen die bezig is naar zee te trekken (schieraal). De vangst van schieralen maakt 10% uit van de totale aalvangst (gewichtsbasis).

Volwassen spiering wordt tijdens de paai in het voorjaar langs de dijken gevangen. Hiervoor worden aalfuiken gebruikt. Snoekbaars en baars worden in staande netten gevangen. De vangst vindt het hele jaar door plaats, behalve van half maart tot en met juni. In deze periode, waarin de paai valt, mag er niet met deze netten worden gevist. De minimale maaswijdte van de staande netten werd in 1972 vergroot van 96 mm naar 101 mm.

De bijvangst in de staande netten bestaat uit meestal grote hoeveelheden brasem en blankvoorn. De bijvangst in de aalfuiken bestaat uit blankvoorn, spiering, pos, brasem en jonge snoekbaars en baars.

Sportvisserij

De volgende gegevens over de sportvisserij in het Klein IJsselmeer zijn verkregen via tellingen en vangstenquêtes in de jaren 1975-1977 (Ginkel, 1979). De sportvisserij in het Klein IJsselmeer vindt plaats vanaf de dijken (Noordoostpolder, Flevopolders, Afsluitdijk, West-Friesland) en vanuit bootjes. Het aantal jaarbezoeken van oevervissers is veel groter (4-5 x) dan dat van bootvissers. Het totale aantal visbezoeken per jaar kan worden geschat op circa 65.000. Oevervissers vissen voornamelijk op blankvoorn en brasem, terwijl bootvissers meestal alleen op baars vissen. De gemiddelde dagvangst van oevervissers bedroeg in de genoemde jaren 17 blankvoorns, 3.5 baars en 2 brasems. De gemiddelde baarsvangst van bootvissers in het noorden van het Klein IJsselmeer bedroeg 32 exemplaren.

Tabel 31 geeft de vangst van snoekbaars, baars en aal door sportvissers en door de beroepsvisserij. Bedacht moet worden dat de gegevens van de beroepsvisserij een onderschatting zijn van de werkelijke vangst door het ontbreken van de veilplicht.

Er kan worden geconcludeerd dat de sportvisserij voor de beroepsmatige vangst van snoekbaars en aal geen bedreiging vormt. Voor de baars ligt dit wat anders. In de afgelopen jaren lag het percentage vermoedelijk veel hoger dan 9%. Dit heeft geleid tot de instelling van een vangstlimiet van 30 baarzen per sportvisser.

Tabel 31: Onttrekking van maatse aal, baars en snoekbaars uit het IJsselmeer door sportvissers en beroepsvissers in 1977.
Bron: Van Ginkel (1979).

soort	onttrekking door sportvissers (kg)	onttrekking door beroepsvissers (kg)	vangst sportvissers als % van totale vangst
aal	1.350	783.375	0
snoekbaars	18.800	936.565	2
baars	50.440	524.067	9

3.6 Vogels

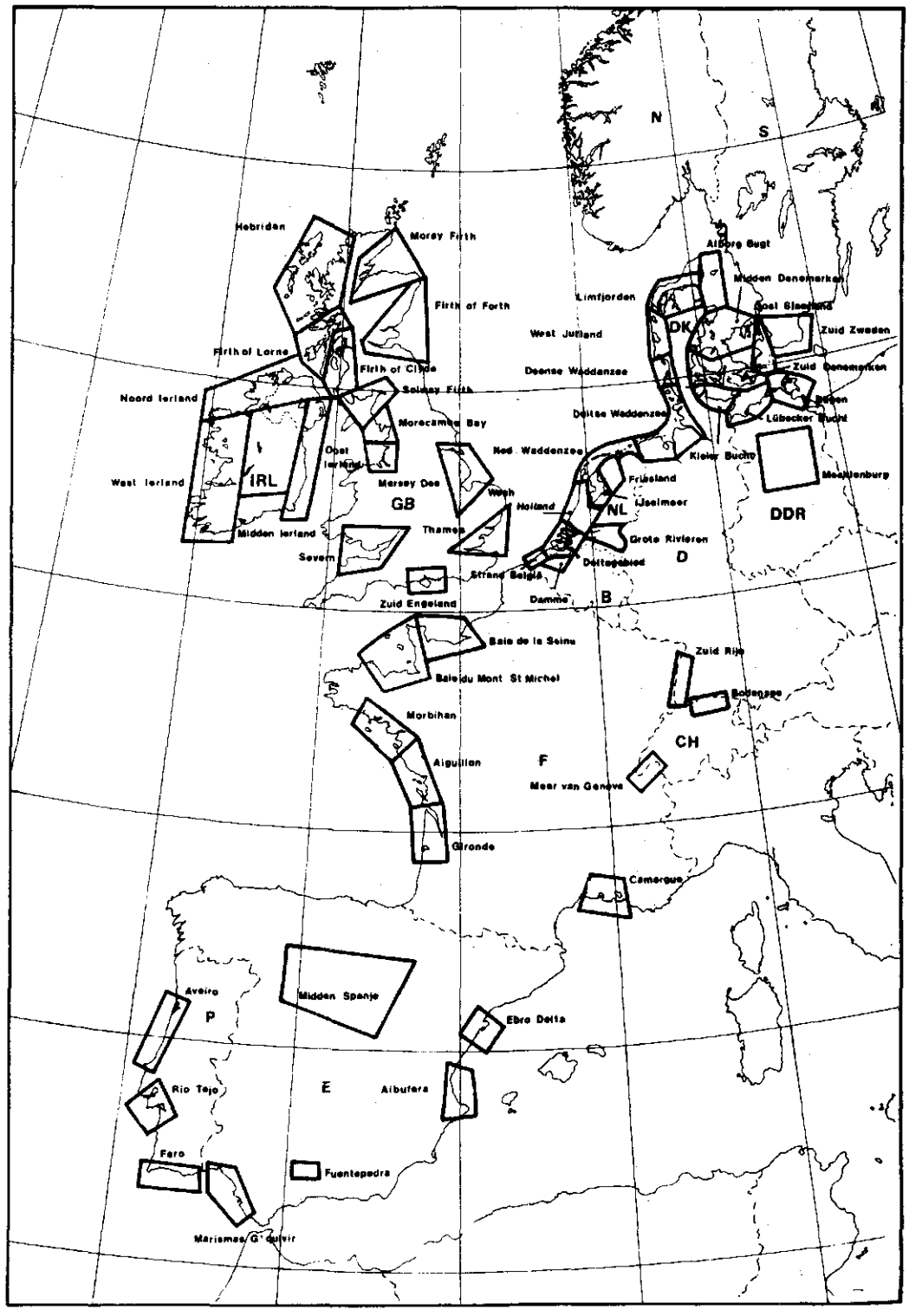
3.6.1 Algemeen

Honderdduizenden watervogels maken jaarlijks gebruik van het IJsselmeer. Futen, aalscholvers, zwanen, ganzen, eenden, steltlopers, meeuwen en sterns brengen er een gedeelte van hun jaarcyclus door. Het water wordt, afhankelijk van de soort, benut als voedselgebied, ruiplaats, rustplaats of een combinatie van deze functies.

Het IJsselmeer wordt het hele jaar door als rustplaats en foerageergebied gebruikt. De rui vindt echter vooral in de nazomer en herfst plaats. De vogels die op het IJsselmeer overwinteren of er op doortrek (nazomer, najaar en voorjaar) verblijven, zijn vooral afkomstig uit broedgebieden in Noord-Europa (IJsland, Fenno-Scandinavië, Rusland) en West-Siberië. De vogels verlaten de broedgebieden onder invloed van verminderd voedselaanbod en/of afnemende bereikbaarheid van het voedsel, als de winter nadert. Ze zoeken dan warmere streken op.

Figuur 15 geeft belangrijke pleisterplaatsen in West-Europa voor zwanen, ganzen, eenden en steltlopers. De grootste concentratie van deze watervogelgebieden ligt rond de Noordzee. Het betreft vooral zout- en brakwatergebieden zoals estuaria, fjorden en waddengebieden. Ze kenmerken zich door een hoge produktie van plantaardig en dierlijk materiaal en zijn daardoor rijk aan voedsel. Het IJsselmeer is het grootste zoetwatermeer in dit deel van Europa. De vogelbevolking van het IJsselmeer verschilt in belangrijke mate van die van de aangrenzende Waddenzee. Hier bestaat de vogelbevolking vooral uit steltlopers die op de uitgestrekte intergetijdegebieden foerageren.

Figuur 15:Belangrijke watervogelgebieden in West-Europa.
Bron: Saeys & Baptist (1978).



Op het IJsselmeer ligt door het constante waterniveau het accent op vogels die duikend hun voedsel bemachtigen: futen, aalscholvers, duikeenden, visetende eenden, meeuwen en sterns. Eenden en futen gebruiken het IJsselmeer als overwinteringsgebied, dat wil zeggen als het eindpunt van de najaarstrek. Aalscholvers en visdieven komen in het zomerhalfjaar op het IJsselmeer voor. Zwarte sterns ruien er in de nazomer.

Broeden (april-juni)

In de broedtijd bestaat de vogelbevolking van het IJsselmeer grotendeels uit voedselzoekende broedvogels. Aalscholvers, visdieven, kokmeeuwen en futen die rond het IJsselmeer broeden vissen op het open water. Verder komen op het water niet-broedende, veelal jonge aalscholvers, futen en knobbelzwanen voor. Jonge aalscholvers zijn buiten de kolonies met name op en rond de Steile Bank te vinden.

Rui en doortrek (juli-november, maart-april)

Al in de broedtijd verzamelen zich niet-broedende futen op het IJsselmeer op beschutte plaatsen om te ruien. Later voegen zich ook broedvogels bij de ruiconcentraties. Ook knobbelzwanen (voornamelijk tweedejaars vogels) ruien op het IJsselmeer van juni tot in de nazomer. Na de rui trekt een deel van de futen weg. De knobbelzwanen gaan grotendeels naar graslandgebieden.

In de zomer komen grote aantallen zwarte sterns naar het IJsselmeer om er te foerageren en te ruien. De vogels zijn vanuit hun Oosteuropese broedgebieden op weg naar overwinteringsgebieden in West-Afrika. In de nazomer verzamelen zich ook grote aantallen kuif- en tafeleenden op het IJsselmeer voor de rui.

In de nazomer en het najaar pleisteren veel kok- en dwergmeeuwen uit Noord- en Oost-Europa op het IJsselmeer. De kokmeeuwen die 's zomers op het IJsselmeer voedsel zoeken (broedvogels) trekken dan zuidwaarts weg. Ook meerkoeten afkomstig uit Noord- en Oost-Europa trekken in het najaar door.

Het IJsselmeer wordt ook door steltlopers in voor- en najaar gebruikt. Het is echter geen ideale pleisterplaats voor steltlopers omdat er maar weinig geschikt voedselbiotoop beschikbaar is. De aanwezige soorten gebruiken ondiepe delen van het IJsselmeer langs de Friese oever voornamelijk als slaapplaats. De meest voorkomende soorten zijn: wulp, kemphaan en grutto. In het voor- en najaar vinden we in de randzone van het IJsselmeer naast steltlopers ook zwemeenden. Pijlstaart, krakeend, slobeend en wintertaling worden vooral langs de Friese oever op het ondiepe water aangetroffen. Ze zoeken vooral op de waarden naar voedsel.

Overwintering (december-februari)

De vogels die 's winters op het IJsselmeer verblijven, zijn voornamelijk de bodemfauna-etende duikeenden en vis-etende zaagbekken. Deze vogels bemachtigen hun voedsel duikend. Het IJsselmeer is door de grote rijkdom aan bodemfauna en vis, de betrekkelijk gunstige diepte en het uitgestrekte wateroppervlak een ideaal voedselbiotoop voor deze vogels. Ze zijn vooral afkomstig uit Noord- en Oosteuropese broedgebieden.

Kuif- en tafeleend maken, zoals eerder vermeld, al in de nazomer gebruik van het IJsselmeer als ruiplaats. Brilduiker, toppereend en de zaagbekken (nonnetje, middelste en grote zaagbek) arriveren pas in de loop van de herfst. Behalve deze eendesoorten overwinteren er ook behoorlijke aantallen futen en kokmeeuwen. Ze vissen op het open water. In niet te strenge winters verblijven er ook veel meerkoeten op het water. Ze zoeken vooral langs de dijken van het Markermeer naar driehoeksmosselen.

Overwinterende ganzen en smienten (zwemeendensoort) benutten het IJsselmeer met name als slaapplaats. Deze vogels grazen in grasland zowel vlak langs het IJsselmeer als verder in het binnenland. Grote aantallen slapen langs de Friese oever en langs de dijk van de Noordoostpolder. Smienten slapen langs de Friese en de Noordhollandse oever.

3.6.2 Zoöbenthos-etende vogels

Op het IJselmeer overwintert een groot aantal duikeenden. De volgende soorten komen voor: kuifeend, tafeleend, toppereend en brilduiker. Het voedselpakket van deze eenden bestaat vrijwel geheel uit driehoeksmosselen. De op het IJsselmeer overwinterende meerkoeten voeden zich eveneens grotendeels met deze mossel. Aanvullend worden draadalgen (op dijkstenen) en de plaatselijk aanwezige fonteinkruiden gegeten.

Voor de jaren 1975-1982 werd door De Jong e.a. (1982) een theoretische driehoeksmosselconsumptie door vogels berekend van 700 tot 1240 ton mosselvlees (asvrij drooggewicht) per jaar (3.7 tot 6.6 kg per hectare). Het is niet bekend welk deel dit is van de driehoeksmosselproduktie die door vogels kan worden bemachtigd. Het is niet ondenkbaar dat in vele jaren vrijwel de gehele (oogstbare) driehoeksmosselproduktie wordt geconsumeerd (hoofdstuk 3.4).

Bij de volgende bespreking per soort van broedgebieden, overwinteringsgebieden en trekwegen in Europa zijn voor zover niet anders vermeld gegevens gebruikt van Cramp & Simmons (1977). Bij deze bespreking komt de term Westpalaearctisch voor. Dit is een zoögeografische aanduiding voor een gebied dat Europa, Noord-Afrika en Azië tot een gekozen oostelijk grens, meestal ter hoogte van de Oeral, omvat.

Op de verspreidingskaartjes is het grootste deel van het door Cramp & Simmons (1977) gedefinieerde gebied weergegeven.

De gegevens van duikeenden die betrekking hebben op het IJsselmeer zelf zijn, voor zover niet anders is aangegeven, afkomstig van Van der Wal (1981). De gegevens over de meerkoet zijn voor zover niet anders is vermeld afkomstig van Boer, Kattens & Van der Vlies (1974).

Kuifeend (Aythya fuligula)



broedgebieden

Het broedgebied van de kuifeend strekt zich uit over een groot deel van Europa. Er wordt van gematigde tot in subarctische streken gebroed (figuur 16). Het merendeel van de Westpalaearctische broedvogelpopulatie bevindt zich in Finland en de USSR. De nesten worden dicht bij open, meestal zoete wateren gebouwd.

Het aantal in Nederland broedende kuifeenden wordt geschat op 5000 paar (Teixeira, 1979).

overwinteringsgebieden

In een groot aaneengesloten deel van West-Europa komt de kuifeend als overwinteraar voor (figuur 16). Natuurlijke meren, stuwmeren en estuaria worden verkozen boven geëxponeerde zoute wateren. Er is een voorkeur voor eutrofe open wateren. Sterk begroeide oevers worden gemeden. De kuifeend maakt van alle duikeendesoorten het meest gebruik van door de mens gemaakte of beïnvloede habitats. Gebieden in West-Europa waar de kuifeenden zich met name concentreren zijn: het IJsselmeer, Deense en Duitse kustwateren in de Oostzee, Lough Naeagh & Lough Bag (Noord-Ierland), Bodensee en Lac Léman (Saeys & Baptist, 1978).

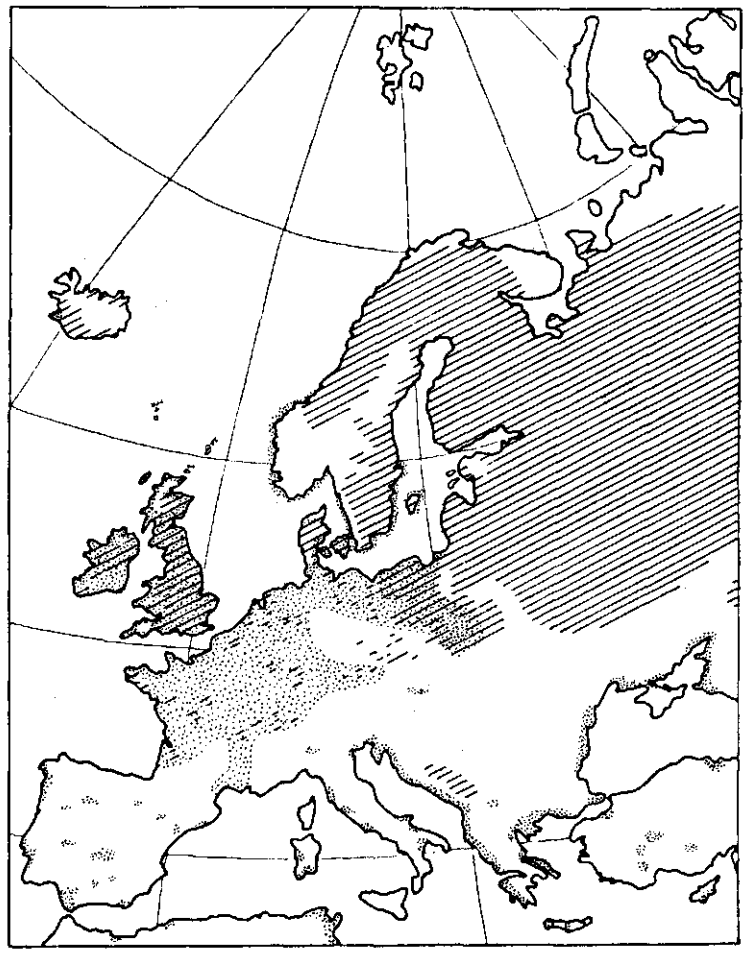
Op grond van tellingen in de overwinteringsgebieden wordt de Noordwesteuropese winterpopulatie geschat op 500.000 vogels (Scott, 1980).

ruigebieden

Het IJsselmeer is in de nazomer waarschijnlijk het belangrijkste ruigebied van de kuifeend in West- en Midden-Eruopa (Van der Wal & Zomerdijk, 1979). Andere watergebieden in Europa waar deze soort zich tijdens de rui concentreert zijn onder meer de Selenter See (Sleeswijk Holstein, BRD), Ismaninger Teichgebiet (BRD), Krakower Obersee (DDR), Neuwarper See (DDR) en Abberton Reservoir (Groot Brittanië).

De aanwezigheid van speciale ruigebieden suggereert dat op veel broedplaatsen de omstandigheden voor de rui niet aan de eisen voldoen.

Figuur 16: Broed- en overwinteringsgebieden van de kuifeend in Europa, een deel van klein Azië en Noord-Afrika.
Bewerking van kaart van Cramp & Simmons (1977).



baltsgebieden

Er is geen speciale baltstrek van vooral mannelijke vogels bekend zoals bij toppereend en brilduiker. De op het IJsselmeer overwinterende vogels baltsen ook in dit gebied en trekken grotendeels gepaard naar de broedplaatsen.

migratie

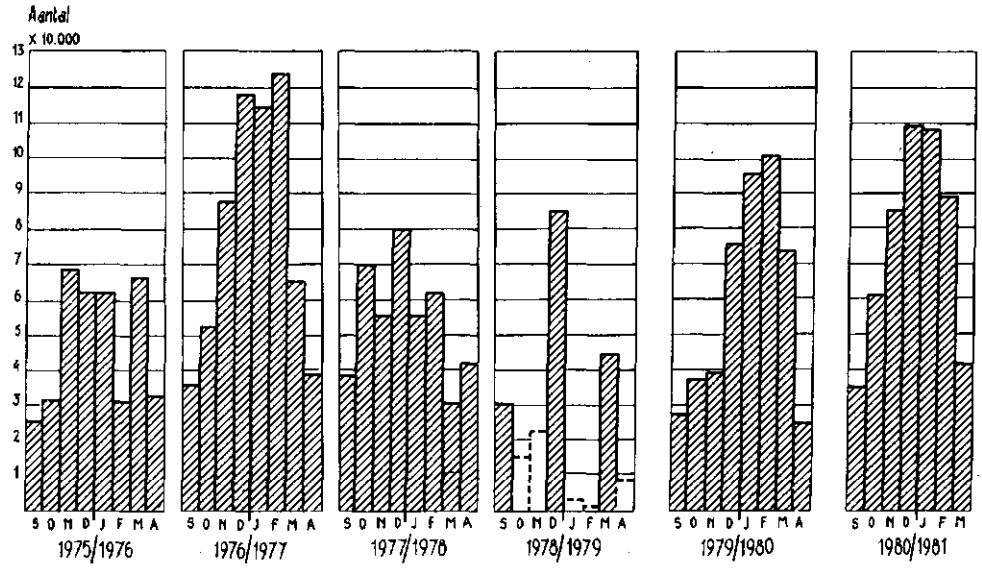
Vanaf juni komen er voornamelijk mannelijke vogels naar het IJsselmeer om te ruien (ruitrek).

In augustus bestaat 70 tot 80% van de vogels uit ruiende mannetjes. De vrouwtjes vertrekken later uit de broedgebieden. Pas in september is de geslachtverhouding ongeveer 1 op 1 (Van der Wal & Zomerdijk, 1979). De massaal op het IJsselmeer aanwezige ruiers zijn waarschijnlijk grotendeels afkomstig uit Noord-Europa. Vanaf september komen vogels uit Fenno-Scandinavië, Noordwest-Duitsland, Polen, de Baltische staten en West-Siberië naar het IJsselmeer om te overwinteren. Ze trekken eveneens naar de eerder genoemde andere overwinteringsgebieden. De trek naar de broedgebieden begint in maart op gang te komen.

aantallen en verspreiding op het IJsselmeer

Het maximum aan ruiende vogels valt meestal in augustus. De rui maxima in 1976 en 1977 waren respectievelijk 22.550 en 34.930. Ongeveer 70% bestond in beide jaren uit mannetjes. Het aantal mannetjes bedroeg in 1976 circa 19% van het totaal in West-Europa ruiende volwassen mannetjes (Van der Wal & Zomerdijk, 1979). Na de rui lijkt er sprake te zijn van wegtrek van een deel van de vogels. Na september groeit het aantal echter weer doordat trekvogels uit noordelijker en oostelijker gebieden op het IJsselmeer aankomen (figuur 17). Het maximum valt in januari of februari. Vanaf maart neemt het aantal weer duidelijk af.

Figuur 17:Aantalsverloop van de kuifeend in zes opeenvolgende jaren.
Bron: Drost e.a. (1981).



75/76 - 78/79: oevertellingen, Van der Wal (1981).
79/80 - 80/81: vliegtuigtellingen, RIJP.
⊓ = onvolledige tellingen.

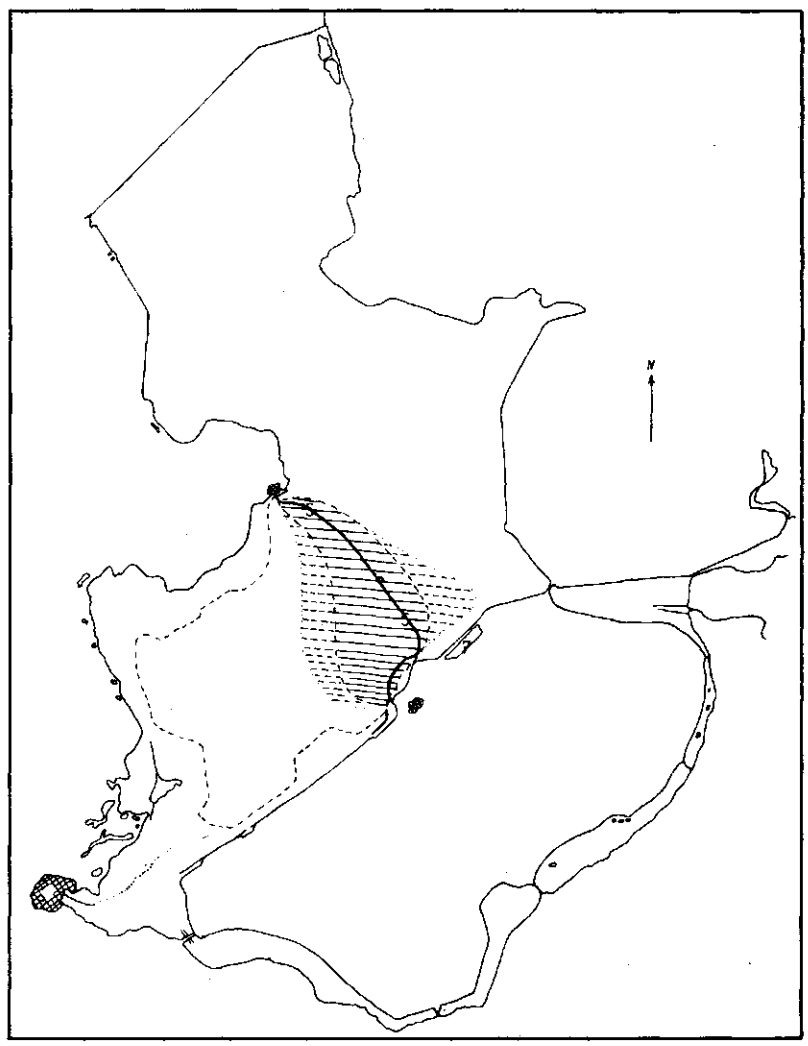
In de weergegeven jaren werden wintermaxima van 70.000 tot 120.000 vogels vastgesteld. Dit komt neer op 14 tot 24% van de totale Westeuropese winterpopulatie. De grootte van het wintermaximum wordt voor een belangrijk deel bepaald door de strengheid van de winter in de overwinteringsgbieden ten noorden en oosten van Nederland. Bij een strenge winter in deze gebieden trekken de vogels naar wateren in gematigde streken zoals het IJsselmeer. Bij vorst op het IJsselmeer wordt het water langs de oever, dat het eerst dichtvriest, ongeschikt als slaapplaats. De vogels zijn dan genoodzaakt naar nog open water in Nederland (rivieren, Zeeuwse wateren) of daarbuiten te verhuizen. Het feit dat de eenden, na een periode van ijsvorming op het IJsselmeer, onmiddellijk terugkeren is een aanwijzing dat andere gebieden van minder kwaliteit zijn en slechts voor korte tijd soelaas kunnen bieden (Van der Wal, 1981).

De op het IJsselmeer ruiende kuifeenden concentreren zich sterk rond de Houtribdijk (figuur 18). Elders op het IJsselmeer zijn slechts geringe aantallen aanwezig. Het water rond de Houtribdijk vormt een ideale ruiplaats door de ligging buiten de hoofdvaarroutes van de beroepsvaart, de geringe recreatievaart, het ruime voedselaanbod, de gunstige diepte en de beschutting die uitgaat van de dijk. Vooral de optredende rust is een zeer belangrijke factor (Poorter & Sluys, 1977; Van der Wal & Somerdijk, 1979). De vogels kunnen door de rui van hun staart- en slagpennen 3 à 4 weken niet vliegen en zijn daardoor bijzonder gevoelig voor verstoring door schepen en vliegtuigen (Van der Wal & Zomerdijk, 1979).

De ruiende kuifeenden liggen samen met tafeleenden binnen een afstand van enkele kilometers van de dijk in bandvormige groepen. Ze houden een onderlinge afstand aan van gemiddeld 0.5 meter. Bij harde wind liggen de groepen dichter bij de dijk dan bij rustig weer (Van der Wal & Zomerdijk, 1979). In de loop van de ruiperiode concentreren de vogels zich steeds meer langs de zuidwestkant van de dijk op het Markermeer (Poorter & Sluys, 1977). De ruiende kuifeenden vertonen geen massale foerageeractiviteit en geen duidelijk dag/nachtritme bij de voedselvergaring (Van der Wal & Zomerdijk, 1979).

Na de rui gaan de eenden een ruimere verspreiding vertonen. Ze zoeken 's nachts naar voedsel en slapen overdag. De vliegroutes tussen slaap- en foerageerplaatsen zijn vrijwel niet bekend. Over de verspreiding van de 's nachts foeragerende kuifeenden is niet veel bekend. Vangsten van vogels in staande netten (Drost e.a., 1981) wijzen erop dat ze verspreid over zowel het Markermeer als het Klein IJsselmeer voedsel zoeken. Overdag komen de vogels, rustend en slapend, in groepen voor. Deze kunnen bestaan uit enkele tientallen tot duizenden dieren. Soms bestaan de groepen ook voor een deel uit tafeleenden. De slaapgroepen liggen vlak langs de oevers op luwe plaatsen. Er wordt vrijwel niet in gefoerageerd.

Figuur 18:Positie van het ruigebied van kuif- en tafeleenden.
Bron: Van der Wal & Zomerdijk (1979).



: het meest gebruikte ruigebied.

: uitgestrekter gebied; bij windstil weer.

Deze groepen zijn wat minder verstoringsgevoelig dan in de ruitijd. Constant autoverkeer en vliegtuigjes hebben weinig invloed. Wandelaars op de dijk veroorzaken het wegzwemmen van de oever. Alleen het lichten van fuiken werkt duidelijk verstorend. De vogels vliegen dan massaal op. Langsvarende schepen komen zo dicht langs de dijk niet voor.

In het winterhalfjaar verblijft gemiddeld circa 65% van de slapende kuifeenden op het Markermeer. Op de randmeren en het Ketelmeer verblijven gemiddeld enkele procenten van het totaal. De kuifeend heeft een sterke voorkeur voor luwe plekken. Op het Markermeer komen de kuifeenden in het najaar en de winter vooral in het zuidelijke deel voor. Grote aantallen vertoeven op het IJmeer, de Gouwzee en in Pampushaven. Ook binnendijkse wateren als het Kinselmeer en de Binnenbraak worden massaal als slaapplaats gebruikt. Daarnaast komen vooral in het najaar nog grote aantallen langs de Houtribdijk voor.

Op het Klein IJsselmeer bevindt het grootste deel van de vogels zich langs het zuidelijk deel van de Houtribdijk, langs de dijk van Oostelijk Flevoland en die van de Noordoostpolder. De oevers van Friesland zijn als slaapplaats nauwelijks van betekenis. Wanneer de kuifeenden in het voorjaar baltsgedrag gaan vertonen concentreren de vogels zich sterk langs de Zuidwestoever van het Markermeer. Hier gebruiken ze beschutte, kleine binnendijkse wateren in Noord-Holland (Barnegat, Binnenbraak) en Pampus-haven als baltsplaatsen.

aantallen rest van Nederland

Tussen de 40 en 45% van de in Nederland overwinterende kuifeenden bevindt zich buiten het IJsselmeer. In de midwinter zijn vooral het Deltagebied en de grote rivieren belangrijke verblijfplaatsen. In het najaar en voorjaar komt de kuifeend buiten het IJsselmeer, vooral verspreid over kleinere wateren voor (circa 30% van alle overwinteraars). De Waddenzee is als overwinteringsgebied van weinig betekenis.

voedsel en foerageergedrag

In de winter vormen in zoetwatergebieden tweekleppigen en slakken meestal het hoofdvoedsel. Op het IJsselmeer bestaat het menu voor 95% uit driehoeksmosselen. De lengte van de gegeten mosselen bedraagt 7-19 millimeter. Dit zijn mosselen van 0 tot en met 1 jaar oud. De eenden duiken naar diepten van 1.5 tot 9 meter (Drost e.a., 1981).

Zoals eerder al is vermeld zoeken de vogels 's nachts naar voedsel. Over het foerageergedrag is verder weinig bekend.

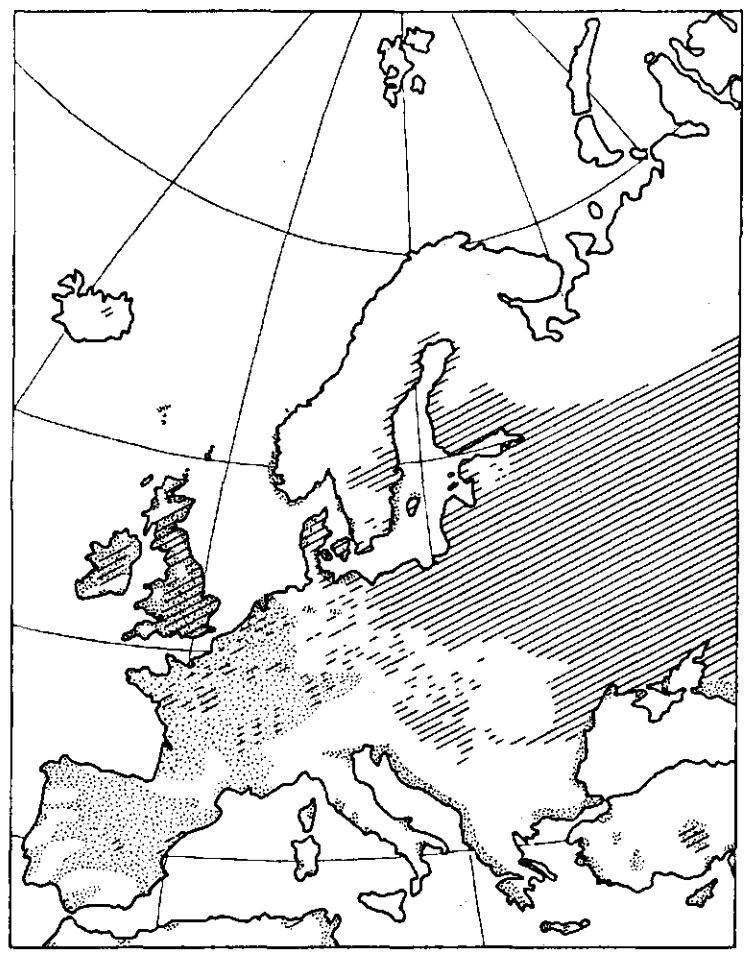
Tafeleend (Aythya ferina)



broedgebieden

De tafeleend broedt minder noordelijk dan de kuifeend, maar het verspreidingsgebied strekt zich wel zuidelijker uit (figuur 19). In West-Europa is de verspreiding ongeveer gelijk aan die van de kuifeend. Verreweg het grootste aantal broedparen komt in de USSR voor. Het aantal broedparen in Nederland wordt geschat op 2000 (Teixeira, 1979). De tafeleend bouwt het nest vlakbij open water, het liefst op eilandjes in dichte oevervegetatie. Deze soort heeft een voorkeur voor zoet water, maar broedt ook wel rond zoutwaterbaaien.

Figuur 19: Broed- en overwinteringsgebieden van de tafeleend, in Europa, een deel van Klein-Azië en Noord-Afrika. Bewerking van kaart van Cramp & Simmons (1977).



broedgebieden
overwinteringsgebieden

overwinteringsgebieden

In een groot deel van West-Europa komt de tafeleend als overwinteraar voor. In Spanje is de verspreiding ruimer dan van de kuifeend. De tafeleend heeft voorkeur voor zoete wateren. Belangrijke concentraties in West-Europa komen voor op Lough Neagh & Lough Beg (Noord-Ierland), het IJsselmeer, de grote rivieren in Nederland, het Deltagebied en de Bodensee (Saeys & Baptist, 1978).

Op grond van tellingen in overwinteringsgebieden wordt de Noordwesteuropese winterpopulatie geschat op 250.000 vogels (Scott, 1980).

ruigebieden

Het IJsselmeer is waarschijnlijk het belangrijkste ruigebied in West- en Midden-Europa (Van der Wal & Zomerdijk, 1979). Andere gebieden in Europa, waar zich ruiende vogels concentreren zijn: het Ismaninger Teichgebiet (BRD), een aantal meren in het noorden van de DDR en Abberton Reservoir (Groot Brittannië).

baltsgebieden

Tafeleenden baltsen niet of nauwelijks op het IJsselmeer. Ze doen dit op weg naar de broedgebieden.

migratie

In juli arriveren er hoofdzakelijk mannetjes uit noordelijke en oostelijke broedgebieden op het IJsselmeer. Ze maken er gemengd met kuifeenden de rui door. In juli bestaat 80 tot 90% van de groepen uit mannetjes. In augustus arriveren de vrouwtjes, waardoor de geslachtsverhouding één op één wordt (Van der Wal & Zomerdijk, 1979).

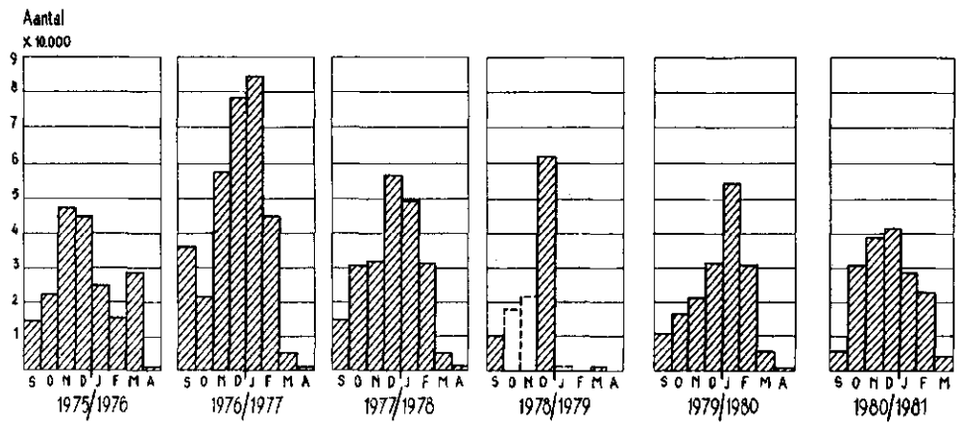
Van september af komen er vogels uit Denemarken, Fenno-Scandinavië, Noord-Duitsland, Polen, de Baltische staten en de USSR naar het IJsselmeer. Verder trekken vogels uit deze gebieden naar West-Duitsland, Zwitserland, Groot-Brittannië, Ierland, Frankrijk, Spanje en zelfs Noordwest-Afrika. In maart en april verlaten de meeste vogels de winterverblijfplaatsen weer.

aantallen en verspreiding op het IJsselmeer

Het maximum aan ruiende vogels valt meestal in augustus. In de jaren 1976 en 1977 bedroeg het maximum 38.970 en 14.930. In 1976 was 80% van dit aantal mannelijk. Dit komt neer op het verblijf van circa 24% van alle Westeuropese mannelijke ruiers (Van der Wal & Zomerdijk, 1979).

Na augustus lijkt er sprake te zijn van wegtrek van een deel van de tafeleenden. Vanaf september groeit het aantal weer door aankomst van vogels uit het buitenland. Het wintermaximum wordt in december of januari bereikt (figuur 20). Evenals bij de kuifeend is het wintermaximum afhankelijk van de strengheid van de winter in en buiten Nederland.

Figuur 20:Aantalsverloop van de tafeleend in zes opeenvolgende jaren.
Bron: Drost e.a. (1981).



75/76 - 78/79: oevertellingen, Van der Wal (1981).

79/80 - 80/81: vliegtuigtellingen, RIJP.

[ ] = onvolledige tellingen.

Bij de ijsvorming verlaten de tafeleenden, door het ongeschikt worden van de slaapplaatsen, het IJsselmeer. Ze trekken naar nog open water (rivieren, Zeeuwse Delta) deels in, deels buiten Nederland. Het wintermaximum varieerde in de weergegeven jaren van 40.000 tot 85.000. Dit komt overeen met 10 tot 45% van de Westeuropese winterpopulatie. Halverwege maart trekken de vogels massaal weg. In april hebben vrijwel alle vogels het IJsselmeer verlaten.

