



Ministerie van Verkeer en Waterstaat

Directoraat-Generaal Rijkswaterstaat

RIZA Rijksinstituut voor Integraal Zoetwaterbeheer en Afvalwaterbehandeling

Zoet Zout Zuid-Holland

Literatuurstudie naar zouttolerantie en
gerelateerde parameters van vissoorten
in het benedenrivierengebied

RIZA werkdokument nr.: 2000.025X

Auteur: G.C.W. van Beek

RIZA
Lelystad, maart 2000



Bureau Waardenburg

Adviseurs voor ecologie & milieu
Postbus 365, 4100 AJ Culemborg
Telefoon 0345 - 512710, Fax 0345 - 519849
e-mail wbb@buwa.nl website: WWW.buwa.nl

Voorwoord

Het Rijksinstituut voor Integraal Zoetwaterbeheer en Afvalwaterbehandeling (RIZA) heeft Bureau Waardenburg gevraagd een literatuuronderzoek uit te voeren naar mogelijke effecten van veranderingen in zoutconcentraties op vis in het benedenrivierengebied. Het onderzoek wordt uitgevoerd in het kader van een verkennende studie naar de mogelijke veranderingen in de flora- en faunagemeenschappen als gevolg van verschillende zoutindringingsscenario's in Nederlandse wateren.

Vanuit opdrachtgever is het project begeleid door J.J.G.M. Backx.

Het onderzoek is uitgevoerd door een projectteam van Bureau Waardenburg bestaande uit H. Brouwer, G.W.M.N. van Moorsel en G.C.W. van Beek (projectleiding).

Samenvatting 7

1 Inleiding 9

1.1 Doelstelling 9

1.2 Afkadering 9

2 Materiaal en methoden 11

2.1 Literatuurbestanden 11

2.2 Trefwoorden 11

2.3 Verwerking informatie 11

3 Resultaten 13

3.1 Inleiding brakwatersystemen en vis in Nederland 13

3.1.1 Brakke wateren met regelmatige toevoer van zeewater 13

3.2 Vissoorten en toleranties 15

3.2.1 Geselecteerde vissoorten en algemene informatie 16

3.2.2 Toleranties 17

3.3 Integratie en relevantie voor benedenrivierengebied 20

4 Discussie 23

5 Conclusies en aanbevelingen 25

5.1 Conclusies 25

5.2 Aanbevelingen 27

6 Literatuur 29

Tabellen

Tabel 1 Overzicht geselecteerde vissoorten en algemene ecologische gegevens 38

Tabel 2 Overzicht hoeveelheid informatie per ecologisch gilde 40

Tabel 3.1 Zouttoleranties tijdens paai en embryonale fase 41

Tabel 3.2 Zouttoleranties tijdens de opgroei fase 42

Tabel 3.3 Zouttoleranties in volwassen stadium 43

Tabel 4 Temperatuurtoleranties per soort 44

Tabel 5 Zuurstoftoleranties per soort 46

Tabel 6 Te verwachten dominante en diadrome vissoorten in 'nieuwe' zoet-zout gradiënten in het benedenrivierengebied 48

Tabel 7 Voorkeur voor zoutgehalte van dominante en diadrome vissoorten in een zoet-zout gradiënt in het benedenrivierengebied 49

Figuren

Figuur 1 Relatie tussen zuurstofverzadiging, temperatuur en zoutgehalte 52

Figuur 2 Relatie tussen temperatuur, zuurstofverzadiging, zuurstofconcentratie en zoutgehalte en chloridegehalte. 53

Samenvatting

In het kader van een studie naar de mogelijke veranderingen in de flora- en faunagemeenschappen als gevolg van verschillende zoutindringings-scenario's in Nederlandse wateren is een literatuuronderzoek verricht naar de tolerantiegrenzen van vis voor met name het zoutgehalte maar ook met betrekking tot het zuurstofgehalte en de temperatuur. Er zijn 146 vissoorten geselecteerd die potentieel in zoet-zout gradiënten in het benedenrivierengebied kunnen voorkomen. Het betreft diadrome, estuariene, mariene en zoetwatervissoorten. Het literatuuronderzoek voor deze soorten heeft informatie opgeleverd over maximale en minimale waarden voor genoemde parameters waarbij exemplaren van de soorten voor langere of kortere tijd kunnen blijven leven. Voor de vissoorten waarvoor meerdere gegevens over eenzelfde tolerantiegrens zijn gevonden blijkt dat de grenzen sterk afhankelijk kunnen zijn van andere omgevingsfactoren maar ook van de gewenningsperiode en de populatie van de soort. Voor een aanzienlijk deel van de soorten, met name de mariene soorten zijn vrijwel geen gegevens gevonden in de literatuur.

Met behulp van visvangstgegevens uit het benedenrivierengebied zelf (en het Noordzeekanaal) is de totale lijst van 146 soorten opgesplitst naar meer en minder voorkomende soorten zoals aanwezig en te verwachten in zoet-zout gradiënten in het benedenrivierengebied. 62 vissoorten zijn geselecteerd als relevant voor het benedenrivierengebied. Het betreft met name soorten die met relatief grote aantallen (kunnen) voorkomen alsmede de trekvissoorten die veelal geen hoge dichtheden zullen bereiken maar wel een belangrijke natuurwaarde vertegenwoordigen.

De meer absolute zouttolerantiegrenzen zoals gevonden voor de afzonderlijke soorten worden besproken in het licht van de grenzen zoals die in veldsituaties in het benedenrivierengebied zijn aangetroffen zoals bijvoorbeeld in het Haringvliet/Hollandsch Diep vòòr de afsluiting.

1 Inleiding

1.1 Doelstelling

Het onderzoek wordt uitgevoerd in het kader van een verkennende studie naar de mogelijke veranderingen in de flora- en faunagemeenschappen als gevolg van verschillende zoutindringingsscenario's in Nederlandse wateren. De uiteindelijke doelstelling is om met de verzamelde kennis, waarbij naast vissen ook andere groepen organismen worden betrokken, een instrument te ontwikkelen waarmee een verandering van een ecosysteem door verandering van het zoutregime, met name verhogingen van het zoutgehalte in het water, kunnen worden beoordeeld.

Voor wat betreft onderhavige studie is de doelstelling:

- het verzamelen van informatie betreffende zouttoleranties en gerelateerde milieueisen van alle vissoorten die (potentieel) voorkomen en voorkwamen in het benedenrivierengebied;

1.2 Afkadering

Op basis van literatuur over het voorkomen van vissoorten in Nederlandse en andere West-Europese estuaria is een soortenlijst vastgesteld. Deze lijst bevat de soorten die voorkomen in de Nederlandse estuariene situaties en brakke wateren alsmede een aantal soorten die verdwenen zijn en enkele potentiële nieuwkomers. Aangezien in het benedenrivierengebied in potentie alle watertypen met een zoet-zout gradiënt aanwezig zijn is de gehele lijst in principe van toepassing op het benedenrivierengebied.

Voor deze vissoorten zijn een aantal parameters gekozen waarover het onderzoek informatie moet leveren. Deze parameters betreffen de zout-, temperatuur- en zuurstoftolerantie van de soorten gespecificeerd naar levensstadium zoals de embryonale, opgroei en volwassen fase. Daarnaast zijn een aantal andere ecologische gegevens zoals habitat- en voedselvoorziening bij het onderzoek betrokken. Deze geven een beeld van de andere eisen die de diverse vissoorten aan het milieu stellen.

Om de relevantie van de verzamelde informatie voor het benedenrivierengebied nader aan te geven wordt ingegaan op de (te verwachten) relatieve dominanties van vissoorten in een zoet-zout gradiënt in het benedenrivierengebied.

2 Materiaal en methoden

2.1 Literatuurbestanden

Een literatuurscan heeft plaatsgevonden in diverse geautomatiseerde bibliotheekbestanden.

In Agralin (Universiteit Wageningen) zijn vele bibliotheekbestanden beschikbaar waaronder de DLO instituten zoals het RIVO. Binnen Agralin zijn de tijdschriften tot op de titel opgenomen. Via de General Science Index en Science Citation Index is naar artikelen gezocht. In de Science Citation Index zijn vele internationale wetenschappelijke tijdschriften aanwezig waarbij naast een abstract ook de gerefereerde literatuur is opgenomen per artikel. De publicaties in de jaren 1992 en 1998 zijn doorzocht. Daarbij is aangenomen dat, via de verwijzingen in de gevonden publicaties, tevens de relevante publicaties in de voor- en tussenliggende periode (voor 1992 en 1993 t/m 1997) kunnen worden achterhaald.