Voor de verspreiding en het gedrag tijdens de rui geldt hetzelfde als wat bij de kuifeend is vermeld. Na de ruiperiode is de tafeleend een 's nachts foeragerende soort. Overdag wordt er geslapen. Over de verspreiding van tafeleenden tijdens het foerageren is weinig bekend. Waarschijnlijk is het IJmeer voor de op het Markermeer rustende vogels een belangrijke foerageerplaats (Drost e.a., 1981).

Overdag komt de tafeleend slapend en rustend in groepen voor, die wat grootte en compactheid betreft vergelijkbaar zijn met die van de kuifeend. Ze liggen dicht bij de oevers. Ook groepen bestaande uit zowel tafel- als kuifeenden komen voor (Brouwer & Daalder, 1980). In de slaapgroepen wordt vrijwel niet naar voedsel gezocht, hoewel ze op plaatsen liggen waar driehoeksmosselen in grote dichtheid aanwezig zijn. De tafeleend heeft overdag een minder grote voorkeur voor luwte dan de kuifeend. Luwe plaatsen worden pas boven windkracht 7 opgezocht. Voor de verstoring van tafeleenden geldt hetzelfde als wat bij de kuifeend is vermeld. De tafeleend vertoont evenals de kuifeend trek tussen voedsel- en slaapplaatsen. De routes die worden gevolgd zijn nauwelijks bekend.

In het winterhalfjaar verblijft overdag gemiddeld 65% van de tafeleenden op het Markermeer. Op het Markermeer komen de grootste aantallen voor op het IJmeer en langs de Oostvaardersdijk. Vooral Pampus-haven is een belangrijke slaapplaats. Op de binnendijkse plassen van Waterland komen doorgaans geringere aantallen voor dan van de kuifeend. Op het Klein IJsselmeer komen tafeleenden voornamelijk langs de west- en zuidoever voor. Het ondiepe water langs de oevers van Friesland wordt door de eenden nauwelijks als slaapplaats gebruikt. Op de randmeren komt gemiddeld 8% van de in het IJsselmeergebied verblijvende aantallen voor. Het grootste deel van de vogels is hier op het Gooi- en Ketelmeer te vinden.

aantallen rest van Nederland

Gemiddeld over het winterhalfjaar verblijft circa 60% van de in Nederland aanwezige tafeleenden buiten het IJsselmeer. Het Zeeuwse Deltagebied en de grote rivieren zijn de belangrijkste overwinteringsgebieden. In strenge winters is de betekenis van deze gebieden ten opzichte van het IJsselmeer groter dan in zachte winters. In het voorjaar neemt het aandeel van Nederland buiten de grote watergebieden toe doordat de vogels zich bij de wegtrek verspreiden. De Waddenzee herbergt geringe aantallen tafeleenden.

voedsel en foerageergedrag

Het plantaardige deel van het menu is in het algemeen groter dan bij andere duikeendesoorten (Bauer & Glutz von Blotzheim, 1969).

Op het IJsselmeer bestaat het menu in de winter voor 95% uit driehoeksmosselen (Drost e.a., 1981). Waarschijnlijk neemt in het voorjaar vooral bij vogels die op de Gouwzee, het IJmeer en de randmeren foerageren, het aandeel van plantaardig materiaal in het voedsel toe (fonteinkruiden).

Over het foerageergedrag van de 's nachts voedselzoekende tafeleend is vrijwel niets bekend.

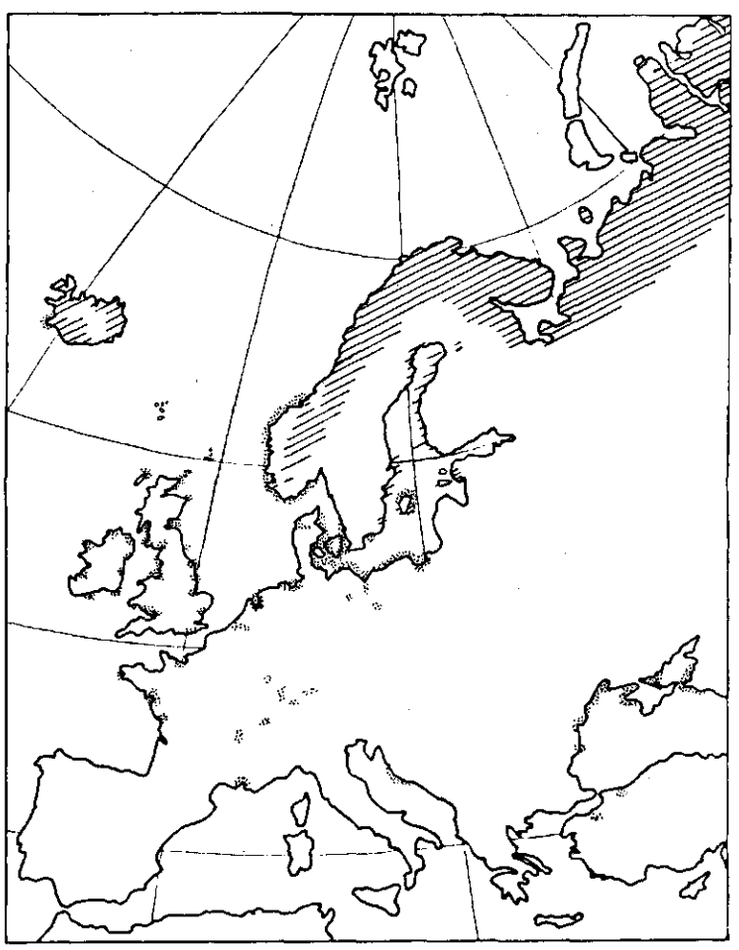
Toppereend (Aythya marila)



broedgebieden

De verspreiding van broedvogels in het Westpalaearctische gebied is aangegeven in figuur 21. Van de duikeenden broedt de toppereend het noordelijkst. De vogels broeden in toendra's en niet dichte naaldbossen in de buurt van open water.

Figuur 21: Broed- en overwinteringsgebieden van de toppereend in Europa, een deel van klein Azië en Noord-Afrika. Bewerking van kaart van Cramp & Simmons (1977).



broedgebieden

overwinteringsgebieden

overwinteringsgebieden

De meeste gebieden waar deze soort overwintert zijn zout- of brakwater kustgebieden (estuaria, fjorden, binnenzeeën en wadden) die een groot voedselaanbod hebben in de vorm van mosselen (Cramp & Simmons, 1977). Ze liggen langs de Noordzee en de Oostzee. De oostkust van Denemarken en Sleeswijk-Holstein, het IJsselmeer en de oostkust van Schotland (Firth of Forth) vormen de belangrijkste overwinteringsgebieden van de toppereend. Het IJsselmeer is vanwege het overvloedige aanbod van driehoeksmosselen en het grote wateroppervlak het enige belangrijke zoetwateroverwinteringsgebied in West-Europa.

Op grond van tellingen van overwinterende toppereenden in West-Europa wordt de Noord-Westeuropese winterpopulatie geschat op 150.000 vogels (Scott, 1980).

ruigebieden

Woerden trekken in de zomer uit de broedgebieden weg om elders de vleugelrui door te maken. Vrouwtjes ruien grotendeels in of nabij het broedgebied. Er zijn niet veel ruiconcentratiegebieden van de toppereend in Europa bekend. Het IJsselmeer is een ruiplaats; daarnaast zijn nog enkele gebieden in Denemarken bekend (Zomerdijk, 1979).

baltsgebieden

Het IJsselmeer is, gezien de hoeveelheden baltsende toppereenden, waarschijnlijk het belangrijkste baltsgebied in West-Europa. Informatie over andere watergebieden waar in grote aantallen wordt gebaltst, is niet gevonden.

migratie

De IJslandse broedvogels trekken hoofdzakelijk naar Ierland, Groot-Brittannië en Nederland. Een klein aantal trekt door naar Noord-Frankrijk, Denemarken en Noord-Duitsland. De broedpopulaties uit Noord-Finland en Noord-Rusland trekken over land van de Witte Zee via West-Rusland naar het Westbaltische gebied (Denemarken, Noord-Duitsland). Van hieruit trekt een deel verder westwaarts naar Nederland, Groot-Brittannië en Frankrijk. De oostelijke broedpopulaties mengen zich in Noordwest-Europa met de IJslandse vogels. In strenge winters is deze westwaartse trek groter dan in zachtere winters.

Al in de zomer verlaten voornamelijk mannetjes de broedgebieden om elders de rui door te maken. Van juni tot begin oktober komen op het IJsselmeer ruiende toppereenden voor (Zomerdijk, 1979). Het zijn grotendeels mannetjes. De vrouwtjes ruien in de maanden juli tot november, merendeels in of nabij het broedgebied.

In oktober en november komt het grootste deel van de overwinteraars (vrouwtjes met jongen en mannetjes) in Noordwest-Europa aan.

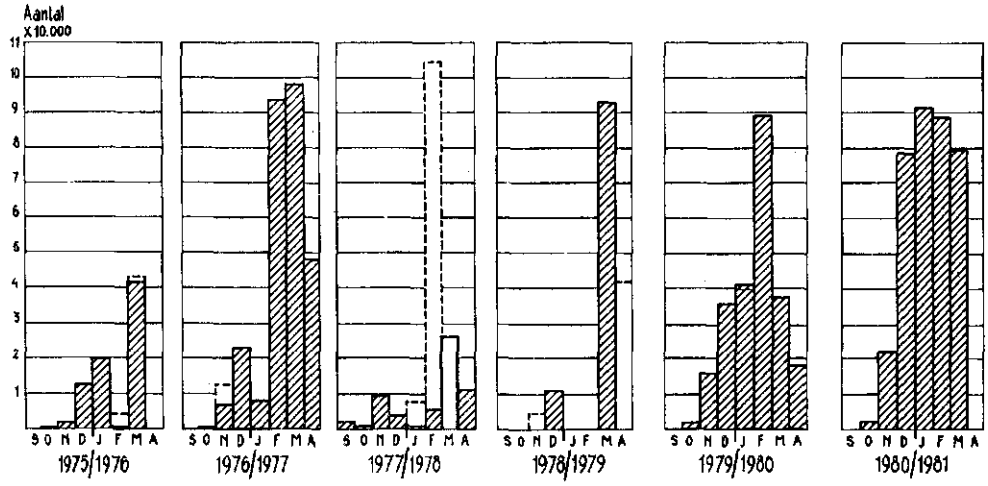
In februari en maart trekt een groot aantal toppereenden vanuit Engelse en Deense overwinteringsgebieden naar het IJsselmeer om er te baltsen. Meestal pas na maart verlaten de vogels, grotendeels gepaard, het IJsselmeer en andere Westeuropese wintergebieden op weg naar de broedplaatsen. Een klein deel van de onvolwassen vogels blijft in deze gebieden overzomeren.

aantallen en verspreiding op het IJsselmeer

Figuur 22 geeft het aantalsverloop van de toppereend gedurende een zestal jaren. Doordat er uitwisseling met de Waddenzee plaatsvindt en de vogels zich ver uit de oever ophouden, geven maandtellingen niet altijd een goede schatting van de werkelijk aanwezige aantallen. De gegevens van de jaren 1979/1980 en 1980/1981 zijn gebaseerd op vliegtuigtellingen en daardoor waarschijnlijk betrouwbaarder dan de overige gegevens die zijn verkregen door tellingen vanaf de oevers.

In augustus worden op het water al vogels aangetroffen. Het gaat om ruiende toppereenden. In 1976 werden op de belangrijkste ruiplaats van het IJsselmeer (Klein IJsselmeer langs de Houtribdijk) maximaal 500 vogels geteld; in 1977 waren dit maximaal 320 vogels (Zomerdijk, 1979). In alle jaren neemt het aantal vogels na augustus/september sterk toe. Het aantal vogels in januari wordt waarschijnlijk vooral bepaald door de strengheid van de winter in de westelijke Oostzee. Ook vorst in Nederland zelf is van invloed, aangezien de toppereenden bij dichtvriezen van het IJsselmeer of schotsvorming grotendeels naar de Waddenzee verhuizen. Het aantal toppereenden bereikt meestal pas na januari zijn maximum. Dit komt door de baltstrek vanuit andere overwinteringsgebieden naar het IJsselmeer. In de baltstijd (februari tot april) zijn in de genoemde jaren 60.000 tot 100.000 toppereenden op het IJsselmeer aangetroffen. Recente tellingen duiden op een aantal van 110.000 tot 120.000 vogels (Van Eerden, pers. med.). Dit betekent dat 80% van de Westeuropese winterpopulatie op het IJsselmeer aanwezig kan zijn. Een groot aantal vogels moet afkomstig zijn uit Denemarken, aangezien hier een groot deel van de Westeuropese populatie de winter doorbrengt (Saeys & Baptist, 1978).

Figuur 22:Aantalsverloop van de toppereend in zes opeenvolgende jaren.
Bron: Drost e.a. (1981).



75/76 - 78/79: oevertellingen, Van der Wal (1981).

79/80 - 80/81: vliegtuigtellingen, RIJP.

[ ] = inclusief ten noorden van Afsluitdijk waargenomen toppereenden.

Omdat toppereenden 's nachts foerageren wordt er overdag in grote groepen hoofdzakelijk gerust en gepoetst. Deze groepen kunnen uit een paar duizend dieren bestaan. Ze liggen op een afstand van enkele honderden meters tot enkele kilometers vanaf de oevers (Van der Wal, 1976, 1978). Alleen bij harde wind (meer dan windkracht 7) zoeken de eenden luwe plaatsen op, veelal dichter onder de oevers. In het voorjaar tijdens de balts zijn de groepen veel losser van structuur dan in de winter. De afstand ten opzichte van de oever neemt in het voorjaar gemiddeld gezien toe.

Gemiddeld over het winterhalfjaar verblijft overdag 30% van de toppereenden op het Klein IJsselmeer. In de herfst en de winter worden de grootste aantallen langs het noordelijk deel van de Houtribdijk, de westoever van Friesland en de dijk van de Noordoostpolder geteld. Bij het optreden van drijfijs zijn de slaapplaatsen ongeschikt geworden, waardoor de vogels naar de westelijke Waddenzee verhuizen. In het voorjaar tijdens de balts wordt de verspreiding ruimer en neemt het aandeel van het Markermeer toe.

Op het Markermeer worden de grootste aantallen gevonden langs de trajecten Amsterdam-Hoorn en Muiderberg-Blocq van Kuffeler. Op de Flevorandmeren komt deze soort vrijwel niet voor.

Vangsten van toppereenden in visnetten wijzen erop dat de toppereenden ongeveer in dezelfde gebieden voedsel zoeken als waar ze slapen (Drost e.a., 1981). Als meest gebruikte foerageerplaatsen worden door Drost e.a. (1981) genoemd: het Enkhuizer Zand noordelijk van Trintelhaven, het westelijk deel van het Enkhuizer Zand ten zuiden van Enkhuizen, de Gammals en de Kreupel (zie figuur 2). Het Vrouwenzand en Lacon worden een deel van de winter door grote aantallen bezocht.

aantallen en verspreiding in de rest van Nederland

In voor- en najaar is meestal niet meer dan 5% van de in Nederland verblijvende toppereenden buiten het IJsselmeer te vinden. In de midwinter verblijft het merendeel van de overwinteraars op het IJsselmeer of op de Waddenzee. Dit is afhankelijk van het al dan niet optreden van ijs op het IJsselmeer. Het Deltagebied is na het IJsselmeer en de Waddenzee de belangrijkste verblijfplaats in Nederland. Voor de kust van Goeree komen in februari en maart tot 3000 toppereenden voor (Osieck, Vogelbescherming, Zeist, pers. med.).

voedsel en foerageergedrag op het IJsselmeer

Het menu van de toppereend in de winterverblijfplaatsen bestaat hoofdzakelijk uit slakken en tweekleppigen (Bauer en Glutz von Blotzheim, 1969; Cramp & Simmons, 1977). Op het IJsselmeer bestaat het menu van de toppereend voor meer dan 95% uit driehoeksmosselen (Drost e.a., 1981). Het merendeel van de gegeten mosselen is 15 tot en met 23 mm lang (Van der Wal, 1981). Dit zijn mosselen van 3 tot 5 jaar oud. Mosselen van deze leeftijd maken circa 39% uit van de totale mosselpopulatie van het Klein IJsselmeer (De Jong e.a., 1982).

Zoals eerder vermeld, is de toppereend een 's nachts foeragerende soort. Er wordt gedoken naar mosselen tot een diepte van maximaal cica 6 meter. Ongeveer 80% van de duiken wordt gemaakt naar een diepte van 3 tot 4 meter (Drost e.a., 1981).

Brilduiker (Bucephala clangula)

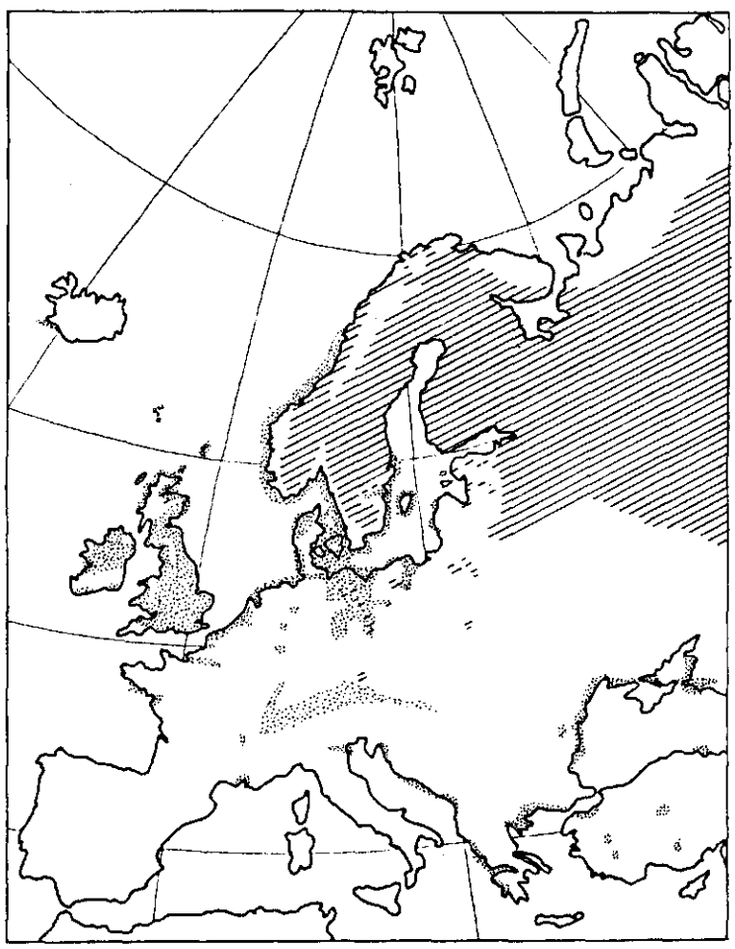


broedgebieden

De brilduiker is vooral een broedvogel van de noordelijke naaldbosgordel (taiga) die echter ook verspreid broedt in de Baltische Staten, Polen en Duitsland (figuur 23).

De nesten worden in holle bomen gebouwd, dicht bij een meer of rivier. Het water moet helder zijn, niet te diep en voldoende produktie leveren. De habitateisen van de brilduiker zijn weinig flexibel, waardoor deze soort zeer gevoelig is voor ontbossing en drooglegging.

Figuur 23: Broed- en overwinteringsgebieden van de brilduiker in Europa, een deel van Klein-Azië en Noord-Afrika. Bewerking van kaart van Cramp & Simmons (1977).



overwinteringsgebieden

De habitateisen zijn 's winters minder strikt dan 's zomers. Zowel zout- en brakwatergebieden als zoete wateren (meren en rivieren) worden bezocht. Toch bestaat er wel enige voorkeur voor mariene gebieden. De verspreiding in het winterhalfjaar is hierdoor ruimer dan die van de kustgebonden toppereend (figuur 23).

Op grond van tellingen in de overwinteringsgebieden wordt de Noordwesteuropese populatie van de brilduiker geschat op 200.000 vogels (Scott, 1980).

ruigebieden

Ruiconcentraties zijn bekend uit Estland, Zuid-Zweden en Denemarken, Noord-Rusland en West-Siberië. Het IJsselmeer wordt slechts door kleine aantallen als ruiplaats gebruikt (water langs de oever van Gaasterland; Haitjema, 1983).

baltsgebieden

De mannelijke brilduikers die over het algemeen noordelijker overwinteren dan de vrouwelijke, zoeken in het vroege voorjaar de vrouwtjes op. De balts wordt in groepen uitgevoerd. Het IJsselmeer is een baltsgebied van de brilduiker (Zomerdijk, 1981).

migratie

De broedpopulaties uit Finland, Scandinavië, de Baltische staten en Noordwest-Rusland overwinteren merendeels in het Baltische gebied, Denemarken, Nederland, Groot-Brittannië en Ierland. Kleinere aantallen trekken door naar België en Frankrijk. Broedvogels uit Finland en Noordwest-Rusland trekken ook naar de meren aan de noordzijde van de Alpen. De broedvogels uit Centraal- en West-Rusland en West-Siberië overwinteren merendeels in Zuid-Rusland langs de oevers van de Zwarte en Kaspische Zee. Over de trek van eerst mannetjes en later vrouwtjes en jongen naar de ruigebieden is weinig bekend. De in Denemarken ruiende vogels zijn afkomstig uit Zweden en Zuidwest-Finland.

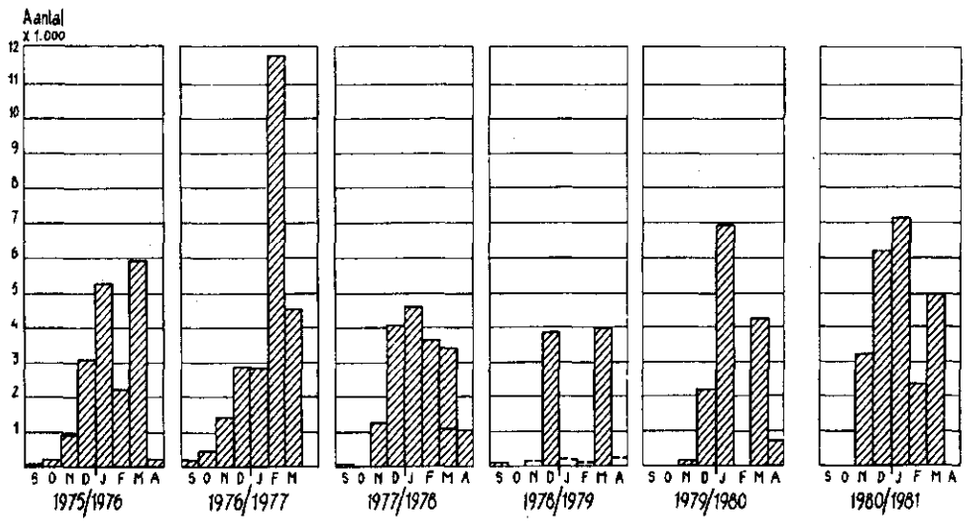
De najaarstrek begint eind augustus. In november komen de vogels massaal in het Noordzeegebied aan. Meestal is deze trek in december voltooid. De volwassen mannetjes migreren minder zuidelijk dan de vrouwtjes en de jongen. Ze blijven voornamelijk in het Noordzee- en Baltische gebied overwinteren. In februari en maart trekken veel mannetjes zuidwaarts op zoek naar concentraties vrouwelijke vogels. Deze baltstrek is tegengesteld aan de trek naar de broedgebieden (Zomerdijk, 1981). De trek naar de broedgebieden begint eind maart/begin april. Eind april hebben de meeste vogels de wintergebieden grotendeels gepaard verlaten.

aantallen en verspreiding op het IJsselmeer

Figuur 24 geeft het aantalsverloop van de brilduiker op het IJsselmeer gedurende zes jaren. Tot en met 1978/79 werden de vogels vanaf de oevers geteld. In 1979/80 en 1980/81 werden ook tellingen vanuit vliegtuigen gedaan. Omdat de brilduiker door z'n gedrag en verspreiding een moeilijk te tellen soort is vormen de oevertellingen vrijwel zeker een onderschatting van het werkelijk aantal. Vanaf oktober beginnen de aantallen van de brilduiker duidelijk toe te nemen. De maximale aantallen worden meestal pas in februari of maart bereikt (Zomerdijk, 1981). Dit wordt veroorzaakt door de aankomst van mannetjes uit noordelijker gebieden. In de genoemde jaren werd een maximum van 4000 tot 11.500 vogels geteld. Dit komt neer op 2 tot 6% van de Westeuropese winterpopulatie. Na maart neemt het aantal vogels snel af. De trek naar de broedgebieden gebeurt grotendeels in paren die na de groepsbalts, vanaf half januari, zijn gevormd (Zomerdijk, 1981). Van april tot en met oktober zijn geen noemenswaardige aantallen aanwezig.

De op het IJsselmeer overdag foeragerende brilduikers komen in groepen bestaande uit enkele vogels tot circa 150 exemplaren voor (Van der Wal, 1976).

Figuur 24:Aantalsverloop van de brilduiker in zes opeenvolgende jaren.
Bron: Drost e.a. (1981).



75/76 - 78/79: oevertellingen, Van der Wal (1981).

79/80 - 80/81: vliegtuigtellingen, RIJP.

[ ] = onvolledige tellingen.

Tot en met januari bestaat 70 tot 80% van de groepen uit 2 tot 25 individuen. Tijdens de balts in februari en maart neemt de gemiddelde groepsgrootte duidelijk toe (Zomerdijk, 1981). De foeragerende groepen zijn minder compact dan die van de kuif- en tafeleend en ze liggen veelal verder van de oever (Beintema e.a., 1980). De foeragerende vogels worden niet gehinderd door woelig water. Bij harde wind zijn ze nog op het open water te vinden. Ze worden eveneens niet sterk belemmerd door ijsvorming. De vogels blijven tussen schotsen en in wakken foerageren. Verstoring treedt op door langsvarende schepen. De vogels vliegen dan op en verplaatsen zich over een korte afstand. Ze beginnen daarna snel weer met duiken.

Gemiddeld over het winterhalfjaar verblijft 45% van de brilduikers op het Markermeer. Het aandeel van het Markermeer in de verspreiding is in het najaar wat lager dan in de winter en het voorjaar. Het grootste deel van de op het Markermeer /IJmeer verblijvende vogels concentreert zich in het zuidwesten. Op het IJmeer, de Gouwzee, het Markermeer ten oosten van Marken en langs het dijkdeel Pampus-haven/Blocq van Kuffeler komen de grootste aantallen voor. Daarnaast komen er foeragerende groepen voor op het Enkhuizerzand. Op het Klein IJsselmeer zoeken de vogels zowel langs oevers van Noord-Holland als langs de oevers van Friesland en de Noordoostpolder naar voedsel. Bekende voedselgebieden zijn: Vrouwenzand,het water voor de Bocht van Molkwerum, water langs de Gaasterlandse oever, Span bij Wervershoof en Wieringer Vlaak (Drost e.a., 1981). Vergeleken met de andere duikeendesoorten vormt het water langs de Friese oevers een belangrijk voedselgebied. De meeste van de genoemde voedselplaatsen hebben een zandige bodem en zijn 2 tot 3 meter diep (Drost e.a., 1981).

Brilduikers zoeken voor zonsondergang slaapplaatsen op waar ze blijven rusten totdat het weer licht wordt. Op de slaapplaatsen foerageren de eenden zelden. Hoewel ze overdag weinig last lijken te hebben van de wind hebben ze tijdens de slaap behoefte aan veel luwte. De vogels zoeken van het IJsselmeer afgescheiden wateren op of ze verblijven vlak onder de oever op beschutte plaatsen. Op de slaapplaatsen worden weer de luwste delen benut. De belangrijkste slaapplaatsen langs het Markermeer zijn: Kinselmeer, Gouwzee, Pampus-haven en Lelystad-Haven. In het Klein IJsselmeer concentreren brilduikers zich bij Urk, op beschutte plaatsen langs de Gaasterlandse oever (o.a. Hondennest) en bij Andijk. Tellingen op de slaapplaatsen zijn vrijwel niet verricht. Welke routes de vogels tussen slaapplaatsen en foerageergebieden volgen is niet bekend.

aantallen en verspreiding in de rest van Nederland

Gemiddeld 40 tot 50% van de in Nederland overwinterende brilduikers bevindt zich in het winterhalfjaar buiten het IJsselmeergebied. De verspreiding gedurende de wintermaanden is vrij stabiel. Na het IJsselmeer herbergt het Deltagebied de grootste aantallen brilduikers (circa 30%). In de midwinter komt op de Waddenzee rond de 7% van de in Nederland verblijvende brilduikers voor. De rest van de vogels is verspreid over kleine binnenwateren. Het gaat om enkele honderden vogels. De grote rivieren spelen als overwinteringsgebied nauwelijks een rol. Welke invloed ijsvorming op het IJsselmeer op de verspreiding van brilduikers heeft, is niet geheel duidelijk. Het is mogelijk dat de vogels zich tijdens vorst vrij lang kunnen handhaven op het IJsselmeer. Bij langdurige vorst trekken ze waarschijnlijk naar het Deltagebied.

voedsel en foerageeractiviteit op het IJsselmeer

Het voedsel in de winterverblijfplaatsen is in het algemeen hoofdzakelijk dierlijk van aard. Op het IJsselmeer bestaat het menu voornamelijk uit driehoeksmosselen. Daarnaast worden ook andere tweekleppigen en slakken gegeten (Drost e.a., 1981). De brilduiker eet waarschijnlijk kleinere exemplaren van de driehoeksmossel dan de andere duikeendesoorten (Bauer & Glutz von Blotzheim, 1969).

De brilduiker foerageert overdag. De vogels duiken met geopende ogen, zodat kan worden aangenomen dat ze gebruik maken van het gezicht bij het voedselzoeken.

Meerkoet (Fulica atra)



broedgebieden

De meerkoet broedt in vrijwel geheel Europa van het Mediterrane gebied tot in gematigde streken. De nesten worden in riet- of biezenkragen of zelfs op open, ondiep water gebouwd door het opwerpen van een eilandje van takken.

overwinteringsgebieden

Overwinterende meerkoeten komen in vrijwel geheel West- en Midden-Europa vooral op zoete wateren voor. Een aantal grote zoetwatergebieden in Europa herbergt grote concentraties meerkoeten: de Nederlandse grote rivieren, de Bodensee, Zuid-Denemarken en het Meer van Genève. In deze gebieden samen komt rond 10% van het totaal in West-Europa overwinterende aantal voor (Saeys & Baptist, 1978).

De totale noordwesteuropese winterpopulatie wordt geschat op meer dan één miljoen vogels (Scott, 1980).

ruigebieden in Europa

Een van de belangrijkste ruigebieden ter wereld vormen de inhammen aan de noordkust van de Zwarte Zee. De slagpenrui vindt voornamelijk in augustus plaats.

baltsgebieden

Geen speciale baltsplaatsen.

migratie

De in Noord- en Oost-Europa broedende meerkoeten zijn vanwege het dichtvriezen van biotopen grotendeels trekvogels. In West-Europa is een deel standvogel en een deel trekvogel. Vanaf augustus trekken de meerkoeten vanuit de noordelijke en oostelijke broedgebieden naar West-Europa. In februari begint de trek terug naar de broedgebieden.

aantallen en verspreiding op het IJsselmeer

Van september tot in december vindt op het IJsselmeer aankomst en doortrek van meerkoeten uit het buitenland plaats, terwijl de Nederlandse broedvogels gedeeltelijk wegtrekken naar het zuiden. De in deze periode aanwezige aantallen zijn doorgaans de hoogste van het hele winterhalfjaar (Van der Wal, 1976; Brouwer & Daalder, 1980). De aantalsafname naar de midwinter is onder meer een gevolg van de verplaatsing die de meerkoeten voor een deel vertonen naar binnendijkse gebieden.

Het midwinteraantal kan van jaar tot jaar sterk variëren. In de jaren 1975-1982 werden in januari in het IJsselmeergebied 5500 tot 69.800 meerkoeten geteld (Van den Bergh, Schäffner & Smit, 1978; Van den Bergh, 1979, 1980, 1981, 1983). Het aantal op het IJsselmeer wordt bepaald door de strengheid van de winter in de landen rond Nederland en het weer in Nederland zelf. Wanneer het IJsselmeer dichtvriest gaan de vogels naar nog open water in Nederland (Deltagebied, grote rivieren) of ze trekken naar zuidelijker gebieden. Het weergegeven lage midwinteraantal werd aangetroffen in de zeer strenge winter van 1979. Wanneer er geen strenge vorst is maar wel veel regen, sneeuw en wind zijn er ook weinig meerkoeten op het IJsselmeer te vinden, omdat ze dan binnendijks vertoeven. In februari beginnen de uit het buitenland komende meerkoeten weg te trekken en in maart keren de Nederlandse broedvogels terug.

Tijdens de najaarstrek verblijven de meeste meerkoeten op het IJsselmeer langs de dijken waar ze eten en slapen. Daarna trekken de meerkoeten voor een deel naar binnendijks grasland. Op binnendijks water wordt dan geslapen. Vriest het binnenwater echter dicht dan trekken de vogels weer grotendeels naar het IJsselmeer.

Van de in het winterhalfjaar op het IJsselmeer verblijvende meerkoeten komt iets meer dan 50% op het Markermeer voor (Van der Wal, 1976). De meerkoeten bevinden zich op het Markermeer grotendeels langs de Oostvaardersdijk en op het IJmeer langs de IJmeerdijk. Op het IJmeer is het aantal meerkoeten sinds het midden van de jaren zeventig aanzienlijk toegenomen (Bick & Van Schaik, 1980). Op het Klein IJsselmeer komen de meerkoeten voornamelijk langs de dijk van de Noordoostpolder en die van Oost-Flevoland voor. Op de Flevo-Randmeren verblijft circa 12% van het totaal in het IJsselmeergebied aanwezige meerkoeten.

voedsel- en foerageeractiviteit op het IJsselmeer

Meerkoeten eten zowel dierlijk als plantaardig voedsel. De samenstelling van het menu hangt sterk af van het aanbod. De driehoeksmossel is in Europa de belangrijkste dierlijke prooisoort van de meerkoet (Glutz von Blotzheim, Bauer & Bezzel, 1973). Verder worden delen van oeverplanten en ondergedoken waterplanten gegeten, evenals in het water zwevende algen. De ruimere verspreiding van de meerkoet als broedvogel over Europa sinds het begin van deze eeuw wordt gezien als het gevolg van de toenemende eutrofiëring van het oppervlaktewater. Deze schiep een gunstige voedselsituatie door het optreden van voornamelijk algen en driehoeksmosselen.

De meerkoeten op het IJsselmeer eten hoofdzakelijk driehoeksmosselen. Aanvullend worden draadalgen van de dijkvoeten getrokken. Het is niet onmogelijk dat ook blauwalgen worden gegeten. In het najaar en voorjaar eten meerkoeten ook ondergedoken waterplanten langs de oevers van het IJmeer en in de Gouwzee. Drost e.a. (1981) en Van der Wal (1981) nemen aan dat de in het IJsselmeergebied aanwezige meerkoeten de helft van het jaar volledig van driehoeksmosselen leven.

aantallen en verspreiding in de rest van Nederland

In de jaren 1975-1980 bevond zich in januari gemiddeld ruim 80% van de in Nederland overwinterende meerkoeten buiten het IJsselmeergebied. Op zowel de grote rivieren als in het Deltagebied komt doorgaans een groter percentage van het totaal in Nederland voor dan op het IJsselmeer.

3.6.3 Vis-etende vogels

Op het IJsselmeer zijn het gehele jaar grote aantallen voedselzoekende viseters aanwezig. Typische overwinteraars zijn: nonnetje, middelste zaagbek en grote zaagbek. De fuut komt het hele jaar door op het IJsselmeer voor, maar grote aantallen worden in de nazomer (rui) en het winterhalfjaar gevonden. De zwarte stern komt na de broedtijd, als doortrekker, massaal op het IJsselmeer voor.

Aalscholver en visdief zoeken in de zomer op het IJsselmeer naar voedsel. Van de aalscholver zijn dan behalve broedvogels ook grote aantallen niet-broedende vogels aanwezig. De aalscholver kan tot in de herfst in grote aantallen op het IJsselmeer verblijven. De kokmeeuw is het hele jaar door de talrijkste meeuwesoort. De grootste aantallen komen in de nazomer en de herfst voor. Dwergmeeuw, stormmeeuw en grote mantelmeeuw komen in nazomer en herfst, op doortrek, op het IJsselmeer voedsel zoeken. De dwergmeeuw is van deze soorten dan het talrijkst. Deze drie soorten overwinteren ook op het IJsselmeer.

Voor fuut, nonnetje, grote zaagbek, visdief, zwarte stern en de meeuwesoorten is spiering de hoofdprooi. De middelste zaagbek voedt zich ongeveer voor de helft met spiering en voor de helft met aal. De aalscholver heeft een gevarieerder menu, waarin naast spiering en aal ook roofvissen en bodemfauna-etende vissen voorkomen. De jaarlijkse visconsumptie door fuut, grote zaagbek, nonnetje, meeuwen en zwarte stern wordt grofweg geschat op 4-10 kg (versgewicht) per hectare (paragraaf 3.2.3.4). Dit betreft voornamelijk spiering. De jaarlijkse visconsumptie door aalscholvers, die gedeeltelijk uit spiering bestaat, wordt geschat op 5.4-6.5 kg per hectare. Door roofvissen wordt een veel groter deel van de spieringproduktie weggegeten dan door vogels (paragraaf 3.5.4).

Bij de volgende bespreking van broedgebieden en trekwegen van zaagbekken en futen in Europa zijn gegevens gebruikt van Cramp & Simmons (1977).

Nonnetje (Mergus albellus)



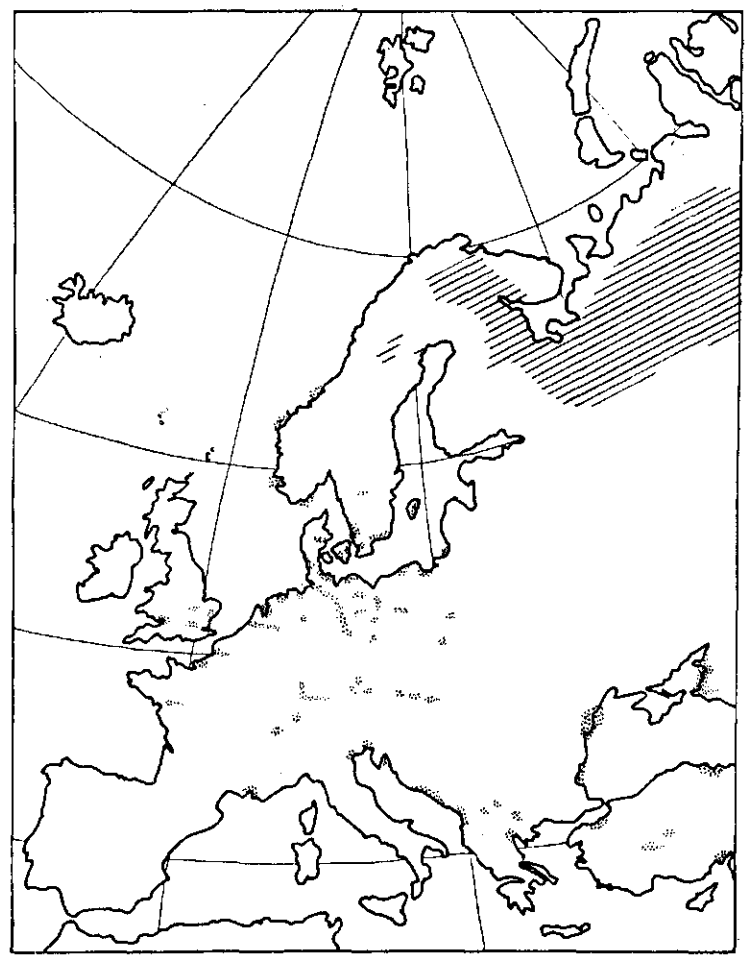
broedgebieden

Deze soort broedt in naald- en gemengde bossen in Noord-Rusland, Noord-Finland en West-Siberië (figuur 25). In de boomloze toendragebieden wordt niet gebroed. De nesten worden in holle bomen gebouwd in de buurt van zoete wateren. Door de vernietiging van de broedhabitat is het verspreidingsgebied deze eeuw geslonken.

overwinteringsgebieden

De gebieden waar het nonnetje in West-Europa als overwinteraar voorkomt beslaan vergeleken met de duikeendesoorten een gering oppervlak. De winterverspreiding is grotendeels beperkt tot zoetwatergebieden zoals rivieren en meren. Ook stuwmeren worden gebruikt. Zout of brak water wordt alleen bezocht als er sprake is van ondiepe baaien of estuaria die niet dieper zijn dan 6 meter.