Daarnaast is, in de zelfstandige systemen van de OVB (Organisatie ter Verbetering van de Binnenvisserij) en van Bureau Waardenburg aanvullend gezocht. Ook via de bibliotheek van het RIZA en het ASFA literatuursysteem (via J. Backx) zijn gegevens verzameld.

2.2 Trefwoorden

In de bestanden met tijdschriftartikelen is systematisch gezocht met de trefwoorden: fish, fishes, en de afzonderlijke latijnse soortnamen (zie tabel 1) en/of gecombineerd met salinity, temperature en oxygen.

In de andere bestanden is gezocht onder de trefwoorden: fish, fishes, salinity, oxygen, temperature, estuarine, brackish, tolerance en gecombineerde trefwoorden (Agralin en in ook in het Nederlands in bibliotheekbestand van Bureau Waardenburg) en saliniteit (OVB).

2.3 Verwerking informatie

De gevonden (abstracts van) artikelen en gegevens van zelfstandige publicaties zijn beoordeeld op relevantie waarbij is gelet op de volgende aspecten:

- betreft het de doelsoort(en);
- betreft het een gematigd klimaat;
- betreft het de gekozen parameter(s) en dan vooral grenswaarden;
- betreft het ecologisch relevante resultaten;
- betreft het mogelijk interessante referenties.

De geselecteerde bronnen en daaruit gekozen referenties zijn vervolgens tot een literatuurlijst verwerkt. De publicaties van deze lijst zijn opgevraagd, bestudeerd en verwerkt in deze rapportage.

3 Resultaten

3.1 Inleiding brakwatersystemen en vis in Nederland

Brakwatersystemen komen vooral voor in kuststroken waar zoet water in contact komt met zouter water. In Nederland kunnen een aantal watertypen worden onderscheiden waarin brak water aanwezig kan zijn.

Sloten, kreekresten en andere vaak relatief kleine wateren met een zoutbelasting komen voor in de kustregio's. Het zoutgehalte van deze wateren wordt vooral bepaald door directe en indirecte aanvoer van zout grondwater zonder dat een open verbinding met zoute oppervlaktewateren aanwezig is. In dergelijke systemen kunnen zeer sterke fluctuaties voorkomen van het zoutgehalte (lit.nr. 50), temperatuur en zuurstof. De visfauna bestaat over het algemeen uit relatief weinig soorten. Bij hogere zoutgehalten worden veelal alleen enkele (zout)tolerante vissoorten aangetroffen zoals Driedoornige stekelbaars, Paling en Brakwatergrondel. Daar waar het water zoeter wordt kunnen ook zoetwatervissoorten voorkomen.

Deze studie richt zich niet op de potentiële visfauna van deze kleinere wateren maar juist op die van grotere wateren met een regelmatige toevoer van zeewater.

3.1.1 Brakke wateren met regelmatige toevoer van zeewater

Naast de geïsoleerde kleinere brakke wateren komen in Nederland grotere open een 'halfopen' verbindingen voor van rivieren en kanalen met de zee. De grote open riviermondingen zoals het estuarium van de Westerschelde en de Eems-Dollard waarbij een onbelemmerde uitwisseling van water en organismen mogelijk is geven een min of meer natuurlijke situatie ten aanzien van de zout-zoetgradiënt in het water en de daarin aanwezige vissoorten. De Nieuwe Waterweg heeft ook een open verbinding met zee maar gezien de sterke industrialisatie en hydromorfologische aanpassingen ten behoeve daarvan is dit estuarium niet natuurlijk te noemen.

Al sinds mensenheugenis zijn steeds meer verbindingen met zee zodanig gereguleerd dat er steeds minder uitwisseling mogelijk is. De gradiënten van zoet naar zout water (en andersom) zijn vervangen door abrupte overgangen waarbij op korte afstand grote veranderingen in de zoutconcentraties optreden zoals nabij de Haringvlietsluizen en de sluizen in de Afsluitdijk. Daar waar nog wel een zekere zoet-zout gradiënt in het water aanwezig is maar geen getijcyclus, zoals in het Noordzeekanaal, worden nog wel brakwater-vissoorten waargenomen maar lijkt de verspreiding en diversiteit beperkt door andere factoren zoals de zuurstofvoorziening en de beperkte uitwisselingsmogelijkheden via de sluizen (lit.nr. 51).

Zoet-zout gradiënten bieden in potentie leefruimte aan vele vissoorten (lit.nr. 1 en 2). Zowel zoetwatersoorten als zeevissen maken er gebruik van. Een aantal soorten is ook afhankelijk van het brakke water en brengen hun hele leven erin door. De diadrome trekvissoorten gebruiken deze zone om hun paaiplaatsen en opgroeigebieden te bereiken. Voor de Nederlandse situatie gaat het om ongeveer 150 vissoorten die kunnen worden aangetroffen in een zoet-zout gradiënt (lit.nr. 1,2,3) (tabel 1). Voor estuaria verspreid over geheel West-Europa is een lijst van 186 soorten opgesteld (lit.nr. 1). De visgemeenschap in een zoutgradiënt is sterk afhankelijk van de verdeling van de zoutgehalten. Zowel de totale zoutgehalterange als de verdeling in tijd en ruimte kunnen sterk uiteenlopen. Bij een grote zoutgehalterange, die

over een kort traject aanwezig kan zijn (bijvoorbeeld over de vertikaal in het Noordzeekanaal (lit.nr. 25) en Hartelkanaal) of over een langer horizontaal traject in een 'open' estuarium zoals in het Haringvliet/Hollandsch Diep voor de afsluiting (lit.nr. 42) zal de visgemeenschap zeer gevarieerd kunnen zijn met zowel zoetwater-, brakwater- als zeewatervissoorten. Bij een kleine range van het zoutgehalte blijft de soortensamenstelling beperkt tot die soorten die zich kunnen aanpassen aan het betreffende zoutgehalte. Een zoutgradiënt kan relatief stabiel zijn zoals bij een door sluizen gereguleerde inlaat van zeewater en uitlaat van zoetwater (lit.nr. 51) maar ook zeer dynamisch zoals in een 'open' estuarium (lit.nr. 22 en 42). Veranderingen van het zoutgehalte hebben een directe invloed op de aanwezigheid van de meeste vissoorten. Slechts enkele estuariene soorten lijken een dermate grote zouttolerantie te hebben dat zij zich mogelijk niet eens verplaatsen bij grotere veranderingen in het zoutgehalte. De visbiomassa en samenstelling van een visgemeenschap, in aantal vissen, wordt meestal (sterk) gedomineerd door een klein aantal van de totaal aanwezige vissoorten. Dit geldt ook voor visgemeenschappen in een zoutgradiënt. Dominanties (van jongbroed) van pelagische soorten als Spiering, Haring en Sprot en bentische soorten als Bot en grondels worden vaak waargenomen (lit.nr. 25, 42, 52, 65). De vaak vele tientallen andere soorten die op dat moment ook aanwezig zijn bepalen dan slechts een klein deel van de biomassa en het totaal aantal vissen (lit.nr. 53, 55, 57).

Milieuvariabelen

Het al dan niet voorkomen van vissoorten is afhankelijk van het zoutgehalte en allerlei andere omgevingsfactoren waarbij elke soort een optimum heeft en meer marginale omstandigheden waarbij de soort nog wel (tijdelijk) kan blijven leven maar dan op de rand van zijn ecologische range. Ook in brak water heeft elke soort eigen minimale en optimale eisen ten aanzien van de omgeving. Specifieke voorwaarden zijn bijvoorbeeld de aanwezigheid van het juiste substraat. Daarnaast zijn in gebieden met een zoet-zout gradiënt een aantal algemene milieuvariabelen van belang die het voorkomen van soorten kunnen bepalen en waarvan bekend is dat ze een sterke dynamiek kunnen vertonen. De tolerantiegrenzen van vissen kunnen zodanig worden overschreden dat de effecten sterk verstorend dan wel dodelijk kunnen zijn. In literatuur (lit.nr. 54, 55, 56, 57, 58, 59, 61, 63, 64) over biologie en ecologie van brakwatersystemen worden een aantal parameters genoemd die elk op zich en in onderlinge samenhang belangrijke sturende factoren lijken te zijn voor de samenstelling van de visstand:

- het zoutgehalte;
- temperatuur;
- zuurstofgehalte;
- troebelheid;
- mogelijkheid tot migratie.