Figuur 25:Broed- en overwinteringsgebieden van het nonnetje in Europa, een deel van Klein Azië en Noord-Afrika. Bewerking van kaart van Cramp & Simmons (1977).



broedgebied

overwinteringsgebied

De Noordwesteuropese winterpopulatie wordt thans geschat op 20.000 vogels (Scott, 1980). In de jaren zeventig werd deze populatie nog geschat op 10.000 (Saeys & Baptist, 1978). Het is niet duidelijk of er een groei is opgetreden van het aantal overwinterende vogels of dat de populatie destijds werd onderschat. De totale Westpalaearctische populatie wordt geschat op 75.000 vogels (Atkinson-Willes, 1976).

ruigebieden

Concentraties ruiende mannetjes zijn in Siberië waargenomen maar zijn in Europa niet bekend. De vogels ruien waarschijnlijk grotendeels in de broedgebieden.

baltsgebieden in Europa

Paarvorming treedt op in het voorjaar in de winterverblijfplaatsen en tijdens de trek naar de broedgebieden.

migratie

De in Nederland, Oost- en West-Duitsland, Denemarken en Groot Brittannië overwinterende vogels zijn afkomstig uit Finland, Zweden het noorden van Rusland en West-Siberië. Het grootste deel van de broedvogels uit de USSR trekt naar de Balkan, de Zwarte Zee en de Kaspische Zee. In strenge winters trekt een deel van de nonnetjes die in West- en Centraal-Europa zijn aangekomen door naar het Middellandse Zeegebied. Het vertrek uit de broedgebieden begint in september. In het Noordzee-gebied komen de vogels in december/januari aan. De mannetjes trekken minder ver west- en zuidwaarts dan de vrouwtjes en de jongen. In maart begint de trek naar de broedgebieden.

aantallen en verspreiding op het IJsselmeer

Het maximale winteraantal van het nonnetje wordt meestal in januari of februari bereikt. Tabel 32 geeft het aantal nonnetjes in zes opeenvolgende winters. In maart beginnen de nonnetjes het IJsselmeer te verlaten. In april is het aantal laag. Buiten de maanden december tot en met april komt slechts een gering aantal vogels (overzomeraars) op het IJsselmeer voor (Beintema e.a., 1980). Evenals bij de andere zaagbekkensoorten het geval is vertoont het nonnetje sterk wisselende aantallen van jaar tot jaar. Het in januari aanwezige aantal bedraagt 5% tot meer dan 100% van de thans geschatte Noordwesteuropese winterpopulatie. Gemiddeld verbleef in deze jaren circa 40% van de Noordwesteuropese populatie op het IJsselmeer. Het hoge aantal in 1977 kan zijn veroorzaakt door trek naar Nederland van normaal in Zuid-Rusland overwinterende vogels. Een andere mogelijkheid is dat de Westeuropese populatie wordt onderschat.

De verspreiding van de 's winters op het IJsselmeer foeragerende nonnetjes wordt weergegeven in figuur 26. De vogels concentreren zich langs de gehele zuidrand van het Markermeer en op het Klein IJsselmeer nabij Lelystad. Langs de Oostvaardersdijk, tussen de Houtribdijk en de dijk van Oostelijk Flevoland, rond Pampus en in de Gouwzee wordt 80% van het aantal vogeldagen in de winter doorgebracht.

Tabel 32: Aantallen van op het IJsselmeer overwinterende nonnetjes in zes jaren. Resultaten van twee tellingen per winterseizoen. Bij de januari-aantallen is vermeld welk deel dit was van het totaal in Nederland.
Bronnen: Van den Bergh, Schäffner & Smit (1978); Van den Bergh (1979, 1980, 1981, 1983).

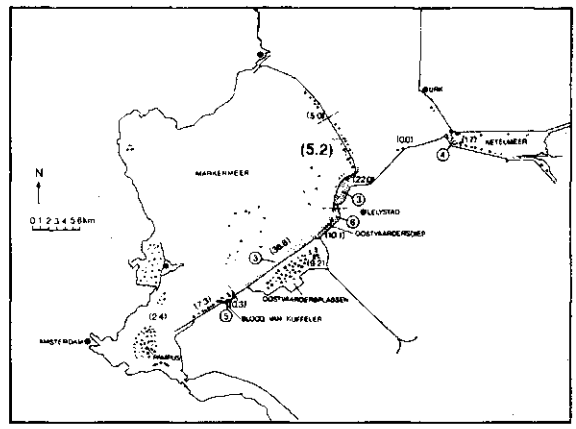
	1977	1978	1979	1980	1981	1982
- januari	20.700	1.289	1.582	9.643	2.626	5.834
- deel van het totaal in Nederland	98%	49%	34%	84%	61%	56%
- maart	3.573	17	400	3.004	163	--

De vogels gebruiken juist deze plekken door de combinatie van het visrijke gebied in de buurt van dijken en beschut gelegen binnendijks water. Op dit binnendijks water wordt geslapen. In het grootste deel van het Klein IJsselmeer ontbreken dergelijke omstandigheden, waardoor op dit water nauwelijks nonnetjes worden gevonden (Swennen, 1970; Beintema e.a., 1980).

In Noord-Holland worden de Binnenbraak (9 ha) en het Kinselmeer (120 ha) als slaapplaats gebruikt. In de Flevopolders worden de haven van het gemaal Blocq van Kuffeler, de Oostvaardersplassen en Lelystad-haven bezocht (Beintema, 1979). Het aantal overnachtingen op een bepaalde slaapplaats kan van winter tot winter vrij sterk verschillen. Het Kinselmeer en Lelystad-haven zijn veel bezochte slaapplaatsen waar 2000 vogels tegelijk kunnen slapen (Beintema, 1979). Beide wateren worden ook vaak gebruikt als verzamelplaats vanwaar de vogels naar andere slaapgebieden doorvliegen. De Oostvaardersplassen vormden in 1976/1977 ineens een belangrijke slaapplaats (Doornbos, 1979). Dit water dient ook als foerageergebied.

De nonnetjes trekken naar de slaapplaatsen voor of tijdens zonsondergang en beginnen 's ochtends wanneer het licht wordt weer te foerageren (Zijlstra, 1981). De nonnetjes kiezen de slaapplaats die het dichtst bij de foerageerplaats ligt (Beintema, 1979). De vogels die op het Kinselmeer slapen zoeken voedsel langs de oever van Waterland, in de Gouwzee, rondom Pampus en in het Buiten-IJ (Beintema, 1979). De nonnetjes die op de Oostvaardersplassen slapen, foerageren voornamelijk rondom de sluizen bij Lelystad, het water langs de Oostvaardersdijk en op de Oostvaardersplassen (Beintema, 1979).

Figuur 26: Voedselplaatsen van het nonnetje in het IJsselmeergebied.
Bron: Doornbos (1979).



belangrijkste voedselgronden van nonnetjes januari-maart 1977.

(n) % van nonnetje-dagen, totaal aantal nonnetje-dagen; januari-maart: 29.10^4.

ⓝ plaats en aantal van geschoten vogels.

aantallen en verspreiding in de rest van Nederland

In de meeste jaren bevindt zich in de midwinter minder dan de helft van de in Nederland verblijvende nonnetjes buiten het IJsselmeer (tabel 32). De grote rivieren vormen na het IJsselmeer de belangrijkste verblijfplaats. In de strenge winter van 79/80 verbleven hier ongeveer evenveel nonnetjes als op het IJsselmeer.

voedsel en foerageergedrag

Het nonnetje is 's winters voornamelijk een vis-eter. Ruim 95% van de gevangen vissen zijn spieringen. Daarnaast wordt kleine baars gegeten (Doornbos 1979). Op plaatsen waar de spiering schaars is, zoals in het Ketelmeer, blijkt baars de belangrijkste prooi (Doornbos, 1979). Selektie op prooigrootte treedt bij de (kleine) spiering niet op maar bij de baars wordt noodgedwongen wel op grootte geselekteerd. Van de gegeten vis heeft 67% een lengte van 5-6 cm (Doornbos, 1979). Uitgaande van een gemiddeld wintergewicht van nonnetjes van 662 gram (Doornbos, 1979) komen we gebruikmakend van de vergelijking van Nilsson en Nilsson (1976), op een dagconsumptie per vogel van circa 127 gram vis (versgewicht).

Het nonnetje is een dagactieve soort, die z'n prooi duikend bemachtigd. De vogels jagen in groepen op scholen vis (voornamelijk spiering) die veelal tegen dijken en dammen worden opgedreven. De groepen foerageren daarom meestal binnen een afstand van maximaal 1.5 kilometer vanaf de dijken (Doornbos, 1979). Ze kunnen uit enkele tientallen tot honderden vogels bestaan. Ze verplaatsen zich snel en kunnen een school spiering lang blijven achtervolgen (Beintema en Weyland, 1974). De vogels duiken tot maximaal ongeveer 5 meter diepte. Ruim 80% van de duiken wordt gemaakt naar een diepte van 3-4 meter (Drost e.a., 1981). Zelfs bij harde wind blijven de vogels op het water naar voedsel zoeken (Van der Wal, 1981). Ook het optreden van drijfijs belemmert deze soort niet zichtbaar, aangezien ze tussen de schotsen blijven duiken (Van der Wal, 1981). De daglengte in de winter is voldoende voor het verzamelen van het dagrantsoen. Dit blijkt uit het feit dat bij toenemende daglengte de foerageertijd niet toeneemt. De vogels gaan dan steeds verder voor zonsondergang op slaaptrek (Zijlstra, 1981).

Middelste zaagbek



broedgebieden

De middelste zaagbek broedt in toendra's en in bosgebieden in Noord-Europa (figuur 27). Deze soort broedt noordelijker dan de grote zaagbek. De broedplaatsen liggen langs meren, rivieren, zeekusten en estuaria. Het viswater moet beschut en ondiep zijn. De nesten worden op de grond gebouwd maar zijn omgeven door vegetatie.

overwinteringsgebieden

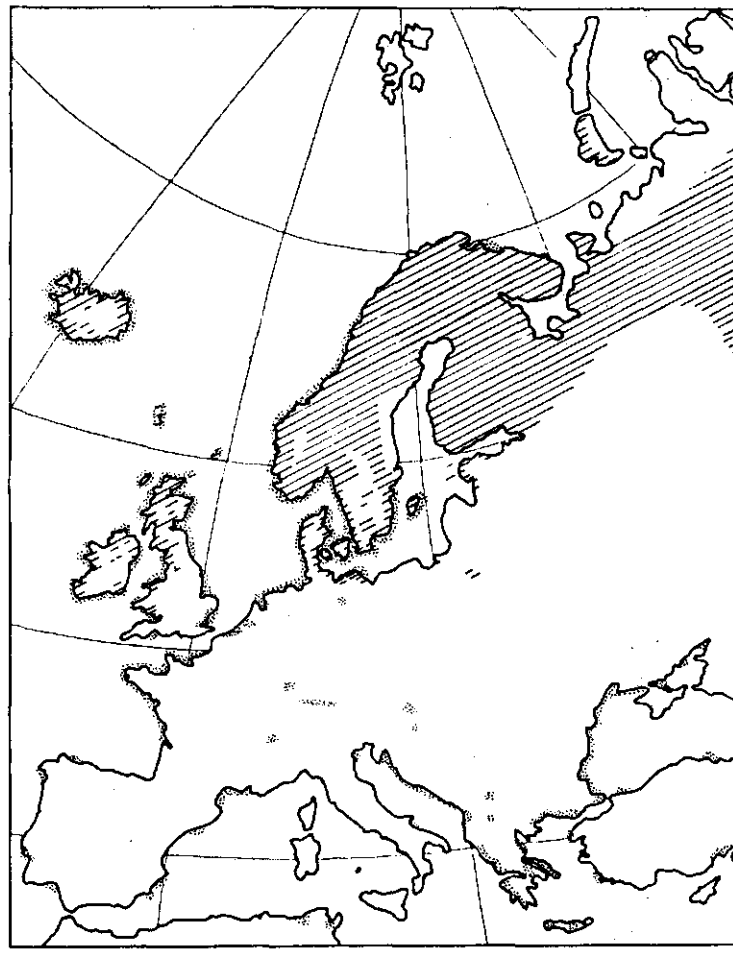
De middelste zaagbek overwintert voornamelijk in zoutwatergebieden, die min of meer beschut zijn. Er wordt ook wel overwinterd op visrijke zoetwatermeren. In Noordwest-Europa overwintert deze soort langs de kusten rond de Noordzee en de Westbaltische wateren (figuur 27).

Bij gebrek aan volledige telgegevens kan de Noordwest-Europese winterpopulatie niet goed worden geschat. De voorlopige schatting is een populatie ter grootte van 40.000 vogels (Scott, 1980).

ruigebieden

Voor de rui concentreren de vogels zich meestal langs de kust. De ruiplaatsen kunnen ver van de broedgebieden afliggen. De rui wordt in groepen doorgebracht. De grootste ruiconcentratie die bekend is ligt in Limfjorden (Denemarken, 8000 vogels).

Figuur 27: Broed- en overwinteringsgebieden van de middelste zaagbek in Europa, een deel van Klein Azië en Noord-Afrika. Bewerking van kaart van Cramp & Simmons (1977).



broedgebieden

overwinteringsgebieden

baltsgebieden

Er zijn geen speciale baltsgebieden bekend. Balts en paarvorming treedt laat in de winter op en gaat door tijdens de voorjaarstrek.

migratie

Broedvogels uit Finland en het noorden van Rusland en West-Siberië migreren west-zuidwest naar Groot Brittannië en Nederland. Kleine aantallen trekken door naar de westkust van Frankrijk. De mannetjes verlaten, samen met onvolwassen vogels, al in juni de broedgebieden om de rui door te gaan maken. De najaarstrek naar de winterverblijfplaatsen begint in oktober, de trek terug naar de broedgebieden al in februari.

aantallen en verspreiding op het IJsselmeer

Middelste zaagbekken komen in november op het IJsselmeer aan. Het wintermaximum valt in de periode januari-maart. In mei zijn de vogels weer zo goed als geheel naar de broedgebieden vertrokken (Beintema e.a., 1980). Tabel 33 bevat telgegevens van een zestal jaren. De weergegeven aantallen zijn waarschijnlijk grotendeels onderschattingen, aangezien de op het open water voorkomende middelste zaagbekken vanaf de oever moeilijk te tellen zijn. De Jong e.a. (1982) geven als gemiddeld jaarlijks maximum in de jaren 1973-1979 een aantal van 4.000-9.000 vogels. Het hoge aantal in 1977 is duidelijk een uitschieter.

Overdag tijdens het voedselzoeken verblijft gemiddeld 99% van de middelste zaagbekken op het Klein IJsselmeer, vooral op de noordelijke helft (Beintema e.a., 1980). De verspreiding van in vissersnetten gevangen middelste zaagbekken (Drost e.a., 1981) wijst ook op de voorkeur voor dit deel van het IJsselmeer. De vogels foerageren vooral op de plaats van de oude stroomgeulen, waar zich in de kleibodem veel alen bevinden (Drost e.a., 1981). Tussen het IJsselmeer en de Waddenzee is er een uitwisseling van vogels. Vanuit het IJsselmeer worden er voedseltochten ondernomen naar de Waddenzee en andersom.

aantallen en verspreiding in de rest van Nederland

Volgens de jaarlijkse watervogeltellingen (Van den Bergh, Schäffner & Smit, 1978; Van den Bergh, 1979, 1980, 1981, 1983), komen in het Deltagebied en op de Waddenzee in de meeste jaren veel grotere aantallen middelste zaagbekken voor dan op het IJsselmeer.

Tabel 33: Aantallen van op het IJsselmeer overwinterende middelste zaagbekken in zes jaar. Resultaten van twee tellingen per winterseizoen. Bronnen: Van den Bergh, Schäffner & Smit (1978); Van den Bergh (1979, 1980, 1981, 1983).

	1977	1978	1979	1980	1981	1982
- januari	15.933	47	1582	27	114	66
- maart	--	132	400	215	78	--

voedsel en foerageergedrag

Middelste zaagbekken zijn typische vis-eters. Op het IJsselmeer zijn aal en spiering het belangrijkste voedsel (Drost e.a., 1981). Afwisselend vormt een van beide vissoorten gedurende een zekere tijd de hoofdprooi. Er is geen duidelijk patroon te herkennen. De dagconsumptie van een volwassen vogel (1006 gram, Doornbos, 1979) bedraagt volgens de formule van Nilsson en Nilsson (1976) 182 gram vis (versgewicht). Bauer en Glutz von Blotzheim (1969) noemen echter 300 gram vis als dagconsumptie van een tweejarige middelste zaagbek.

De middelste zaagbek is dagactief. Zaagbekken vissen in kleine groepen op het open water. Er wordt gedoken naar diepten van 2-7 meter. Ongeveer 80% van de duiken wordt gemaakt naar een diepte van 5.5-6.5 meter (Drost e.a., 1981). Het voedsel wordt dus vooral op de bodem gezocht. Hier bevinden zich alen.

Grote zaagbek



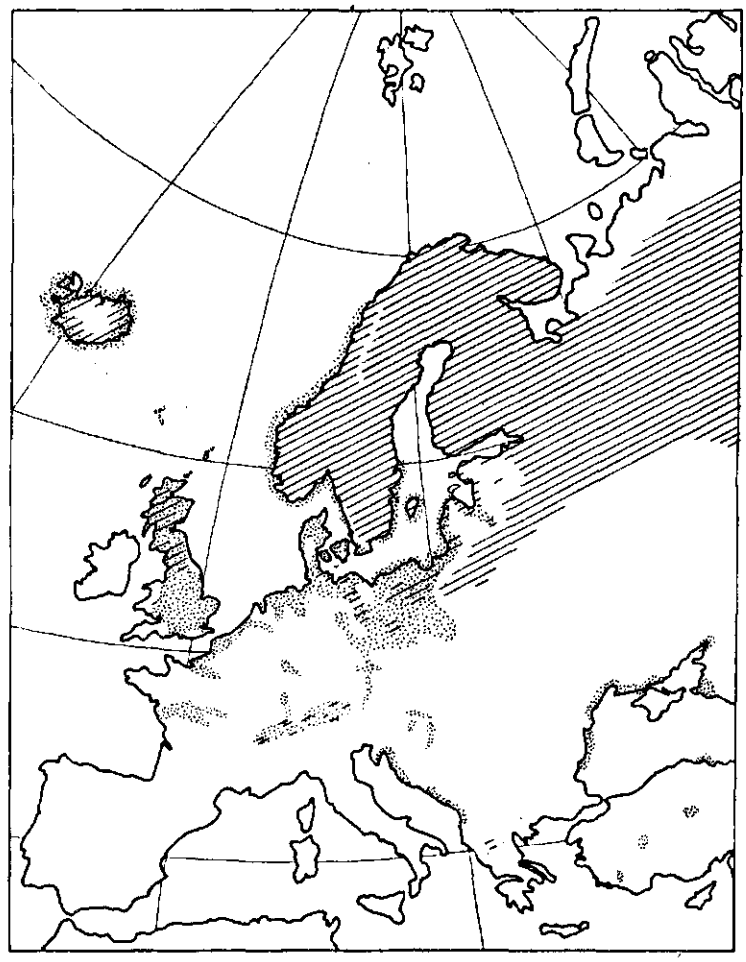
broedgebieden

Het broedgebied strekt zich in de USSR zuidelijker uit dan dat van de middelste zaagbek (figuur 28). De vogels broeden langs meren, rivieren, estuaria, fjorden en baaien. Er wordt bij voorkeur gebroed langs zoete wateren. De nesten worden gebouwd in holen in oude bomen, in rotsen en dergelijke.

overwinteringsgebieden

In West-Europa overwinteren grote zaagbekken op rivieren, meren en langs de kusten rond de Noordzee en het West-Baltische gebied. De grote zaagbek is meer een zoetwatervogel dan de middelste zaagbek. Dit uit zich in de winterverspreiding, die minder dan bij de laatste soort beperkt is tot de kustwateren.

Figuur 28: Broed- en overwinteringsgebieden van de grote zaagbek in Europa, een deel van klein Azië en Noord-Afrika. Bewerking van kaart van Cramp & Simmons (1977).



broedgebieden

overwinteringsgebieden

De Noordwesteuropese winterpopulatie wordt bij gebrek aan volledige telgegevens, voorlopig geschat op 75.000 vogels (Scott, 1980).

ruigebieden

De vleugelrui vindt plaats in de omgeving van de broedgebieden. Ruiconcentratiegebieden zijn niet bekend.

baltsgebieden

Balts begint laat in de winter en duurt voort tijdens de voorjaarstrek. Er zijn geen speciale concentratiegebieden bekend.

migratie

Broedvogels uit Centraal- en Noord-Scandinavië, Finland, Noord-Rusland en West Siberië migreren via het Baltische gebied naar Denemarken, Nederland en Engeland. Kleine aantallen trekken verder naar België en West-Frankrijk. Ruitrekbewegingen over grotere afstanden zijn niet bekend. In september/oktober verlaten de vogels de broedgebieden. De trek terug naar de broedgebieden begint in maart weer op gang te komen.

aantallen en verspreiding op het IJsselmeer

De grote zaagbek komt in november op het IJsselmeer aan. Het wintermaximum wordt in de periode januari-maart bereikt. In mei zijn de vogels zo goed als geheel naar de broedgebieden vertrokken. Tabel 34 bevat telgegevens van een aantal jaren. De weergegeven aantallen zijn waarschijnlijk grotendeels onderschattingen, aangezien de op het open water voorkomende grote zaagbek vanaf de oever moeilijk te tellen is. De Jong en andere (1982) noemt als gemiddeld jaarlijks maximum voor de jaren 1973-1979 een aantal van 8000-20.000 vogels. Het hoge aantal in 1977 is duidelijk een uitschieter.

Tabel 34: Aantallen van op het IJsselmeer overwinterende grote zaagbekken. Resultaten van twee tellingen per winterseizoen.
Bronnen: Van den Bergh, Schäffner & Smit (1978); Van den Bergh (1979, 1980, 1981, 1983).

	1977	1978	1979	1980	1981	1982
- januari	29.492	8514	7134	1632	3800	15.408
- maart	--	2085	2199	7083	2099	--

Overdag tijdens het voedselzoeken verblijft 90% van de grote zaagbekken op het Klein IJsselmeer (Beintema e.a., 1980). In de jaren zestig en begin jaren zeventig was het aandeel van het Markermeer in de verspreiding hoger dan thans (Beintema & Weyland, 1974; Brouwer & Daalder, 1980). Het is niet bekend waardoor de vogels hun activiteiten bijna geheel hebben verlegd naar het Klein IJsselmeer.

De grootste aantallen komen op het noordelijk deel van het Klein IJsselmeer voor (Swennen, 1970; Beintema e.a., 1980). Vangsten van grote zaagbekken in staande visnetten duiden eveneens op een dergelijk verspreidingspatroon (Drost e.a., 1981). De grote zaagbek behoort met de toppereend tot de talrijkste eendesoorten in dit deel van het IJsselmeer (Swennen, 1970; Beintema e.a., 1980). 's Nachts wordt waarschijnlijk op het open water geslapen.

aantallen en verspreiding rest van Nederland

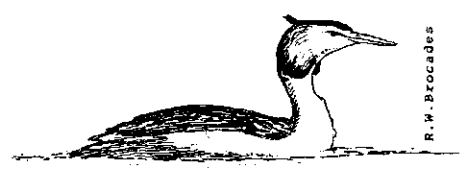
Buiten het IJsselmeer is in de midwinter gemiddeld 40% van het totaal aantal in Nederland overwinterende grote zaagbekken aanwezig (Van den Bergh, Schäffner & Smit, 1978; Van den Bergh, 1979, 1980, 1981, 1983). Het Deltagebied en de grote rivieren zijn de belangrijkste verblijfplaatsen.

voedsel en foerageergedrag

De grote zaagbek is evenals de andere zaagbekkensoorten een echte viseter. Op het IJsselmeer eet deze soort voornamelijk spiering. Daarnaast worden soms pos, baars en blankvoorn in de magen gevonden. Aal wordt weinig gegeten (Drost e.a., 1981). De door grote zaagbekken gevangen vissen zijn, alen uitgezonderd, meestal niet langer dan 10 cm (Bauer & Glutz von Blotzheim, 1969). Uitgaande van het gemiddelde wintergewicht van de grote zaagbek op het IJsselmeer (1591 gram, Doornbos, 1979) komt men met de formule van Nilsson en Nilsson (1976) op een dagconsumptie van 268 gram vis.

De grote zaagbek is een dagactieve soort die in groepen vist. Ze kunnen uit enkele honderden vogels bestaan (Van der Wal, 1978). De vogels duiken naar de randen van geulen en foerageren langs de randen van ondiepe plaatsen (Drost e.a., 1981).

Fuut (Podiceps cristatus)



broedgebieden in Europa

Het broedgebied van de fuut omvat een groot deel van West-, Midden- en Oost-Europa, van gematigde tot in mediterrane gebieden. Deze soort broedt op de oever van stilstaand, brak of zoet water dat meestal niet dieper is dan circa 5 meter. Het water moet visrijk en open zijn. Per broedpaar is meestal tenminste 1 hectare viswater beschikbaar. In het geval van grote visrijke wateren broedt de fuut soms in kolonies. De nesten worden gebouwd in niet te dichte oevervegetatie.

Het aantal broedparen van de fuut in Europa nam na een sterke daling in het midden van de vorige eeuw in vele landen, in deze eeuw weer toe.

De volgende factoren zijn verantwoordelijk voor de groei van de broedpopulatie in vele landen: beschermingsmaatregelen (tegen jacht), toenemende voedselrijkdom van het oppervlaktewater en de aanleg van grote zoete wateren in de vorm van stuwmeren, afgesloten estuaria en binnenzeeën. In Nederland nam vooral na de Tweede Wereldoorlog het aantal broedparen sterk toe (Vlug, 1980). Het aantal broedparen wordt thans geschat op 5000-7500 (Teixeira, 1979).

De grootte van de Noordwesteuropese broedpopulatie is niet bekend.

overwinteringsgebieden in Europa

De fuut overwintert in West-Europa langs vrijwel het gehele kustgebied (figuur 29). Delta's, estuaria, lagunen en baaien worden daar bezocht. Landinwaarts wordt futen in grote delen van West- en Midden-Europa op allerlei vormen van zoet water gevonden.

Er is hier sprake van een volledige overlap met de broedgebieden. Er bestaat geen schatting van het totaal in West-Europa overwinterende aantal futen.

ruigebieden in Europa

Het IJsselmeer herbergt de grootste Westeuropese ruiconcentratie (Vlug, 1976). Verder worden grote concentraties ruiende vogels gevonden op meren in Sleeswijk-Holstein en Polen (Vlug, 1976). Net als eenden kunnen de futen tijdens de rui van de slagpennen niet vliegen en zijn dan kwetsbaar. De rui van de slagpennen duurt bijna een maand.

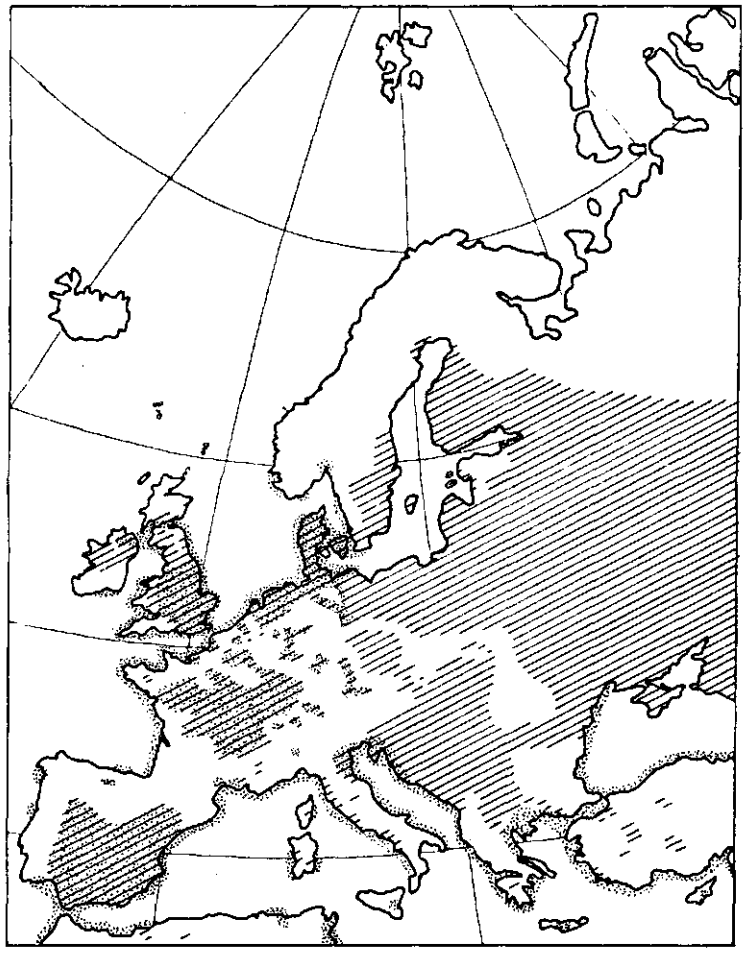
baltsgebieden in Europa

De balts vindt in de wintergebieden in kleine groepen op het water plaats.

migratie in Europa

De Noord- en Oosteuropese broedvogels vertonen vanwege de grote kans op het dichtvriezen van het zoete water een veel striktere migratie dan de Westeuropese vogels. Volwassen vogels die hun broedsel of jongen hebben verloren verlaten in juli en augustus de broedplaatsen om in grote ondiepe en visrijke watergebieden op beschutte plaatsen, in dichte groepen de slagpennen te ruien. Vogels die hun jongen hebben grootgebracht voegen zich pas aan het einde van de zomer bij de concentraties. De groepen bestaan voor een klein deel ook uit jonge vogels.

Figuur 29: Broed- en overwinteringsgebieden van de fuut in Europa, een deel van klein Azië en Noord-Afrika. Bewerking van kaart van Cramp & Simmons (1977).



broedgebieden

overwinteringsgebieden

De vogels die op het IJsselmeer ruien, hebben waarschijnlijk grotendeels in ons land gebroed. Waar de rest vandaan komt is onbekend. Na de rui gaan de vogels een ruimere verspreiding vertonen. De Nederlandse broedvogels overwinteren zowel in ons land (IJsselmeer, grote rivieren, Deltagebied) als op Zwitserse meren en rond het Kanaal (Van der Poel, 1984). Bij vorst verplaatsen de vogels zich naar de kust. Over het verloop van de trek is verder weinig bekend.

aantallen en verspreiding op het IJsselmeer

Het aantal broedparen van de fuut op de oevers van het IJsselmeer wordt geschat op circa 1500 (Vlug, 1980). Vrijwel alle in Nederland aanwezige broedkolonies liggen langs het IJsselmeer. Verder nestelen futen solitair. Er hebben zich hier kolonies gevormd doordat een groot en rijk voedselgebied samengaat met een relatief gering oppervlak aan oevervegetatie (nestgelegenheid). Dit geldt speciaal voor de Noordhollandse oever waar maar hier en daar sprake is van een klein rietveldje (totaal circa 1 ha) (Vlug, 1980). Langs de Friese oever, waar veel meer nestgelegenheid is door de bredere vegetatie, liggen echter ook kolonies. Kennelijk zoeken de vogels elkaar in gunstige voedselsituaties speciaal op (Vlug, 1980).

Tabel 35 geeft de aantallen broedvogels in de kolonies langs de oevers van het IJsselmeer. Het grootste aantal broedparen komt voor langs de Friese oevers. De kolonie bij het Mirnser Klif is de grootste van het IJsselmeer. Langs de Noordhollandse oever is met name tussen Enkhuizen en Volendam nauwelijks geschikte begroeiing te vinden. Hier is alleen bij Hoorn een kolonie aanwezig. Vooral langs de Noordhollandse oever gaan veel legsels door golfslag verloren. Het broedsucces is hier dan ook laag. De kolonies langs de Friese oever liggen beter beschermd en vertonen daardoor een hoger broedsucces (Vlug, 1980).

Verstoring van de kolonies gaat uit van mensen en dieren op de oevers en mensen vanaf het water (surfers, bootjes). De futen vluchten dan naar het open water, zodat predatoren (vogels) eieren kunnen roven. In de broedtijd zijn op het water, behalve foeragerende broedvogels, ook enkele honderden niet-broedende volwassen en onvolwassen futen aanwezig (Beintema e.a., 1980), die op het IJsselmeer overzomeren.

In juni beginnen zich op het IJsselmeer zomerconcentraties te vormen, waarin de merendeels volwassen vogels de slagpenrui doormaken. Het percentage jonge dieren in de groepen varieert van minder dan 10-31% (Vlug, 1976a, 1976b). In augustus/september wordt op de meeste plaatsen een maximum aantal bereikt. De futen komen in grote ruigroepen voor, op een aantal plaatsen langs de oevers van het Klein IJsselmeer en Markermeer. De belangrijkste plaatsen zijn: het water voor de Mokkebank, het Hondennest (Gaasterlandse oever), het water voor de Bocht van Molkwerum, het water voor de Bocht van Wervershoof, het Kornwerdenzand en het Enkhuizerzand (tabel 36). Deze plaatsen hebben gemeen dat het IJsselmeer vrij ondiep is en dat ze min of meer beschut zijn. De vogels blijven er ook na de rui nog een tijd aanwezig. Bij de Mokkebank komt het grootste aantal futen samen (tabel 36).

Tabel 35: Broedkolonies van de fuut langs het Markermeer, IJmeer en Klein IJsselmeer.
Bron: Vlug (1980).

	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79
1. IJmeer-zuid bij Muiden	--	--	--	--	--	--	--	--	--	22	34	48
2. IJmeer-west bij Amsterdam	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	29	32
3. Monding Beemster bij Uitwatering bij Hoorn-	--	--	11	7	12	35	41	54	34	48	57	
4. De Ven bij Enkhuizen	9	21	31	31	51	54	53	90	83	124	100	138
5. Bocht van Wervershoof	--	--	--	--	--	--	--	--	--	24	4	15
6. Stontelerhaven bij Den Oever	--	--	--	--	--	--	--	--	--	1	9	1
7. Zuiderhaven bij Den Oever	--	--	--	36	57	44	53	70	48	48	13	23
8. Makkumer Noordwaard	--	--	--	--	--	--	--	--	--	130	171	114
9. 'Stoenk Herne' bij Hindeloopen	--	--	--	--	--	--	--	--	59	124	164	113
10. Bocht van Molkwerum	--	--	--	--	--	--	26	24	17	173*	95	88
11. Mirnser Klif	--	--	--	--	--	86	177	171	221	297	403	383

* Haitjema, 1977
-- geen gegevens.

Deze ruiconcentratie is misschien wel de grootste van Europa (Vlug, 1976a, 1976b). De concentratie op het Enkhuizerzand (maximum 1975-1979: 11.000; Drost e.a., 1981) is voor Europese begrippen eveneens groot. Van de genoemde plaatsen vertonen Wervershoof en Kornwerderzand de kleinste aantallen (maximum 1975-1979, respectievelijk 1700 en 1800, Drost e.a., 1981). Tegelijkertijd ruien op het IJsselmeer jaarlijks meer dan 20.000 futen.

Een directe bedreiging van deze ruiplaatsen vooral langs de oever van Gaasterland, gaat uit van de pleziervaart (bootjes, zeilplanken) die in de zomer en nazomer intensief is (Haitjema, 1983). Een dergelijke bedreiging van ruiplaatsen vormt ook in Sleeswijk-Holstein en op de Poolse meren een steeds groter probleem.

Tabel 36: Aantallen futen in enkele grote ruigroepen langs de Friese oever.
1. Bron: Vlug (1976a, 1976b), maxima in de jaren 1973 t/m 1975.
2. Bron: vogeltellingen R. van Dekken ('It Fryske Gea'), maxima in de jaren 1979 t/m 1982.
3. Bron: Haitjema (1983), maxima in de jaren 1979 t/m 1982.

plaats	juli	augustus	september
1 Mokkebank	6400	20.300	20.000
2 Hondennest	730	1.275	3.000
3 Bocht van Molkwerum	480	2.300	4.600

Na de rui verblijven de vogels, meestal nog tot half oktober op de ondiepe plaatsen. Daarna verspreiden ze zich over het open water. Een deel trekt uit het IJsselmeergebied weg. Een groot deel blijft echter op het IJsselmeer overwinteren. Tellingen wijzen op wintermaxima van 4000 tot 10.000 vogels (Beintema e.a., 1980; Van Eerden, pers. med.; Van den Bergh, 1983). In de wintermaanden ligt het accent van de verspreiding op het Klein IJsselmeer (Beintema e.a., 1980). De vogels komen verspreid over het open water, maar ook langs de oevers voor.

aantallen en verspreiding in de rest van Nederland

Tellingen van in Nederland overwinterende futen (Van den Bergh, 1983) wijzen er op dat buiten het IJsselmeer in de midwinter 50-75% van de futen kan vertoeven. Het Deltagebied en de grote rivieren zijn de belangrijkste overwinteringsgebieden buiten het IJsselmeer.

voedsel en foerageergedrag op het IJsselmeer

De fuut is een vis-eter. Op het IJsselmeer bestaat het voedsel voor het grootste deel uit spiering. Daarnaast worden in geringe mate blankvoorns gegeten.

De fuut is een overdag foeragerende soort die zijn prooi duikend bemachtigt. Er wordt gedoken naar diepten van 1.5 tot en met 6 meter (Drost e.a., 1981). Van het najaar naar de winter neemt de gemiddelde duikdiepte toe omdat de vogels zich na de rui vanaf de oever over het open water verspreiden (Drost e.a., 1981).

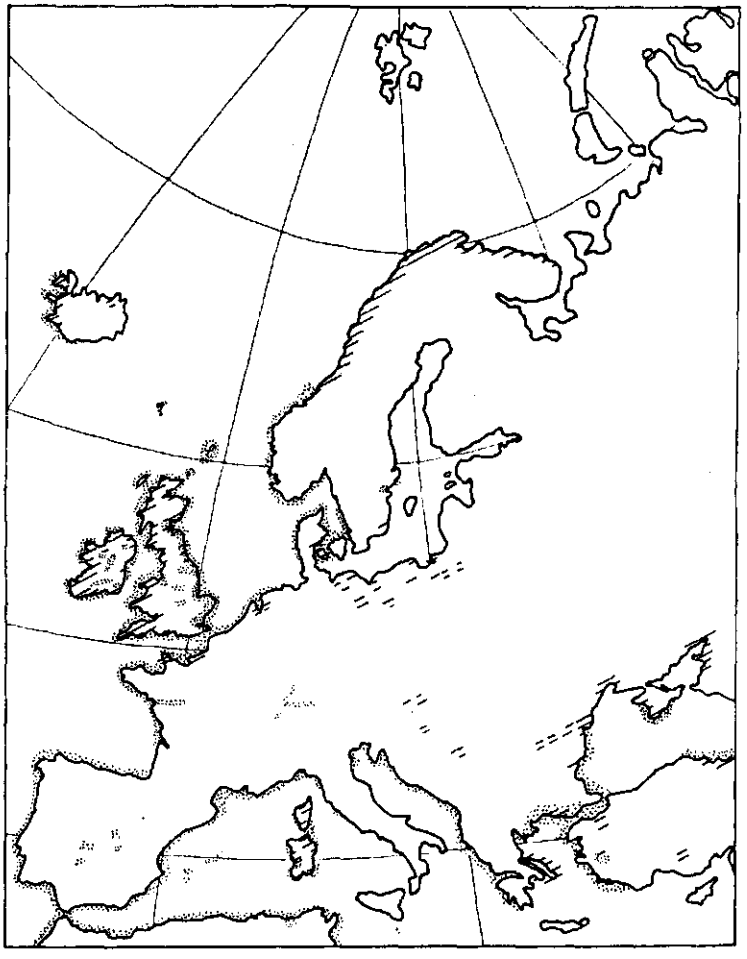


Aalscholver (Phalacrocorax carbo,
ondersoort sinensis)

broedgebieden

Ruim de helft van de Noordwesteuropese broedpopulatie broedt in ons land (Osieck, 1982). In Noordwest-Europa komen verder broedende aalscholvers, behorende tot deze ondersoort, voor in Duitsland, Denemarken en Zuid-Zweden (figuur 30). De vogels broeden in kolonies. De grote nesten gemaakt van takken worden in bomen en struiken gebouwd in de buurt van open, visrijk water. Van de vier Nederlandse kolonies liggen er drie in de buurt van het IJsselmeer: Naardermeer, Wanneperveen en Oostvaardersplassen.