De migratiemogelijkheden worden hier niet expliciet meegenomen. Wel moet worden opgemerkt dat deze factor beperkend is voor de visfauna in situaties waarbij geen open verbinding is met zee. Dit geldt met name voor diadrome soorten maar ook voor mariene en estuariene vissen. De mariene en estuariene vissoorten (80% van de potentieel aanwezige vissoorten) maken veelal slechts tijdelijk gebruik van de minder zoute delen van een zoutgradiënt. Vooral tegen de winter wanneer de watertemperatuur lager wordt en het zoutgehalte kan afnemen door een verhoogde zoetwaterafvoer geven deze soorten de voorkeur aan warmer en zouter water dat zich meestal stroomafwaarts, richting zee bevindt. Wanneer zich een migratie beperking voordoet zal de vis gedwongen worden onder minder gunstige omstandigheden te overwinteren hetgeen een verhoogde sterfte kan

opleveren. Ook voor de intrek van mariene met name juveniele vissen is een open trekroute van groot belang.

De factor troebelheid is van belang in verband met predatiemogelijkheden en zuurstofhuishouding. Bij een verandering van troebelheid kunnen de predator-prooi relaties veranderen. Dit valt echter buiten het onderzoekskader. De invloed van vertroebeling op de zuurstofvoorziening is wel van belang. Wanneer zoet water in aanraking komt met zouter water blijkt zich een verhoogde troebelheid te kunnen voordoen door uitvloeking en ophoping van zwevend materiaal. De concentratie sedimenteerend materiaal neemt toe richting bodem en zal ter plaatse een verhoogd zuurstofverbruik veroorzaken waardoor zuurstofarmoede kan ontstaan. In de literatuur wordt bijvoorbeeld voor de Loire (lit.nr. 22) melding gemaakt van ernstige zuurstoftekorten door een bepaalde combinatie van stijging van troebelheid, daling van zoetwaterafvoer, hoge temperaturen en aanwezigheid van brakwater. Door hydromorfologische aanpassingen lijkt deze situatie sneller en sterker op te treden. De visbiomassa in de Loire daalde van 5 - 13 naar 0 kg/ha bij een zuurstofgehalte van 3 mg/l en minder. Ook benedenstrooms en stroomopwaarts van de zone met een zuurstoftekort werd een andere visdichtheid gemeten, zelfs tot enkele maanden nadat het zuurstoftekort al was verdwenen. De zuurstoftekorten deden zich voor over een traject van 20 tot 40 km stroomafwaarts van Nantes en over een periode van enkele maanden in voorjaar en/of zomer van zowel 1981 als 1982 (bij 300-400 mg/l gesuspendeerd materiaal, een watertemperatuur van 18°C en een saliniteit van boven de 15‰).

Hoewel het optreden van zuurstofarmoede een natuurlijk verschijnsel kan zijn is het een sterke verstoring van het ecosysteem. Optreden op kleine schaal lijkt onvermijdelijk maar langdurige zuurstoftekorten over een groter gebied zijn ongewenst.

Het zoutgehalte ofwel saliniteit van oppervlaktewater wordt meestal uitgedrukt in promillage (‰) of parts per thousand (ppt). Naast deze eenheden worden ook wel andere eenheden gebruikt zoals alleen het aandeel chloride-ionen (chloriniteit), de osmotische waarde (molaliteit of molariteit) of het elektrisch geleidingsvermogen.

Figuren 1 en 2 geven de relaties tussen temperatuur, zoutgehalte, zuurstofgehalte en zuurstofverzadiging. Hieruit blijkt dat er minder zuurstof in het water aanwezig kan zijn naar mate het water warmer en/of zouter is; de 100% zuurstofverzadiging wordt in water met een hogere temperatuur en/of zoutgehalte al bereikt bij een lagere hoeveelheid zuurstof per liter. In het algemeen worden de volgende ecologisch relevante grenswaarden aangehouden voor het zoutgehalte van water (Venice system, 1959):

- limnisch of zoet water < 0,3 g Cl/l (saliniteit < 0,55 ‰)
- oligohalien of zwak brak 0,3-3,0 g Cl/l (saliniteit 0,55-5,5 ‰)
- mesohalien of matig brak 3,0-10,0 g Cl/l (saliniteit 5,5-18 ‰)
- polyhalien of sterk brak 10,0-17,0 g Cl/l (saliniteit 18,0-30,5 ‰)
- euhalien of zout water > 17,0 g Cl/l (saliniteit > 30,5 ‰)

3.2 Vissoorten en toleranties

De literatuurscan met behulp van de trefwoorden heeft enkele duizenden publicaties opgeleverd. Hiervan zijn uiteindelijk ongeveer 140 publicaties geselecteerd waarvan er 65 zijn gerefereerd in het rapport. 18 relevant lijkende publicaties konden niet worden achterhaald. De belangrijkste informatie uit deze publicaties, de tolerantiegrenzen, zijn via de andere literatuur veelal wel beschikbaar gekomen. In de literatuurlijst zijn zowel de

gerefereerde literatuur als de overige publicaties opgenomen. Tabel 0 (alleen digitaal) geeft een totaaloverzicht van alle informatie per soort. Deze tabel is bedoeld om de gebruiker de mogelijkheid te bieden selecties te kunnen maken en aanvullingen mogelijk te maken.

3.2.1 Geselecteerde vissoorten en algemene informatie

Om te bepalen welke vissen zouden kunnen worden meegenomen bij het literatuuronderzoek is een totaaloverzicht gemaakt van soorten die 'ooit' zijn aangetroffen of zouden kunnen worden verwacht in natuurlijke estuaria en meer gereguleerde overgangen van zoet-zoutwater in Nederland en daarmee ook in het benedenrivierengebied (lit.nr. 1,2,3). Veruit de meeste soorten die in andere West Europese estuaria (lit.nr. 1) worden aangetroffen zijn ook in Nederlandse estuaria (lit.nr. 2) gevonden. In het overzicht van vissoorten uit Nederlandse estuaria (lit.nr. 2) ontbreken een aantal zoetwatervissoorten die wel voorkomen in het benedenrivierengebied (lit.nr. 3) en ook in de soortenlijst van West Europese estuaria zijn opgenomen (bijvoorbeeld Kolblei, Rivierdonderpad, Karper, Snoek). Omdat deze soorten een zekere zoutbelasting lijken te kunnen verdragen en daarmee van belang zijn voor zoet-zoutgradiënten in het benedenrivierengebied zijn deze soorten ook opgenomen in tabel 1.

In tabel 1 worden de geselecteerde vissoorten weergegeven die potentieel voor kunnen komen in het benedenrivierengebied. Om aan te geven wat hun betekenis kan zijn in een water met een zoutgradiënt, zijn een aantal algemene ecologische eigenschappen/eisen van deze soorten opgenomen. Het betreft (lit.nr. 1, 13, 14):

Verdeling over ecologische gilden met als indeling:

- ca: diadrome soorten die het estuarium als trekroute gebruiken tussen paai- en opgroeigebied;
- er: estuariene soort; volledig estuarien, totale levenscyclus mogelijk in estuarium;
- fw: zoetwatersoorten zonder speciale behoefte aan estuarium, bezoekt onregelmatig het brakke water;
- ma: zeesoort zonder speciale behoefte aan estuarium, bezoekt onregelmatig;
- mj: zeesoort waarvan de jonge exemplaren ook kunnen opgroeien in een estuarium;
- ms: zeesoort die in een vast seizoen een estuarium kan bezoeken meestal in volwassen stadium.

Deze indeling geeft inzicht in de functies van een estuarium ten opzichte van de behoeften voor de totale levenscyclus van de soort.

Habitat en bodemgebondenheid:

- p: pelagisch
- d: demersaal (in de waterkolom maar dicht bij de bodem)
- b: bentisch, onderverdeeld in;
 - s: zandige bodem, alleen op zand
 - f: zachte bodem (zand, slib en/of fijn grind)
 - r: harde bodem (rots en, stenen, keien)
 - m: geen voorkeur
 - v: in of boven vegetatie

Voedselcategoriën;

- p: plankton
- i: invertebraten (macrozoöbenthos)
- f: vis
- v: planten
- d: detritus (dood organisch weefsel)
- o: omnivoor

Voortplanting;

- v: levendbarend
- w: eierlevendbarend
- o: eierlegend, onderverdeeld in:
 - op: pelagische eieren
 - ob: bentische eieren
 - og: bescherming van de eieren door een ouder
 - os: eieren in een nest of anderszins beschermend (buidel)
 - ov: eieren tussen of op vegetatie

3.2.2 Toleranties

Tabel 2 geeft een overzicht van de hoeveelheid informatie die gevonden is voor de verschillende ecologische gilden.

De tabellen 3, 4 en 5 geven de informatie betreffende respectievelijk de zout-, temperatuur- en zuurstoftoleranties. De literatuurreferenties zijn als 'nummer tussen haakjes' opgenomen in de tabellen.

In deze tabellen zijn zoveel mogelijk grenswaarden opgenomen waarbij het betreffende taxon (taxonomische eenheid meestal soort) niet meer kan leven of ernstig belemmerd wordt in een levensfase. Het betreft hier een grote verscheidenheid aan grenswaarden en eenheden. Als tolerantiegrenzen zijn vooral lethale waarden (eerste dood, 50% dood, 100% dood) gevonden bij blootstellingen op velerlei wijzen (mesocosms, aquarium, laboratorium en weinig in het veld) en uitgedrukt in velerlei grootheden.

In het algemeen blijkt dat de tolerantiegrenzen (sterk) afhankelijk zijn van allerlei andere factoren. Zowel onderling tussen zout, zuurstof en temperatuur is een sterke afhankelijkheid alsook met de uitgangssituatie, geweningsperiode, levensfase en factoren als het kooldioxidegehalte. Bijvoorbeeld bij een hoge temperatuur als uitgangssituatie en ook nog een langzame gewenning aan nog hogere temperaturen blijkt de lethale temperatuur hoger te liggen dan bij een uitgangssituatie met een lage temperatuur gecombineerd met een snelle temperatuursverhoging.

Daarnaast zijn tolerantiegrenzen zijn vaak niet consistent met elkaar ook zonder dat een verschil in het meetsysteem kan worden vastgesteld. Kortom in verschillende onderzoeken worden vaak verschillende grenswaarden vastgesteld. Als voorbeeld wordt hier gegeven de zouttoleranties voor Brasem. Voor het volwassen stadium wordt een range gevonden van 10-17‰.

lit.nr. 27 geeft een waarde van 10‰ als maximaal zoutgehalte en lit.nr. 10 geeft een range van 15-17‰ als lethale bovengrens. In het veld (Kielkanaal) wordt Brasem gevangen tot een maximaal zoutgehalte van 8‰ (lit. 27). In de Kaspische zee en het Aralmeer leven Brasems tot bij een maximum zoutgehalte van 13 ‰ (lit.nr. 27). De zouttoleranties zijn sterk afhankelijk van de populaties waaraan gemeten wordt. Voor de bevruchting van brasemeieren worden waarden gevonden van < 2‰ en < 10‰ (lit.nr. 28). De omstandigheden waarbij de verschillende waarden zijn vastgesteld zijn niet goed vergelijkbaar.

Verschillen tussen populaties (bijv. naar zee trekkende Driedoornige

stekelbaars versus standpopulaties in het zoete water) en geografische regio's zijn van grote invloed. Zo komen in de Oostzee allerlei zoetwater-soorten voor bij relatief hoge (en stabiele) zoutgehaltes (lit.nr. 67) terwijl exemplaren van andere populaties daarbij niet zouden kunnen overleven. Zoveel mogelijk zijn data gebruikt uit gematigde streken en zoveel mogelijk van de afzonderlijke soorten.

Veldmetingen aan de parameters waarbij tevens vissen zijn gevangen en een overschrijding van een tolerantiegrens werd vastgesteld blijken vrijwel niet voorhanden.

Zouttolerantie (tabellen 3.1, 3.2 en 3.3)

De toleranties per ecologisch gilde geven het volgende beeld:

- Zoetwatervissoorten (fw)
Veel van deze soorten kunnen zich vaak nog voortplanten en opgroeien bij zoutgehaltes van < 5‰ en als oudere vis leven tot 15‰. Van een aantal (algemene) soorten als Brasem, Baars, Blankvoorn, Pos en Snoekbaars is bekend dat ze een hogere tolerantie kunnen hebben tijdens de paai en opgroei, oplopend tot ongeveer 10‰. Deze maximale waarden gelden voor de soort maar kunnen lager liggen voor een specifieke populatie.
- Estuariene vissoorten (er)
Hoewel er voor maar 30% van de soorten grenswaarden zijn gevonden lijkt er een relatief grote tolerantie te zijn ten aanzien van het zoutgehalte. Grondels blijken zowel zoete als hypersaliene omstandigheden te kunnen overleven. Deze soorten, die permanent in estuaria kunnen leven, hebben wel een (smallere) optimumrange die ook per levensfase nog kan verschillen.
- Mariene vissoorten, dwaalgasten (ma)
Geen getalsmatige grenzen gevonden.
- Mariene vissoorten, seizoensgebonden (ms)
Weinig grenzen gevonden. Harders hebben een grote tolerantie-range van geheel zoet tot zeewater. Overige soorten zijn waarschijnlijk minder tolerant.
- Mariene vissoorten, juveniel (mj)
Van ongeveer 30% van de soorten zijn gegevens gevonden. De toleranties wisselen maar zijn over het algemeen vrij groot. Bijna zoete situaties kunnen worden verdragen door bijvoorbeeld Kabeljauw en Schol.
- Diadrome vissoorten (ca)
Deze soorten trekken van zoet naar zout water en omgekeerd en hebben dan ook een grote zouttolerantie. De meeste soorten gebruiken een estuarium alleen om doorheen te trekken op weg naar hun paai- of opgroeigebied. Voor deze soorten lijkt met name een geleidelijke overgang in zoutgehalte van belang. Daarbij kunnen ze zich het beste aanpassen aan de veranderingen. Hoewel in sommige gevallen abrupte overgangen van zoutgehalte goed worden verdragen zal de fysiologische aanpassing met betrekking tot de osmoregulatie beter verlopen wanneer de zoutconcentratie geleidelijk verandert.

Temperatuurtolerantie (tabel 4)

De toleranties per ecologisch gilde geven het volgende beeld:

- Zoetwatervissoorten (fw)
Als oudere vis veelal een zeer hoge tolerantie tot tegen de 40°C maar bij 30°C treedt meestal al wel een verstoring op waardoor de vissen kwetsbaar worden en minder vitaal. De kritische fase is de paai- en opgroei waarbij lagere maximale temperaturen kunnen worden verdragen die echter sterk verschillen per soort.

- Estuariene vissoorten (er)
Toleranties lijken groot binnen deze groep. Met name bij lage temperaturen trekken deze soorten naar warmer water dat zich meestal richting zee zal bevinden.
- Mariene vissoorten, dwaalgasten (ma)
Geen getalsmatige grenzen gevonden.
- Mariene vissoorten, seizoensgebonden (ms)
Weinig grenzen gevonden. Harders hebben een grote tolerantie-range. Overige soorten zijn waarschijnlijk minder tolerant.
- Mariene vissoorten, juveniel (mj)
Van ongeveer 25% van de soorten zijn gegevens gevonden. De toleranties wisselen maar zijn over het algemeen vrij groot.
- Diadrome vissoorten (ca)
Deze groep is relatief kritisch is met betrekking tot de temperatuur echter vooral tijdens de paai en opgroei hetgeen meestal buiten het estuarium plaatsvindt. De toleranties van de oudere dieren is veelal vrij hoog (tot 30°C).