Figuur 30: Broed- en overwinteringsgebieden van de aalscholver in Europa een deel van Klein Azië en Noord-Afrika. Broedgebieden van ondersoort carbo in Engeland, Ierland, Noorwegen en IJsland. Ondersoort sinensis in de rest van Europa & Klein Azië. Bewerking van kaart van Cramp & Simmons (1977).



broedgebieden
overwinteringsgebieden

overwinteringsgebieden

De aalscholvers van Noordwest-Europa overwinteren zuidelijk tot het Middellandse Zee-gebied en in Noord-Afrika (figuur 30). Een te verwaarlozen aantal van de vogels blijft in de broedgebieden overwinteren.

ruigebieden

Aalscholvers kennen geen simultane rui waarbij het vliegvermogen verloren gaat, zoals eenden en futen. Speciale ruigebieden bestaan dan ook niet.

baltsgebieden

De balts vindt in de kolonie plaats.

migratie

Van januari af trekken de vogels vanuit de wintergebieden naar de kolonieplaatsen. Na juli nemen de aantallen in de kolonies snel af doordat de vogels zich verspreiden over Noordwest-Europa. Via de kusten en over land trekken ze in de loop van de herfst zuidwaarts.

aantallen en verspreiding op en rond het IJsselmeer

Jaarlijks blijft een klein aantal aalscholvers op het IJsselmeer overwinteren (Beintema e.a., 1980). Vanaf januari keren er aalscholvers op de kolonieplaatsen terug. In maart of soms in februari begint het leggen van de eieren. Behalve de broedparen komen er in de kolonies ook niet-broedende, niet-geslachtsrijpe vogels voor. Van Dobben (1952) noemt een aandeel van 40%. De huidige broedvogelomvang van de kolonies rond het IJsselmeer wordt gegeven in tabel 37. De kolonie te Wanneperveen is sinds de aanleg van de Noordoostpolder in omvang teruggelopen. Met deze aanleg ging een belangrijk deel van het voedselgebied verloren. Een deel van de vogels verhuisde hierdoor naar het Naardermeer (Coomans de Ruiter, 1966).

Het aantal broedparen in het Naardermeer nam na 1966, toen de aalscholver in Nederland volledige bescherming kreeg, sterk toe. De laatste jaren schommelt het aantal rond de 2500. De kolonie in de Oostvaardersplassen ontstond in 1978 na het droogvallen van Zuidelijk Flevoland. De vorming van deze kolonie is niet ten koste gegaan van die in het Naardermeer omdat jonge aalscholvers, die voor het eerst gingen broeden, zich in de Oostvaardersplassen vestigden (Osieck, pers. med.). Het aantal broedparen laat een voortdurende toename zien. In 1983 was deze kolonie zelfs groter geworden dan die in de Naardermeer. Het is thans de grootste kolonie in West-Europa.

Tabel 37: Aantal broedparen in de aalscholverkolonies in de buurt van het IJsselmeer.
Bronnen: Teixeira (1979); Osieck (1983); Moerbeek (1984), tellingen Natuurmonumenten en Rijksdienst IJsselmeerpolders.

	aantal broedparen					
kolonie	1978	1979	1980	1981	1982	1983
- Naardermeer	?	2300	?	2500	?	?
- Oostvaardersplassen	125	725	900	1600	2500	4000
- Wanneperveen	?	300	325	325	350	?

Het aantal vogels in de kolonies vertoont van april tot in juli een voortdurende toename door de aankomst van late broedvogels en niet-broedvogels en het zelfstandig worden van de jongen (Osieck, 1982). In juli 1981 waren er 26.000 zelfstandige vogels in de kolonies van het Naardermeer en de Oostvaardersplassen te zamen (Osieck, 1982).

Gedurende de broedtijd zoeken de vogels uit de kolonies op het nabijgelegen open water naar voedsel. De vogels uit het Naardermeer foerageren ten westen van de lijn Enkhuizen-Pampus-haven vooral op het IJmeer (Osieck, 1982). De vogels van de Oostvaardersplassen vissen vooral ten zuiden van de lijn Urk-Trintelhaven zowel op het Klein IJsselmeer als op het Markermeer (Osieck, 1982). Minder dan 5% van de vogels uit beide kolonies foerageert op het Gooi- en Eemmeer (Bick & Van Schaik, 1980). De vogels uit Wanneperveen foerageren op het Ketelmeer, het Zwarte Meer, het Vollenhovermeer en in De Wieden.

Op de Steile Bank en de schelpenbanken van de Workumerwaard zijn vanaf maart niet-broedende, meestal jonge aalscholvers te vinden. De Steile Bank wordt voor rusten en slapen gebruikt, terwijl de schelpenbanken alleen overdag als rustplaats dienst doen. Vanaf de schelpenbanken vertonen de vogels 's avonds slaaptrek naar de Steile Bank. Tabel 38 geeft een indruk van de aantallen vogels die op de Steile Bank verblijven. Na juli, wanneer de kolonies worden verlaten, groeit het aantal aalscholvers op de Steile Bank sterk. Tot in de herfst kunnen vele duizenden aalscholvers van deze zandbank gebruik maken.

Tabel 38: Aantallen aalscholvers op de Steile Bank (Gaasterlandse oever). Maxima in de jaren 1979-1982. Bron: Haitjema (1983) en telgegevens Vogelwerkgroep Friese IJsselmeerkust en omgeving (T. Haitjema).

feb	mrt	apr	mei	jun	jul	aug	sep	okt	nov	dec
20	2040	2800	3400	2200	5600	7800	9650	6800	900	15

voedsel en foerageeractiviteit op het IJsselmeer

Aalscholvers eten vis. De dagelijkse voedselbehoefte van een volwassen vogel is even hoog als die van een halfwas jong. Deze bedraagt circa 400 gram (Van Dobben, 1952). Op het IJsselmeer wordt vooral snoekbaars, brasem, blankvoorn, aal en spiering gegeten. Welke vissoort het meest wordt gevangen hangt af van het aanbod en de vangbaarheid. Er is daarom sprake van een voedselsamenstelling die zowel van seizoen tot seizoen als binnen het seizoen wisselt. De voedselkeuze, zoals die in 1970 door De Boer (1972) in het Naardermeer werd vastgesteld, is niet van toepassing op de vogels van de Oostvaardersplassen en waarschijnlijk ook niet meer op die van het Naardermeer. Vooral snoekbaars en aal schijnen minder te worden gegeten (Osieck, pers. med.).

De aalscholvers ondernemen vanuit de kolonies gezamenlijk voedselvluchten naar het IJsselmeer. Per individu worden tenminste 2 voedselvluchten per dag gemaakt. Het totaal aantal voedselvluchten per dag is maximaal in juni/juli. De aalscholvers duiken, drijvend op het water, in grote lijnvormige groepen naar vis. Helderheid is voor het succesvol vangen van belang, aangezien de aalscholver een oogjager is. Op het Markermeer wordt daarom vooral gevist bij rustig weer (treedt vooral 's zomers op). Bij enige wind wordt het water snel troebel door de opwerveling van bodemdeeltjes (slibrijke bodem; het aangrenzende deel van het Klein IJsselmeer is zandiger). Een sterk verminderd doorzicht kan ook ontstaan door blauwalgenbloei. Deze is al in enkele zomers in het Klein IJsselmeer opgetreden (paragraaf 3.1.1). Door de blauwalgengroei in de randmeren zijn deze wateren als voedselgebied sterk in betekenis afgenomen (Bick & Van Schaik, 1980).

aantallen en verspreiding in de rest van Nederland

In Nederland is buiten de genoemde kolonies rond het IJsselmeer nog maar één kleine kolonie, in De Biesbosch, aanwezig (45 broedparen in 1981).

In 1940 broedde de helft van alle broedvogels rond het IJsselmeer (voornamelijk in Wanneperveen). Een andere grote kolonie lag in Lekkerkerk. De kolonie in De Biesbosch was veel groter dan nu. Door vervolging, verstoring en watervervuiling (grote rivieren) nam van 1940 tot 1964 het aantal broedparen in Nederland af van 3960 tot 1150 paar (Coomans de Ruiter, 1966). De kolonies in Lekkerkerk en De Biesbosch verdwenen in deze periode geheel. Sinds de volledige bescherming van de aalscholver (1965) neemt het aantal broedparen toe. Er vormde zich weer een kolonie in De Biesbosch. De belangrijkste groei van broedparen vond echter plaats in het Naardermeer en in de recentelijk ontstane Oostvaardersplassen.

Visdief (Sterna hirundo)



broedgebieden

Het verspreidingsgebied van broedende visdieven omvat een groot deel van Europa. De vogels broeden zowel langs de kusten als meer landinwaarts. Het broedbiotoop is gekenmerkt door een lage, open vegetatie in de buurt van open, visrijk water. Een lage vegetatie is nodig in verband met het opvliegen en landen, het onderlinge contact en de balts (Guldemond & Roog, 1982). Visdieven nestelen in kolonies die groter zijn naarmate het oppervlak aan voedselrijk water groter is.

De Westeuropese broedpopulatie van de visdief wordt geschat op 35.000 paar (Scott, 1980).

overwinteringsgebieden

De Europese broedvogels overwinteren langs de Westafrikaanse kust.

ruigebieden

Er is geen sprake van speciale ruigebieden. De volledige rui begint in de broedgebieden en wordt voltooid in de winterverblijfplaatsen. De vogels verliezen hun vliegvermogen niet.

baltsgebieden

Balts en paarvorming vinden plaats na de voorjaarstrek op de broedplaatsen.

migratie

Eind april arriveren de eerste vogels in de Nederlandse kolonies. De trouw aan de broedkolonie is vrij groot (Guldemond & Roog, 1982).

In juli/augustus wordt de trek naar de winterverblijfplaatsen ingezet. Er zijn op het IJsselmeer dan grote aantallen doortrekkende visdieven, waarschijnlijk merendeels uit de Nederlandse kolonies, aanwezig.

aantallen en verspreiding op het IJsselmeer

Rond het IJsselmeer zijn drie grote kolonies van de visdief te vinden. Ze bevinden zich op de Workumerbuitenwaard (1983: 1750 paar), bij Lelystad-haven (1983: 2000 paar; 1984: 800-1000 paar) en bij de Houtribsluizen (1983: 200 paar; 1984: 1000 paar; alle telgegevens afkomstig van Van Elburg, RIJP, Lelystad, pers. med.). Deze kolonies behoren tot de grootste in West-Europa. Er zijn ook nog twee kleinere kolonies bekend. Deze bevinden zich in polder IJdoorn (circa 40 paar, telling Natuurmonumenten) en in het sluitgat van de Wieringermeer (circa 5 paar, Van Elburg, pers. med.). Op Makkumernoordwaard, Stoenk Herne en de Gaasterlandse oever komen geen kolonies van de visdief voor, door het ontbreken van een geschikte broedbiotoop (Werkgroep Workumerwaard, 1978; Haitjema, 1983). Op de Makkumernoordwaard en Stoenk Herne broedden aan het begin van de zeventiger jaren nog wel kleine aantallen visdieven. De kolonie bij Lelystad-haven ligt op opgespoten zandig terrein dat voor huizenbouw bedoeld is. Daardoor zal de kolonie in de nabije toekomst verdwijnen. De aantalsafname van 1983 naar 1984 is het gevolg van het bouwrijp maken van het oude deel van het terrein. Op een nieuw, nog ongebruikt deel komt thans het grootste aantal broedparen voor. Over één à twee jaar zal ook dit deel echter van visdieven verloren gaan.

De kolonie bij de Houtribsluizen ligt op zandig terrein (Houtribhoofden), dat steeds verder verruigt. Een kokmeeuwkolonie draagt voor een belangrijk deel aan deze verruiging bij. Behalve verruiging vormt ook verstoring door de mens een bedreiging van de kolonie. De voorgenomen aanleg van een rijwielpad door dit gebied zal de verstoring nog doen toenemen. Er moet dan ook worden verwacht dat deze kolonie in de toekomst zal verdwijnen (Van Elburg, pers. med.).

Op de Workumerwaard broedt de visdief vanouds op schelpenbanken die hier voor de oever liggen. Sinds een aantal jaren broedt echter de helft van het aantal paren op het grasland van de buitenwaard. De dichtheid van de schelpenbank is 25 tot 30 maal zo hoog als op het grasland. Het voortbestaan van de kolonie op de Workumerwaard is voornamelijk afhankelijk van de verruiging van de banken, verstoring door de mens en het gehanteerde IJsselmeerpeil. Verstoring door recreanten, vooral vanaf het water (zeilplanken), treedt thans op (Hosper, Fryske Gea, Olterterp, pers. med.). In het algemeen verlaten, bij voortdurende verstoring, de vogels de broedplaats, om zich elders, meer verspreid weer te vestigen. Bij een verdere toename van de recreatie rond de schelpenbanken is het verdwijnen van de kolonie zeker mogelijk.

De verruiging van de schelpenbanken gaat steeds verder. De uitwerpselen van de visdieven zelf maar vooral ook die van de broedende kokmeeuwen bevorderen dit proces. Overspoeling van de banken in de winter is te gering om de verruiging tegen te gaan. De begroeiing maakt de banken minder geschikt als broedbiotoop. Waarschijnlijk is door de verruiging de gedeeltelijke verschuiving naar het grasland opgetreden (Guldemond & Roog, 1982).

Overstroming van de schelpenbanken door krachtige westenwinden komt thans in de broedtijd voor. Overspoeling heeft tot gevolg dat legsels en jongen verloren gaan en dat de vogels een vervolglegsel moeten produceren. Dit is altijd kleiner en het broedsucces is geringer dan bij het eerste legsel (Guldemond & Roog, 1982). Een verhoging van het thans gehanteerde zomerpeil kan tot gevolg hebben dat door veelvuldige overstroming de schelpenbanken niet meer als broedplaats kunnen dienen. Iets dergelijks zien we langs de Gaasterlandse oever. De daar aanwezige zandbankjes zijn niet geschikt als broedplaats omdat ze 's zomers te frequent worden overspoeld (Haitjema, 1983).

Van mei tot in september zijn op het IJsselmeer grote aantallen foeragerende visdieven aanwezig. Eerst gaat het vooral om vogels uit kolonies rond het IJsselmeer. Later komen ook vogels uit andere kolonies in Nederland, op doortrek, op het IJsselmeer voor. Drost e.a. (1981) noemen als gemiddeld jaarlijks maximum (1973-1979) een aantal van 15.000-20.000 visdieven op het IJsselmeer.

In de broedtijd zijn de foeragerende vogels vooral in het noordelijk deel van het Klein IJsselmeer en in het oosten van het Markermeer te vinden. Na de broedtijd komen de visdieven meer verspreid over het IJsselmeer voor (Beintema e.a., 1980). De Steile Bank is na de broedtijd een belangrijke slaapplaats (tabel 39). De vogels trekken er tegen de avond, vanaf het open water, massaal heen (Engelmoer, 1979). Het ondiepe water voor de Workumerwaard is van juli tot september een belangrijke rustplaats voor volwassen visdieven en jongen, die de broedplaats verlaten hebben.

Tabel 39: Aantallen op de Steile Bank slapende visdieven. Maximale aantallen in de jaren 1979-1982. Bron: Haitjema (1983); Vogelwerkgroep Friese IJsselmeerkust en omstreken (T. Haitjema).

mrt	apr	mei	jun	jul	aug	sep	okt
65	650	140	160	1100	7500	7400	62

aantallen en verspreiding in de rest van Nederland

Het broedbestand van de visdief in Nederland liep van 1958 tot 1971 terug van 40.000 tot 8000 paar. Oorzaken van deze terugloop zijn vergiftiging van volwassen vogels (onder andere landbouwgiften) en een afname van het broedsucces ten gevolge van de gifstoffen (Teixeira, 1979). In de jaren zeventig is de stand in Nederland weer toegenomen. Thans wordt deze geschat op 12.500 paren (Osieck, 1981). Deze toename geldt vooral voor het Nederlandse kustgebied. In het binnenland schijnt de broedpopulatie nog steeds af te nemen doordat grasland te intensief wordt gebruikt. Hierdoor worden de vogels gehinderd bij het grootbrengen van broedsels (Teixeira, 1979).

voedsel en foerageeractiviteit op het IJsselmeer

Spieringlarven en volwassen spieringen vormen de hoofdprooi van de visdief (Werkgroep Workumerwaard, 1978; Guldemond & Roog, 1982). Stootduikend of over het wateroppervlak scherend worden de spieringen gevangen. Aanvullend worden insekten boven land en het water (muggelarven) uit de lucht gepikt (Guldemond & Roog, 1982). De vogels zoeken individueel naar voedsel.

Zwarte stern (Chlidonias niger,
Eurazische ondersoort
niger)



broedgebieden

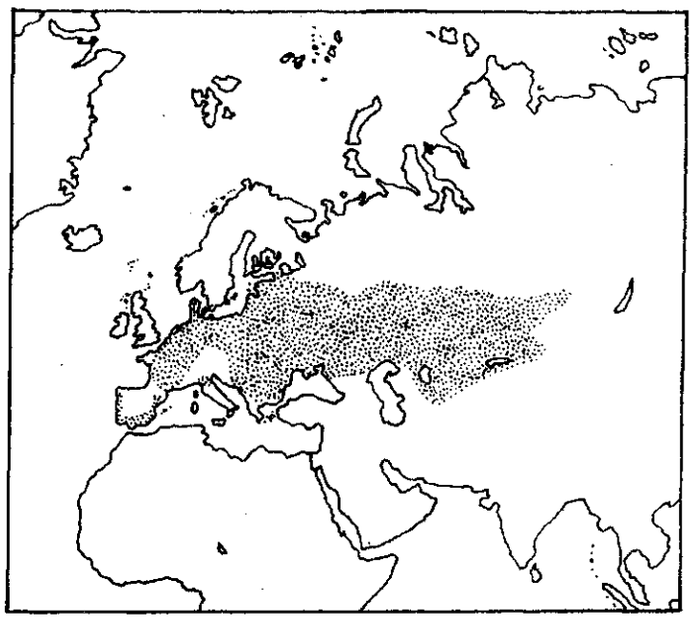
In een groot deel van West-Europa komt de zwarte stern als broedvogel voor. Het totale broedgebied strekt zich uit van 60° NB tot Zuid-Spanje (figuur 31). Deze sternsoort is gebonden aan waterrijke gebieden als moerassen, heidevennen, plassen en drassige weilanden. De nesten worden gebouwd op drijvende waterplanten (krabbescheer), langs slootkanten en in riet-, gras- en biezenpollen (Teixeira, 1979).

Drooglegging van moerassen en waterstandsverlagingen ten behoeve van de landbouw vormen een dreiging van de broedbiotoop. De Noordwesteuropese broedpopulatie wordt geschat op 3000 paar vogels (Osieck, 1982). Door de genoemde factoren en daarnaast waterrecreatie loopt het aantal broedparen in de meeste Westeuropese landen terug (Schouten, 1982). Het aantal broedparen is ook in Nederland de laatste jaren afgenomen. In 1980 bedroeg het aantal broedparen waarschijnlijk minder dan 1500 (Osieck, 1982).

overwinteringsgebieden

Deze soort overwintert langs de kusten van West-Afrika.

Figuur 31:Broedgebieden van de zwarte stern (Eurazische ondersoort) in Europa en Azië.
Bron: Schouten (1982).



ruigebieden

Tijdens de trek verzamelen zich in het IJsselmeergebied grote aantallen ruiende zwarte sterns. De volwassen zwarte sterns die op het IJsselmeer verblijven ruien de lichaamsveren grotendeels en de staartveren geheel. De slagpennen worden gedeeltelijk geruid, waarbij de vogels hun vliegvermogen niet verliezen (Schouten, 1982). De onvolwassen vogels ruien hun veren in de overwinteringsgebieden. Elders in Europa zijn in de ruitijd geen pleisterplaatsen met grote concentraties bekend.

baltsgebieden

Geen speciale gebieden. Ze baltsen op de broedplaats.

migratie

Van eind juni tot begin oktober trekken de vogels van hun Europese en Siberische broedgebieden naar de overwinteringsplaatsen in West-Afrika. De belangrijkste pleisterplaats is het IJsselmeer (Schouten, 1982). Tussen Noord-Europa en Afrika zijn verder geen gebieden bekend waar zulke grote aantallen zwarte sterns een zekere tijd verblijven (Schouten, 1982).

Het is mogelijk dat de vogels vanuit het IJsselmeergebied zonder rust naar Afrika doorvliegen.

De vogels die na de overwintering in Noordwest-Europa gaan broeden trekken voornamelijk via de Westeuropese kusten vanuit Afrika noordwaarts. Op de Nederlandse broedplaatsen komen de zwarte sterns vanaf eind april aan (Teixeira, 1979).

aantallen en verspreiding op het IJsselmeer

Op de buitendijkse gebieden langs het IJsselmeer komen vrijwel geen broedende zwarte sterns voor (Werkgroep Workumerwaard, 1980; Haitjema, 1983). Ook een gebied als de Oostvaardersplassen wordt door deze sternsoort niet benut (Teixeira, 1979). In de broedtijd (mei tot en met juni) worden op het open water van het IJsselmeer enkele honderden foeragerende sterns aangetroffen (Beintema e.a., 1980). Deze zijn afkomstig van binnendijkse broedplaatsen (b.v. in Waterland).

Vanaf juni neemt het aantal zwarte sterns op het IJsselmeer sterk toe. Doorgaans worden in augustus de grootste aantallen waargenomen. Aangezien er al in eind juli weer vogels wegtrekken geeft het augustusmaximum een onderschatting van het totale aantal vogels dat het IJsselmeer bezoekt (Schouten, 1982). In september verlaten de sterns merendeels het IJsselmeer.

Tabel 40 geeft het augustusmaximum in een aantal jaren. De verschillen van jaar tot jaar kunnen onder meer het gevolg zijn van verschillen in broedsucces. Het grote aantal pleisterende vogels geeft aan dat niet alleen het grootste deel van de Noordwesteuropese broedpopulatie naar het IJsselmeer trekt maar ook een groot deel van de Oosteuropese en mogelijk Siberische broedvogels (Schouten, 1982).

De zwarte sterns zijn overdag tijdens het voedselzoeken over het wateroppervlak verspreid (Beintema e.a., 1980). De verdeling van de vogels over Klein IJsselmeer en Markermeer is onbekend. Op het Klein IJsselmeer komen de sterns meer aan de kant van de Noordhollandse oevers voor dan langs Friesland en de Noordoostpolder (Mulder & Tanger, 1980, 1981). Tegen de avond trekken de sterns massaal naar een drietal vaste slaapplaatsen (tabel 40). De vogels komen over een breed traject op de slaapplaats aanvliegen (Schouten, 1982). De enige slaapplaats op het IJsselmeer is de Steile Bank. De sterns die op het Balgzand slapen komen grotendeels uit het noordelijk deel van het Klein IJsselmeer. De vogels van de Oostvaardersplassen komen grotendeels van het Markermeer (Tanger, 1981).

Tabel 40: Maximale aantallen zwarte sterns op de drie slaapplaatsen rond het IJsselmeer. Bronnen: Tanger (1981); Schouten (1982).

jaar	Oostvaarders-plassen	Balgzand	Steile Bank	Totaal
1978	n.b.	n.b.	n.b.	> 22.000
1979	5-10.000	1.500	0	6.500-11.500
1980	36.500-42.000	40.000	7.000	83.500-89.000
1981	24.390	10-12.000	19.690	55.000-57.000

n.b. = niet bepaald

voedsel en foerageeractiviteit op het IJsselmeer

In de broedtijd bemachtigen de sterns hun voedsel meestal in de directe omgeving van hun broedplaats. Het bestaat uit insekten, insektelarven, kreeftjes en vissen (Teixeira, 1979). Het voedsel van de op het IJsselmeer pleisterende sterns bestaat merendeels uit spiering. De sterns vangen eerste- en tweedejaars spieringen met lengten van 35-105 mm (Schouten, 1982). De vogels zoeken solitair naar hun prooi. Van een hoogte van 1-10 meter maken ze duikvluchten naar vlak onder het wateroppervlak zwemmende spieringen. Op warme dagen worden er boven land ook wel insekten gevangen. Deze worden in de vlucht van de vegetatie of uit de lucht gepikt. Waarschijnlijk worden er door zwarte sterns op dagen, wanneer de poppen van dansmuggen (Chironomus Tendipes plumosus) op de bodem van het IJsselmeer massaal uitkomen, veel muggen gegeten (Schouten, 1982).

De rui die de vogels op het IJsselmeer doormaken kost veel energie. Door de voedselvergaring op het IJsselmeer wordt deze energie aangevuld en kan er zelfs een vetreserve worden opgebouwd. De vogels zijn wanneer ze het IJsselmeer gaan verlaten in het algemeen vet tot zeer vet. Er zijn aanwijzingen dat de vogels deze vetreserve vrijwel geheel gebruiken voor hun vlucht naar West-Afrika (Schouten, 1982).

Andere sternsoorten

aantallen en verspreiding dwergstern (Sterna albifrons)

Deze soort komt van half april tot oktober langs onze kusten voor. Er wordt in kleine kolonies gebroed op schelpenbanken en schelprijke strandjes in de buurt van open en visrijk water (Teixeira, 1979).

Na een sterke afname van het aantal broedparen in de jaren zestig was er in de jaren zeventig sprake van enig herstel (Teixeira, 1979). Thans broeden circa 350 paar dwergsterns in Nederland (Osieck, 1982).

Langs het IJsselmeer broedden dwergsterns op de kaalste delen van de schelpenbanken van de Makkumer- en Workumerwaard. Vanaf 1978 komen er op de Workumerwaard echter geen broedende dwergsterns meer voor. Op de Makkumerwaard is het aantal sterk teruggelopen (Werkgroep Workumerwaard, 1978). Verruiging van de schelpenbanken is een mogelijke oorzaak. De schelpenbanken en het aangrenzende visrijke water vormen in principe een ideale broedbiotoop voor deze soort. Langs de Gaasterlandse kust komt de dwergstern als broedvogel niet voor (Haitjema, 1983). De frequente overstroming maakt de hier aanwezige zandbankjes waarschijnlijk ongeschikt (zie visdief). Rond Lelystad-haven zijn enkele broedparen van deze soort vastgesteld.

aantallen en verspreiding noordse stern (Sterna paradisaea)

Noordse sterns komen vaak gemengd met visdiefjes in kolonies voor. Het aantal noordse sterns is in Nederlandse kolonies meestal kleiner. Het totaal aantal broedparen in Nederland wordt geschat op 1350 (Osieck, 1982). Vrijwel alle broedparen zijn geconcentreerd in het Waddengebied (Teixeira, 1979).

De noordse stern is evenals de dwergstern als broedvogel nagenoeg geheel van de buitendijkse IJsselmeeroevers verdwenen. sinds 1948 komt deze soort op de Mokkebank niet meer voor (Van der Ploeg e.a., 1977). In de jaren zestig verdween een kolonie van 200 vogels van de Makkumernoordwaard (Van der Ploeg e.a., 1977). Na 1970 is op de Workumerwaard het voormalige aantal van 100 paar teruggelopen tot incidentele broedgevallen (Werkgroep Workumerwaard, 1978). De oorzaken van het verdwijnen van deze vogels zijn niet bekend. Toegenomen verstoring door recreatie en verruiging van de broedplaatsen zijn mogelijke oorzaken.

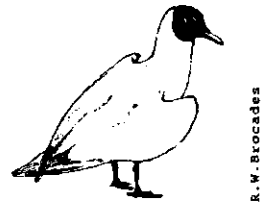
aantallen en verspreiding grote stern (Sterna sandvicensis)

De grote stern, die in dichte kolonies broedt, kwam tot het begin van de zestiger jaren in het IJsselmeergebied als broedvogel voor (Makkumerwaard, Veluwemeer). Thans zijn alleen kolonies aanwezig in het Delta- en het Waddengebied. Het aantal broedparen nam in Nederland in de jaren zestig als gevolg van verontreiniging van het voedsel (bestrijdingsmiddelen) sterk af. In de jaren zeventig vond weer een aanzienlijke groei van het aantal broedparen plaats (Teixeira, 1979). Het aantal broedparen in Nederland wordt nu geschat op 7450 (Osieck, 1982). Dit is ongeveer één kwart van de noordwesteuropese populatie.

aantallen en verspreiding reuzenstern (Hydroprogne caspia)

Reuzensterns afkomstig uit broedplaatsen in het Oostzeegebied, komen van juli tot in september op de Steile Bank voor (Haitjema, 1982). Ze zijn op doortrek. De Steile Bank dient als slaapplaats, terwijl op het IJsselmeer waarschijnlijk wordt gefoerageerd. In de jaren 1979-1982 werden op de Steile Bank in augustus/september 15-20 reuzensterns geteld (Haitjema, 1982). De reuzenstern komt als broedvogel in Nederland niet voor.

Kokmeeuw (Larus ridibundus)



broedgebieden

De kokmeeuw broedt in een groot deel van West-, Midden- en Oost-Europa. Zowel langs de kusten rond de Noordzee, de Oostzee en langs de Atlantische Oceaan als rond binnenwateren komen de broedkolonies voor. De vogels nestelen op de grond.

overwinteringsgebieden

's Winters komen kokmeeuwen in Europa op grote meren, langs de Noordzee, de Adriatische Zee en de Middellandse Zee voor. Ze zijn verder ook overal in het binnenland te vinden waar open water aanwezig is (slaapplaatsen).

ruigebieden

Trekkende vogels ruien pas in de winterverblijfplaatsen. Onze broedvogels ruien in eigen land.

baltsgebieden

Er wordt op de broedplaatsen gebaltst.

migratie

De broedvogels uit Noord-en Oost-Europa zijn grotendeels trekvogels. Ze overwinteren rond de Noordzee en langs de Atlantische kust, maar ook in het binnenland. De Nederlandse broedvogels trekken vooral naar Frankrijk en de Britse eilanden.

aantallen en verspreiding op het IJsselmeer

Van de meeuwen die op het IJsselmeer voorkomen is de kokmeeuw verreweg de talrijkste. Het maximum valt in de periode augustus tot en met november. Er zijn dan 40.000 tot 50.000 vogels op het IJsselmeer aanwezig (Beintema e.a., 1980).

In de zomermaanden, wanneer de kokmeeuw op de Friese oevers broedt, komen 10.000 tot 20.000 vogels op het water voor. Het minimum (tot 10.000 dieren) valt in de winter (Beintema e.a., 1980).

De kokmeeuw broedt langs het IJsselmeer in min of meer grote kolonies op de Workumerwaard, in de Oostvaardersplassen, in de Lepelaarsplassen en bij Lelystad. Kleine kolonies liggen op nog enkele andere plaatsen rond het IJsselmeer.

In de jaren 1979-1982 kwamen gemiddeld circa 5700 broedparen op de Workumerwaard voor. De nesten liggen op de wat ruigere gedeelten van de schelpenbanken en verspreid over de ruige delen van de buitenwaard (Werkgroep Workumerwaard, 1978). Al vele jaren tracht men hier het aantal kokmeeuwen te beperken door middel van vernietiging van de eieren. Ondanks deze maatregelen nam in de afgelopen jaren (1979-1982) de populatie toe van 4400 tot 7000 broedparen (Veenstra, 1982). De aanwezigheid van veel kokmeeuwen werd gezien als een bedreiging van de visdiefpopulatie vanwege de concurrentie om nestplaatsen, predatie en bevordering van de verruiging (uitwerpselen). Onderzoek van Guldemond & Roog (1982) heeft aangetoond dat de negatieve invloed niet zo groot is als aanvankelijk is verondersteld. De kokmeeuwen die op het IJsselmeer voedsel zoeken zijn regelmatig over het water verspreid. Er is weinig groepsvorming.

Na de broedtijd vertonen de meeuwen slaaptrek naar rustplaatsen langs de Friese IJsselmeeroever. De vogels maken daar ook de rui door. Langs de Westfriese oever komen grote aantallen meeuwen in het ondiepe water bij de Workumerwaard voor (Guldemond & Roog, 1980). Langs de Zuidfriese oever is de Steile Bank een belangrijke slaapplaats (Haitjema, 1983). In de jaren 1979 tot 1982 verbleven op de Steile Bank in juli, augustus en september maximaal respectievelijk 2600, 3800 en 2500 kokmeeuwen (Haitjema, 1983).

voedsel en foerageeractiviteit op het IJsselmeer

De kokmeeuw voedt zich op het IJsselmeer geheel met vis. Als belangrijkste soorten worden spiering en pos genoemd (Swennen, 1970).

aantallen en verspreiding in de rest van Nederland

De totale winterpopulatie van de kokmeeuw in Nederland wordt geschat op 500.000 tot 1.500.000 exemplaren (Kuyk, 1981). De vogels komen voor langs de kust en in het binnenland (concentraties in steden en op vuilnisbelten).

Andere meeuwesoorten

aantallen en verspreiding stormmeeuw (Larus canus)

De grootste aantallen van deze soort komen op het IJsselmeer voor in de maanden december tot en met april. Er zijn dan 2000 tot 3000 vogels op het IJsselmeer aanwezig (Beintema e.a., 1980). De vogels zijn al voedsel zoekend sterk over het water verspreid. Langs de Friese westoever komt de stormmeeuw, als doortrekker, in geringe aantallen voor. Langs de Gaasterlandse oever zijn de aantallen doortrekkers veel hoger (Haitjema, 1983). In de jaren 1979-1982 werden hier maximaal 3600 stormmeeuwen geteld (nazomer).

In de broedtijd is het aantal stormmeeuwen op het IJsselmeer laag. Er broeden geen stormmeeuwen vlak langs het IJsselmeer. Langs de kust is de stormmeeuw een vrij schaarse broedvogel.

aantallen en verspreiding dwergmeeuw (Larus minutus)

Dwergmeeuwen komen op doortrek en overwinterend op het IJsselmeer voor. Deze soort broedt in Oost-Europa. De vooral in de zomer en nazomer doortrekkende vogels zijn langs de oevers te vinden (Swennen, 1970). Langs de Friese west- en zuidoever zijn in mei en juni jaarlijks 400 tot 600 vogels aanwezig (Veenstra, 1982; Haitjema, 1983).

In 1976 en 1977 werd op het IJsselmeer in het najaar een maximaal aantal dwergmeeuwen van respectievelijk 4400 en 11.000 geteld (Beintema e.a., 1980). Van Eerden & Zijlstra (in voorbereiding) noemen een gemiddeld jaarlijks maximum van 4000 tot 8000 vogels. De perioden waarin jaarlijks de grootste aantallen worden gevonden zijn september-december en februari-april (De Jong e.a., 1982). De dwergmeeuwen komen verspreid over het water voor. Ze zijn voornamelijk op het Klein IJsselmeer te vinden.

Het voedsel van de in kleine groepen vissende dwergmeeuwen bestaat waarschijnlijk voor een groot deel uit spiering (Swennen, 1970).

aantallen en verspreiding grote mantelmeeuw (Larus marinus)

Deze soort komt als doortrekker en overwinteraar op het IJsselmeer voor. In de broedtijd zijn er weinig vogels op het IJsselmeer aanwezig, omdat deze soort niet in Nederland broedt. In het najaar en de winter komen 1000-2000 vogels op het water voor (Beintema e.a., 1980). De vogels zijn vooral in het noordelijk deel van het Klein IJsselmeer te vinden. Ze zijn sterk over het water verspreid (Beintema e.a., 1980). Vanaf juli komen op de Steile Bank langs de Zuidfriese oever grote aantallen mantelmeeuwen overnachten.

In de jaren 1979-1982 waren dit er in augustus maximaal 2000 (Haitjema, 1983). De Steile Bank is een van de belangrijkste slaapplaatsen van deze soort in Nederland (Haitjema, 1983). Op de Workumerwaard komen minder dan 100 grote mantelmeeuwen rustend voor, na de broedtijd (Veenstra, 1982).

aantallen en verspreiding zilvermeeuw (Larus argentatus)

Er zijn geen duidelijke seizoenswisselingen in het aantal op het water aanwezige meeuwen te onderscheiden (Beintema e.a., 1980). De meeste vogels zijn op het noordelijk deel van het Klein IJsselmeer aanwezig. Op het water komen maximaal enkele duizenden zilvermeeuwen voor (Beintema e.a., 1980). De zilvermeeuw broedt in grote kolonies in de kuststreek. Langs het IJsselmeer is het een schaarse broedvogel.

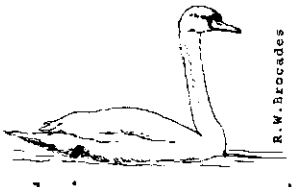
3.6.4 Planten-etende vogels

Het IJsselmeer speelt als foerageerplaats voor planteneters een zeer geringe rol. Door de afname van de fonteinkruidvelden langs de Friese oever en de aanleg van de Flevopolders, waardoor een fonteinkruidrijk deel van het Markermeer verloren ging, is de betekenis van het IJsselmeer als foerageerplaats voor planten-etende vogels sinds 1960 sterk afgenomen. In de Flevorandmeren ontwikkelden zich aanvankelijk fonteinkruidvelden maar ook deze verkleinden sinds 1970 sterk als gevolg van blauwalgenbloei. Hierdoor nam ook de betekenis van de randmeren voor planten-eters sterk af (Van der Wal, 1976).

Op de Gouwzee, langs de oevers van het IJmeer en plaatselijk langs de Friese oever komen thans nog velden fonteinkruid voor. Kleine aantallen knobbelzwanen, zwemeenden en kleine zwanen worden hier in voor- en najaar foeragerend aangetroffen. Tevens zijn er dan fonteinkruid-etende meerkoeten en duikeenden te vinden. Het merendeel van de voedselbehoefte van de rond en op het IJsselmeer aanwezige planten-etende soorten wordt gedekt door wat de oever te bieden heeft.

De in de zomer op het IJsselmeer ruiende knobbelzwanen zijn waarschijnlijk de enige planten-eters die zich, zij het tijdelijk, geheel voeden met wat het IJsselmeer aan voedsel oplevert. In het volgende worden de knobbelzwaan en de kleine zwaan besproken. Zwemeenden komen in paragraaf 3.6.5. aan bod omdat het merendeel van de vogels die op het IJsselmeer verblijft elders voedsel zoekt.