Zuurstoftolerantie (tabel 5)

De toleranties per ecologisch gilde geven het volgende beeld:

- Zoetwatervissoorten (fw)
Hoewel zeer lage tolerantiegrenzen bekend zijn, tot zuurstofloosheid bij Kroeskarper, moet over het algemeen rekening worden gehouden met een ondergrens van 5 mg/l voor de paai en larvale fase en 3 mg/l voor de oudere vissen. Hierbij kunnen de meeste soorten voor langere tijd in leven blijven zonder erg kwetsbaar te worden (bijvoorbeeld voor predatie, uitspoeling, ziekten).
- Estuariene vissoorten (er)
Met name voor de benthische vissoorten van deze groep zijn minimumwaarden gevonden van 20 tot 30% verzadiging en 3 mg/l. Verwacht kan worden dat de ondergrens voor minder bodemgebonden soorten hoger zal liggen omdat niet gebonden en daarom minder aangepast zijn aan de lagere zuurstofgehalten die nabij de bodem aanwezig kunnen zijn.
- Mariene vissoorten, dwaalgasten (ma)
Slechts enkele getalsmatige grenzen voorhanden. Voor twee grondels is een minimum zuurstofverzadiging gevonden van 30% waarbij de vissen langere tijd zouden kunnen overleven. Als grenswaarde voor mariene vissen in het algemeen waarbij nog geen ernstige stress optreedt lijkt 4,5 mg/l te kunnen worden aangehouden (lit.nr. 39).
- Mariene vissoorten, seizoensgebonden (ms)
Weinig grenzen gevonden. Harders hebben een grote tolerantie-range. Overige soorten zijn waarschijnlijk minder tolerant.
- Mariene vissoorten, juveniel (mj)
Van ongeveer 40% van de soorten zijn gegevens gevonden. De toleranties wisselen maar zijn over het algemeen vrij groot. Situaties met een zuurstofverzadiging van > 30% kunnen worden verdragen door een aantal soorten.
- Diadrome vissoorten (ca)
Voor oudere stadia die in het estuarium kunnen voorkomen zijn vrijwel geen gegevens voorhanden. Deze groep moet echter wel als zeer kritisch worden gezien. Een minimaal verzadigingspercentage van 30% of 2 mg/l lijkt het minimum voor een aantal van deze soorten.

Tolerantie en aanpassing

Snelle temperatuurwisselingen binnen de range van de temperatuur-tolerantie kunnen grote gevolgen hebben voor vissen (lit.nr. 7), zelfs voor

zoetwatervissen die hier van nature meer mee te maken hebben als mariene soorten. Ook voor het zoutgehalte en het zuurstofgehalte is de snelheid waarmee deze waarden veranderen van groot belang voor het effect dat wordt veroorzaakt. Langzame veranderingen van de fysisch/chemische watersamenstelling kan voorkomen dat vissen zich niet op tijd kunnen aanpassen of op zoek kunnen naar betere omstandigheden. Genetische aanpassing aan veranderingen van het zoutregime zal een belangrijk proces kunnen zijn op langere termijn. Voor Brasem zijn significante genetische verschillen beschreven tussen brakwater- en zoetwaterpopulaties (lit.nr. 27). In het brakke Kiel kanaal in Duitsland leven mogelijk twee subpopulaties van Brasem die verschillen in hun zouttoleranties (lit.nr. 27). Ook voor de Driedoornige stekelbaars zijn verschillen vastgesteld ten aanzien van zouttolerantie die werden verklaard door een verschil in het genotype (lit.nr. 59) of alleen gekoppeld aan het fenotype (lit.nr. 60).

3.3 Integratie en relevantie voor benedenrivierengebied

Toleranties en optima

De gevonden tolerantiegrenzen geven meestal slechts een beeld van de meest extreme waarden waarbij een vis, voor kortere of langere tijd kan blijven leven al dan niet alleen in een bepaalde levensfase. Indien mogelijk zullen dergelijke omstandigheden worden gemeden en wordt een meer optimaal milieu gezocht door de vissen.

De tolerantiegrenzen gelden meestal alleen wanneer de overige milieuvariabelen een meer optimale waarde hebben, hetgeen in de praktijk veelal niet het geval zal zijn.

De consistentie van de tolerantiegrenzen blijkt niet hoog te zijn. Gemeten tolerantie-ranges blijken sterk te kunnen verschillen. Zowel genetische verschillen tussen de populaties waaraan gemeten is als de waarde van, al dan niet gemeten, andere milieuvariabelen kunnen deze verschillen deels verklaren.

Veldsituaties in het benedenrivierengebied

Hoewel alle soorten in principe kunnen voorkomen in het benedenrivierengebied zullen in de praktijk veelal slechts een beperkt aantal soorten aanwezig zijn.

Voor het Haringvliet/Hollandsch Diep (zonder dam) werden in de jaren '60 34 soorten aangetroffen (lit.nr. 42). De visbemonsteringen in het kader van het MWTL leveren ongeveer 30 mariene en estuariene vissoorten voor het mondingsgebied van de Nieuwe Waterweg (lit.nr. 43, 45, 47, 48 en 49).

De huidige zoetwatervisfauna in het Haringvliet/Hollandsch Diep (lit.nr. 3) wordt gedomineerd door een klein aantal zoetwatervissoorten die in de estuariene situatie in de jaren '60 ook werden aangetroffen in het zoetere deel van het estuarium; Snoekbaars, Baars, Blankvoorn, Brasem, Kolblei en Pos.

De Nieuwe Waterweg en het Haringvliet zonder dam hebben een geheel open verbinding met de Noordzee waarbij een vrije uitwisseling mogelijk is van water en organismen. In situaties waarbij sluizen de aan- en afvoer van water reguleren doet zich een andere situatie voor waarbij de afwezigheid van dynamiek door getijstroom tot een andere visgemeenschap zal leiden. In het Noordzeekanaal is een dergelijke situatie aanwezig. De visgemeenschap van het Noordzeekanaal (lit.nr. 25, 44, 46) bestaat uit mariene, estuariene, diadrome en zoetwatervissoorten.

Tabel 6 geeft de soorten die, op basis van genoemde inventarisaties, met redelijke aantallen zijn te verwachten in zoet-zout gradiënten in het benedenrivierengebied. In tabel 6 zijn de diadrome vissoorten ook opgenomen.

Van de diadrome vissoorten worden slechts enkele soorten met grotere aantallen verwacht zoals Spiering en Driedoornige stekelbaars (Bot is hier ingedeeld bij de estuariene soorten) maar gezien de maatschappelijke en ecologisch indicatieve waarde van deze trekvissoorten is het relevant dat ze expliciet aan de orde komen. Roofblei is tevens opgenomen in tabel 6. Deze exoot lijkt met toenemende aantallen voor te komen in Nederland. Verwacht wordt dat deze roofvis zich goed kan ontwikkelen in de zoetere delen van zoet-zout gradiënten in het benedenrivierengebied.

Het aantal diadrome vissoorten en vissoorten die met redelijke aantallen en regelmatig kunnen worden verwacht in een zoet-zout gradiënt het benedenrivierengebied is 62. Van de potentiële voorkomende soorten (tabel 1) blijft daarmee minder dan de helft over. Soorten die niet of nauwelijks worden verwacht betreffen met name mariene dwaalgasten (48 van de 57 soorten). De verdeling van vissen over een zoet-zout gradiënt zoals die heeft bestaan in het Haringvliet/Hollandsch Diep voor de afsluiting (lit.nr. 42) geeft aanleiding tot een nadere bespreking van de zouttoleranties van vissoorten. De bemonsterde zoutgradiënt heeft een range van 15 g Cl/l tijdens een droge zomer in het Haringvliet (gemiddeld 3-10 g Cl/l) tot 0,1 g Cl/l in het Hollandsch Diep; van polyhalien tot zoet water. Een drietal diadrome soorten (Spiering, Paling en Driedoornige stekelbaars) en twee estuariene soorten (Brakwatergrondel en Bot), werden gevangen over de gehele zout-range. De mariene en estuariene soorten werden vrijwel alleen gevangen in de gemiddeld poly- en mesohaliene zone. Vier soorten, Tong, Dikkopje, Schol en Sprot zijn met relatief lage aantallen ook in de zoete zone van gemiddeld < 0,3 g Cl/l aangetroffen. Van de zoetwatersoorten zijn Brasem en Blankvoorn tot in de gemiddeld oligohaliene zone (met maximum in droge zomer 10 g Cl/l) gevangen met enkele exemplaren. Alle overige soorten beperkten zich tot de gemiddeld zoetwater zone waarbij wel een maximum van 3 g Cl/l kan optreden.

Vergelijking van deze situatie met de zouttolerantiegrenzen zoals gevonden in de literatuur dan moet worden vastgesteld dat de algemene maximale zouttolerantie voor zoetwatervissoorten van 8,3 g Cl/l (15‰) mogelijk van toepassing is geweest in het Haringvliet; een zeer gering deel van de blankvoorn- en brasempopulatie heeft mogelijk bij een dergelijk zoutgehalte geleefd (voor een korte periode). De overige zoetwatersoorten zijn alleen bij lagere zoutgehalten, in de oligohaliene en zoetwaterzone, gevangen. De voorkeur van de zoetwatersoorten lag duidelijk in het permanent zoete water. Ook bij een inventarisatie van het Noordzeekanaal zijn bijna alle zoetwatervissen gevangen in de oligohaliene en zoete zone; < 3 g Cl/l (lit.nr. 25).

De zoetwatervissoorten worden in Nederlandse veldsituaties vrijwel niet aangetroffen bij de maximale zoutgehalten die nog getolereerd zouden kunnen worden. Wanneer voldoende mogelijkheden aanwezig zijn om zouter water te ontwijken verkiezen vrijwel alle vissen het zoete tot oligohaliene water.

Voor de estuariene vissoorten Bot en Brakwatergrondel lijkt te kunnen worden vastgesteld dat ze, in Nederlandse situaties, geen sterke voorkeur hebben voor een bepaald zoutgehalte.

Dikkopje (estuariën), Sprot (mariën seizoensgebonden) en juveniele Tong en Haring (mariën juveniel) komen voor tot in oligohalien water maar lijken een voorkeur te hebben voor zouter water.

De overige estuariene soorten tolereren mesohaliene condities en lijken een voorkeur te hebben van polyhalien of euhalien water.

Diadrome vissoorten komen voor bij alle zoutgehalten. Alleen Spiering en Driedoornige stekelbaars en Paling kunnen met grote aantallen aanwezig zijn.

Van groep van mariene dwaalgasten en overige mariene soorten zijn wel exemplaren aangetroffen in het benedenrivierengebied of het Noordzeekanaal maar met relatief kleine aantallen. De verspreiding van deze soorten over de zourange lijkt sterk beperkt tot eu- en polyhaline zones.

Zoutgehalten in Nieuwe Waterweg en het Noordzeekanaal

In het kader van de MWTL worden regelmatig zoutgehalten gemeten onder andere in het Noordzeekanaal en de Nieuwe Waterweg (E-mail, J. Backx). Deze metingen zijn verricht op een vaste diepte, hoog in de waterkolom en geven daarmee een indruk van de fluctuaties van het zoutgehalte in de tijd.

In de Nieuwe Waterweg ter hoogte van de Brienoordbrug is in de periode 1993- juli 1999 een zourange gemeten van 41-990,1 mg Cl/l. Ter hoogte van Maassluis is deze range 73-4035 mg Cl/l. In het Noordzeekanaal bij Amsterdam is 4,7-3835 mg Cl/l gemeten in de periode 1993 t/m 19 juli 1999. Bij IJmuiden is het minimum en maximum chloridegehalte in deze periode respectievelijk 663 en 6174 mg Cl/l.

Er komen dus sterke variaties voor in het zoutgehalte zowel in de gereguleerde situatie zonder eb en vloed in het Noordzeekanaal als in de Nieuwe Waterweg die een open verbinding heeft met de zee. Fluctuaties van zoet water naar mesohalinen en omgekeerd treden vrijwel jaarlijks op en zullen daarmee een grote invloed hebben op de vissoortensamenstelling. Bij een verzilting van het water zullen de zoetwatersoorten zich terugtrekken (stroomopwaarts) in het zoet blijvende water. Estuariene en mariene soorten kunnen tijdelijk vestigen totdat een verzoeting inzet waarbij een omgekeerde verplaatsing van vissen zal gaan optreden. Hierbij is uitgegaan van een volledig gemengde waterkolom zonder verticale zoutgradiënt.

Wanneer zich een verticale zoutgradiënt voordoet (zoals in het Noordzeekanaal) zal naast horizontale migratie ook verticale migratie kunnen optreden. Bij een verzoeting kunnen vissen een hoger zoutgehalte opzoeken door zich dieper in de waterkolom te begeven. Bij een sterke verticale zoutgradiënt kunnen in dezelfde waterkolom vissoorten voorkomen met een sterk verschillende voorkeur voor het zoutgehalte zoals in het Noordzeekanaal (lit.nr. 25).

Concluderend kan gesteld worden dat de (jaarlijkse) fluctuaties van het zoutgehalte de vissoortensamenstelling sterk zullen beïnvloeden in het benedenrivierengebied.

Om een concrete indruk te verkrijgen van invloed van de fluctuaties van het zoutgehalte op de visstand kan het zoutgehalte worden gemeten tijdens bevissingen.

Kennisleemtes

Van vele soorten zijn geen tolerantiegrenzen bekend geworden. Waarschijnlijk zijn ze nooit gemeten. De wel gevonden grenswaarden blijken, afhankelijk van allerlei factoren, sterk uiteen te kunnen lopen voor dezelfde soort en levensfase. Voorspellingen omtrent het al dan niet voorkomen van een bepaalde vissoort bij een specifieke zout-, zuurstof- en temperatuurwaarde kunnen voor een praktijksituatie slechts zeer indicatief worden gegeven op basis van de gevonden tolerantiegrenzen.

Het voorkomen van vissoorten in veldsituaties in het benedenrivierengebied lijkt beperkt tot een deel van de tolerantierange. Bij een keuzemogelijkheid zullen de vissen een meer optimale combinatie van milieuvariabelen prefereren boven minder gunstige omstandigheden zelfs al zouden ze daarbij goed kunnen leven.

Naast het gebrek aan meer absolute tolerantiegrenzen is het voor een veldsituatie van belang om de meer optimale omstandigheden te kennen waarbij een groot deel van een populatie zich nog zal ophouden.

4 Discussie

Gezien het geringe aantal, vaak niet vergelijkbare en niet consistente onderzoeksresultaten uit de onderhavige literatuurstudie moet bedacht worden wat het praktische toepassing kan zijn van de resultaten. Een doelstelling is om de resultaten te gebruiken bij een voorspellingsmethode waarmee veranderingen in de visfauna in het benedenrivierengebied zouden kunnen worden voorspeld bij veranderingen van de zout-huishouding.

De maximale zoutgrenzen voor de groep van zoetwatervissoorten lijken redelijk bekend maar de ondergrens van het zoutgehalte voor estuariene en mariene soorten zijn voor maar weinig soorten bekend. Ten aanzien van de maximale zoutgehalten van de zoetwatervissoorten moet bedacht worden dat dergelijke toleranties mogelijk pas optreden na een aanpassingsperiode. Voor de diadrome vissoorten is met name een geleidelijk verloop van het zoutgehalte van belang. Met name het verschil in zoutgehalte nabij sluizen in combinatie met de barrièrewerking hiervan lijken cruciaal. Getalsmatige grenzen voor tolerabele zoutveranderingen zijn niet bekend.

De mariene en zoetwatervissoorten zijn niet gebonden aan een verblijf in een zout-zoet gradiënt en zijn vaak met relatief kleine aantallen, lage biomassa's en bovendien onregelmatig aanwezig. Ten opzichte van de overige soorten zijn ze daarom van ondergeschikt belang voor het functioneren van een estuarien ecosysteem. Uit de resultaten van visinventarisaties in het benedenrivierengebied blijkt ook dat deze soorten afwezig of zeer beperkt aanwezig zijn. Er zijn echter uitzonderingen zoals Tong die als meest dominante mariene soort aanwezig was in het Haringvliet/Hollandsch Diep voor de afsluiting (lit.nr. 42). Wanneer een nadere selectie van vissoorten gewenst is lijkt het zinvol vissoorten te selecteren die zijn aangetroffen in zoet-zout gradiënten in het benedenrivierengebied (en het Noordzeekanaal) zoals weergegeven in tabel 6.

De relevantie van de tolerantiegrenzen voor het benedenrivierengebied wordt hieronder bediscussieerd op basis van daadwerkelijk aangetroffen soorten, dichtheden en zoutgehalten. In het benedenrivierengebied wordt een klein deel van alle potentieel aanwezige soorten verwacht op grond van de inventarisaties in het veld. Voor zover de zoutgehalten tijdens deze inventarisaties bekend zijn lijkt de aanwezigheid van de vissoorten zich in het veld sterk te beperken tot een optimum zoutrange. De aanwezigheid van zoetwatervissoorten beperkt zich in het veld tot het zoete en oligohaliene water. Slechts enkele exemplaren worden bij en hoger zoutgehalte aangetroffen. In vergelijking van de potentiële zouttolerantiëgrens van 15‰ (8,3 g Cl/l) ligt de zoutgrens in het veld veel lager; bij ongeveer 3,0 g Cl/l. Voor de diadrome en een tweetal estuariene soorten (Bot en Brakwatergrondel) is een hoge zouttolerantierange gevonden zowel voor de soorten in het algemeen als in het veld in het benedenrivierengebied. De range betreft zoet water tot en met mesohalien water. Van polyhalien en euhalien water zijn geen data bekend uit het benedenrivierengebied maar gezien de toleranties voor hogere zoutgehalten zoals gevonden voor deze soorten in het algemeen wordt verwacht ze ook bij deze zoutgehalten nog met relatief aanzienlijke dichtheden kunnen voorkomen.