Knobbelzwaan (Cygnus olor)



broedgebieden

De knobbelzwaan komt als broedvogel in een groot deel van Europa voornamelijk langs de oevers van zoete wateren voor.

overwinteringsgebieden

De knobbelzwaan overwintert in geheel West-Europa in riviergebieden, op meren en in drassige graslanden doorsneden door sloten.

ruigebieden

De slagpennen worden na de broedtijd op het open water van meren en plassen, niet ver van de broedplaatsen, geruid (juni tot en met half september). In Nederland concentreren zich in het Deltagebied, op het Ketelmeer en het IJsselmeer, knobbelzwanen voor de rui. Het gaat op deze plaatsen voornamelijk om jonge c.q. niet-geslachtsrijpe vogels (Renssen & Teixeira, 1980).

baltsgebieden

Geen speciale baltsgebieden. Mannetje en vrouwtje blijven ook na het broedseizoen gepaard. De paarband blijft doorgaans in stand tot één van beide vogels overlijdt (Cramp & Simmons, 1977).

migratie

Noord- en Oosteuropese broedvogels trekken in de nazomer naar gematigde streken (West-Europa). Nederlandse broedvogels zijn grotendeels standvogels.

aantal en verspreiding op het IJsselmeer

Eind mei gaan er jonge, niet-geslachtsrijpe vogels naar het IJsselmeer om er de rui door te maken. Hierna volgen de broedvogels. De slagpenrui vindt plaats van juni tot en met half september. De vogels kunnen tijdens dit deel van de rui niet vliegen.

Op het IJsselmeer ruiden van 1971-1978 jaarlijks 2200-4400 knobbelzwanen (Renssen & Teixeira, 1980). Op het Ketelmeer bedroeg het aantal slechts 100-200. De op het IJsselmeer en Ketelmeer ruiende vogels houden zich vlak langs de oevers op. Tabel 41 geeft de aantalsverdeling langs oeverdelen van het IJsselmeer in juli 1975. Op het Markermeer blijkt de Noordhollandse oever van meer betekenis dan de andere oevers samen. Dit zou kunnen liggen aan de gunstige voedselsituatie langs de Noordhollandse dijk, in de vorm van de fonteinkruidrijke Gouwzee. Op het Klein IJsselmeer komt het merendeel van de zwanen langs de dijken van de Noordoostpolder en de Afsluitdijk voor. De Friese oever herbergt minder zwanen dan op grond van de oeverlengte en de voedselsituatie (fonteinkruiden) kan worden verwacht. De oorzaak kan gelegen zijn in een onderschatting door de onoverzichtelijke oever (Renssen, 1976).

Omdat het IJsselmeer, het Ketelmeer en de randmeren 's winters onvoldoende voedsel opleveren, gaan de zwanen na de rui naar binnendijks grasland. In de maand januari in de jaren 1975-1980 varieerde het aantal zwanen op het IJsselmeer van 360 tot 620 (Van den Bergh, Schäffner & Smit, 1978; Van den Bergh, 1979, 1980, 1981).

Het IJsselmeer, de randmeren en het Ketelmeer worden 's winters nog wel gebruikt als slaapplaats door op de oevers, buitendijks of binnendijks, foeragerende zwanen. Vooral de Flevorandmeren worden door zwanen als slaapplaats gebruikt.

Tabel 41: Verspreiding van de op het IJsselmeer en Ketelmeer in juli 1975 ruiende knobbelzwanen (totaal aantal 4602).
Bron: Renssen (1976).

oeverdelen	percentage van totaal aantal knobbelzwanen
Ketelmeer	4.3
Klein IJsselmeer	
- Oost-Flevoland	13.0
- Noordoostpolder	14.4
- Friesland	10.3
- Afsluitdijk	17.7
- Den Oever-Enkhuizen	1.9
Markermeer	
- Houtribdijk	16.5
- Enkhuizen-Durgerdam	20.3
- IJmeer	1.2
- Oostvaardersdijk	0.4
totaal	100.0

aantallen en verspreiding in de rest van Nederland

Behalve op de genoemde wateren ruien er in Nederland ook knobbelzwanen in het Deltagebied. Het aantal is daar echter geringer dan op het IJsselmeer. Verder komen er ruiende zwanen in kleine groepen op allerlei soorten binnenwater voor. In de tweede helft van de jaren zeventig werd het aantal in Nederland ruiende knobbelzwanen geschat op 7000 (Renssen & Teixeira, 1980).

voedsel en foerageeractiviteit op het IJsselmeer

Het voedsel van de langs de dijken voorkomen ruiende zwanen bestaat voornamelijk uit de onder water op stenen groeiende draadvormige algen (Bangia- en Cladophora-soorten) (Renssen, 1976). Verder is het eten van driehoeksmosselen waargenomen (Van der Wal, pers.med.). Langs de Friese oever, in de Gouwzee en op het IJmeer worden ook fonteinkruiden gegeten. Door de drastische afname van de fonteinkruidvelden sinds de zestiger jaren zijn de planten geen belangrijk voedselonderdeel meer voor de knobbelzwaan (Renssen, 1976).

Kleine zwaan (Cygnus columbianus)



broedgebieden in Europa

De kleine zwaan broedt in de toendragebieden van Noord-Rusland boven de poolcirkel. Waarschijnlijk vormen vogels die in Noord-Rusland rond de Kara Zee broeden de winterpopulatie van West-Europa (Timmerman, 1977).

overwinteringsgebieden in Europa

Kleine zwanen overwinteren in West-Europa in waterrijke gebieden in Groot-Brittannië Ierland, Nederland en Denemarken. Nederland herbergt 's winters het grootste aantal kleine zwanen van alle Europese landen. De totale winterpopulatie in West-Europa wordt geschat op 12.000 vogels (Scott, 1980).

ruigebieden

De vogels ruien in het broedgebied van eind juli tot in september.

baltsgebieden

Er zijn geen speciale baltsgebieden. Mannetje en vrouwtje blijven ook na het broedseizoen gepaard. De paarband blijft doorgaans in stand tot één van beide partners overlijdt (Cramp & Simmons, 1977).

migratie

In september trekken de vogels via het Baltische gebied naar West-Europa. In maart trekken de zwanen weer naar het noorden (Cramp & Simmons, 1977).

aantallen en verspreiding op het IJsselmeer

Na de afsluiting van de Zuiderzee ontstonden langs de oostoever van het IJsselmeer uitgestrekte fonteinkruidvelden (zie ook paragraaf 3.1.2).

In 1936 werden deze velden met name aangetroffen langs de westoever van Friesland en tussen Kampen en Nijkerk (Brouwer & Tinbergen, 1939). Door het ontstaan van de randmeren van Oostelijk Flevoland (1950-1956) breidden deze velden zich nog verder uit en verdichtten ze zich; ze grensden uiteraard niet meer aan het Markermeer.

Als gevolg van de gunstige voedselsituatie kwamen van 1957-1961 langs de Friese IJsselmeerkust maximale jaaraantallen van 1000 tot 7000 kleine zwanen voor (Timmerman, 1977). Na 1961 verdwenen de waterplanten langs de Friese oever door watervervuiling grotendeels, waardoor het aantal kleine zwanen hier sterk afnam. Op het Veluwemeer en de er na gevormde randmeren van Zuidelijk Flevoland (1960-1965) kwam van 1954-1968 een gemiddeld jaarlijks maximum van 3000 kleine zwanen voor (Timmerman, 1977). Vanaf 1968 waren in de randmeren, door de sterke groei van algen, de fonteinkruidvelden sterk ingekrompen waardoor de zwanen drastisch in aantal afnamen. Op het IJsselmeer (Friese oever), Veluwemeer en Gooimeer samen verblijven nu 's winters enkele honderden kleine zwanen.

Vanaf het midden van de jaren zestig verleggen de zwanen, al vroeg in de herfst, hun activiteit van het water naar gras- en bouwland. Dit gedrag is, algemeen gezien, overigens niet bijzonder voor de kleine zwaan. Het is al lang bekend van plaatsen waar ondergelopen grasland aan het water grenst, zoals uiterwaarden. Foerageergebieden van de kleine zwaan, die langs het IJsselmeer of de randmeren zijn gelegen, zijn: Arkemheen, Oost-Flevoland (omgeving Veluwemeer), Makkumerwaard, Friesland binnendijks en buitendijks en de Noordoostpolder.

voedsel en foerageeractiviteit op IJsselmeer en Randmeren

De thans nog in de nazomer en het najaar op het IJsselmeer en randmeren foeragerende kleine zwanen voeden zich met de wortelknollen van fonteinkruiden. Fonteinkruidveldjes komen voor langs de Noordhollandse oever tussen Volendam en Hoorn, in de Gouwzee, langs de zuidrand van het IJmeer, langs de Friese oever, in het Veluwemeer, Wolderwijd en Gooimeer. Vooral het zuidelijk deel van de Gouwzee is door zijn uitgestrekte fonteinkruidvegetaties een belangrijk voedselgebied. Voor het merendeel voeden de kleine zwanen zich in het winterhalfjaar echter met grassen. Voor het behoud van deze soort zou het van grote betekenis zijn wanneer de fonteinkruidvelden in het IJsselmeer en de Randmeren zich weer zouden uitbreiden (Timmerman, 1977).

aantallen en verspreiding in de rest van Nederland

Na de afname van het aantal op het IJsselmeer en de Randmeren overwinterende vogels is het aantal overwinteraars in het rivierengebied en het Deltagebied duidelijk toegenomen.

3.6.5 Voornamelijk op de IJsselmeeroevers foeragerende vogels

Steltlopers en ganzen gebruiken ondiepe delen van het IJsselmeer, die langs de Friese west- en zuidoever worden aangetroffen als slaapplaats. Ganzen zoeken voedsel op buitendijks grasland (Friese Waarden) en op binnendijks gras- en bouwland. Ook steltlopers vinden merendeels in cultuurland hun voedsel maar worden soms ook wel voedselzoekend op slikkige plaatsen langs de Friese oever aangetroffen. Zwemeenden slapen in ondiep water langs de Friese oever maar ook in dieper water langs de oever van Noord-Holland (vooral smienten).

De smient, die zijn voedsel in grasland zoekt, is de talrijkste zwemeendesoort op het IJsselmeer (de wilde eend buiten beschouwing gelaten). Het IJsselmeer dient als slaapplaats. Andere zwemeendensoorten en de bergeend komen slechts in relatief kleine aantallen, ruiend, langs de Friese oevers voor. De Oostvaardersplassen zijn in het najaar en de winter een veel belangrijker foerageer- en slaapplaats voor zwemeenden dan het IJsselmeer.

aantallen en verspreiding steltlopers

Langs de westoever van Friesland slapen steltlopers in het ondiepe water voor de Makkumernoord- en zuidwaard in de Piamergeul, op het Gaastwad aan de noordkant van de Workumerwaard en in ondiepe delen voor de Bocht van Molkwerum en bij Stoenk Herne. Langs de Zuidfriese IJsselmeeroever vormen de Steile Bank en de Mokkebank concentratiegebieden voor slapende steltlopers. De steltlopers foerageren op slikkige delen van de Friese oever en op buitendijks en binnendijks grasland. Het voedselgebied strekt zich veelal uit over een groot oppervlak. Vanaf februari verzamelen de vogels zich op de slaapplaatsen. Ze zijn op weg naar broedgebieden in en buiten ons land. In mei is het aantal laag, doordat de vogels op de broedplaatsen blijven overnachten. Na de broedtijd nemen de aantallen echter weer snel toe. Tot ver in het najaar blijven sommige soorten gebruik maken van de slaapplaatsen.

Tabel 42 geeft de aantallen van de talrijkste steltlopersoorten die op drie slaapplaatsen tijdens de doortrek zijn geteld. De kemphaan broedt in Friesland en in gebieden ten Noorden van Nederland. De pleisterende grutto's (Limosa limosa) zijn voornamelijk Nederlandse broedvogels. Beide soorten vertonen na de broedtijd slagpenrui. Ze behouden daarbij het vliegvermogen.

Door de grote aantallen grutto's en kemphanen (Phylomachus pugnax) is de Workumerwaard de drukst bezochte steltloper-slaapplaats langs het IJsselmeer. De Workumerwaard is één van de grootste slaapplaatsen van de grutto in Nederland (Werkgroep Workumerwaard, 1978). Behalve de weergegeven soorten komen langs de Friese oever ook vermeldenswaardige aantallen kluten (Recuroirostra avosette), rosse grutto's (Limosa lapponica) en scholeksters (Haematopus ostralegus) voor. Kluten pleisteren in sommige jaren in aantallen van 500-600 langs de Workumerwaard (Werkgroep Workumerwaard, 1978). Op de Steile Bank waren in de jaren 1979-1982 maximaal 200 kluten aanwezig (Haitjema, 1983). Voor de rosse grutto is de Workumerwaard de belangrijkste slaapplaats. In de jaren 1975-1979 bedroeg het maximum 1100 vogels (juni). De scholekster kan in aantallen van 1300 op de Steile Bank rusten (Haitjema, 1983). Op de andere twee slaapplaatsen gaat het aantal vogels de paarhonderd meestal niet te boven. Tenslotte moet de wulp (Numenius arquata) worden genoemd. Deze soort maakt het hele jaar door gebruik van de Friese oever als slaapplaats.

Tabel 42: Aantallen van de talrijkste steltlopersoorten op slaapplaatsen langs de Friese IJsselmeeroever.

Steile Bank : maximale aantallen in de jaren 1979-1982. Bron: Haitjema (1983); Vogelwerkgroep Friese IJsselmeerkust e.o. (T. Haitjema).
Mokkebank : aantallen in 1979. Bron: Kuipers, Piersma & Muizelaar (1981).
Workumerwaard: maximale aantallen in de jaren 1975-1979. Bron: Guldemond & Roog (1981).

	feb	mrt	apr	mei	jun	jul	aug	sep
kemphaan:								
- Steile Bank	0	250	750	240	30	2500	1000	6
- Mokkebank	--	16	786	0	45	600	275	286
- Workumerw.	--	--	6000	1100	400	3600	--	--
grutto:								
- Steile Bank	10	975	960	225	6750	7300	1650	12
- Mokkebank	--	630	320	35	1790	1113	558	0
- Workumerw.	--	--	1700	250	9000	10000	--	--

Het grootste aantal is meestal in het voorjaar te vinden. In zachte winters kan het aantal echter even hoog zijn als in het voorjaar. De Workumerwaard is de meest bezochte slaapplaats. In april kunnen daar 10.000 wulpen pleisteren (Werkgroep Workumerwaard, 1978). Op de Steile Bank kwamen in de jaren 1979-1982 maximaal 1780 wulpen voor.

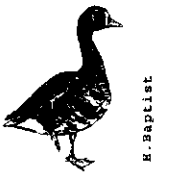
aantallen en verspreiding ganzen

Zes ganzensoorten, te weten grauwe gans, brandgans, kolgans, rietgans, kleine rietgans en rotgans, brengen in de laatste jaren met een totaal van 350.000 tot 400.000 exemplaren een deel van hun jaarcyclus in Nederland door (Rooth e.a., 1981). Sinds 1970 is het aantal in Nederland overwinterende exemplaren van de genoemde soorten, de kleine rietgans uitgezonderd, sterk toegenomen (Timmerman, 1976; Rooth e.a., 1981). Deze toename is het gevolg van de groei van de broedpopulaties, die ondermeer is veroorzaakt door beperking van de jacht en de toename van het voedselaanbod.

Rond het IJsselmeer liggen in Zuidwest-Friesland, de Noordoostpolder, de Flevopolders en de IJsseldelta belangrijke voedselgebieden van de ganzen. De Noordhollandse oever is van weinig betekenis (Rooth e.a., 1981).Langs het IJsselmeer komen alle genoemde ganzen, behalve de rotgans, voor. Deze laatste soort foerageert voornamelijk in zoutwatergebieden. De kolgans is in de genoemde gebieden verreweg de talrijkste soort. Het grootste aantal ganzen wordt op deze pleisterplaatsen in januari geteld (Rooth e.a., 1981).

De langs het IJsselmeer op buiten- en binnendijks grasland foeragerende ganzen maken in grote aantallen gebruik van de ondiepten langs de West- en Zuidfriese oever voor de slaap. Ze slapen in het ondiepe water of op zandbanken. Dagelijks worden er vluchten tussen de slaap- en de voedselplaatsen gemaakt.

Kolgans (Anser albifrons)



Overdag foerageren kolganzen in wei- en bouwlanden in de IJsseldelta, in Zuidwest-Friesland, in de Flevopolders en in de Noordoostpolder. Vanuit deze gebieden worden er 's avonds korte vluchten ondernomen naar nabij gelegen binnendijks water maar ook langere vluchten naar ondiepe delen van het IJsselmeer, Ketelmeer en Zwarte Meer (tabel 43 en tabel 44). De uit Friesland afkomstige ganzen slapen vooral bij Piaam (Piamergeul) in het ondiepe water van het Hondennest en op de Steile Bank. Ook vogels vanuit de Noordoostpolder trekken naar de Steile Bank en het Hondennest. Vanuit foerageerplaatsen in de IJsseldelta, de Noordoostpolder en Oostelijk Flevoland trekken de ganzen naar ondiepe delen langs de oevers van het Ketelmeer en het Zwarte Water.

Tabel 43: Aantallen van vier, van de Steile Bank en Hondennest gebruik makende ganzesoorten. Schatting op grond van op de foerageerplaatsen getelde maximale aantallen in de jaren 1975-1982.
Bron: Vogelwerkgroep Friese IJsselmeerkust e.o. (T. Haitjema).

	okt	nov	dec	jan	feb	mrt
- rietgans	10	500	18000	17000	4500	100
- kleine rietgans	2500	7500	1250	500	150	30
- kolgans	10	100	8000	60000	70000	17500
- brandgans	20	1100	1530	20000	20000	3000
totaal afgerond	2500	9000	30000	100000	95000	20000

Brandgans (Branta leucopsis)



In het najaar foerageren de brandganzen die in Nederland zijn aangekomen grotendeels in het Lauwersmeergebied (Rooth e.a., 1981; De Vries, 1982). Ze voeden zich met zeekraal. Wanneer de zeekraal op is, trekken de ganzen zuidwaarts om op grasland te gaan foerageren.

Tabel 44: Aantallen slapende ganzen bij Piaam, de Workumerwaard en Gaast (kustzone Piaam), op het Zwarte meer en het Ketelmeer, maxima in winterhalfjaar.
Bron: Werkgroep Workumerwaard (1980).

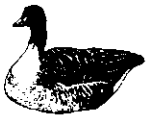
	grauwe gans	kol-gans	brand-gans	kleine riet-gans	riet-gans
- Kustzone Piaam	1000	15000	3000	5000-8000	--
- Zwarte Meer	900	25000	200	--	2000
- Ketelmeer	--	2000	--	--	200

Langs het IJsselmeer wordt voedsel gezocht in Friesland, de Flevopolders en de Noordoostpolder. De Workumerwaard is de belangrijkste buitendijkse foerageerplaats (Werkgroep Workumerwaard, 1978).

Langs de Gaasterlandse oever concentreren brandganzen zich vooral op een klein buitendijks poldertje ten oosten van het Hondennest: het Oudmirderveld (Haitjema, 1983). Binnendijks worden langs de hele Friese oever wei- en bouwlanden bezocht, evenals in de Noordoostpolder.

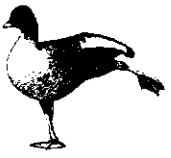
De brandganzen uit Friesland en de Noordoostpolder gebruiken het ondiepe water van de Workumerwaard, de Piamergeul en de Steile Bank als slaapplaats (tabel 43 en tabel 44). De Steile Bank is de belangrijkste slaapplaats. Omdat brandganzen grote afstanden af kunnen leggen tussen slaap- en foerageerplaats is het niet onwaarschijnlijk dat ganzen uit ver landinwaarts gelegen voedselplaatsen op het IJsselmeer slapen. De in de Flevopolders aanwezige brandganzen slapen voornamelijk op de Oostvaardersplassen.

Rietgans (Aser fabalis)



Rietganzen foerageren in de Flevopolders, in Zuidwest-Friesland en in de Noordoostpolder. De in de Noordoostpolder en Zuidwest-Friesland foeragerende ganzen maken gebruik van het Hondennest en de Steile Bank, als slaapplaats (tabel 43). De in de Noordoostpolder voedselzoekende vogels vliegen ook naar ondiepten in het Zwarte meer en het Ketelmeer om te slapen (tabel 44). De in de Flevopolders aanwezige ganzen slapen grotendeels op de Oostvaardersplassen. Zelfs rietganzen uit de eerder genoemde gebieden schijnen wel naar de Oostvaardersplassen te vliegen om er te slapen (Ganzenwerkgroep Nederland van het I.W.R.B., 1979).

Kleine rietgans (Anser brachyrhynchus)



De kleine rietgans komt in Nederland hoofdzakelijk in Zuidwest-Friesland voor. In oktober en november foerageren de meeste ganzen in het gebied ten zuiden van Fluissen (Schilperoord & Schilperoord-Huisman, 1983). Daarna gaan de vogels nu landinwaarts foerageren. In oktober en november wordt vooral de Steile Bank als slaapplaats gebruikt (tabel 43). Soms komen er ook enkele duizenden ganzen bij Piaam rusten (Werkgroep Workumerwaard, 1980). In de winter slapen de vogels merendeels op de Friese meren.

Grauwe gans (Anser anser)



De grauwe gans is de enige ganzesoort, die in Nederland als broedvogel thuishoort (Teixeira, 1979). De Oostvaardersplassen vormen thans het belangrijkste broedgebied in ons land, met tussen de 100 en 200 broedparen (Vera, 1980).

Na de broedtijd, in de periode half mei tot half juli, komen er hoofdzakelijk twee- tot driejarige ganzen vanuit noordelijke broedgebieden naar Nederland om hier de rui door te brengen (Dubbeldam, 1978). Ze ruien samen met Nederlandse broedvogels. Door de rui kunnen deze vogels 4 à 5 weken niet vliegen (Dubbeldam, 1978).

De Steile Bank en omgeving is de oudste ruiplaats in het IJsselmeergebied. De betekenis ervan is teruggelopen sinds het ontstaan van de Oostvaardersplassen. In de jaren 1980-1982 waren maximaal slechts 130 ruiende grauwe ganzen in dit gebied aanwezig (Haitjema, 1983). Waarschijnlijk vormen de Oostvaardersplassen een aantrekkelijke ruiplaats omdat voedsel (rietland) en rustplaats hier één geheel vormen (Ouweneel, 1978). Langs de Gaasterlandse oever is dit niet het geval, waardoor de vogels daar een dag- en nachtverplaatsingsritme vertonen. Tocht blijft de Steile Bank en omgeving een potentieel interessante rustplaats (Haitjema, 1983).

In het najaar en voorjaar zijn in de Flevopolders en langs de Friese oevers grauwe ganzen, op doortrek aanwezig. Het aantal ganzen in de Flevopolders is veel hoger dan langs de Friese oever. In het najaar gaat het om enkele tienduizenden ganzen en in het voorjaar om een aantal van rond de tienduizend. De grauwe ganzen in de Flevopolders gebruiken het grasland als foerageerplaats en slapen op de Oostvaardersplassen (Dubbeldam, 1978).

Langs het Klein IJsselmeer foerageren rond de 1000 ganzen op de Workumerwaard en op de Piamerkooiwaard. Deze vogels slapen voor de Makkumerzuidwaard in de buurt van de Piamergeul (tabel 44). Op het Zwarte Meer slapen in het voor- en najaar vele honderden grauwe ganzen (tabel 44). Op de Steile Bank komen dan slechts enkele tientallen grauwe ganzen voor.

In de winter zijn op de genoemde slaapplaatsen vrijwel geen grauwe ganzen aanwezig. Op de Oostvaardersplassen slapen en foerageren in de winter meestal enkele duizenden grauwe ganzen (Ganzenwerkgroep Nederland van het I.W.R.B., 1977, 1978, 1979, 1980).

Zwemeenden en de bergeend (Tadorna tadorna)

De krakeend (Anas strepera), pijlstaart (Anas acuta), slobeend (Anas clypeata) en wintertaling (Anas crecca) maken tijdens de trek in het voor- en najaar gebruik van het IJsselmeergebied. In de winter zijn de aantallen lager dan in het voor- en najaar. Het Deltagebied is een veel belangrijker overwinteringsplaats voor zwemeenden dan het IJsselmeergebied. De Smient (Anas penelope) is een in het IJsselmeergebied verblijvende soort met de hoogste aantallen in de midwinter.

De wilde eend (Anas platyrhynchos) is in het winterhalfjaar in grote aantallen langs en op de oevers van het IJsselmeer en randmeren te vinden. Deze algemeen in Nederland voorkomende soort wordt hier verder echter niet besproken.

Tabel 45 geeft aantallen van de eerste vier soorten in het IJsselmeergebied. Tot het IJsselmeergebied worden, behalve het IJsselmeer zelf, ook de randmeren, het Ketelmeer, het Zwarte Meer en een deel van de oevers van het IJsselmeer gerekend (Van der Wal, 1976). Tot de oeverstrook behoren onder andere de Oostvaardersplassen, de Friese Waarden en de braken langs de Noordhollandse oever.

De bergeend, die zich in Nederland voornamelijk in het Waddengebied ophoudt, komt in de zomer en nazomer ook langs de Friese oever van het IJsselmeer voor.

Tabel 45: Aantallen zwemeenden in het IJsselmeergebied. Maxima in het najaar en voorjaar van twee jaren. Bron: Van der Wal (1978).

	-- najaar --		- voorjaar -	
soort	1975	1976	1976	1977
- krakeend	1260	1670	600	580
- pijlstaart	620	2340	4300	300
- slobeend	2300	6480	550	620
- wintertaling	11700	13400	5780	1730

De slobeend en de wintertaling komen voor het grootste deel in Zuidelijk Flevoland voor. Ze slapen en foerageren hier voornamelijk op de Oostvaardersplassen. Op het IJsselmeer zijn beide soorten in de zomer en nazomer, op het ondiepe water langs de Friese west- en zuidoever aanwezig. De vogels zoeken er rust die voor de rui nodig is. Tabel 46 geeft aantallen ruiende vogels langs de Zuidfriese oever. Op en rond de Workumerbuitenwaard verzamelen zich in juni en juli voornamelijk woerden voor een deel van de rui (lichaamsveren). In de jaren 1974-1976 werden maximaal tegen de 1000 vogels aangetroffen (Werkgroep Workumerwaard, 1978).

De pijlstaart komt in het najaar eveneens grotendeels in Zuid-Flevoland voor. In het voorjaar is de Friese oever (Workumerwaard) echter belangrijk (Van der Wal, 1976). Pijlstaarten foerageren en slapen verder op de randmeren en het Zwarte Meer. Door de verslechterde waterkwaliteit (algenbloei) sinds de zestiger jaren zijn de randmeren en het Zwarte Meer als pleisterplaatsen voor zwemeenden overigens sterk in betekenis afgenomen (Van der Wal, 1976).

Tabel 46: Aantallen ruiende zwemeenden langs de Gaasterlandse oever. Maandmaxima in de jaren 1979-1982. Bron: Vogelwerkgroep Friese IJsselmeerkust e.o., (T. Haitjema).

	augustus	september
- krakeend	130	150
- wintertaling	146	450
- slobeend	200	345

De krakeend heeft de voorkeur voor polderdijken als foerageerplaats (Van der Wal, 1976). Op het IJsselmeer of binnendijks wordt geslapen. Vooral de Houtribdijk en de Volendammerdijk bij Marken worden door de krakeend als foerageerplaats gebruikt. Verder komen ook vogels voor op de Afsluitdijk en de dijken van Zuid- en Oost-Flevoland. Tabel 46 geeft aantallen ruiende krakeenden langs de Gaasterlandse oever.

De smient is de talrijkste zwemeendesoort in het IJsselmeergebied, afgezien van de wilde eend. De vogels foerageren op de oevers op grasland en gebruiken het IJsselmeer als slaapplaats. In de jaren 1975-1980 werden 's winters maximaal 13.800 tot 47.500 smienten op het IJsselmeer geteld (Van den Bergh, Schäffner & Smit, 1978; Van den Bergh, 1979, 1980, 1981). Grote aantallen slapende smienten komen voor langs de Noordhollandse oever tussen Hoorn en Monnickendam, langs de oever van Waterland, langs de westoever van Friesland, bij de Workumerwaard op het water voor de Bocht van Molkwerum. Ook binnendijks wordt door smienten geslapen, bijvoorbeeld op de binnenbraken van Waterland (Kinselmeer, Oosterpoel). Tabel 47 geeft aantallen op de slaapplaatsen langs de Friese oever.

Tabel 47: Aantallen smienten op de twee belangrijkste slaapplaatsen langs de westoever van Friesland.
1. Maximale aantallen in de jaren 1975/1976 en 1976/1977. Bron: Werkgroep Workumerwaard, (1978).
2. Maximale aantallen in de jaren 1976-1980. Bron: Vogelwerkgroep Friese IJsselmeerkust e.o., (T. Haitjema).

plaats	nov	dec	jan	feb	mrt
1. Workumerwaard	4660	18760	22110	4350	11970
2. Bocht van Molkwerum	1000	8940	6240	22300	500

De bergeend komt in de zomer en nazomer langs en op de oevers van Friesland voor. In juni en juli kunnen op en rond de Workumerwaard meer dan 1000 bergeenden worden aangetroffen (Werkgroep Workumerwaard, 1978). Behalve vogels die op weg zijn naar de grote ruiplaatsen in de Deense en Duitse Waddenzee zijn er ook veel jonge, niet geslachtsrijpe, vogels aanwezig. Deze laatste kunnen tot in de nazomer, ruiend op de waard worden aangetroffen. Langs de Gaasterlandse oever ruien bergeenden op en rond de Steile Bank. In de jaren 1979-1982 werden hier maximaal 1600 bergeenden geteld (augustus). Een groot deel van deze aantallen bestaat uit jonge (niet-geslachtsrijpe) vogels.

3.7 Ontleders

Bij de afbraak van dood organisch materiaal (detritus) komen er anorganische verbindingen vrij die weer kunnen worden opgenomen door algen. Dit afbraakproces wordt mineralisatie genoemd. Op deze wijze wordt de stofkringloop in een ecosysteem gesloten. De organismen die het organische materiaal mineraliseren worden samengenomen onder de term ontleders.

In een ecosysteem zijn bacteriën die zich met organische stof voeden (heterotrofe bacteriën) verantwoordelijk voor het merendeel van de mineralisatie. Er zijn vele honderden soorten bacteriën bij dit proces betrokken. De rol die dierlijke organismen spelen in de afbraak van organisch materiaal is altijd veel geringer. In hoofdstuk 2 is globaal de rol die zowel heterotrofe als autotrofe bacteriën spelen in de fosfaat- en stikstofkringloop besproken (autotrofe bacteriën vertonen groei met CO_2 als koolstofbron en anorganische verbindingen als energiebron). Een deel van de heterotrofe bacteriën mineraliseert onder zuurstofrijke omstandigheden, een ander deel onder zuurstofloze. Afbraak bij gebruik van zuurstof gebeurt in de waterkolom en veelal in de toplaag van de bodem. Zuurstofloze afbraak (onder andere gisting) vindt plaats in diepe meerdelen (putten, geulen) en in de diepere lagen van de bodem.

Het voedsel van heterotrofe bacteriën bestaat uit opgeloste organische verbindingen en organische deeltjes (samen: detritus). De bacteriën zijn op de deeltjes vastgehecht (Best e.a., 1978). De op de deeltjes aanwezige bacteriën dienen zelf weer als voedsel voor het zoöplankton en bodemorganismen (hoofdstuk 3.3 en 3.4).

Het hoge gehalte aan organische deeltjes van het water en de bodem van het IJsselmeer doet vermoeden dat bacteriën in het ecosysteem zeer talrijk zijn. Waarschijnlijk spelen ze behalve in de stofkringloop ook een belangrijke rol in de voedselketen zelf als voedsel voor het zoöplankton en bodemorganismen. In het IJsselmeer heeft nog geen onderzoek plaatsgevonden naar bacteriën, zodat deze vermoedens nog niet kunnen worden getoetst.

4. TYPERING VAN HET ECOSYSTEEM

Na de afsluiting van de Zuiderzee, in 1932 veranderde deze ondiepe, zoute tot brakke binnenzee, onder invloed van de IJssel in ongeveer 5 jaar in een zoetwatermeer. Met de afsluiting verdween tevens de dynamiek van de getijstromen. Deze ingrijpende veranderingen van de omstandigheden hadden tot gevolg dat zich een geheel nieuwe levensgemeenschap ontwikkelde.

Door de aanleg van de Noordoostpolder en de Flevopolders, ging een groot oppervlak aan ondiepe ($\leq$ 1.25 m) meerdelen, vlak langs de oever verloren. Thans bestaat de helft van de oevers van het IJsselmeer uit rechte polderdijken met aangrenzend, relatief gezien, diep water. Alleen langs de Friese en Noordhollandse oever zijn nog ondiepe meerdelen te vinden. Langs de Noordhollandse oever is het oppervlak geringer dan langs de Friese oever. Langs de Friese oever ligt het grootste deel van het totale oppervlak aan buitendijks terrein van het IJsselmeergebied.

Door de sluiting van de Houtribdijk in 1975 werd het IJsselmeer verdeeld in twee afzonderlijke delen: het Markermeer met een grotendeels kleiige bodem en het gemiddeld één meter diepere Klein IJsselmeer met een zandige tot licht zavelige bodem. De voortdurende waterinlaat van het Klein IJsselmeer in het Markermeer zorgt ervoor dat ondanks de afsluiting er nog steeds een vrij grote beïnvloeding van het Markermeer door het IJsselwater plaatsvindt.

In het IJsselmeer is door de gemiddeld gezien geringe diepte en de sterke golfbewegingen als gevolg van de wind, opwerveling van bodemmateriaal een belangrijke factor in de voedingsstoffenhuishouding. Het opgewervelde bodemmateriaal bepaalt ook merendeels het in het water optredende lichtklimaat. Dit is weer van belang voor de groei van algen en hogere waterplanten. Door een gemiddeld hoger gehalte aan opgewerveld bodemmateriaal is het doorzicht in het Markermeer geringer dan in het Klein IJsselmeer.

Als uitstroombekken van de voedselrijke IJssel met een grotendeels slibrijke bodem is het IJsselmeer sinds de verzoeting een meer met een hooq gehalte aan dode organische stof (detritus) en (anorganische) voedingsstoffen. Daardoor is de biomassa in het IJsselmeer al vanaf het ontstaan groot.

Sinds de afsluiting is ieder jaar een aanzienlijk deel van de door de IJssel aangevoerde organische stof en anorganische voedingsstoffen in het meer achtergebleven. De organische stof bezinkt op de bodem of wordt, nog in het water zwevend, afgebroken tot anorganische voedingsstoffen. De voedingsstoffen die op deze wijze zijn gevormd worden samen met de door de IJssel aangevoerde anorganische voedingsstoffen omgezet in algenbiomassa.

Na afsterving gaan deze algen deel uitmaken van het sediment. Op deze wijze wordt de bodem van het IJsselmeer voortdurend verrijkt met organische stof.

Het organische materiaal op de bodem komt gedeeltelijk ten goede aan de groei van de bodemfauna. Verder wordt het voornamelijk door bacteriën afgebroken tot anorganische verbindingen, die weer door algen kunnen worden opgenomen. Op deze wijze is er sprake van een interne kringloop van organische stof. De afbraak gebeurt zowel in de waterkolom, na opwerveling van bodemmateriaal, als in de bodem zelf. Door de voortdurende toename van het organische stofgehalte van de bodem is deze zogenaamde interne aanvoer van voedingsstoffen in de loop van de jaren waarschijnlijk toegenomen. De interne aanvoer moet worden opgeteld bij de externe aanvoer (rivieraanvoer) van anorganische voedingsstoffen die vanaf 1960 tot in de jaren tachtig een gestage groei vertoonde.

Het huidige gemiddelde gehalte aan anorganisch fosfaat (ortho-fosfaat) in het Klein IJsselmeer duidt volgens een classificatie van het Rijksinstituut voor Natuurbeheer (RIN, 1979) op hypertrofie (overbemesting). Het gehalte in het Markermeer duidt op eutrofie (voedselrijkdom). Het voor algen direkt opneembare ortho-fosfaat blijkt in voedselrijke wateren meestal de voedingsstof te zijn die de algenproduktie bepaalt. De vanaf 1960 groeiende externe ortho-fosfaat aanvoer en de groeiende interne aanvoer blijken inderdaad een produktieverhoging tot gevolg te hebben gehad in het noordelijk deel van het Klein IJsselmeer. In 1975 was de algenproduktie hier veel hoger dan in 1960. De veranderingen in de rest van het Klein IJsselmeer en Markermeer zijn onbekend.

De sinds 1975 in het Klein IJsselmeer aanwezige algenbiomassa's duiden volgens een classificatie van de OECD (OECD, 1982) op een hypertrofe situatie. In het troebele Markermeer waar de produktie waarschijnlijk vaak beperkt is, is de algenbiomassa minder groot. Volgens dezelfde classificatie kan het Markermeer als eutroof worden gekarakteriseerd. Het plantaardige plankton van het IJsselmeer bestaat vrijwel het hele jaar door uit groen- en blauwalgen. Dit is een karakteristieke toestand voor eutrofe wateren. De laatste tien jaar is in het Klein IJsselmeer echter een aantal maal massale groei van blauwalgensoorten over een groot oppervlak opgetreden. Dit verschijnsel is kenmerkend voor hypertrofie. Tijdens de blauwalgenbloei steeg ook het gehalte aan blauwalgen in het Markermeer als gevolg van de waterinlaat.

De grote algendichtheid en daardoor troebelheid van het Klein IJsselmeer is er de oorzaak van dat de uitgestrekte velden van ondergedoken waterplanten die in ondiep water langs de Friese oever voorkwamen na 1960 sterk inkrompen. Langs de Noordhollandse oever was het oppervlak aan waterplanten door de troebelheid en het gebrek aan uitgestrekte ondiepten altijd al gering.

Door in het water zwevende bodemmateriaal en algen is in het IJsselmeer, al sinds het ontstaan, de waterplantengroei beperkt tot de ondiepste meerdelen ($\leq$ 1.00 à 1.25 m). Het grootste deel van de bodem is onbegroeid waardoor het IJsselmeer wat dit betreft het karakter van een veel dieper meer heeft. Door de aanleg van de polders ging een zeer groot deel van de ondiepe strook langs de oevers verloren, waardoor ook de waterplantenvelden verdwenen.

Het plantaardige plankton en de in het water zwevende organische deeltjes worden gegeten door het zoöplankton. Het grootste deel van het dierlijke plankton in het IJsselmeer is herbivoor. Het bestaat uit soorten die ook in de meeste andere voedselrijke wateren in Nederland algemeen zijn. De in meer of minder grote aantallen aanwezige blauwalgen zijn voor het zoöplankton nauwelijks consumeerbaar. Ze spelen daardoor een zeer geringe rol als voedsel in het voedselweb. Bij een sterke blauwalgenproduktie zal daardoor het merendeel van de immers als blauwalg gevormde biomassa naar de bodem zinken om daar te mineraliseren.

Het afgestorven plantaardige en dierlijke plankton dat naar de bodem zakt, wordt gedeeltelijk geconsumeerd door bodemorganismen. De bodemfauna van het IJsselmeer bestaat voornamelijk uit driehoeksmosselen, borstelwormen en muggelarven. Deze organismen zijn alle goed bestand tegen lage zuurstofgehalten die door bacteriële afbraak in en vlak boven de bodem bij rustig weer mogelijk optreden.

Wormen en muggelarven vormen het voedsel voor vissen. De driehoeksmosselen zijn het hoofdvoedsel voor duikeenden en meerkoeten. Het Markermeer is wat driehoeksmosselen betreft gemiddeld even produktief als het Klein IJsselmeer. De grote biomassa aan bodemorganismen heeft geleid tot een dichte visstand en de aanwezigheid van grote aantallen overwinterende duikeenden.

De vispopulatie van het IJsselmeer bestaat grotendeels uit bodemfauna-etende soorten. De spiering is een over de hele waterkolom actieve soort die leeft van zoöplankton. Er zijn in het ecosysteem twee typische roofvissen: de snoekbaars en de baars. Ze leven zowel van spiering als van bodemvissen. In hun larvale fase eten al deze vissoorten zoöplankton. Gedurende hun eerste of tweede levensjaar wordt overgeschakeld op een ander voedselpakket.

De vispopulatie van het IJsselmeer bestaande uit veel karperachtigen, is karakteristiek voor troebele ondiepe wateren in Nederland. Een soort als de snoek die plantenrijk en vrij helder water nodig heeft ontbreekt. De visserij op het IJsselmeer richt zich voornamelijk op beide roofvissoorten en de aal.

De genoemde spiering, die ook al in de Zuiderzee voorkwam, heeft in het IJsselmeer een grote dichtheid bereikt. De groei is echter niet zo snel en de levensduur van de vissen kort (meestal niet meer dan twee jaar). Hierdoor bestaat de populatie maar uit enkele jaarklassen. Sterke schommelingen van de populatie-grootte komen veel voor. Door de gemiddeld gezien grote talrijkheid, geringe afmetingen en pelagische leefwijze speelt de spiering een belangrijke rol als prooivis van zowel roofvissen als vogels, in het IJsselmeer-ecosysteem. Vrijwel alle vogelsoorten die op het IJsselmeer hun menu bij elkaar vissen blijken merendeels spiering te eten. Naast de driehoeksmossel is de spiering dus een organisme, dat de voedselwaarde van het IJsselmeer voor broedende, overwinterende en doortrekkende vogels in hoge mate bepaalt.

De vogels die op het IJsselmeer verblijven, zijn zoals hierboven duidelijk moet zijn geworden voornamelijk carnivoren. Planten-eters als zwemeenden en zwanen zijn door het geringe oppervlakte aan littorale (oever) plantengroei veel minder talrijk. Ten opzichte van de jaren veertig en vijftig zijn de aantallen foeragerende zwanen vooral (kleine zwaan) en zwemeenden sterk afgenomen. Door het vrij constante waterniveau en het ontbreken van uitgestrekte en slibrijke ondiepten is het IJsselmeer vooral een ecosysteem waar naar voedsel duikende vogels (aalscholvers, duikeenden, zaagbekken, meeuwen, sterns) deel van uitmaken. Naar dierlijk voedsel zoekende steltlopers zijn vergeleken met zoutwatergebieden als het Deltagebied en de Waddenzee, zwak vertegenwoordigd.

De waarde van het IJsselmeer voor voedselzoekende vogels staat of valt met de kwantiteit en kwaliteit van de aanwezige voedselorganismen. De aanwezige visproduktie (vooral spiering) en mosselproduktie blijken ieder jaar weer vele honderdduizenden vogels maandenlang te kunnen voeden. Vermindering van het voedselaanbod is echter mogelijk wanneer de in het Klein IJsselmeer optredende hypertrofie gehandhaafd blijft en met toenemende frequentie leidt tot sterke groei van blauwalgen. Een sterke inkrimping van de driehoeksmosselpopulatie is dan zeker niet uitgesloten. Op deze mogelijkheid en op de gevolgen van de spieringpopulatie zal in het volgende hoofdstuk worden ingegaan.

De kwaliteit van de prooi-organismen is afhankelijk van de belasting met door de mens in het ecosysteem gebrachte stoffen. Ook dit aspect zal in het volgende hoofdstuk aan de orde komen.

5. WAARDERING VAN HET ECOSYSTEEM

5.1 Algemeen

De grote waardering die zowel nationaal als internationaal voor het IJsselmeer-ecosysteem bestaat betreft de vogelsoorten, die van de zoetwaterlevensgemeenschap gebruik maken. Om deze reden wordt in dit hoofdstuk ingegaan op de betekenis die het IJsselmeer als watervogelgebied in Europa heeft. De zoetwaterlevensgemeenschap van het IJsselmeer, die is besproken in de vorige hoofdstukken, vormt een bepalende factor voor vogelrijkdom van het meer en is als zodanig van grote waarde. Op zichzelf beschouwd is de levensgemeenschap onder de waterspiegel zeker niet uitzonderlijk. Zij bevat organismen die vrijwel allemaal algemeen voorkomen in ondiepe voedselrijke wateren in Nederland en de rest van Europa. Door de eutrofiëring worden dergelijke voedselrijke wateren steeds algemener. De grote voedselrijkdom voor vogels maakt echter in combinatie met rust en uitgestrektheid van het IJsselmeer het hele ecosysteem van grote waarde.

5.2 Vogels

Zoals in hoofdstuk 3.6 is gebleken, zijn op het IJsselmeer jaarlijks grote aantallen voedselzoekende en rustende watervogels aanwezig. Sommige soorten gebruiken het IJsselmeer alleen als pleisterplaats, gelegen tussen hun broed- en wintergebieden, andere gebruiken het gebied als winterverblijfplaats of foerageerplaats in de broedtijd. De onder invloed van het IJsselmeer staande buitendijkse oevers herbergen grote aantallen broedvogels en rustende vogels.

Zowel in Europees als in wereldverband tracht men biotopen als het IJsselmeer (en oevergebieden) bescherming te geven, omdat ze van groot belang zijn voor het voortbestaan van watervogelpopulaties. Binnen de EG bestaat voor dit doel sinds 1969 de EG-vogelrichtlijn. Deze verplicht de lidstaten onder meer om op hun grondgebied gelegen, belangrijke watervogelgebieden te beschermen. In wereldverband is het de Ramsar Conventie uit 1971 die waterrijke gebieden (wetlands) bescherming tracht te geven, speciaal met het oog op pleisterend en broedend waterwild (Atkinson-Willes, 1972). Deze conventie verplicht de toegetreden staten in het algemeen een zorgvuldig beheer te voeren van hun wetlands en kent speciale verplichtingen ten aanzien van aangemelde wetlands, zoals een compensatieplicht voor verloren gegane gebieden.

Ten behoeve van zowel de EG-richtlijn als de Ramsar Conventie is in 1980 een lijst opgesteld van in West-Europa en West-Afrika aanwezig waardevolle waterrijke vogelgebieden (Scott, 1980). Bij het opstellen van deze lijst is gebruik gemaakt van kwantitatieve criteria met betrekking tot pleisterende en broedende vogels.

Het daarbij meest gebruikte criterium voor pleisterende vogels buiten de broedtijd is de 1%-norm (Szijj, 1972). De normgetallen worden berekend op grond van schattingen van grootte van de Noordwesteuropese populatie van de watervogelsoorten (buiten de broedtijd). Voor de recente formulering van deze norm wordt verwezen naar Osieck (1982). Door de 1%-norm worden vooral soorten beschermd die zich sterk concentreren in een wintergebied. Dergelijke soorten zijn juist ook zeer gevoelig voor aantasting van biotopen. Een tweede criterium dat alleen wordt toegepast als er onvoldoende gedetailleerde telgegevens beschikbaar zijn, heeft betrekking op het totaal van een aantal soorten watervogels. Het komt hier verder niet ter sprake. Voor broedende watervogels zijn eveneens numerieke criteria opgesteld, op grond waarvan een gebied kan worden beoordeeld (Scott, 1980). Ook deze worden door Osieck (1982) genoemd.

Op de door Scott (1980) opgestelde lijst van internationaal belangrijke watervogelgebieden komt het gehele IJsselmeer (Markermeer en Klein IJsselmeer) voor. Negen watervogelsoorten, die buiten de broedtijd foeragerend, slapend en/of ruiend op het water aanwezig zijn, overschrijden de 1%-norm (tabel 48). Op de meerkoet en de knobbelzwaan na gaat het om overwinterende eendesoorten. Voor twee hiervan, de kuif- en de tafeleend, vervult het IJsselmeer al in de nazomer een functie als ruigebied (belangrijkste in Europa). Voor de in Noordwest-Europa overwinterende toppereenden is het IJsselmeer in het vroege voorjaar een zeer belangrijk baltsgebied.

Het IJsselmeer is in Europa, na het Deltagebied en de Nederlandse Waddenzee, het watergebied met de meeste normoverschrijdingen (Saeijs & Baptist, 1980). Wat het aantal overwinterende of doortrekkende vogels betreft, bevindt het IJsselmeer zich samen met de Nederlandse Delta, de Nederlandse en Duitse Waddenzee, Midden- en Zuid-Denemarken en Wash in Groot-Brittannië aan de 'Europese top'.

Behalve de genoemde soorten, waarvoor de 1%-normen zijn vastgesteld, zijn ook grote aantallen futen, zwarte sterns en dwergmeeuwen, waarvoor geen norm geldt, op het IJsselmeer aanwezig (tabel 48). De fuut komt in grote aantallen, na de broedtijd, op het IJsselmeer ruien. De ruiconcentratie op het IJsselmeer is zeer waarschijnlijk de grootste in Europa. Na de rui blijven duizenden futen op het IJsselmeer overwinteren.

Zwarte sterns trekken na de zomermaanden via het IJsselmeer naar zuidelijker gelegen overwinteringsgebieden. De zwarte stern komt in zulke grote aantallen voor dat kan worden aangenomen dat een groot deel van de Noordwest- en Oosteuropese broedpopulaties op het IJsselmeer verblijft. Dwergmeeuwen zijn op doortrek en overwinterend, in grote aantallen gedurende het winterhalfjaar op het open water te vinden.

Tabel 48: Gemiddeld jaarlijks maximum van een aantal op het IJsselmeer verblijvende watervogelsoorten. Tevens zijn de 1%-normaantallen gegeven.
Bron: Van Eerden & Zijlstra (in voorbereiding).

soort	aantal	1%-normaantal
- kuifeend	85.000-115.000	5.000
- tafeleend	30.000- 50.000	2.500
- toppereend	85.000-115.000	1.500
- brilduiker	7.000- 10.000	2.000
- meerkoet	10.000- 20.000	10.000
- nonnetje	6.000- 12.000	200
- middelste zaagbek	4.000- 9.000	400*
- grote zaagbek	8.000- 20.000	750*
- fuut	15.000- 20.000	g.n.
- zwarte stern	70.000-100.000	g.n.
- dwergmeeuw	4.000- 8.000	g.n.
- knobbelzwaan	3.000- 5.000	1.200

g.n. : geen norm
* : Gebaseerd op voorlopige schattingen van de populatiegrootte.

Twee soorten, de aalscholver en de visdief, komen in de broedtijd, maar ook daarna, in grote aantallen op het IJsselmeer voor. Voor de aalscholver bedraagt het gemiddelde jaarlijkse maximum 18.000-22.000; voor de visdief 15.000-20.000. In de broedtijd foerageren van beide soorten broedvogels uit de kolonies rond het IJsselmeer en niet-broedende, meest niet-geslachtsrijpe vogels, op het open water. Later komen daar de jongen bij. Van de aalscholver foerageert jaarlijks meer dan 60% (1%-norm = 300) van de Noordwesteuropese populatie op het IJsselmeer. Voor de visdief bestaat geen schatting van de Noordwesteuropese populatie, wél een broedvogelnorm, die hieronder ter sprake komt.

Op de lijst van Scott (1980) komen behalve het IJsselmeer zelf ook twee buitendijkse, sterk door het IJsselmeer beïnvloede gebieden voor: de Workumerwaard en de Steile Bank. De Workumerwaard is op de lijst gezet vanwege de broedkolonie visdieven, de foeragerende en slapende ganzen en steltlopers (tabel 49). De kale, door het IJsselmeer omspoelde Steile Bank is op de lijst geplaatst vanwege de slapende ganzen en de aalscholvers na de broedtijd (tabel 50). De Steile Bank is bovendien één van de drie slaapplaatsen voor zwarte sterns die op het IJsselmeer foerageren.

Tabel 49: Aantallen van de Steile Bank gebruik makende watervogels getoetst aan de 1%-norm. Maxima in de jaren 1979-1982 (zie paragrafen 3.6.3 en 3.6.5).

soort	aantal	1%-norm
- aalscholver	9.600	300
- rietgans	18.000	700
- kleine rietgans	7.500	300
- kolgans	70.000	2.000
- brandgans	20.000	500
- grutto	7.300	3.500
- zwarte stern	20.000	geen norm

De vogels op de Workumerwaard en Steile Bank slapen voor een groot deel in het ondiepe water dat aan deze gebieden grenst. Het uitgestrekte wateroppervlak garandeert de benodigde rust en een goede vluchtweg.

Tabel 50: Aantallen op de Workumerwaard aanwezige watervogels (zie paragraaf 3.6.5) getoetst aan normaantallen (b): broedvogelaantallen en broedvogelnorm.

soort	aantal	1%-norm
- visdief	2.500 (b)	500 (b)
- kleine rietgans	5.000-8.000	300
- kolgans	15.000	2.000
- grauwe gans	7.000	400
- brandgans	3.000	500
- kluut	500-600	260
- grutto	10.000	3.500
- wulp	10.000	3.000

De aan het IJsselmeer grenzende Oostvaardersplassen en het wat meer landinwaarts gelegen Naardermeer komen ook op de lijst voor (Scott, 1980). Beide moerasgebieden kwalificeren zich door hun broedvogelbevolking. De aalscholvers uit deze gebieden zoeken massaal op het IJsselmeer naar voedsel en vormen zodoende een verbinding tussen het meerecosysteem en dat van het moeras. Behalve broedvogels zijn er in de kolonies en daarbuiten ook niet-broedende aalscholvers aanwezig. Ook deze zoeken voedsel op het IJsselmeer.

De Oostvaardersplassen kwalificeren zich naast de broedvogels door de overwinterende zwemeenden, ganzen, duikeenden, zaagbekken en steltlopers. Wat duikeenden en zaagbekken betreft is er 's winters sprake van een sterke uitwisseling tussen de Oostvaardersplassen en het IJsselmeer. De plassen dienen hoofdzakelijk als rust- en slaapplaats voor de op het IJsselmeer foeragerende eenden.

Als onderdeel van het Zuidelijk Poldergebied van Noord-Holland komt ook Waterland op de lijst van wetlands voor. Waterland kwalificeert zich onder meer door de nonnetjes die op het Kinselmeer slapen en door de er voedselzoekende en slapende smienten. Beide soorten onderhouden een relatie met het Markermeer: het nonnetje zoekt er voedsel en de smient slaapt er grotendeels. Ook vervult Waterland 's winters en in het vroege voorjaar een functie als slaapplaats en baltsplaats voor kuifeenden.

De Noordoostpolder-west is een binnendijks gebied dat eveneens op de lijst voorkomt. Dit gebied kwalificeert zich door de er voedselzoekende ganzen. Deze ganzen slapen grotendeels op het IJsselmeer (met name langs de Zuid-Friese oever). Van de met het Markermeer in verbinding staande wateren is het Gooimeer op de lijst geplaatst. Dit vanwege de er foeragerende kleine zwanen.

Samenvattend kan het volgende worden gezegd. Het Klein IJsselmeer en het Markermeer vervullen in het winterhalfjaar in Europa een zeer belangrijke functie als rust-, rui- en fourageergebied van met name ganzen, duikeenden en vis-etende eenden. In de zomer zijn beide delen van het IJsselmeer voedselplaats voor een belangrijk deel van de Noordwesteuropese populatie van de aalscholver. Tevens dient het meer als pleisterplaats voor naar het zuiden trekkende sterns en als winterverblijfplaats voor de dwergmeeuw. Voor de naar Afrika trekkende zwarte stern is het IJsselmeer waarschijnlijk de belangrijkste pleisterplaats in Europa. De vogels maken er een deel van de rui door. Van de direct aan het IJsselmeer grenzende buitendijkse gebieden zijn er twee, te weten de Workumerbuitenwaard en de Steile Bank, belangrijke slaapplaatsen. De Workumerwaard is van belang voor ganzen en steltlopers en de Steile Bank vooral voor ganzen, zwarte sterns en aalscholvers na de broedtijd. De vogels slapen er grotendeels in ondiep water. Deze gebieden ontlenen hun grote betekenis als watervogelgebied grotendeels aan de rust die door het uitgestrekte wateroppervlak van het IJsselmeer wordt gegarandeerd. Belangrijke binnendijkse vogelgebieden waarvan enkele er voorkomende soorten een relatie onderhouden met het IJsselmeer zijn de Oostvaardersplassen, het Naardermeer, het Zuidelijk Poldergebied in Noord-Holland (onder andere Waterland) en de Noordoostpolder-west.

6. MENSELIJKE BEÏNVLOEDING VAN HET ECOSYSTEEM

Het IJsselmeer vervult een groot aantal functies voor de menselijke samenleving. Er wordt onder andere vis uit het gebied geoogst en zand gewonnen. Het water wordt gebruikt voor polderpeilbeheersing, doorspoeling en in geringe mate voor de drinkwatervoorziening. Daarnaast wordt het water gebruikt als transportweg (beroepsvaart), koelmiddel (energieopwekking), voor de recreatie (zwemmen, varen) en als lozingsplaats voor afvalwater.

Bij elke vorm van gebruik van het IJsselmeer is er sprake van een meer of minder grote, directe of indirecte invloed op de levensgemeenschap. Vanuit een natuurbehoudsdoelstelling is het van belang om te kunnen vaststellen of en in welke mate deze activiteiten een inbreuk vormen op de natuurwaarden van het IJsselmeer. Daartoe worden de mogelijke gevolgen van een aantal belangrijke activiteiten voor de diverse niveaus in de levensgemeenschap in het onderstaande besproken. Deze analyse is gebaseerd op de informatie die in de voorgaande hoofdstukken is gepresenteerd.

De volgende activiteiten c.q. vormen van beïnvloeding komen aan de orde:
1. belasting met voedingsstoffen;
2. belasting met zware metalen en gechloreerde koolwaterstoffen;
3. koelwatergebruik;
4. zandwinning;
5. recreatie;
6. militaire activiteiten;
7. beroepsvisserij en sportvisserij.

Behalve deze activiteiten vinden er nog een aantal andere plaats waarvan het vervoer van gevaarlijke stoffen per schip nog moet worden genoemd. Hierbij bestaat de kans op waterverontreiniging in het geval van calamiteiten. In de toekomst zijn bovendien een aantal nieuwe activiteiten mogelijk. Genoemd worden olie- of gaswinning met de kans op grootschalige verontreiniging van het water met olie en de vestiging van één of meer kerncentrales langs het IJsselmeer. Het aspect van koelwatergebruik door kerncentrales komt hoofdstuk 3 ter sprake. Op deze plaats wordt gewezen op de besmetting van het water met radioactief materiaal. Deze besmetting treedt al bij een normale bedrijfsvoering op en kan bij ongelukken in de centrale sterk toenemen. Radioactieve lozingen betekenen een ernstig gevaar voor het ecosysteem en de drinkwaterbereiding. Alleen al vanwege deze gevaren moet de vestiging van kerncentrales aan het IJsselmeer worden afgewezen.

Tenslotte moeten grote infrastructurele werken worden genoemd als inpoldering van het Markermeer en aanleg van een energie-spaarbekken (Plan Lievense).

Dergelijke projecten vormen een zeer grote inbreuk op de natuurwaarden van het IJsselmeer. Ze zijn gezien de opzet van deze studie dan ook verder niet in beschouwing genomen.

6.1 Belasting met voedingsstoffen

Sinds de afsluiting van het IJsselmeer hebben de, voornamelijk via de IJssel, aangevoerde fosfaten en stikstofverbindingen zich grotendeels in de vorm van organische stof op de bodem van het meer opgehoopt. De bodem werd hierdoor naast de externe aanvoer een belangrijke bron voor voedingsstoffen.

Vanaf de jaren zestig tot in de jaren tachtig nam de aanvoer van het door algen direct opneembare ortho-fosfaat en nitraat sterk toe. Sinds de sluiting van de Houtribdijk is de invloed van het IJsselwater op het Markermeer wat afgenomen. Het gehalte aan voedingsstoffen van het Markermeerwater is thans lager dan van het Klein IJsselmeer. De inlaat van water uit het Klein IJsselmeer naar het Markermeer zorgt toch nog voor een aanzienlijk deel van de fosfaatbelasting van het Markermeer/IJmeer.

Plantaardig plankton

Door de hoge voedselrijkdom van het water en de bodem van het Klein IJsselmeer komen in dit water blauwalgen voor. Vooral de soorten Oscillatoria agardhii en Microcystis aeruginosa kunnen grote dichtheden bereiken. Behalve lokale bloei van beide soorten is in de afgelopen tien jaar ook enkele malen bloei over grote meeroppervlakten opgetreden. Oscillatoria agardhii vertoonde van beide soorten de langdurigste bloei (halfjaar) over de grootste oppervlakte.

In het Markermeer is de dichtheid aan blauwalgen meestal minder groot dan in het Klein IJsselmeer. Een aanzienlijk deel van de blauwalgen vooral van de soort Oscillatoria agardhii in het Markermeer is geïmporteerd uit het Klein IJsselmeer. Het Markermeer is een minder gunstig milieu voor de blauwalgen soort Oscillatoria agardhii dan het Klein IJsselmeer. De soort Microcystis aeruginosa vertoont er echter wel bloei.

Wanneer de huidige aanvoer van voedingsstoffen naar het Klein IJsselmeer en de voedselrijkdom van de bodem in de toekomst gehandhaafd blijven, bestaat in principe iedere zomer en najaar de kans op de dominantie van blauwalgen, (met name Oscillatoria agardhii) over vrijwel het hele oppervlak van dit meer. Bij voortgaande inlaat van Klein IJsselmeerwater in het Markermeer zal dit meer steeds sterk met blauwalgen en voedingsstoffen worden belast, waardoor ook hier de kans op bloei van blauwalgen over een groot oppervlak aanzienlijk zal zijn.

Wortelende waterplanten

Wanneer door een hoge biomassa aan algen de lichtdoordringing in het water afneemt, verdwijnen ondergedoken waterplanten. Dit verschijnsel heeft zich voorgedaan in de randmeren en langs de Friese oevers. Met het verdwijnen van de waterplanten gaat ook de ermee verbonden fauna (slakjes, insektelarven) verloren.

Een vermindering van het doorzicht van het IJsselmeerwater, door een toenemende blauwalgenbiomassa, zal het terugkeren van de grotendeels verdwenen onderwatervegetaties onmogelijk maken. Blauwalgen zorgen bij een bepaalde gewichtshoeveelheid voor een veel grotere troebeling van het water dan eenzelfde hoeveelheid groenalgen (Los, 1981).

Dierlijk plankton

Zoöplankton voedt zich voor een deel met algen. Het feit dat in het Klein IJsselmeer soms massale groei van Oscillatoria agardhii voorkomt geeft aan, dat het zoöplankton veelal niet in staat is om de groei van niet-blauwalgen in toom te houden. Door een sterke toename van de algenbiomassa ontstaan gunstige omstandigheden voor Oscillatoria agardhii. Zijn deze blauwalgen eenmaal aanwezig dan is de invloed van het zoöplankton minimaal, aangezien blauwalgen nauwelijks als voedsel worden gebruikt. In de randmeren heeft dit een vrijwel permanente dominantie van Oscillatoria agardhii mogelijk gemaakt.

De soort Microcystis aeruginosa is niet zo afhankelijk van het lichtklimaat dat door andere algensoorten is gevormd en komt daardoor ook onder minder voedselrijke omstandigheden voor.

Welke gevolgen het regelmatige en op grote schaal optreden van blauwalgenbloei voor de biomassa en soortensamenstelling van het zoöplankton heeft is niet bekend. Onderzoek op dit gebied ontbreekt.

Bodemorganismen

De overmatige groei van blauwalgen (blauwalgenbloei) lijkt een negatieve invloed te hebben op driehoeksmosselen. In de Langeraarse Plassen, waar al vanaf de zestiger jaren blauwalgen permanent dominant zijn, komt de driehoeksmossel nauwelijks voor (Everards, 1974). In de randmeren van de Flevopolders kwamen in de zestiger jaren nog veel driehoeksmosselen voor. De dichtheid nam echter sterk af aan het begin van de jaren zeventig toen ten gevolge van de voortgaande eutrofiëring blauwalgen er permanent dominant werden (Bij de Vaate, 1978; Bick & Van Schaik, 1980).

In 1974 trad in het Klein IJsselmeer voor het eerst bloei van blauwalgen op. In 1976 was dit weer het geval. De bloei ging samen met het ontbreken van de mosseljaarklasse 1974 en sterfte onder de mosselen van allerlei leeftijden in 1976 (Van der Wal, 1979).

De negatieve invloed die uitgaat van blauwalgenbloei is mogelijk gedeeltelijk te wijten aan de sterke sedimentatie van dode algencellen tijdens en na een bloei (De Jong, e.a., 1982). De afbraak van de dode algencellen op de bodem kan voor lage zuurstofgehalten zorgen. Van de soort Microcystis aeruginosa is bekend dat de populatie ineens massaal af kan sterven. Dit veroorzaakt een plotselinge hevige sedimentatie van dode algencellen. Driehoeksmossellarven zijn zoals vermeld gevoelig voor lage zuurstofgehalten. De negatieve invloed zou ook kunnen uitgaan van in het water aanwezige toxinen. Die worden door allerlei blauwalgensoorten uitgescheiden (Van der Wal, 1979; Berger, 1982). Over de invloed van blauwalgen op andere bodemorganismen is weinig bekend.

Concluderend kan worden gezegd, dat bij een sterkere blauwalgengroei in het Klein IJsselmeer en mogelijk ook het Markermeer een gerede kans bestaat op de afname van de biomassa aan driehoeksmosselen.

Vissen

De thans aanwezige visstand in het Klein IJsselmeer en Markermeer is karakteristiek voor troebele, voedselrijke wateren. Of ten gevolge van een sterkere blauwalgengroei (hogere troebelheid) de visstand verandert, is niet te zeggen. Mogelijk neemt de oogjagende baars in dichtheid af. De snoekbaars is ook een oogjager, maar deze soort heeft maar zeer weinig zicht nodig. De spieringstand zou bij zeer regelmatige blauwalgenbloei kunnen afnemen. Dit verschijnsel heeft zich voorgedaan in de randmeren. Het is echter niet duidelijk of deze afname het gevolg is van de blauwalgenbloei (Willemsen, RIVO, IJmuiden, pers. med.).

Vogels

Het versterkt optreden van blauwalgen kan de waarde van het IJsselmeer als voedselgebied voor vogels verkleinen door de mogelijke aantasting van de driehoeksmossel- en spieringpopulatie. Duikeenden vinden bij vermindering van de driehoeksmosseldichtheid nauwelijks een alternatieve voedselbron. Bij de vis-etende vogels, die nu voornamelijk van spiering leven, is het de vraag of ze kunnen overschakelen op andere kleine vissen (c.q. jonge exemplaren). De pos is een kleine vis en ongeveer even talrijk als de spiering, maar deze soort is een bodemvis.

Door de troebeling van het water zijn blauwalgen ook direct van invloed op vogels. Door het geringe doorzicht zullen de oogjagende vis-eters veel minder goed in staat zijn om de prooi te lokaliseren. De benthos-etende vogels zoeken, op de brilduiker na, voornamelijk 's nachts naar voedsel en worden daarom waarschijnlijk niet door de troebelheid gehinderd. Omdat een grote dichtheid aan blauwalgen de kans op het terugkeren van ondergedoken waterplanten zeer sterk vermindert, vormen blauwalgen ook een negatieve factor voor planten-etende vogels als de kleine zwaan.

Concluderend kan worden gezegd dat het terugdringen van de bloei van blauwalgen, en dus van de voedingsstoffenaanvoer van essentieel belang is voor behoud en ontwikkeling van het IJsselmeerecosysteem.

6.2 Belasting met zware metalen en gechloreerde koolwaterstoffen

Zware metalen en gechloreerde koolwaterstoffen worden voornamelijk via de IJssel naar het IJsselmeer gevoerd. De aanvoer van lood via het regenwater is bovendien niet onaanzienlijk. Op de bodem van het IJsselmeer heeft zich door bezinking van deze stoffen een reservoir gevormd.

Het slib in het Ketelmeer is het sterkst verontreinigd met deze stoffen. Richting Afsluitdijk nemen de gehalten in de bodem af. De gehalten in het slib van het Markermeer zijn lager dan die in de bodem van het Klein IJsselmeer. Dit is grotendeels het gevolg van de aanwezigheid van de Houtribdijk. De inlaat van IJsselmeerwater in het Markermeer is echter voor het Markermeer een belangrijke bron van zware metalen en milieuvreemde verbindingen. Hierdoor is ook in dit meer nog steeds sprake van verdere ophoping van deze gifstoffen.

Dierlijk plankton

In overeenstemming met de cadmium-gradiënt in het water van het Klein IJsselmeer vond Marquenie (1981) een gradiënt in de gehalten in zoöplankton. In het Ketelmeer was het gehalte gemiddeld 3.3 µg per gram asvrij drooggewicht, in het midden van het Klein IJsselmeer 0.7 µg en in het noorden (Afsluitdijk) 0.3 µg.

Bodemorganismen

De op de IJsselmeerbodem levende organismen hopen zware metalen en gechloreerde koolwaterstoffen in hun lichamen op.

Naar de gehalten van zware metalen in diverse mosselsoorten in het IJsselmeer, waaronder de driehoeksmossel, is in 1977 onderzoek gedaan (Marquenie, 1981; Rijkswaterstaat, dir. ZZW, 1983).

In de driehoeksmossel hopen zink en koper zich minder sterk op dan in andere mosselsoorten. Cadmium en kwik vertonen in de driehoeksmossel een minstens even hoge accumulatie als in andere soorten. Tabel 51 geeft concentraties van kwik en cadmium in de driehoeksmossel. Het gehalte vertoont voor beide metalen een gradiënt, gaande van de IJsselmond naar het IJsselmeer.

Over metaalgehalten van driehoeksmosselen in het Markermeer zijn geen gegevens gevonden. Op grond van de gegevens over de gehalten in het water en de bodem kan worden verwacht dat de concentraties lager zijn dan in het Klein IJsselmeer.

Of de cadmium- en kwikgehalten een negatieve invloed hebben op het functioneren en de voortplanting van de mosselen is niet bekend. In het algemeen kunnen ongewervelde organismen hogere gehalten aan metalen verdragen dan gewervelde.

Tabel 51: Metaalgehalten van driehoeksmosselen in het IJsselmeer in 1982.
Gehalten in µg/g asvrij drooggewicht.
Bron: Rijkswaterstaat, dir ZZW (1983).

	IJssel	Ketelmeer	Klein IJsselmeer
- cadmium	18	3	1
- kwik	0.64	0.24-0.43	0.13-0.24

Ook in borstelwormen is sprake van een duidelijke accumulatie van metalen. De in borstelwormen gevonden gehalten bedragen voor cadmium 13-18 µg per gram asvrij drooggewicht en voor kwik 0.8-6.0 µg (Rijkswaterstaat, dir. ZZW, 1983). Ze zijn veel hoger dan die van de driehoeksmossel.

Van driehoeksmosselen in het IJsselmeer zijn ook PCB (polychloorbifenyl)-gehalten bepaald. In mosselen in het noordelijk deel van het Klein IJsselmeer is een gehalte gevonden van 0.1 mg per kg natgewicht (zacht weefsel) (Marquenie & De Kock, 1981). In andere, meer verontreinigde delen van het Klein IJsselmeer werden gehalten van 2-3 mg per kg natgewicht gevonden (De Kock, TNO Den Helder, pers. med.).

Vissen

Zware metalen en gechloreerde koolwaterstoffen komen via bodemorganismen en dierlijk plankton in vissen terecht. Behalve uit het voedsel nemen de vissen ook stoffen als methylkwik direct uit het water via de kieuwen op (Pieterse, RIVO IJmuiden, pers. med.).

Van de vissen die in het IJsselmeer voorkomen zijn alleen de consumptiesoorten aal en snoekbaars gedurende een groot aantal jaren op gehalten aan zware metalen en gechloreerde koolwaterstoffen onderzocht (Rijkswaterstaat, dir. ZZW, 1983). Vooral kwik en PCB's hebben door hun sterke accumulatie en giftigheid voor de mens veel aandacht gekregen. In het onderstaande worden uitsluitend gehalten van vissen uit het Klein IJsselmeer besproken. Gegevens van in het Markermeer gevangen vissen zijn niet gevonden. Tabel 52 geeft metaalgehalten van snoekbaars en aal in 1981. Vergeleken met 1973-1976 zijn de koper- en kwikgehalten van beide soorten gehalveerd en is het cadmiumgehalte tot een derde afgenomen. Het gehalte aan lood en zink bleef constant.

Tabel 52: Metaalgehalten in zoetwatervis uit het IJsselmeer (1981) in mg/kg vers produkt.
Bron: Rijkswaterstaat, dir. ZZW (1983).

	koper	kwik	cadmium	lood	zink
aal	0.34-1.6	0.19 -0.24	0.008-0.011	0.05-0.08	20-25
snoek-baars	0.20-0.23	0.002-0.006*	0.002-0.006	0.01-0.07	4-6

* Deze gehalten zijn volgens het RIVO (Pieterse, pers. med.) veel te laag. De gehalten zouden moeten zijn: 0.2-0.6 mg per kg.

Het gemiddelde kwikgehalte van de snoekbaars die op het Klein IJsselmeer wordt gevangen (3-4 jaar) is thans beneden de in de Verenigde Staten en West-Duitsland gehanteerde norm (1 mg/kg vis) voor consumptievis gekomen. Het gehalte van de aal lag altijd beneden de norm. Het gemiddelde kwikgehalte neemt toe met de leeftijd. Snoekbaars van meer dan zeven jaar komt gemiddeld boven de norm uit. Door de intensieve visserij op snoekbaars bereiken slechts weinig vissen een dergelijke leeftijd, zodat het sterk belaste deel van de populatie maar gering is. Baars vertoont een hoger kwikgehalte dan snoekbaars. In 1981 en 1982 bevatte Klein IJsselmeerbaars gemiddel 0.82 mg kwik per kg vis (Directie van de Visserijen, 1982). Van andere vissoorten zijn geen gegevens over kwikgehalten op basis van versgewicht gevonden, zodat geen beeld kan worden verkregen van de accumulatie die bij de roofvissen ten opzichte van de prooi optreedt.

Gechloreerde koolwaterstoffen accumuleren sterk in het vet van vissen. De vette aal bevat daarom doorgaans veel hogere gehalten dan de minder vette snoekbaars. Van het totaal aan gechloreerde koolwaterstoffen dat in vissen wordt gevonden maken PCB's het grootste deel uit. Tabel 53 geeft totaalgehalten aan PCB's in alen in het Ketelmeer en Klein IJsselmeer. In de afgelopen jaren is het gehalte vrij constant gebleven.

Tabel 53: Polychloorbifenyl-gehalten (PCB-gehalten) in aal uitgedrukt in mg per kg vis (versgewicht). Bron: Directie van de Visserijen (1979-1983).

	1978	1979	1980	1981	1982
- Klein IJsselmeer	3.0	3.9	3.8	2.8	2.7
- Ketelmeer	7.0	11.0	6.9	8.9	8.3

In het Klein IJsselmeer ligt het gehalte onder de sinds 1981 in Nederland van kracht geworden consumptienorm van 5 mg PCB per kg vis. In het Ketelmeer wordt de norm overschreden. De andere Nederlandse wateren waar het PCB-gehalte van aal stelselmatig boven de norm ligt zijn de grote rivieren, het Haringvliet en het Hollands Diep (Directie van de Visserijen, 1982). Voor andere gechloreerde koolwaterstoffen (pesticiden) geldt, evenals voor PCB's, dat de gehalten van aal uit het Ketelmeer hoger zijn dan van Klein IJsselmeer-aal. De Ketelmeeraal is wat betreft vele van deze verbindingen tenminste tienmaal meer verontreinigd dan de aal uit het Klein IJsselmeer (Rijkswaterstaat, dir. ZZW, 1983).

PCB-gehalten van andere vissoorten liggen veel lager dan die van aal: 0.5 mg/kg blankvoorn; baars en snoekbaars 0.1 tot 0.7 mg per kg (Rijkswaterstaat, dir. ZZW, 1983; Willemsen, 1983b).

De genoemde concentraties van PCB's en kwik worden geacht voor vis niet (sub)lethaal te zijn (Willemsen, 1983).

Vogels

Door het eten van driehoeksmosselen en vissen worden respectievelijk duikeenden en vis-etende vogels met zware metalen en PCB's belast. Deze stoffen hopen zich in lever en lichaamsvetten op.

Tabel 54 geeft gehalten van PCB's, cadmium en kwik in de levers van mossel-etende eenden, meerkoet en fuut. De vermelde vangstplaats hoeft overigens niet dezelfde te zijn als de door de vogels meest gebruikte voedselplaats.

Tabel 54: Hoeveelheden PCB's en cadmium in de levers van driehoeksmossele-tende vogels. Gehalten van PCB's in µg per kg natgewicht; gehalten van cadmium en kwik mg per kg asvrij drooggewicht.
Bron: Marquenie & De Kock (1981).

voedsel	vangplaats	leeftijd	PCB	Cd	Hg
t o p p e r e e n d					
driehoeksmossel	Markermeer	volwassen	94	4.68	1.23
driehoeksmossel	Markermeer	volwassen	259	5.44	2.66
driehoeksmossel	Markermeer	niet volw.	46	0.76	4.94
driehoeksmossel	Markermeer	niet volw.	0	0.14	11.38
driehoeksmossel	IJsselmeer	niet volw.	80	4.15	1.25
driehoeksmossel	IJsselmeer	volwassen	271	7.07	4.08
k u i f e e n d					
driehoeksmossel	Markermeer	volwassen	202	1.11	4.11
driehoeksmossel	Flevocentrale	volwassen	82	1.78	5.52
m e e r k o e t					
planten & drhm.	Markermeer	volwassen	3	0.15	1.58
f u u t					
vis	Markermeer	volwassen	407	<0.12	5.61

Er blijken aanzienlijke verschillen te bestaan tussen de metaal- en PCB-concentraties in de levers van de onderzochte duikeenden. Deze verschillen worden grotendeels veroorzaakt door verschillen in leeftijd en gekozen voedselplaatsen.

De metaalconcentraties in de duikeenden zijn niet zonder meer te vergelijken met die in de driehoeksmossel. Dit komt doordat bij de mossel het hele organisme in de bepaling is betrokken en bij vogels alleen de lever. Gegevens over gehalten van zware metalen en PCB's in aalscholvers ontbreken. Aalscholvers worden door het eten van alen sterk met PCB's belast. In een aalscholver uit De Biesbosch is een concentratie aan PCB's van 1000 mg per kg lichaamsgewicht gevonden (Directie van de Visserijen, 1982).

Als gevolg van de belasting met zware metalen is, voor zover bekend, op het IJsselmeer nog geen sterfte van de genoemde soorten opgetreden. Een dergelijke sterfte kan mogelijk plaatsvinden wanneer de vogels hun vetreserve aanspreken, waardoor de opgehoopte giften vrijkomen. Dit is het geval wanneer een grote prestatie moet worden geleverd (lange trektocht) en bij voedselschaarste. Dit laatste valt in het IJsselmeer, gezien het ruime voedselaanbod, niet te verwachten.

Ook een sub-lethaal effect als de vermindering van de broedresultaten kan optreden. Bij de rond het IJsselmeer broedende soorten (aalscholvers, futen, visdieven) zal een dergelijk effect gemakkelijker kunnen worden vastgesteld dàn bij de overwinterende soorten, waarvan de broedplaatsen niet precies bekend zijn.

Geconstateerd kan worden dat het onderzoek naar de concentraties van diverse metalen en gechloreerde koolwaterstoffen in vogels die op het IJsselmeer naar voedsel zoeken, de wijze van accumulatie en de effecten zich nog in een beginstadium bevindt. Intensivering van dit onderzoek is gewenst.

6.3 Koelwaterlozing

De Flevo-centrale is thans de enige elektriciteitscentrale die gebruik maakt van het IJsselmeerwater voor koeling. De centrale bij Diemen loost het opgewarmde water op het Amsterdam-Rijnkanaal. In de inleiding van dit hoofdstuk is de vestiging van kerncentrales afgewezen vanwege de radioactieve besmetting van het water en de daarmee verbonden gevaren voor het ecosysteem en de drinkwatervoorziening. Hieronder wordt verder uitsluitend ingegaan op opwarming van het water als gevolg van koelwaterlozingen door centrales.