De groep van mariene soorten en estuariene soorten (afgezien van Bot en

Brakwatergrondel) laten in het veld een geleidelijke afname zien in aantal bij een afnemend zoutgehalte. In zoet water in het Haringvliet/Hollandsch Diep werden alleen Tong, Schol en Sprot nog aangetroffen, echter met relatief lage dichtheden. De zouttoleranties, zoals gevonden als meer absolute grenzen voor de mariene soorten zijn schaars maar geven wel aan dat lage zoutgehalten verdragen kunnen worden zoals door Haring en Zeebaars. Deze mariene en estuariene vissoorten lijken zich in het veld niet te beperken tot het meest zoute, eu- en polyhaline water maar kunnen met behoorlijke dichtheden voorkomen tot in oligohalien water.

Samenvattend wordt gesteld dat de zoutgehalterange waarbij exemplaren van een soort nog kunnen leven veel breder is dan die waarbij de meeste exemplaren van een populatie voorkomen. Hoewel het vaak mogelijk zal zijn om bij andere zoutgehalten te kunnen leven zullen vrijwel alle vissen een meer optimaal zoutgehalte opzoeken. In een watersysteem met een volledige zoet-zout gradiënt en zonder migratie barrières zal dit dan ook plaatsvinden. Wanneer andere milieuvariabelen beperkend (zuurstofarmoede) of juist erg optimaal (veel voedsel) zijn zal de vis gebruik kunnen maken van de meer extreme waarden van zijn zouttolerantierange om toch te kunnen overleven respectievelijk betere omstandigheden te bereiken. Een dergelijke redenering zou ook kunnen gelden met betrekking tot de zuurstof- en temperatuurtolerantie van een vis. Het totaalpakket van milieufactoren zal sturend zijn voor de locatiekeuze van de vis.

5 Conclusies en aanbevelingen

5.1 Conclusies

Algemeen

- Tolerantiegrenzen voor zowel het zoutgehalte, de temperatuur als het zuurstofgehalte blijken (sterk) afhankelijk van overige milieuomstandigheden en de betreffende populatie.
- Het bereiken van tolerantiegrenzen geeft een geleidelijke toename van effecten op een populatie van vissen.
- Bij onbelemmerde mogelijkheden voor migratie en ongunstiger worden van het milieu verplaatsen vissen zich naar locaties met een meer optimaal milieu. In afgesloten wateren zonder migratiemogelijkheden kan vis voorkomen onder kritische omstandigheden waarbij de tolerantiegrenzen kunnen worden bereikt.
- Ten aanzien van het minimale zuurstofgehalte is een algemene ondergrenswaarde van 4,5 mg/l gevonden voor mariene soorten waarbij nog geen ernstige gevolgen lijken op te treden. Voor zoetwatervissoorten in het algemeen lijkt 5 mg/l nog voldoende om paai- en opgroei mogelijk te maken en 3 mg/l voor oudere vissen.
- De temperatuurtoleranties lijken, voor zover bekend, over het algemeen vrij groot en niet snel beperkend in de Nederlandse situatie. Mariene soorten prefereren in het algemeen temperaturen die minimaal enkele graden Celsius boven het vriespunt blijven waardoor in de winter veelal een zeewaartse migratie zal optreden. In de zomer zal met name de verminderde oplosbaarheid van zuurstof bij een hogere watertemperatuur en/of zoutgehalte beperkend worden hetgeen dan indirect mede een gevolg van een hogere temperatuur kan worden genoemd.
- De vissoortenrijkdom in een estuarium kan sterk verschillen. Gezien over een volledige zoutgradiënt van zeewater tot zoetwater is sprake van een potentiële grote soortenrijkdom. Bij ongunstige omstandigheden waarbij zich zuurstofarmoede voordoet kan een systeem ook snel veranderen waarbij alleen de meest tolerante soorten overblijven en lokaal zelfs volledige afwezigheid van vis kan optreden. Hoewel een zoutgradiënt alleen optimale omstandigheden biedt voor een beperkte hoeveelheid vissoorten blijken er zich vele soorten tijdelijk te kunnen ophouden.
- De visgemeenschappen in het benedenrivierengebied in een zoet-zout gradiënt kunnen potentieel maximaal 146 vissoorten betreffen. In de praktijk worden ongeveer 61 soorten met enige regelmaat en dichtheid verwacht bij aanwezigheid van een complete zoet-zout gradiënt. Het betreft soorten van alle ecologische gilden. Dominanties, in aantal, worden verwacht van Dikkopje, Brakwatergrondel, Bot, Haring, Spiering, Tong, Schol, Sprot in de meso- en polyhaliene zone en Brasem en Snoekbaars in de zoetwaterzone. In de oligohaliene zone kunnen diadrome, mariene, estuariene en/of zoetwatersoorten dominant voorkomen.
- Tabel 7 geeft een indeling naar voorkeur voor zoutgehalte van de dominante en diadrome vissoorten zoals te verwachten in een zoet-zout gradiënt in het benedenrivierengebied. Indien de vissoort aanwezig is worden de grootste dichtheden/aantallen verwacht in de zone(s) met het voorkeurszoutgehalte. Deze indeling is gebaseerd op de zouttolerantiegrenzen in combinatie met de veldgegevens.

Zoetwatervissoorten

- Voor deze vissoorten is relatief veel bekend over tolerantiegrenzen ten aanzien van het zoutgehalte, het zuurstofgehalte en de temperatuur.
- In het algemeen kan voor de groep van zoetwatervissoorten worden gesteld dat, bij optimale overige omstandigheden, paai- en opgroei mogelijk is tot een zoutgehalte van 5‰ en dat volwassen exemplaren tot 15‰ kunnen verdragen.
- In veldsituaties zoals die zich in het benedenrivierengebied kunnen voordoen zal het voorkomen van zoetwatervissen vooral beperkt blijven tot zoet en oligohalien water. Slechts marginaal zullen exemplaren aanwezig zijn in zouter water.
- Snoekbaars, Baars, Blankvoorn, Brasem, Kolblei en Pos worden vooral verwacht in zoete en oligohaliene situaties in het benedenrivierengebied.

Diadrome vissoorten

- Voor diadrome vissoorten is relatief veel bekend over tolerantiegrenzen ten aanzien van het zoutgehalte, het zuurstofgehalte en de temperatuur.
- Voor de trekvissoorten is met name een geleidelijke overgang van zoutgehalten van belang.
- In het benedenrivierengebied in zoet-zout gradiënten kunnen alle trekvissoorten voorkomen. Driedoornige stekelbaars, Paling en Spiering kunnen een aanzienlijke dichtheid bereiken en langere tijd in een zoet-zout gradiënt doorbrengen.

Estuariene vissoorten

- Er zijn weinig tolerantiegrenzen bekend voor de estuariene vissoorten ten aanzien van het zoutgehalte, het zuurstofgehalte en de temperatuur.
- De estuariene vissoorten lijken snelle en sterke schommelingen in het zoutgehalte te kunnen verdragen. Dit is echter slechts voor enkele soorten (Bot, Brakwatergrondel, Dikkopje) bekend. Waarschijnlijk zijn deze soorten, gezien hun estuariene habitat, ook relatief goed in staat om ongunstige omstandigheden tijdelijk te ontvluchten.
- In het benedenrivierengebied kunnen 15 estuariene soorten worden verwacht met name in de meest zoute delen tot in het mesohaliene water.
- Bot, Brakwatergrondel en Dikkopje kunnen leven in de volledige zout-range en als dominante estuariene soorten aanwezig zijn in het benedenrivierengebied.

Mariene vissoorten, dwaalgasten

- Er zijn vrijwel geen tolerantiegrenzen bekend voor deze mariene vissoorten ten aanzien van het zoutgehalte, het zuurstofgehalte en de temperatuur.
- Een negental soorten wordt af en toe verwacht in het polyhaliene en euhaliene water.

Mariene vissoorten, met name juveniel

- Er zijn weinig tolerantiegrenzen bekend voor deze mariene vissoorten ten aanzien van het zoutgehalte, het zuurstofgehalte en de temperatuur.
- Haring en Tong hebben grote een tolerantierange van oligohalien tot euhalien en worden relatief veel aangetroffen, ook in het benedenrivierengebied.
- 12 soorten worden vooral verwacht in het benedenrivierengebied, met name in de meso- en polyhaliene zones.