Koelwaterlozing door de Flevo-centrale heeft een verhoging van de watertemperatuur in de omgeving van de centrale tot gevolg. In de zomer bedraagt het temperatuurverschil tussen het meerwater en het geloosde water 6 à 7°C en in de winter is dit 14 à 15°C. Tengevolge van de koelwaterlozing heeft het water rond het lozingspunt een hogere temperatuur dan het natuurlijke niveau. De opwarming bedraagt enkele graden in een betrekkelijk klein gebied rond het lozingspunt.

Biologisch onderzoek naar de effecten van koelwaterinlaat en koelwaterlozing door de Flevo-centrale op organismen is verricht door de KEMA (Koops & Sweers, 1981).

Plantaardig en dierlijk plankton

Fyto- en zoöplankton, dat het koelwatersysteem wordt ingezogen, ondervindt van de daar heersende watertemperatuur (30°C) geen aantoonbare schade (Koops & Sweers, 1981).

De temperatuurverhoging van het water rond de centrale verhoogt lokaal de kans op de bloei van Oscillatoria agardhii aanmerkelijk. Deze soort vertoont namelijk een veel sterkere groeitoename bij toename van de watertemperatuur dan groenalgensoorten (Berger, 1982). Een langdurig aanwezige dominantie van deze soort rond de centrale is daarom zeer waarschijnlijk.

Bodemorganismen

De verhoging van de temperatuur bij de Flevo-centrale heeft geen soorten doen verdwijnen. Wel zijn er verschuivingen opgetreden in de aantalsverhoudingen (Koops & Sweers, 1981).

Vissen

Via de inlaat van koelwater komen vislarven en jonge vissen binnen. Vislarven vertonen in het koelwatersysteem een sterfte van gemiddeld 50%. Jonge vissen blijven op de zeven achter en raken daardoor beschadigd. De sterfte bedraagt 60-100%. De invloed van deze vorm van vissterfte op de visstand wordt bij het huidige koelwatergebruik geacht marginaal te zijn (Willemsen, RIVO IJmuiden, pers. med.).

De verhoogde watertemperatuur rond de centrale trekt vissen aan, waardoor de concentratie ter plaatse veel hoger is dan in de rest van het Klein IJsselmeer. Brasem, blankvoorn en baars komen in dichtheden voor die een paar honderdmaal zo groot zijn als in de rest van het IJsselmeer; voor snoekbaars geldt zelfs een factor 2000 (Willemsen, 1983b). Het percentage zieke snoekbaarzen en brasems blijkt bij de centrale veel hoger te zijn dan in de rest van het IJsselmeer. Brasems zijn besmet met een draadworm- en een lintwormsoort en de snoekbaarzen met een bacteriesoort. De besmettingsgraad vertoont seizoensfluctuaties. De volgende factoren in het lozingsgebied worden verantwoordelijk geacht voor de grotere besmettingsgraad: (RIVO, 1982)

- de zeer dichte visstand; hierdoor is de infectiekans hoog;
- onvoldoende voedselaanbod door de hoge visdichtheid waardoor de meeste soorten in een matige conditie zijn;
- de hogere temperaturen die de invloed van de andere factoren versterken.

De door de Flevo-centrale veroorzaakte visziekte/vissterfte heeft een negatieve invloed op de visstand van het IJsselmeer (RIVO, 1982; Directie van de Visserijen, 1983). Deze wordt thans door de Begeleidingscommissie voor het Visserijkundig beheer van het IJsselmeer echter gering geacht. De problemen zullen toenemen bij een vergroting van het koelwaterdebiet.

Vogels

Wanneer het IJsselmeer tijdens een strenge winter dichtvriest blijft het water vlakbij de centrale open. Het kan hierdoor een functie blijven vervullen als voedselplaats.

De verhoogde infectie van brasem met lintwormen doet echter afbraak aan de waarde van dit water als voedselplaats, zowel 's zomers als 's winters.

Vogels, waaronder meeuwen en sterns, zijn tussengastheren in de levenscyclus van de lintwormen (Cazemier, 1973). Door het eten van de besmette brasems raken de vogels besmet. Via de uitwerpselen van de vogels komen de lintwormen weer in vissen terecht. Op deze wijze kunnen vogels zorgen voor een verspreiding van de besmetting over een groter deel van het meer en over meer soorten (b.v. blankvoorn).

Er kan worden geconcludeerd dat een sterke toename van het gebruik van IJsselmeerwater als koelwater de kans vergroot op langdurige bloei van blauwalgen over een toegenomen wateroppervlak. Daarnaast bestaat het gevaar van een aanzienlijke aantasting van de vispopulatie, zowel kwantitatief als kwalitatief.

6.4 Zandwinning

De totale oppervlakte aan diepe ontgrondingen in het IJsselmeer bedraagt thans bijna 1000 hectare. De zandwinputten zijn 15 tot 45 meter diep. De grootste oppervlakte aan diepe putten is gelegen in het IJmeer en het Klein IJsselmeer langs de dijk van Oostelijk Flevoland (zie figuur 1). In deze gebieden is - het Gooimeer meegerekend - in de laatste 10 à 15 jaar 150 miljoen m^3 zand gewonnen.

In de zandwinputten treedt een sterke sedimentatie van slib en organisch materiaal op. Een deel van de sedimentatie wordt vrijwel zeker veroorzaakt door transport van de ongestoorde bodem naar de put (Onderzoekcommissie diepe putten, 1981). Door de sedimentatie vormt zich in de put een dikke laag waterrijk sediment met een hoog gehalte aan fosfaten (Onderzoekcommissie diepe putten, 1981).

Zuurstofarme of geheel zuurstofloze omstandigheden ontstaan in de diepe putten in het zomerhalfjaar. Ze zijn het gevolg van de gelaagdheid in de dichtheid van het water. Deze gelaagdheid is weer het gevolg van de sterke opwarming van het oppervlaktewater gecombineerd met een geringe verticale menging.

Enige dagen na het ontstaan van de gelaagdheid kunnen in de put al zeer zuurstofarme tot vrijwel zuurstofloze omstandigheden voorkomen. In de putten in het IJmeer en Klein IJsselmeer komt ieder jaar vrijwel volledige uitputting van zuurstof beneden de 15-20 meter voor (Onderzoekcommissie diepe putten, 1981). Deze situatie kan, afhankelijk van de ligging van de put en het weer, één week tot enkele maanden duren. Vaak komen in het zomerhalfjaar enige zuurstofloze perioden na elkaar voor. Onder deze omstandigheden gaan fosfaten vanuit het bodemslib in oplossing. Ook het gehalte aan ammonium blijkt veelal sterk toe te nemen. Wanneer de stratificatie wordt opgeheven komen deze voedingsstoffen in de hogere waterlagen terecht.

Algen

Door de verdieping van het water verandert het lichtklimaat voor algen sterk. De afname van de gemiddelde lichtintensiteit in de gemengde oppervlaktelaag en het optreden van stratificatie op grotere diepte geeft een verschuiving van algensoorten, die gesuspendeerd in het water voorkomen naar soorten die hun positie in het water zelf kunnen bepalen (Mur, Universiteit van Amsterdam, pers. med.). In de huidige zandwinputten in het IJsselmeer is een verschuiving geconstateerd naar Oscillatoria-soorten met drijfvermogen (Mur, pers. med.).

De afgifte van nutriënten door de bodem van zandwinputten betekent een extra belasting van het meerwater en verhoogt daarmee weer de kans op het optreden van de bloei van Oscillatoria agardhii in ondiepere delen van het meer.

Bodemorganismen

Beneden de 10 meter diepte neemt de dichtheid aan muggelarven en wormen in de putten sterk af. Beneden de 20 meter is de dichtheid, vooral van muggelarven, nog maar een fractie van die op de oorspronkelijke diepte. De omvang van het biomassaverlies door zandwinning wordt onder meer bepaald door het oppervlak en de gemiddelde diepte van de winning. De invloed van diepe zandwinputten op de bodemfauna in de omgeving is niet duidelijk aantoonbaar gebleken (Van der Heul & Cazemier, 1980).

Over driehoeksmosseldichtheden in de putten bestaan geen kwantitatieve gegevens. Er is wel geconstateerd dat de mosselen zeer sporadisch in de putten voorkomen (Onderzoekcommissie diepe putten, 1981). De putten in het IJmeer en zuidelijk Klein IJsselmeer liggen in driehoeksmosselrijke gebieden.

Het lage zuurstofgehalte in de putten, vooral beneden de 15-20 meter, moet grotendeels verantwoordelijk worden geacht voor de geringe dichtheid aan bodemorganismen. Een periode van enkele dagen van vrijwel volledige zuurstofloosheid leidt tot het afsterven van de aanwezige bodemfauna. Ook het uit de bodem vrijkomende ammonium is nadelig voor de organismen.

De sterke slibsedimentatie in de putten is vooral nadelig voor de vastzittende driehoeksmosselen. Daar komt bij dat de zachte bodem van de putten geen aanhechtingsplaatsen voor mossellarven biedt.

Vissen

Door zandwinning neemt de beschikbare voedseloppervlakte voor vissen af. Enerzijds komt dit door de afname van de bodemfauna, anderzijds door het ontstaan van een voor vissen minder gunstig milieu (lage zuurstofgehalten, verhoogde ammoniumconcentraties).

Volgens de Onderzoekcommissie diepe putten (1981) zal uitgebreide zandwinning in het IJsselmeer, die dieper gaat dan 8 meter, resulteren in verminderde visgroei en visproduktie. Hoewel de diepe zandwinning in het IJmeer en Gooimeer een relatief grote oppervlakte beslaat heeft deze nog niet geleid tot waarneembare nadelige effecten op de visstand. Dit wordt toegeschreven aan de open verbinding die bestaat met het Markermeer (Onderzoekcommissie diepe putten, 1981).

Vogels

Zandwinning verkleint het voedselaanbod aan benthos-etende eenden, aangezien deze niet dieper duiken dan 5 à 6 meter. Daar komt bij dat in de putten op en beneden deze diepte ook maar weinig mosselen aanwezig zijn.

Vis-etende vogels die bodemvissen eten worden eveneens door zandwinning getroffen. Aalscholvers duiken bijvoorbeeld niet dieper dan circa 8 meter. Behalve door de verdieping zelf zullen deze vogels in de toekomst ook worden gedupeerd door de groeiafname van bodemfauna-etende vissen.

Geconcludeerd moet worden dat zandwinning, die waterdiepten schept, van 5 à 6-10 meter, de functie van de bodem als voedselplaats voor vogels en vissen aanzienlijk doet afnemen. Beneden de 10 meter is de bodem voor vogels onbereikbaar en voor vissen nauwelijks meer van betekenis als voedselplaats.

6.5 Recreatie

De recreatie op het IJsselmeer betreft voornamelijk het varen met zeil- en motorboten. De recreatievaart met kleine vaartuigen als zeilplanken en kleine zeilboten concentreert zich langs de oevers in de buurt van dag- en verblijfsrecreatieterreinen. Het open water wordt door de wat grotere pleziervaartuigen (kajuitjachten) gebruikt. Deze varen grotendeels van jachthaven naar jachthaven waardoor er op het IJsselmeer enkele druk bevaren trajecten zijn te onderscheiden. Daartussen wordt het water nogal extensief gebruikt (Meyboom & Hellinga, 1977; Rijkswaterstaat, dir. ZZW/RIJP, 1983). De meest dicht bevaren delen van het IJsselmeer zijn het westelijk deel van het Markermeer, het IJmeer, het traject Enkhuizen-Hindeloopen en het water rond Lemmer en Urk.

Rond het Markermeer bevonden zich in 1981 3200 ligplaatsen voor schepen (2800 in jachthavens). Rond het IJmeer waren dit er 850. Rond het Klein IJsselmeer bevonden zich 5500 ligplaatsen (Rijkswaterstaat, dir. ZZW/RIJP, 1983). Op de Noordhollandse oever van het Markermeer liggen zes buitendijkse verblijfsrecreatieterreinen. Ze beslaan samen met enkele dagrecreatieterreinen een oppervlakte van circa 90 hectare. Langs het Klein IJsselmeer herbergen de Friese oevers de meeste recreatieve voorzieningen. Op de zuidoever van Friesland komen zowel twee officiële als enkele 'wilde' dagrecreatieterreinen voor. Op de westoever van Friesland liggen verder enkele verblijfsrecreatieterreinen (Makkumerzuidwaard: 'Holle Poarte'; zuidpunt Workumerwaard: 'It Soal'; Bocht van Molkwerum: 'Schuilenburg'). Vanuit deze recreatievoorzieningen wordt gezwommen, geplankzeild en gevaren met kleine zeilboten.

De watersport op het IJsselmeer, die in de zomermaanden haar grootste intensiteit heeft, kan groepen rustende, ruiende en voedselzoekende watervogels verstoren. Over de gevolgen van verstoring voor de conditie van watervogels is nog niet zoveel bekend, bij gebrek aan onderzoek op dit gebied. Toch kunnen over het verschijnsel verstoring in het algemeen, wel enkele opmerkingen worden gemaakt.

Hoe groter de groep vogels is, hoe meer effect een verstoring heeft (Daalder & Brouwer, 1984). Het opvliegen van een gemakkelijk te verstoren soort kan ook weer een vluchtreactie van groepen bestaande uit andere soorten vogels veroorzaken. Vooral in de ruitijd zijn vogels als futen en duikeenden, die in grote ruigroepen voorkomen, extra gevoelig voor verstoring (Van der Wal & Zomerdijk, 1979; Daalder & Brouwer, 1984). Herhaaldelijke verstoring van vogels kan een ongunstige invloed op hun energiebalans hebben. Dit zal vooral het geval zijn wanneer de verstoring optreedt tijdens de energie-intensieve (slagpen)rui, de balts of het broeden.

Herhaaldelijke verstoring van broedende vogels kan leiden tot een vermindering van het broedsucces, doordat de broedvogels van het nest vluchten. Verstoring van op het water voedselzoekende broedvogels kan nadelig zijn voor zowel de energiebalans van de oudervogels als voor die van de jongen.

Verstoring in het vroege voorjaar, een periode waarin bij vele soorten ook de balts plaats heeft, kan leiden tot onvoldoende opbouw van vetreserves. De vetreserves worden aangewend tijdens de trek, maar kunnen ook noodzakelijk zijn in de erop volgende broedperiode. Een slechte conditie kan daarom ook van invloed zijn op de broedresultaten.

Het plankzeilen langs de oevers van het IJsselmeer vormt thans de belangrijkste bron van verstoring voor de ter plaatse aanwezige veelal ruiende watervogels die er rusten en voedsel zoeken (o.a. meerkoeten, zwemeenden, zwanen, futen). Het grote en nog steeds groeiende aantal beoefenaars van deze sport, de onrustige manier van varen en de mogelijkheid om in zeer ondiep water te komen maken deze vorm van zeilen mogelijk tot een grotere verstoringsbron dan die met gewone zeilbootjes. Daarbij komt nog dat het plankzeilen het hele jaar door kan worden beoefend. Van de lente tot in de herfst wordt door het merendeel van de plankzeilers zeer regelmatig gevaren, maar ook in de winter bedraagt het actieve deel van de plankzeilers nog altijd zo'n 10% (Daalder & Brouwer, 1984). Juist in de winter komen langs de oevers van het IJsselmeer grote groepen rustende vogels (duikeenden, nonnetjes) voor. De verstoring door enkele voortdurend heen en weer varende zeilplanken kan dan aanzienlijk zijn.

Naar verstoring van groepen watervogels langs en op de oevers van het IJsselmeer in zomer en winter, is geen gedetailleerd onderzoek gedaan. Er staan wel incidentele waarnemingen van vogelkenners ter beschikking, die een indruk geven van de plaatsen waar verstoring voorkomt en van de aard en omvang ervan. Deze gegevens wijzen erop dat daar waar zich grote aantallen vogels op het water verzamelen om te rusten of te foerageren in de buurt van recreatieve voorzieningen inderdaad massale verstoring op kan treden. Ook verstoring van vlak langs het water broedende en ruiende vogels komt voor. Zowel in de zomer als in de winter is verstoring geconstateerd.

Waarnemingen van verstoring van grote groepen vogels zijn gedaan op de Gouwzee, bij de Mokkebank, op het water voor de Bocht van Molkwerum, in de baai bij Wervershoof, rond de Steile Bank en in de baai 'het Hondennest' (Haitjema, 1983; Daalder & Brouwer, 1984). Op de schelpenbank van de Workumerwaard is verstoring van broedende visdieven geconstateerd door aanleggende en dicht langsvarende plankzeilers (Hosper, Fryske Gea Olterterp, pers. med.).

Op het zuidelijker gelegen buitendijkse terrein 'de Bocht van Molkwerum' is verstoring van broedende futen (kolonie) door eveneens dicht langs de oever varende zeilplanken waargenomen (Hosper, pers. med.).

De grote watersport houdt, varende tussen jachthavens, meestal een flinke afstand tot de oever aan en is daarom vooral van invloed op vogels op het open water. Omdat deze vorm van watersport zich vrijwel geheel beperkt tot het zomerseizoen, betreft de verstoring met name de overdag voedselzoekende aalscholvers, (ruiende) kuif- en tafeleenden en (ruiende) futen.

Aangezien buiten bepaalde druk bevaren trajecten tussen jachthavens het open water weinig wordt bevaren, is het mogelijk dat de vogels zich kunnen onttrekken aan de verstoring door hun plaatskeuze. Het door kuif- en tafeleenden gebruikte gebied rond de Houtribdijk is bijvoorbeeld een zeer extensief bevaren deel van het IJsselmeer. Het driehoeksmosselrijkere maar relatief druk bevaren westelijke deel van het Markermeer wordt vrijwel niet gebruikt door ruiende vogels. Rond jachthavens kan de grote watersport evenals de kleine watersport zorgen voor verstoring van de vogels langs de oevers. In het algemeen kan worden gezegd dat voor de vogels van het open water de mogelijkheden tot het vinden van rustig water, waar ongestoord kan worden gefoerageerd en geslapen groter zijn dan voor soorten die aan het ondiepere water langs de oevers zijn gebonden.

Concluderend kan worden gesteld dat gezien de mogelijkheid van massale verstoring van groepen watervogels, het raakvlak recreatie/rusteisen van vogels de volle aandacht verdient.

6.6 Militaire activiteiten

Per jaar worden thans vierentwintig dagen gebruikt voor het doen van ballistische proeven met onder meer mortieren vanuit Breezanddijk. De onveilige zone die hierbij ontstaat heeft een oppervlakte van 10.900 hectare en ligt in de noordwest hoek van het Klein IJsselmeer (Structuurschema Militaire Terreinen, 1981).

Aangezien het hele jaar door grote aantallen rustende, ruiende en foeragerende vogels rond de Afsluitdijk voorkomen, zullen oefeningen steeds van invloed zijn op grote vogelgroepen. In de wintermaanden gaat het vooral om zaagbekken, duikeenden en dwergmeeuwen die er voedsel zoeken en rusten. In de zomer en het najaar zijn er grote aantallen zwarte sterns, visdieven en dwergmeeuwen op zoek naar voedsel. Knobbelzwanen ruien in juni langs de dijk. Door de explosies zullen de in het gebruikte gebied aanwezige vogels hoogstwaarschijnlijk massaal op de vlucht gaan, om pas geruime tijd na de oefeningen weer terug te keren.

6.7 Beroepsvisserij en Sportvisserij

Het hele jaar door vindt er beroepsvisserij op het IJsselmeer plaats. 's Winters wordt er vooral met staande netten in diep water gevist. De visserij met fuiken vindt van maart tot en met oktober plaats in het ondiepe water langs de oevers. De beroepsvisserij richt zich op de vangst van snoekbaars, baars en aal.

De sportvisserij vindt plaats vanaf de dijken en vanuit bootjes. Oevervissers vissen vooral op blankvoorn en brasem; bootvissers op baars.

Vissen

De beroepsvisserij is verantwoordelijk voor een aanzienlijk deel van de sterfte van snoekbaars en in wat mindere mate van baars. De visserij heeft daarmee een grote invloed op de populatieopbouw van deze soorten. Ook de visserij op de niet in het IJsselmeer voortplantende aal is intensief. De invloed op de andere vissoorten is gering. De stand van de belangrijkste consumptievis voor vogels, de spiering, wordt bijvoorbeeld veel meer bepaald door de jaarlijkse natuurlijke sterfte en predatie door roofvissen en vogels dan door de visserij.

Sportvissers vangen voor een deel aal, snoekbaars en baars. De vangst van baars is het grootst. In de afgelopen jaren bedroeg de vangst van baars door sportvissers ruim 10% van de totale baarsvangst in het IJsselmeer.

Vogels

In de maanden oktober tot en met maart wordt er op het IJsselmeer intensief met staande netten op snoekbaars en baars gevist. In de genoemde periode zijn tevens grote aantallen naar voedsel zoekende duikeenden, zaagbekken en futen aanwezig. Doordat deze vogels naar hun voedsel duiken, komen ze geregeld in de staande netten terecht. De vogels raken veelal met de kop in de mazen van het net en verdrinken.

De jaarlijkse omvang van de sterfte onder de duikende eendesoorten en futen is afhankelijk van het aantal kilometers visnet, het aantal aanwezige vogels, maar ook van de weersomstandigheden (De Haan, 1981). Bij slecht weer (hagel, mist, sneeuwbuien) zijn de aantallen gevangen vogels het grootst, waarschijnlijk doordat de vogels de netten dan moeilijker kunnen zien. In een strenge winter is het aantal gevangen vogels meestal groter dan in een kwakkelwinter (De Haan, 1981). Drost e.a. (1981) geven kaartjes met daarop de plaatsen en aantallen van in staande netten gevangen futen, middelste en grote zaagbekken en duikeenden in twee winters. De tafeleend en de kuifeend worden het minst in de netten aangetroffen met een aantal van rond de 170 verdronken vogels. Bij de overige soorten gaat het om aantallen in de orde van 450 tot 1200 vogels. De totale vangst van duikende watervogels komt daarmee rond de 3000. Dit stemt overeen met de vangstschatting van vissers ter grootte van één- à tweeduizend vogels per winterhalfjaar. Aantallen duikeenden die bij poeliers en preparateurs zijn aangevoerd doen echter vermoeden dat dit aantal veel hoger kan liggen (De Haan, 1981). Mogelijk is in dergelijke gevallen sprake van opzettelijke vangst van eenden. Naast de officiële visserij is ook de clandestiene visvangst verantwoordelijk voor sterfte onder watervogels (De Haan, 1981).

Verstoring van vogels treedt op bij het zetten, legen en weghalen van fuiken (Van der Wal, 1981). In tegenstelling tot de recreatie gaat het om meer incidentele verstoring. Vrijwel overal langs de oevers van het IJsselmeer wordt in ondiep water met fuiken gevist.

6.8 Jacht

Op de Makkumernoordwaard en de Workumerwaard wordt in het najaar en de winter intensief op eenden en ganzen gejaagd (Werkgroep Workumerwaard, 1978). Het jachtseizoen loopt van 1 september tot 31 januari. Op de Workumerwaard gebeurt dit vanuit jachtputten. Deze zijn in Europa verder vooral in Denemarken in grote aantallen in gebruik. Langs de Zuidfriese oever wordt in de omgeving van de Steile Bank en het Hondennest op eenden en ganzen gejaagd. De jachtterreinen zijn hier de Huitebuursterbuitenpolder en de polder Buitenwallen (Haitjema, 1983).

Dat de jacht een flinke verstoring teweeg brengt, blijkt uit het feit dat bijvoorbeeld de aantallen vogels op en rond de Workumerwaard direct na de sluiting van de jachttijd sterk toenemen. De jacht is niet gespecialiseerd op duikeenden, maar deze vogels (toppereenden, tafeleenden, kuifeenden) worden vanaf de oever of het water wel geschoten. De jacht doet afbreuk aan de waarde van het IJsselmeer als rust- en voedselgebied voor overwinterende vogels.

7. BEHEERSMAATREGELEN

In het voorgaande is de wijze, waarop de menselijke samenleving het ecosysteem van het IJsselmeer beïnvloedt, besproken. Hieruit is gebleken dat vooral op het gebied van de waterkwaliteit en de recreatie beheersmaatregelen nodig zijn, wil het IJsselmeer in de toekomst functies kunnen blijven vervullen voor de mens en voor watervogels. Daarnaast zullen ook de besproken zandwinning en nog vele andere activiteiten vanuit een doordachte aanpak in goede banen moeten worden geleid. In dit hoofdstuk worden daarvoor bouwstenen aangedragen. Per activiteit worden, uitgaande van de doelstelling zoals geformuleerd in de inleiding, maatregelen genoemd die in een beleidsvisie en meer gedetailleerd in beheersplannen, de volle aandacht zullen moeten krijgen.

Voor het opstellen en uitvoeren van doelmatige beheersmaatregelen is kennis nodig van de wijze waarop het ecosysteem functioneert. Er is gebleken dat over het ecosysteem van het IJsselmeer nog veel onbekend is. Uitgebreid hydrobiologisch onderzoek heeft nog niet plaatsgevonden. De Rijksdienst voor de IJsselmeerpolders en het Rijksinstituut voor Visserijonderzoek zijn vrijwel de enige instellingen die op beperkte schaal hydrobiologisch onderzoek hebben gedaan. De plannen van inpoldering van het Markermeer zijn waarschijnlijk grotendeels de oorzaak van de geringe belangstelling voor onderzoek in het IJsselmeergebied. Voor een goed beheer van het gebied zijn onderzoeksgegevens echter hard nodig. In het volgende wordt aangegeven op welke terreinen onderzoek gewenst is. Net zoals voor de Zeeuwse Delta en het Waddengebied, zou voor het IJsselmeergebied een apart onderzoeksinstituut opgezet kunnen worden, waar geïntegreerd fysisch, chemisch en biologisch onderzoek aan het zoetwaterecosysteem plaatsvindt.

7.1 Belasting met voedingsstoffen

Het huidige voedingsstoffengehalte van het IJsselmeerwater maakt tijdelijke blauwalgenbloei over grote oppervlakten mogelijk. Een belangrijke vraag voor het waterkwaliteitsbeheer is tot welk niveau de externe belasting van het IJsselmeer moet worden teruggebracht opdat de kans op blauwalgenbloei voldoende klein is. Deze vraag is bij de huidige stand van het onderzoek moeilijk te beantwoorden. Er bestaat nog te weinig kennis over de grootte van fosfaatlevering door de bodem, de relatie van het lichtklimaat tot het voorkomen van de genoemde algensoorten en de groeikinetiek van de meest voorkomende blauwalgensoorten. Daarnaast ontbreken ook gegevens over het optredende lichtklimaat in het Klein IJsselmeer en Markermeer. De voortzetting van het lopende onderzoek op deze gebieden en het starten van nieuw onderzoek is zeer gewenst.

Mur (1984) berekende dat voor een theoretisch meer van 3 meter diepte, met een doorzicht van 1 meter (zonder algen) de fosfaatbelasting niet hoger mag zijn dan 0.6-0.8 gram P per m^2 per jaar. Bij deze belasting zou de biomassa aan algen niet groot genoeg worden voor een massale groei van Oscillatoria agardhii. Deze getallen zijn zonder meer te hoog voor het IJsselmeer aangezien bij de berekening geen rekening is gehouden met fosfaatlevering door de bodem. De soort Microsystis aeruginosa vertoont bovendien bloei bij veel lagere voedingsstoffengehalten dan Oscillatoria agardhii.

Vergelijken we de berekende belasting met de belasting van het Markermeer en het Klein IJsselmeer (paragraaf 2.6.6, dan blijkt dat een zeer drastische sanering van de lozingen in deze meren zal moeten plaatsvinden. De volgende maatregelen ter sanering kunnen worden genoemd:

- fosfaatverwijdering bij rioolwaterzuiveringsinstallaties in het stroomgebied van de Rijn in Nederland en Duitsland;
- wettelijke verplichting van fosfaatloze wasmiddelen in Nederland en Duitsland;
- sanering van de nutriëntenbelasting van de Flevo-Randmeren volgens de aanbevelingen in het rapport: 'Aanbevelingen tot sanering van de randmeren' (Werkgroep Sanering Randmeren, 1978);
- aansluiting van alle campings en dergelijke rond het IJsselmeer op de riolering;
- een derde-trapszuivering (fosfaatverwijdering) op alle rioolwaterzuiveringsinstallaties die op het Klein IJsselmeer en Markermeer lozen;
- stopzetting van de doorspoeling van het Markermeer.

De laatste maatregel is een snel te realiseren en effectieve manier om zowel de externe fosfaatbelasting als de belasting van het Markermeer met blauwalgen te verkleinen. De afname van de externe fosfaatbelasting van het Markermeer kan worden geschat op 50%.

7.2 Belasting met zware metalen en gechloreerde koolwaterstoffen

Gezien de in hoofdstuk 6 geconstateerde belasting van het IJsselmeer-ecosysteem met zware metalen en gechloreerde koolwaterstoffen, wordt geadviseerd de nog bestaande lozingen in het Rijnstroomgebied geheel te saneren. Aangezien het gaat om grensoverschrijdende milieuvervuiling zal het probleem internationaal moeten worden aangepakt.

Het onderzoek naar het gedrag van giftige stoffen in het IJsselmeer-ecosysteem is nog niet zo uitgebreid. Zo verkeert onderzoek naar de belasting van vogels op het IJsselmeer nog in een beginfase.

Er kan een rapport worden verwacht over onderzoek naar zware metalen in aquatische ecosystemen, waaronder het IJsselmeer (ZMAS-project). Hieruit zal de rol die de bodem speelt als opslagplaats én leverancier van zware metalen duidelijker worden.

7.3 Koelwaterlozing

De vestiging van 1000 MW nieuw vermogen langs het IJsselmeer wordt in het Structuurschema Electriciteitsvoorziening (1980) van bijzonder belang geacht. Als mogelijke vestigingsplaatsen voor dit vermogen worden in het structuurschema genoemd: Westelijke dijk van de Noordoostpolder, dijk van het Ketelmeer, dijk van Oostelijk Flevoland (uitbreiding huidige centrale). Tevens wordt uitbreiding van de Diemencentrale met 1000 MW als mogelijkheid genoemd. In die situatie zal het IJmeer voor koeling worden gebruikt. Indien het nieuwe vermogen langs het Klein IJsselmeer wordt geïnstalleerd heeft dit tot gevolg dat het koelwaterdebiet ruim 2.5 maal zo groot wordt. Vanwege de goede koelmogelijkheid en de geringe bevolkingsdichtheid wordt de Noordoostpolderdijk (west) beschouwd als een goede vestigingsplaats voor 2000 MW kernenergievermogen (Nota Energiebeleid, deel III, 1980). Dit vermogen betekent ten opzichte van de huidige situatie het gebruik van viermaal zoveel koelwater.

Een toename van het koelwaterdebiet vergroot, zoals we in hoofdstuk 6 gezien hebben zowel de kans op merkbare effecten op de vispopulaties (inzuiging van larven) als de kans op een grotere besmetting van soorten met parasieten en bacteriële infecties. Ook de kans op langdurige bloei van blauwalgen neemt toe. Om deze redenen moet een aanzienlijke toename van het gebruik van koelwater uit het IJsselmeer worden voorkomen. Op andere aspecten van de plaatsing van kernenergievermogen langs het IJsselmeer is elder al ingegaan.

7.4 Zandwinning

In het zandwinplan voor IJsselmeer en randmeren wordt de behoefte aan zand uit het Klein IJsselmeer, Markermeer en IJmeer tot 1986 geraamd op 71 miljoen m^3 (Rijkswaterstaat, dir. ZZW, 1980). De tot nu toe gerealiseerde produktie is achtergebleven bij de planning. In het IJmeer en in de vaargeulen van het Markermeer en Klein IJsselmeer bedraagt de windiepte maximaal 30 m - NAP. In het Klein IJsselmeer wordt in het gebied bij Medemblik tot 10 m - NAP zand gewonnen.

In het vorige hoofdstuk is geconcludeerd dat zandwinning die leidt tot waterdiepten groter dan 5-6 meter een aantasting betekent van de voedselfunctie die de bodem voor vissen en vogels vervult. Zandwinning in bodemfaunarijke delen van het IJsselmeer moet worden afgewezen.

In het IJmeer en het zuidelijke deel van het Klein IJsselmeer zou zandwinning daarom geheel moeten worden beëindigd. De bestaande bodemfaunagegevens wijzen er eveneens op dat het zandwingebied bij Medemblik vrij rijk is aan bodemorganismen, zodat ook hier winning bezwaren heeft.

Een gedegen onderzoek naar de dichtheid en verspreiding van de bodemfauna is nodig om uit te kunnen maken op welke zandige plaatsen in het Klein IJsselmeer zandwinning eventueel mogelijk is, zonder verlies van een produktief bodemoppervlak. Op deze plaatsen zou dan op beperkte schaal en niet dieper dan 10 m - NAP zand kunnen worden gewonnen. Op deze wijze kan niet aan de vraag naar zand worden voldaan. Er moet daarom worden gedacht aan zandwinning, op de Noordzee, in de Flevopolders ten behoeve van Almere en Lelystad en aan het gebruik van alternatieve ophoogmaterialen als puin en dergelijke.

7.5 Recreatie

Uit hoofdstuk 6 komt naar voren dat van de verschillende vormen van recreatie vooral het plankzeilen kan leiden tot verstoring van ruiende, rustende, foeragerende en broedende vogels langs en op de Friese en Noordhollandse oevers. Daarnaast kan de grote recreatievaart verantwoordelijk zijn voor verstoring, in de eerste plaats op het open water maar rond de jachthavens ook dichtbij de oever.

Om het IJsselmeer vooral langs de oevers, zijn functie als rust, rui- en voedselgebied te laten behouden zijn beheersmaatregelen nodig. Ze dienen de huidige recreatie in goede banen te leiden. De planning van toekomstige recreatieve voorzieningen of de uitbreiding van bestaande dient te gebeuren in overeenstemming met het behoud van natuurwaarden van de oevers en de functies van het water langs de oevers.

Hieronder worden aandachtspunten voor beheer genoemd met betrekking tot de handhaving van de rust voor watervogels.

- Dagrecreatieterreinen, campings en kleinere voorzieningen voor plankzeilers zouden het beste daar kunnen worden aangelegd, waar de oever en het water voor de oever een geringe functie voor watervogels vervullen. Ook binnen een vrij ruime straal rond de vestiging kunnen beter geen belangrijke concentratiegebieden voor vogels liggen, gezien de uitwaaiering van recreanten op zeilplanken. Op deze wijze wordt de recreatie, door concentratie in voor vogels wat minder waardevolle gebieden, weggehouden uit de kwetsbare. Het is echter zaak er op te letten dat een dergelijke concentratie niet leidt tot groot schalige recreatievoorzieningen omdat de invloed op de oevers in de wijde omgeving dan toch weer te groot kan worden.

Een voorbeeld van een ongunstig gelegen dagrecreatieterrein is het terrein de 'Hooge Grazen' bij Oudemirdum (Gaasterland). Recreanten die van dit terrein afkomstig zijn, oefenen een grote druk uit op het rustgebied de Steile Bank en de westelijk gelegen kleinere zandbankjes. Het zou het beste zijn wanneer het terrein in westelijke richting wordt verplaatst, naar de natuurwetenschappelijk minder interessante oeverstrook langs de Zuiderfennenspolder. Het terrein sluit zich in dat geval aan aan het recreatieterrein bij het Mirnserklif.

Oevergebieden van het IJsselmeer waar, gezien de grote aantallen vogels op het water en de oever, beter geen nieuwe recreatievoorzieningen kunnen worden aangelegd zijn de buitendijkse terreinen tussen Oudemirdum en Lemsterhoek (Gaasterlandse oever), de Zuidfriese oever tussen het Rode Klif en het Mirnser Klif, het buitendijkse terrein 'de Bocht van Molkwerum', 'Stoenk Herne', de Workumerwaard en waarden bij Makkum, de Noordhollandse oever langs de Gouwzee en de oever tussen Marken en Durgerdam (Waterland). Langs minder kwetsbare delen van de IJsselmeeroevers, die reeds door een weg ontsloten zijn, zouden (buitendijkse) strandjes kunnen worden aangelegd ten behoeve van vooral het plankzeilen.

- Door het scheppen van voldoende aantrekkelijke voorzieningen voor plankzeilers mag worden verondersteld, dat de kwetsbare oeverdelen, die doorgaans slecht ontsloten zijn, nauwelijks worden gebruikt. Daar waar toch sprake is van gebruik kan worden overwogen het terrein af te sluiten.

- Bij de kwetsbaarste oeverdelen en het aangrenzende water is, behalve het weren van recreatievoorzieningen ter plaatse, ook het weren van recreanten die van elders komen (plankzeilers) van belang. Gebieden die het beste permanent voor recreanten zouden kunnen worden afgesloten, middels bijvoorbeeld borden en/of drijflijnen en boeien, zijn de Geul tussen de Makkumernoordwaard en de dijk (Sottumergeul), de Piamergeul en Piamerkooiwaard, de Workumerbuitenwaard, Stoenk Herne, de Mokkebank, de Steile Bank e.o. en het Hondennest. Het gebied ten noordoosten van de Makkumerwaard, tussen de Afsluitdijk en de Friese dijk, zou met het oog op overwinteraars speciaal in het winterhalfjaar kunnen worden afgesloten. Langs de Noordhollandse oever kan worden overwogen om een deel van de Gouwzee af te sluiten.

Langs de zuidoever van Friesland tracht men nu al met behulp van boeien en borden plankzeilers en oeverrecreanten van de Steile Bank en het omringende water te weren.

Ervaring hiermee heeft geleerd dat de recreanten zich in het algemeen weinig van boeien en borden aantrekken (Haitjema, 1983). Naast afsluiting van bepaalde delen is voorlichting over de natuurwaarden, die tot de beheersmaatregelen hebben geleid, daarom een belangrijke activiteit. Een scherpe controle is tevens een vereiste.

- De aanleg van nieuwe jachthavens betekent een toename van de onrust op het open water. In een ruime straal rond de jachthaven neemt ook de onrust bij de oever toe. Om deze laatste reden wordt de aanleg van jachthavens langs de eerder genoemde kwetsbare oeverdelen afgewezen. De aanleg van een haven in de Houtribdijk wordt, ook al is het maar een passantenhaven, als niet-gewenst beschouwd vanwege de toenemende onrust die dan ontstaat in het nu nog rustige ruigebied van kuif- en tafeleenden.

  Een uitgebreid onderzoek naar aard en mate van verstoring van vogels langs en op de oevers en de daarbij optredende effecten heeft nog niet plaatsgevonden. Een dergelijk onderzoek, met name gericht op de effecten van recreatieve gebruiksvormen op watervogels, kan een belangrijk inzicht geven in de te treffen beheersmaatregelen.

7.6 Militaire activiteiten

Defensie heeft om een toestemming tot uitbreiding van de schietproeven vanuit Breezanddijk tot 80 dagen per jaar gevraagd. Hiervoor is een Hinderwetprocedure gestart. De gevraagde vergunning is door de Stichting Natuur en Milieu aangevochten. De uitbreiding betreft tevens het aantal soorten geschut dat zal worden gebruikt. Het is duidelijk dat de gevraagde uitbreiding de geschiktheid van het noordoostelijk deel van het Klein IJsselmeer voor watervogels verder zal verkleinen. Deze wordt hier dan ook afgewezen.

Gezien de grote mate van verstoring die in het algemeen uitgaat van militaire activiteiten (lawaai, beweging), worden deze in het IJsselmeergebied als ongewenst beschouwd. De thans uitgevoerde proeven vanuit Breezanddijk zouden moeten worden gestopt.

7.7 Visserij

Volgens het RIVO in IJmuiden (Willemsen, pers. med.) is de huidige intensiteit van de visserij met staande netten en fuiken uit het oogpunt van visstandbeheer te hoog. Ook het bestuur van de Organisatie voor Rand- en IJsselmeervissers (OVRIJ) is tot deze conclusie gekomen en heeft besloten tot het stellen van een maximum aan het aantal schietfuiken en staande netten per bedrijf (OVRIJ, 1984).

Deze visserijorganisatie is ervan overtuigd dat met minder vistuig, en dus met minder kosten, dezelfde vangst kan worden gehaald.

Omdat sportvissers nogal veel baars bleken weg te vangen is in het verleden per sportvisser een vangstlimiet vastgesteld van 30 exemplaren. Dit is gebeurd om de beroepsvisserij te beschermen.

De thans bestaande gegevens over de vangst van vogels in staande netten rechtvaardigen verder onderzoek naar de omvang van het probleem en naar de mogelijkheden om sterfte drastisch te beperken. Daarbij kan worden gedacht aan maatregelen ter verhoging van de zichtbaarheid van de netten en aan de plaatskeuze van de netten.

De verstoring van vogels door bootjes die fuiken komen lichten, is incidenteler van aard dan de verstoring door recreanten. Toch zou ook hier enige ruimtelijke zonering kunnen worden toegepast.

7.8 Jacht

Jacht op de Friese oevers doet afbraak aan de waarde van deze gebieden als pleisterplaats voor vogels, met name door de sterke mate van verstoring. De jacht zou dan ook geheel van de IJsselmeeroevers moeten verdwijnen.

7.9 Inrichtingsmaatregelen

Naast de in de voorgaande paragrafen genoemde maatregelen die tot doel hebben om ongunstige vormen van beïnvloeding van het ecosysteem terug te dringen, kan ook inrichting plaatsvinden die voor een verrijking van de natuurwaarden zorgt. Dergelijke 'natuurbouw' dient echter geen afbreuk te doen aan de waarde die het gebied thans als grootschalig, voedselrijk en open water heeft voor fouragerende en rustende watervogels, met name duikeenden en zaagbekken. Dit wil zeggen dat alleen het water langs de oevers van het IJsselmeer voor inrichting, op beperkte schaal, in aanmerking komt.

Gedacht kan worden aan het scheppen van een gunstig milieu voor broedvogels van riet- en biezenvegetaties en het creeëren van foerageer- en rustplaatsen voor zwemeenden en zwanen door verondieping van nu nog vrij diep oeverwater. De verondieping moet in het laatste geval echter wel samengaan met een verbeterde waterkwaliteit. Verondieping langs de oevers zorgt voor verdieping elders en leidt ertoe dat het oeverwater minder aantrekkelijk is voor duikeenden, die ondiepten en begroeiing mijden. Om deze redenen moet verondieping niet grootschalig worden uitgevoerd. Plaats en omvang van de aan te leggen ondiepten kunnen pas na een gedegen studie worden bepaald.

Naast inrichtingsmaatregelen ten behoeve van vogels van de randzone kan ook worden gedacht aan enkele voorzieningen voor vogels, die op het open water voedsel zoeken. De aanleg van (kleinschalige) damstructuren langs de kale dijken van het Klein IJsselmeer, waardoor meer beschutte plaatsen ontstaan, kan de betekenis van dit meer als slaapplaats voor duikeenden en nonnetjes vergroten. Ook voor deze voorzieningen geldt dat plaats, vorm en omvang pas na een gedegen onderzoek kunnen worden vastgesteld. Bij dit onderzoek moet naast de functionaliteit van de voorziening uiteraard ook de mogelijk ongunstige invloed op de waterkwaliteit (algengroei) de volle aandacht krijgen.

LITERATUUR

Anoniem, 1939. Voorloopig verslag van de commissie inzake de muggenplaag om het IJsselmeer. Algemeene Landsdrukkerij, 's Gravenhage

Atkinson-Willes, G.L., 1972. The International Wildfowl censuses as a basis for Wetland evaluation and hunting rationalization. In: E. Carp (ed), Proc. Int. Conf. Conserv. Wetlands and Waterfowl, Ramsar 1971, International Waterfowl Research Bureau, Slimbridge, England, 87-110.

Atkinson-Willes, G.L., 1976. The numerical distribution of ducks, swans and coots as a guide in assessing the importance of wetlands in midwinter. In: M. Smart (ed), Proc. Int. Conf. Conserv. Wetlands and Waterfowl, Heiligenhafen 1974. International Waterfowl Research Bureau, Slimbridge, England, 199-254.

Bauer, K.M. & U.N. Glutz von Blotzheim, 1969. Handbuck der Vögel Mitteleuropas, Band 3, Akademische Verlagsgesellschaft, Frankfurt am Main, 504 pag.

Beattie, D.M., H.L. Golterman & J. Vijverberg, 1978. An introduction to the limnology of the Friesian lakes. Hydrobiologia, 58 (1), 49-64.

Beaufort, L.F. de (red.), 1954. Veranderingen in de flora en fauna van de Zuiderzee (thans IJsselmeer) na de afsluiting in 1932. Verslag van de onderzoekingen ingesteld door de Zuiderzeecommissie van de Nederlandse Dierkundige Vereniging, de Boer j.r., Den Helder, 359 pag.

Beintena, A.J., 1979. De slaaptrek van het nonnetje (Mergus albellus L.). Watervogels 4 (3), 96-103.

Beintema, A.J. & W.A. Weyland, 1974. Watervogels van het zuidwestelijke IJsselmeer. Natuur en Landschap, 28 (6), 329-340.

Beintema, A.J. e.a., 1980. Atlas van watervogels op het IJsselmeer. RIN-rapport 80/2, Leersum, 89 pag., 11 bijlagen.

Belyanina, T.N., 1969. Synopsis of biological data on smelt. FAO Fish. Synop., nr. 78.

Benthem Jutting, T. van, 1954. Mollusca. In: L.F. de Beaufort (red.), Veranderingen in de flora en fauna van de Zuiderzee (thans IJsselmeer) na de afsluiting in 1932, de Boer jr., Den Helder.

Berger, C., 1975. De eutrofiëring en het voorkomen van Oscillatoria agardhii gom. in de randmeren van Flevoland. H_2O, 8 (7), 340-350.

Berger, C., 1982. Een benadering van de habitat van Oscillatoria agardhii gom., Flevobericht nr. 205, RIJP, Lelystad.

Bergh, L.M.J. van den, 1979. Verslag van de watervogeltellingen in januari en maart 1978. Watervogels 4 (2), 48-72.

Bergh, L.M.J. van den, 1980. Verslag van de watervogeltellingen in januari en maart 1979. Watervogels, 5 (2), 43-64.

Bergh, L.M.J. van den, 1981. Verslag van de watervogeltellingen in januari en maart 1980. Watervogels, 6 (3), 95-118.

Bergh, L.M.J. van den, 1983. Watervogeltellingen in januari 1981, maart 1981 en januari 1982. Limosa, 56 (4), 249-257.

Bergh, L.M.J. van den, B.E. Schäffner & J.J. Smit, 1978. Verslag van watervogeltellingen in de jaren 1975-1977. Watervogels, 3, 43-71.

Best, Elly P.H. e.a., 1978. Towards an integrated study of the ecosystem of Lake Vechten. Hydrobiol. Bull., 12 (2), 107-117.

Bick, H. & A.W.J. van Schaik, 1980. Oecologische visie Randmeren. Advies van de Natuurwetenschappelijke Commissie van de Natuurbeschermingsraad. Natuurbeschermingsraad, Utrecht, 291 pag., 4 bijlagen.

Boer, H. de, 1972. De voedselbiologie van de Aalscholver. Rijksinstituut van Natuurbeheer, Leersum.

Boer, P, J.R.M. Kattens & K. van der Vlies (red), 1974. De Meerkoet. Vogelwerkgroep Noordhollands Noorderkwartier, Avenhorn, 116 pag.

Bouquet, H.G.J., 1972. Overbezetting. Visserij, 25 (4), 285-289.

Bouwmans, H.W., 1975. Het voorkomen en de groei van pos in diverse wateren in Nederland. Doctoraal verslag RIVO., 49 pag.

Bouwer, H. & R. Daalder, 1980. Voorkomen van watervogels op het IJsselmeer bij Waterland (deel 2), Het Vogeljaar, 28 (6), 314-320.

Bouwer, G.A. & L. Tinbergen, 1939. De verspreiding der kleine zwanen Cygnus b. bewickii Yarr, in de Zuiderzee voor en na de verzoeting, 12 (1), 1-18.

Cazemier, W.G., 1973. Enkele parasieten van zoetwatervissen. Visserij, 26 (7), 428-442.

Cazemier, W.G., 1975. Onderzoek naar de oorzaken van groeiverschillen bij de brasem (voorlopig rapport). Visserij, 28 (4), 197-207.

Cazemier, W.G., 1977. Zandwinning en bodemvoedselvoorziening voor vis op IJsselmeer en Gooimeer. Visserij, 30 (3), 125-135.

Cazemier, W.G., 1979. De gevolgen van zandwinning in het IJsselmeer-Randmerengebied, voor de visstand en de visserij aldaar. RIVO-rapport, ZS 97-1, 12 pag.

Coomans de Ruiter, L., 1966. De Aalscholver, Phalacrocorax carbo sinensis (Shaw & Nodder) als broedvogel in Nederland, in vergelijking met andere Westeuropese landen. Limosa, 39 (4), 187-212.

Cramp, S. & K.E.L. Simmons (eds.), 1977. Handbook of the birds of Europe, the Middele East and North Africa: the birds of the Western Palearctic. Volume 1: Ostrich to Ducks, Oxford University Press, 1977 (1e druk), 722 pag.

Daalder, R. & H. Brouwer, 1984. Plankzeilen in natuur en landschap, Hoofdrapport. Staatsbosbeheer, Utrecht, 39 pag., 8 bijlagen.

Deelder, C.L., 1968. Een vergelijking tussen de aalstanden van twee verschillende wateren. Visserij, 21, 112-114.

Deelder, C.L., 1970. Synopsis of biological data on the eel. FAO Fish. Synop. nr. 80.

Deelder, C.L., 1974. Over de groei van vrouwelijke aal in het Veerse Meer. Visserij, 27 (1-2), 41-43.

Deelder, C.L., 1975. De groei van vrouwelijke (dikke) aal in Noordzee en IJsselmeer. Visserij, 28 (3), 137-138.

Deelder, C.L., 1976. Veranderingen in het groeipatroon van IJsselmeeraal. Visserij, 29 (6), 403-405.

Deelder, C.L., 1978. De IJsselmeeraal voor en na het kuilverbod. Visserij, 31 (1), 29-31.

Deelder, C.L. & Willemsen, J., 1964. Synopsis of biological data on pike perch. FAO Fish. Synop., nr. 28, 52 pag.

Densen, W.L.T. van & J. Vijverberg, 1983. De rol van vis in het voedselweb van het Tjeukemeer. In: Oecologie van meren en plassen. S. Parma, H.M. van Emden & J. Castelein (red.), Biologische Raad reeks, Pudoc, Wageningen, 57-84.

Directie van de Visserijen, 1967. Visserij-jaarverslag, 's Gravenhage.

Directie van de Visserijen, 1970. Visserij-jaarverslag, 's Gravenhage.

Directie van de Visserijen, 1972 t/m 1983. Visserij-jaarverslagen, 's Gravenhage.

Dobben, W.H. van, 1952. The food of the Cormorant in The Netherlands. Ardea, 40, 1-63.

Doornbos, G., 1979. Winter food habits of smew (Mergus albellus L.) on lake IJssel, The Netherlands: species and size selection in relation to fish stocks. Ardea, 67, 42-48.

Drimmelen, D.E. van e.a., 1966. Rapport inzake de IJsselmeervisserij. Voorlopige adviesraad voor de Visserij op het IJsselmeer, 86 pag.

Drost H.J. e.a., 1981. Natuurwaarden IJsselmeergbied. Een eerste inventarisatie van natuurwaarden in Flevoland en van het Markermeer. Prognoses van natuurwaarden in de Markerwaard, RIJP-Rapport, CNM 94. 47 pag., 34 figuren, 5 bijlagen.

Dubbeldam, W., 1978. De Grauwe Gans Anser anser in Flevoland in 1972-1975. Limosa, 51 (1-2), 6-30.

Dijkzeul, A., 1982. De waterkwaliteit van de Rijn in Nederland in de periode 1970-1981. RIZA-nota, nr. 82-061, 112 pag.

Engelmoer, M., 1979. De Steile Bank en haar gasten. In: T. Piersma (red.), Jaarboek 1978 Vogelwerkgroep Friese IJsselmeerkust e.o., Koudum, 17-22.

Ente, P.J., 1981a. Over de gehalten aan de zware metalen cadmium, chroom, koper, kwik, lood en zink in de bodem van de Markerwaard. Flevobericht nr. 175, RIJP, Lelystad.

Ente, P.J., 1981b. Aantekeningen over de IJsselmeerafzetting in het IJsselmeergebied en over een aantal in de loop der tijden veranderde hoedanigheden, voornamelijk m.b.t. zware metalen (cadmium, chroom, koper, kwik, lood en zink). Flevobericht nr. 177, RIJP, Lelystad.

Everards, K., 1974. Bestaat er een verband tussen de groeisnelheid van de blankvoorn en de aanwezigheid van molluscen als voedsel voor deze vissoort? Doctoraal verslag RIVO, 71 pag.

Feith, A.F., 1982. Visstand, visserij, waterkwaliteit. Documentatierapport Directie van de Visserijen, nr. 24, 60 pag.

Ganzenwerkgroep Nederland van het IWRB, 1977. Voorlopige resultaten van de Ganzentellingen in Nederland in het winterhalfjaar 1975-1976. Watervogels, 2 (3), 102-115.

Ganzenwerkgroep Nederland van het IWRB, 1978. Resultaten van de Ganzentellingen in Nederland in het winterhalfjaar 1976-1977. Watervogels, 3 (3), 145-163.

Ganzenwerkgroep Nederland van het IWRB, 1979. Resultaten van de Ganzentellingen in Nederland in het winterhalfjaar 1977-1978. Watervogels, 4 (2).

Ganzenwerkgroep Nederland van het IWRB, 1980. Resultaten van de Ganzentellingen in Nederland in het winterhalfjaar 1978-1979. Watervogels, 5 (2), 65-92.

Ginkel, C.J. van, 1979. Resultaten sportvisserstellingen en -enquêtes op het IJsselmeer. Visserij (32) (6), 441-449.

Glutz von Blotzheim, U.N., K.M. Bauer & E. Bezzel, 1973. Handbuch der Vögel Mitteleuropas Band 5, Akademische Verlagsgesellschaft, Frankfurt am Main.

Gool, P.B. van, 1982. Voortplanting en groei bij Dreissena polymorpha Pallas. Werkdocument RIJP, 1982 - 35 Abw, 24 pag.

Gulati, R.D., 1984. Zoöplankton en de 'grazing' ervan als indicatoren voor de waterkwaliteit. In: E.P.H. Best & J. Haeck (red.), Ecologische indicatoren voor de kwaliteitsbeoordeling van lucht, water, bodem en ecosystemen. Pudoc, Wageningen, 167-179.

Guldemond, J.A. & M. Roog, 1980. De Workumerwaard, bewakingsverslag 1980. It Fryske Gea, Olterterp, 95 pag.

Guldemond, J.A. & M. Roog, 1981. Doortrekverloop en slaaptrek van enkele steltlopers op de Workumerwaard in de periode april - juli 1975-1979. In: T. Haitjema (red.), Jaarboek 1979/1980. Vogelwerkgroep Friese IJsselmeerkust e.o., Uitgave nr. 12, Koudum, 38-50.

Guldemond, J.A. & M. Roog, 1982. De broedbiologie van de visdief in twee verschillende biotopen op de Workumerwaard in verband met het beheer. Landbouwhogeschool Wageningen, verslag LH/Nb nr. 606.

Haan, N. de, 1981. Duikeendensterfte op IJsselmeer. Vogels, 1 (3), 107-108.

Haitjema, T., 1982. Voorkomen van de Reuzenstern Sterna caspia op de Steile Bank tijdens de herfsttrek. Limosa, 55 (2), 37-42.

Haitjema, T., 1983. Eén van de belangrijke waterrijke vogelgebieden: de Gaasterlandse IJsselmeerkust. In: T. Haitjema (red.), Jaarboek 1981/82 Vogelwerkgroep Friese IJsselmeerkust e.o., Uitgave nr. 17, Koudum, 7-24.

Havinga, B., 1941. De veranderingen in den hydrografischen toestand en in de macrofauna van het IJsselmeer gedurende de jaren 1936-1940. Meded. Zuiderzee Commissie, 5, 5-26.

Havinga, B., 1949. The enclosing of the Zuyder Zee and its effect on Fisheries. United Nations scientific conference on the conservation and utilization of resources. E/conf. 7/sec/W. 320, 13 pag.

Havinga, B., 1954. Vissen. In: L.F. de Beaufort (red.), Veranderingen in de flora en fauna van de Zuiderzee (thans IJsselmeer) na de afsluiting in 1932, De Boer jr., Den Helder.

Heermans, W., 1975. Verslag over het onderzoek naar de bodemfauna van het IJsselmeer. Visserij, 28 (3), 140-144.

Heermans, W., 1978. Resultaten van het onderzoek naar de talrijkheid van enige bodemdieren in het IJsselmeer. Visserij, 31 (7), 527-531.

Heul, J.W. van der & W.G. Cazemier, 1980. Bodemsamenstelling en bodemorganismen bij en in zandwinputten in het IJsselmeer. RIVO-rapport, zs 80-02, 19 pag.

Hofstede, A.E., 1971. De beoordeling van de brasemstand. Documentatie-rapport nr. 12, Directie van de Visserijen, Afdeling Sportvisserij en Beroepsbinnenvisserij, Utrecht.

Jong, J. de, 1982. De invloed van diepe putten op de fosfaatbelasting van een meer. Flevobericht nr. 200, RIJP, Lelystad.

Jong, J. de e.a., 1982. Een verkenning van de natuurwaarden van de Markerwaard en het IJsselmeergebied na aanleg van de Markerwaard, Werkdocument RIJP, 1982-4 Abw, 50 pag., 2 bijlagen.

Koenders, J.Th.H. & J.W.H.M. Mentink, 1982. Het voedsel van 'rode aal' (Anguilla anguilla L.) in het IJsselmeer, de relatie hiervan met de bodemfauna en de invloed van de voedselkeuze op de kopvorm. RIVO-rapport, ZA 82-02, 28 pag.

Koops F.B.J. & H.E. Sweers, 1981. Huidige en mogelijke toekomstige warmtelozingen op het IJsselmeergebied en de biologische consequenties. In: Waterkwaliteit en waterkwantiteit in het IJsselmeergebied. Verslag van de 2e CHO-studiebijeenkomst, 1981. Commissie voor Hydrologisch Onderzoek TNO, serie: Rapporten en Nota's nr. 9., 165-174.

Kuipers, Y.D., Th. Piersma & J. Muizelaar, 1981. Steltloperslaaptrek bij de Mokkebank in 1979. In: T. Haitjema (red.), Jaarboek 1979/1980. Vogelwerkgroep Friese IJsselmeerkust e.o., Uitgave nr. 12, Koudum, 6-33.

Kuyk, F., 1981. Literatuuronderzoek naar de verspreiding en het groepsgedrag van meeuwen in Nederland, Rijksluchtvaartdienst, 's Gravenhage.

Lammens, E.H.R.R., 1982. Growth, condition and gonad development of bream (Abramis abramis L.) in relation to its feeding conditions in Tjeukemeer. Hydrobiologia, 95, 311-320.

Los, F.J., 1981. Algensoorten samenstelling. In: Waterkwaliteit en waterkwantiteit in het IJsselmeergebied. Verslag van de 2e CHO-studiebijeenkomst, 1981. Commissie voor Hydrologisch Onderzoek TNO, serie: Rapporten en Nota's nr. 9, 142-147.

Lyklema, L., P. Gelencsér & F. Szilágyi, 1983. Sediments and sediment-water interaction. In: L. Somlyódy, S. Herodek & J. Fischer (eds.), Eutrophication of shallow. The Lake Balaton Case Study. IIASA Collaborative proceedings series, cp-83-S3, 81-100.

Marquenie, J.M., 1981. The freshwater mollusc Dreissena polymorpha as a potential tool for assessing bio-availability of heavy metals in aquatic systems. Publicatie P 81/16 MT-TNO, TNO, Den Helder.

Marquenie, J.M. & W.Chr. de Kock, 1981. Zware metalen en organische microverontreinigingen in organismen uit het IJsselmeer. In: Waterkwaliteit en waterkwantiteit in het IJsselmeergebied. Verslag van de 2e CHO-Studiebijeenkomst, 1981. Commissie voor Hydrologisch Onderzoek TNO, serie Rapporten en Nota's nr. 9, 209-220.

Meyboom P. & P. Hellinga, 1977. IJsselmeer in beeld. Recreatievoorzieningen, 9, 522-527.

Ministerie van Economische Zaken, Min. van Volksgezondheid en Milieuhygiëne, Min. van Sociale Zaken, Min. van Buitenlandse Zaken, Min. van Volkshuisvesting en Ruimtelijke Ordening, 1980. Nota Energiebeleid, Deel 3, Tweede Kamer, zitting 1979-1980, 15802, nrs. 11-12, 459 pag.

Ministerie van Defensie, Min. van Volkshuisvesting en Ruimtelijke Ordening, 1981. Structuurschema Militaire terreinen, Deel a: beleidsvoornemen, Tweede Kamer, zitting 1980-1981, 16666, nrs. 1-2, 311 pag.

Ministerie van Economische Zaken, Min. van Volkshuisvesting en Ruimtelijke Ordening, 1981. Structuurschema Electriciteitsvoorziening, Deel e: tekst van de na parlementaire behandeling vastgestelde pkb, Tweede Kamer, zitting 1981-1982, 13488, nrs. 53-54, 19 pag.

Moerbeek, D.J., 1984. Afweer van aalscholvers op de viskwekerij Lelystad, onderzoek 1983. Staatsbosbeheer inspectie Natuurbehoud, Utrecht, 54 pag., 12 foto's, 4 appendices.

Mulder, T. & D. Tanger, 1980. Zomerconcentraties van de zwarte stern in het IJsselmeergebied. Watervogels, 5 (3), 122-125.

Mur, L.R., 1984. Commentaar op het advies van de commissie Algenbloei Westelijke Randmeren Markerwaard. 12 maart 1984, 10 pag.

Mur, L.R., H.J. Gons & L. van Liere, 1978. Competition of the green alga Scenedesmus and the blue-green alga Oscillatoria. Mitt. Int. Ver. Theor. Angew. Limnol. 21, 473-479.

Nie, H.W. de, 1982. A note on the significance of larger bivalve molluscs (Anodonta spp. and Dreissena sp.) in the food of the eel (Anguilla anguilla) in Tjeukemeer. Hydrobiologia 95, 307-310.

Nilsson, S.G. & I.N. Nilsson, 1976. Numbers, food consumption and fish predation bij birds in Lake Möckeln Southern Sweden. Ornis Scand., 7, 61-70.

OECD, 1982. Eutrophication of waters; monitoring, assesment and control. OECD, Paris.

Onderzoekcommissie diepe putten IJsselmeer en Randmeren, 1981. Rapport onderzoekresultaten tot en met 1980 van de Onderzoekcommissie diepe putten IJsselmeer en Randmeren, WWNO-N-80.0009, Rijkswaterstaat, 104 pag, 32 bijlagen.

Oosterhof, J.D., 1978. Groei en voedselkeuze van, en voedselaanbod aan brasem, blankvoorn, kolblei, snoekbaars, baars en pos in het Lauwersmeer sedert de afsluiting in 1969. RIVO-rapport, ZS 78-5, 25 pag.

Organisatie van Rand- en IJsselmeervissers (OVRIJ), 1984. Bestuur OVRIJ wil vermindering visserij-intensiteit. Onze zoetwatervisserij, 77 (2), 5-6.

Osieck, E.R., 1982. Belangrijke waterrijke vogelgebieden in Nederland. Limosa, 55 (2), 43-55.

Osieck, E.R., 1982. Verjaging van aalscholvers en blauwe reigers op de viskwekerij Lelystad, proefnemingen 1981. Staatsbosbeheer inspectie Natuurbehoud, Utrecht, 87 pag.

Osieck, E.R., 1983. Afweer van aalscholvers op de viskwekerij Lelystad, onderzoek 1982. Staatsbosbeheer inspectie Natuurbehoud, Utrecht, 50 pag, 17 foto's, 8 appendices.

Oudelaar, H.G.J., 1983. De IJsselmeervisserij. Visserij, 36 (2), 125-129.

Pinkster, S., 1975. The introduction of the alien amphipod Gammarus tigrinus Sexton, 1939 (crustacea, amphipoda) in the Netherlands and its competition with indigenous Species. Hydrobiol. Bull., 9, 131-138.

Ploeg, D.T.E., van der e.a. (red.), 1977. Vogels in Friesland. Deel 2, Stichting Avifauna van Friesland/ Fryske Akademy, Leeuwarden.

Poel, A.M. van der, 1984. Overwinteringsgebieden, plaatstrouw en levensverwachting van Nederlandse Futen Podiceps cristatus. Limosa, 57 (2), 43-46.

Poorter, E.P.R. & R. Sluys, 1977. Zomerconcentraties van Kuifeenden en Tafeleenden op het IJsselmeer. De Levende Natuur, 80 (4), 80-84.

Postma, H., 1966. Observations on the hydrochemistry of inland waters in the Netherlands. In: H.L. Golterman & R.S. Clymo (red.), Chemical environment in the aquatic habitat. Proc. IBP Symp. KNAW, 1966, 30-38.

Postma, H., 1981. De eutrofiëring van het IJsselmeer. In: Waterkwaliteit en waterkwantiteit in het IJsselmeergebied. Verslag van de 2e CHO-studiebijeenkomst, 1981. Commissie voor Hydrologisch onderzoek TNO, serie: Rapporten en Nota's nr. 9, 148-152.

Projectgroep Eutrofiëringsonderzoek Randmeren, 1982. Eindrapport eutrofiëringsonderzoek Wolderwijd - Nuldernauw, Rijkswaterstaat, Lelystad, juli 1982, 166 pag, 5 bijlagen.

Redeke, H.C., 1948. Hydrobiologie van Nederland. De zoete wateren, de Boer, Amsterdam, 540 pag.

Renssen, Th.A., 1976. Niet- broedende knobbelzwanen op het IJsselmeer en het Ketelmeer. Vogeljaar, 24 (1), 14-16.

Renssen, Th.A. & R.M. Teixeira, 1980. Taxatie van het aantal knobbelzwanen in Nederland. 5 (1), 18-24.

Rooth, J., e.a., 1981. Numbers and distribution of wild geese in the Netherlands, 1974-1979. Wildfowl, 32, 146-155.

Rijksinstituut voor Natuurbeheer (RIN), 1979. Natuurbeheer in Nederland; Levensgemeenschappen, Pudoc, Wageningen, 392 pag.

Rijksinstituut voor Visserijonderzoek (RIVO), 1982. Brief aan de Directeur van de Visserijen over optreden van visziekte rond de Flevocentrale, 10 juni 1982, 2 pag.

Rijkswaterstaat, RIV, RID, 1982. Kwaliteitsonderzoek in de Rijkswateren. Verslagen van de resultaten over het 1e t/m 4e kwartaal 1982.

Rijkswaterstaat, RIZA, 1984. Vier notities met aanvullende informatie ten behoeve van de behandeling van de Commissie Waterverontreiniging van het advies van de commissie Algenbloei Westelijke Randmeren Markerwaard op 21 maart 1984. Brief met vier bijlagen, 21 pag.

Rijkswaterstaat, directie Zuiderzeewerken, 1980. Zandwinning IJsselmeer en Randmeren. nota nr. 292, 63 pag., 11 bijlagen.

Rijkswaterstaat, directie Zuiderzeewerken, 1981. Notitie t.b.v. de commissie ad hoc Nota Markerwaard van de RARO, november 1981, 18 pag., 1 appendix.

Rijkswaterstaat, directie Zuiderzeewerken, 1983. Waterkwaliteitsplan IJsselmeergebied. Concept, 250 pag.

Rijkswaterstaat, directie Zuiderzeewerken/Rijksdienst voor de IJsselmeerpolders, 1983. Het Markermeer. Informatie voor het beheer als open water. 154 pag.

Saeys, H.L.F. & H.J.M. Baptist, 1978. Evaluatie van West-Europese overwinteringsgebieden van watervogels, Deltadienst, afd. Milieu Onderzoek, nota -78-10, 66 pag.

Schilperoord L. & M. Schilperoord-Huisman, 1983. De Kleine Rietgans in zuidwest Friesland in het seizoen 1981/1982. In: T. Haitjema (red.), Jaarboek 1981/1982 Vogelwerkgroep Friese IJsselmeerkust e.o., Uitgave. nr. 17, Koudum, 40-46.

Schouten, C., 1982. Het IJsselmeergebied als ruiplaats voor de zwarte stern (Chlidonias niger). RIJP-rapport, 1983-33 abw, 63 pag.

Schijfsma, K., 1954. Amphipoda. In: L.F. Beaufort (red.), Veranderingen in de flora en fauna van de Zuiderzee (thans IJsselmeer) na de afsluiting in 1932, de Boer jr., Den Helder, 195-198.

Scott, D.A. 1980. A preliminary inventory of wetlands of international importance for waterfowl in West Europe and Northwest Afrika. IWRB special publication no. 2, International Waterfowl Research Bureau, Slimbridge, England, 127 pag.

Soest, R.W.M. van, 1970. Onderzoek naar aspecten van de oecologie van de driehoeksmossel, Dreissena polymorpha (Pallas, 1771) (Lamellibranchiata) in het IJsselmeer. Doctoraalverslag, RIVO, 26 pag.

Steinmetz, B. & H.G.J. Oudelaar, 1971. Proefvisserijen met de grote kuil, 1966 t/m 1970. Documentatierapport Afd. S. en B., Directie van Visserijen, 13-14, 17 pag.

Swennen, C., 1970. vogelwaarnemingen op het IJsselmeer. Limosa, 43 (1-2), 1-10.

Szijj, I., 1972. Some suggested criteria for determining the International Importance of Wetlands in the Western Palaearctie. In: E. Carp (ed.), Proc. Int. Conf. Conserv. Wetlands and Waterfowl, Ramser 1971, International Waterfowl Research Bureau, Slimbridge, England, 111-117.

Tanger, D., 1981. Verslag van een zwarte sterntelling in het IJsselmeergebied op 16 augustus 1980. Watervogels, 6 (2), 73-75.

Technische Werkgroep Spaarbekken IJsselmeer, 1975. Voorlopig verslag inventarisatie kwantitatieve aspekten. Verslag subgroep kwantiteit (TWSIJ 31). Rijkswaterstaat, Den Haag, 33 pag., 34 bijlagen.

Teixeira, R.M., 1979. Atlas van de Nederlandse broedvogels. Vereniging tot Behoud van Natuurmonumenten in Nederland, 's Graveland, 431 pag.

Thorpe, J., 1977. Synopsis of biological data on the perch. FAO Fish. Synop., nr. 113.

Timmerman, A., 1976. Ganzen in Nederland. Behoud pleisterplaatsen internationale verantwoordelijkheid. Natuur en Landschap, 30 (5), 117-138.

Timmerman, A., 1977. De Kleine Zwaan (Cygnus bewickii). Vogeljaar, 25 (3), 113-123.

Urk, G. van, 1974. Onderzoek bodemfauna van IJssel, Ketelmeer en IJsselmeer, augustus-september 1973, voorlopig verslag RIZA, 17 pag.

Vaate, A. bij de, 1978. De invloed van een aantal milieufactoren op de groei en de ontwikkeling van de Driehoeksmossel Dreissena polymorpha Pallas. Werkdocument RIJP, Abw 197 - 1978. 22 pag.

Vaate, A. bij de & P. van der Vet-Kappetein, 1978. Oriënterend onderzoek naar het voorkomen van cladocera en copepoda in de randmeren en het IJsselmeer. Werkdocument RIJP, 1978-115 Abw, 7 pag. 1 figuur, 6 tabellen.

Vaate, A. bij de, 1982. Kwantificering van de predatie van Driehoeksmosselen (Dreissena polymorpha) door blankvoorn (Rutilus rutilus) in het IJsselmeergebied. Werkdocument RIJP, 1982-18 Abw, 7 pag., 2 figuren.

Veenstra, J., 1982. De Workumerwaard, bewakingsverslag 1982. It Fryske Gea, Olterterp, 47 pag.

Vera, F., 1980. De Oostvaardersplassen: de restauratie van een oorspronkelijke levensgemeenschap. Vogeljaar, 28 (3), 113-146.

Vlug, J.J., 1976a. Het IJsselmeer als rui- en broedgebied van de fuut. (Podiceps cristacus). Watervogels, 1, 15-22.

Vlug, J.J., 1976b. Zomerconcentraties van de Fuut (Podiceps cristacus). Natura, 73 (5), 121-132.

Vlug, J.J., 1980. Broedkolonies van de fuut (Podiceps cristacus). Watervogels, 5 (1), 8-17.

Vries, G.W., de 1982. Vogels in het Lauwersmeer, meer dan een willekeurige verzameling vogels. Het Vogeljaar, 30 (3), 121-129.

Vrins, A., 1978. De groei en populatiedichtheid van kokkels op enkele plaatsen in de Eems-Dollard. BOEDE, publ. & verslagen, 1978 (6), 68 pag.

Wal, R.J. van der, 1976. De betekenis van het IJsselmeergebied voor overwinterende watervogels. Watervogels 1 (3), 54-79.

Wal, R.J. van der, 1978. Resultaten van twee seizoenen watervogeltellingen in het IJsselmeergebied. Watervogels, 3 (1), 25-31.

Wal, R.J. van der, 1979. De driehoeksmossel (Dreissena polymorpha Pallas) in het IJsselmeer. Doctoraalverslag, Universiteit van Amsterdam.

Wal, R.J. van der & P.J. Zomerdijk, 1979. The moulting of Tufted Duck and Pochard on the IJsselmeer in relation to moult concentrations in Europe. Wildfowl, 30, 99-108.

Wal, R.J. van der, 1981. De duikeenden van het IJsselmeer. Een inleidend onderzoek van het belangrijkste overwinteringsgebied voor duikeenden in West-Europa (1975-1977). Doctoraalverslag Universiteit van Amsterdam/RIN, 138 pag.

Werkgroep Biologische Waterbeoordeling, 1977. L. de Lange & M.A. de Ruiter (red.), Biologische Waterbeoordeling. Methoden voor het beoordelen van Nederlands oppervlaktewater op biologische grondslag. Instituut voor Milieuhygiëne en Gezondheidstechniek TNO, Delft, 251 pag.

Werkgroep Sanering Randmeren, 1978. Aanbevelingen tot sanering van de randmeren. Rijkswaterstaat, dir. ZZW, 267 pag.

Werkgroep Workumerwaard, 1978. De Workumerwaard. Watervogels, 3 (2), 75-115.

Werkgroep Workumerwaard, 1980. De gevolgen van waterpeilverhoging van het Klein IJsselmeer voor de vogels van de ondiepe kustzones en schelpenbanken. Watervogels, 5 (3), 127-140.

Willemsen, J., 1969. Is er voldoende voedsel voor de snoekbaars van de sterke IJsselmeer-jaarklasse van 1969, Visserij, 22, 446-451.

Willemsen, J., 1972. 25 jaar onderzoek over IJsselmeersnoekbaars. Visserij, 25 (3), 197-206.

Willemsen, J., 1977. Population dynamics of percids in Lake IJssel and some smaller lakes in the Netherlands. J. Fish. Res. Board Can., 34, 1710-1719.

Willemsen, J., 1978a. De visstand in het IJsselmeer na het kuilverbod en na de maaswijdtevergroting van de staande netten. Visserij, 30, 64-70.

Willemsen, J., 1978b. Voedsel en groei van zoetwaterroofvis. Visserij, 31 (3), 192-200.

Willemsen, J., 1978c. Influence of temperature on feeding, growth and mortality of pike perch. Verh. Internat. Verein Limnol., 20, 2127-2133.

Willemsen, J., 1980. Fishery aspects of eutrophication. Hydrobiol. Bull., 14 (1-2), 12-21.

Willemsen, J., 1983a. Biology and management of pikeperch. Proc. 3rd Brit. Freshw. Fish. Conf., 115-125.

Willemsen, J., 1983b. Ketelmeer, IJsselmeer en Markermeer; waterkwaliteit, voedselketens en visstand. Tekst van de lezing op het symposium 'Rijnwater in Nederland', september 1983, 9 pag.

Winkel, E.H. ten & C. Davids, 1982. Food selection by Dreissena polymorpha Pallas (Mollusca: Bivalvia). Freshwater Biology, 12, 553-558.

Zomerdijk, P.J., 1979. Ruiende toppereenden (A. marila) op het IJsselmeer. Watervogels, 4 (4), 157-161.

Zomerdijk, P.J., 1981. Geslachtsverhouding bij brilduikers (Bucephala clangula) in het winterhalfjaar. Watervogels, 6 (2), 53-64.

Zijlstra, M., 1981. Over de ecologie van het nonnetje, een overwinterende watervogel in het zuidelijk IJsselmeergebied. In: 50 jaar onderzoek door de Rijksdienst voor de IJsselmeerpolders. Flevobericht nr. 163. Deel 2 (band A), 135-145.

Vereniging tot Behoud van Natuurmonumenten in Nederland
Noordereinde 60, 1243 JJ 's-Graveland, tel. 035-62004

De Vereniging tot Behoud van Natuurmonumenten heeft als belangrijkste doelstelling natuurgebieden en landschappen in ons land veilig te stellen. Daarom koopt Natuurmonumenten o.a. waardevolle gebieden en beheert ze. Ruim 50.000 ha natuurgebied in ons land staat onder de hoede van de vereniging, verspreid over ruim 150 terreinen.

De activiteiten van Natuurmonumenten richten zich verder op
- herstel van natuur en landschap;
- bescherming van bodem, water, lucht en stilte;
- bevorderen van kennis en begrip van natuur en landschap, door middel van voorlichting.

Het lidmaatschap bedraagt f 30,- en voor jeugdleden (tot 18 jaar) f 10,- per jaar. Leden ontvangen jaarlijks vier maal het tijdschrift 'Natuurbehoud'. (Postgiro 9933 t.n.v. Natuurmonumenten te 's-Graveland onder vermelding van 'nieuw lid'). Natuurmonumenten bezit ook een winkel waarin bekende boeken zoals 'Wilde Planten', 'Waddenzee', 'Orchideeën van Europa' en tal van andere uitgaven te koop zijn.

Stichting Natuur en Milieu
Donkerstraat 17, 3511 KB Utrecht, tel. 030-331328

De Stichting Natuur en Milieu is een landelijke particuliere organisatie voor natuur- en milieubescherming. Zij werkt samen met een aantal zusterorganisaties, die evenals de elf provinciale milieufederaties bij de Stichting zijn aangesloten.
De belangrijkste taken van de Stichting zijn het beïnvloeden van het nationale beleid ten gunste van natuur en milieu en het verlenen van service aan milieuactiegroepen, vooral via de provinciale milieufederaties.

Belangrijke activiteiten van de Stichting zijn:
- acties, o.a. via bezwarenprocedures, tegen milieubedervende activiteiten;
- het ontwikkelen van milieuvriendelijke alternatieven;
- het deelnemen in adviescommissies van de regering;
- overleg met Kamerleden en andere politici;
- het geven van informatie, o.a. via het tijdschrift Natuur en Milieu.

Een abonnement op Natuur en milieu kost f 40,- per jaar. Begunstigers (privépersonen minimaal f 80,- per jaar, organisaties minimaal f 100,- per jaar) ontvangen zowel het tijdschrift als de overige uitgaven van de Stichting. (Postgiro 51880 t.n.v. Natuur en Milieu, abonnementenadministratie, 's-Graveland).
De Stichting Natuur en Milieu heeft een winkel waar o.m. een groot aantal publikaties op het gebied van natuur- en milieubescherming worden verkocht.