Mariene vissoorten, seizoensgebonden

- Er zijn weinig tolerantiegrenzen bekend voor deze mariene vissoorten ten aanzien van het zoutgehalte, het zuurstofgehalte en de temperatuur.
- Een viertal soorten (Diklipharder, Vijfdradige meun, Sprot en Snotolf) worden regelmatig verwacht in het benedenrivierengebied met name in de zoutere, poly- en euhaliene delen. Diklipharder en Sprot kunnen doordringen tot in oligohalien water.

5.2 Aanbevelingen

- De gevonden tolerantiegrenzen voor zowel het zoutgehalte, de temperatuur als het zuurstofgehalte gelden veelal slechts onder specifieke omstandigheden en lijken voor (potentiële) situaties in het benedenrivierengebied beperkt van toepassing. De uiterste waarden van de tolerantieranges worden in de praktijk vrijwel niet gebruikt, hooguit door een marginaal deel van een populatie. De tolerantiegrenzen geven daarmee de meer absolute grenzen voor een soort. Hiermee kunnen uitspraken worden gedaan of er überhaupt wel of geen exemplaar van een soort (in een bepaalde levensfase) tijdelijk kan (over)leven. Wanneer uitspraken zijn gewenst over een groter deel van een populatie zijn vooral de meer optimale waarden van belang.
- De gepresenteerde totale soortenlijst (tabel 1) omvat alle potentieel aanwezige vissoorten in estuariene situaties in het benedenrivierengebied. Daaronder bevinden zich vele soorten die slechts af en toe en met relatief weinig exemplaren worden aangetroffen. Het betreft met name mariene soorten maar ook zoetwatervissoorten. Voor de kwantitatieve visstand van een estuarium zijn deze soorten van weinig belang. Bij voorspellingen omtrent te verwachten soorten wordt aanbevolen om deze soorten te onderkennen en deze verder buiten beschouwing te laten. Van deze soorten is veelal weinig bekend en bovendien zouden ze vrijwel niet worden aangetroffen tijdens eventueel onderzoek in het veld.
- De beperkte soortenlijst (tabel 6) met daadwerkelijk aangetroffen vissoorten in zoet-zout gradiënten in het benedenrivierengebied vertegenwoordigen de vissoorten die met relatief grote aantallen kunnen worden verwacht alsmede de diadrome vissoorten. Over deze soorten is meer informatie beschikbaar ook van het relatieve voorkomen bij verschillende zoutgehalten in het benedenrivierengebied. Aanbevolen wordt deze lijst met bijbehorende informatie als basis te gebruiken voor verwachtingen ten aanzien van de visgemeenschap in zoet-zout gradiënten in het benedenrivierengebied. Daarbij moet bedacht worden dat de (jaarlijkse) fluctuaties van het zoutgehalte sterk kunnen zijn waardoor de vissoortensamenstelling sterk kan variëren in de tijd en ruimte.
- Gezien de uiteenlopende omstandigheden in Nederlandse (potentieel) estuariene milieu's zijn voorspellingen omtrent veranderingen van de visgemeenschap in algemene zin niet erg zinvol. Per concrete situatie met bijbehorende randvoorwaarden en milieuomstandigheden zal een nadere invulling noodzakelijk zijn.
- Om een betrouwbare voorspellingsmethode te kunnen ontwikkelen lijkt het zinvol om monitoringonderzoek aan de visgemeenschappen in brakke milieu's uit te voeren waarbij tevens metingen worden gedaan aan het zout- en zuurstofgehalte en de temperatuur.

6 Literatuur

Gerefereerde literatuur (op nummervolgorde)

- 1 Elliott, M. and F. Dewailly, 1995. The structure and components of European estuarine fish assemblages. *Netherlands Journal of Aquatic Ecology* 29: 199-471.
- 2 Hovenkamp, F. and H.W. van der Veer, 1993. De visfauna van de Nederlandse estuaria: een vergelijkend onderzoek. NIOZ-Rapport 1993-13, Netherlands Institute for Sea Research, Texel, NL.
- 3 Beek, G.C.W., van, J. van der Horst en H.W. Waardenburg, 1995. Vismonitoring benedenrivieren, september 1991 t/m september 1994. Rapp. nr. 95.01, Bureau Waardenburg bv, Culemborg.
- 4 Elliott, J.M., 1994. Quantative ecology and the brown trout. Oxford series in ecology and evolution, Oxford University Press, Oxford, New York, Tokyo.
- 5 Doudoroff, P. and D.L. Shumway, 1970. Dissolved oxygen requirements of freshwater fishes. FAO Fisheries Technical Paper 86, Rome.
- 6 Bergman, M.J.N., 1989. Ecologisch profiel vissen. Beschrijving van de populaties van haring, schol, kabeljauw, grondel, steur, rog en zeekreeft in de Noordzee and Nederlandse estuaria in de periode 1900-1985. Rijkswaterstaat, Dienst Getijdewateren.
- 7 Alabaster, J.S. and R. Lloyd, 1980. Water quality criteria for freshwater fish. FAO, Butterworths, London, Boston.
- 8 Rankin, J.C. and F.B. Jensen, 1993. Fish ecophysiology. Fish and fisheries series 9, Chapman and Hall, London, Glasgow, New York, Tokyo, Melbourne, Madras.
- 9 Pitcher, T.J., 1993. Behaviour of teleost fishes. Second edition, Fish and fisheries series 7, Chapman and Hall, London, Glasgow, New York, Tokyo, Melbourne, Madras.
- 10 Wootton, R.J., 1990. Ecology of teleost fishes. Fish and fisheries series 1, Chapman and Hall, London, New York.
- 11 Barnes, R.S.K., 1994. The brackish-water fauna of northwestern Europe. Cambridge University Press, Cambridge.
- 12 Leggett, W.C. and R.N. O'Boyle, 1976. Osmotic stress and mortality in adult American shad during transfer from saltwater to freshwater. *J. Fish Biol.* 8: 459-469.
- 13 Raat, A.J.P., 1994. Vismigratie, visgeleiding en vispassages in Nederland. Lezingen en posterpresentaties van de Studiedag Vismigratie, Jaarbeurs Utrecht, 15 december 1993, Organisatie ter Verbetering van de Binnenvisserij, Nieuwegein.
- 14 Staas, S., 1996. Das Jungfischauftommen im Niederrhein und in angrenzenden Nebengewässern unter Berücksichtigung der Uferstrukturen. Inaugural-Dissertation, Universität Köln, Köln.
- 15 Jensen, M.K., S.S. Madsen and K. Kristiansen, 1998. Osmoregulation and salinity effects on the expression and activity of Na⁺, K⁺-ATPase in the gills of European sea bass, *Dicentrarchus labrax* (L.). *Journal of Experimental Zoology* 282 (3): 290-300.
- 16/35 Hotos, G.N. and N. Vlahos, 1998. Salinity tolerance of *Mugil cephalus* and *Chelon labrosus* (Pisces: Mugilidae) fry in experimental conditions. *Aquaculture* 167: 329-338.

- 17/34 Schurmann, H., G. Claireaux and H. Chartois, 1998. Changes in vertical distribution of sea bass (*Dicentrarchus labrax* L.) during a hypoxic episode. *Hydrobiologia* 372: 207-213.
- 18 Knudsen, K.K. and G. Sundnes, 1998. Effects of salinity on infection with *Lerneacera branchialis* (L.) (Copepoda, Pennellidae). *Journal of Parasitology* 84: 700-704.
- 19/32 Dutil, J.D., J. Munro, C. Audet and M. Besner, 1992. Seasonal variation in the physiological response of Atlantic Cod (*Gadus morhua*) to low salinity. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* 49: 1149-1156.
- 20/36 Scholz, U. and U. Waller, 1992. The oxygen requirements of three fish species from the German Bight: cod *Gadus morhua*, plaice *Pleuronectes platessa*, and dab *Limanda limanda*. *Journal of Applied Ichthyology* 8: 72-76.
- 21/30 Gee, J.H. and H.M. Holst, 1992. Buoyancy regulation by the sticklebacks *Culaea inconstans* and *Pungitius pungitius* in response to different salinities and water densities. *Canadian Journal of Zoology* 70: 1590-1594.
- 22 Marchand, J., 1993. The influence of seasonal salinity and turbidity maximum variations on the nursery function of the Loire estuary (France). *Neth. J. Aquat. Ecol.* 27: 427-436.
- 23 Kafemann, R., R. Thiel and J.E. Finn, 1998. Die Bedeutung abiotischer Schlüsselfaktoren für die Struktur der Fischgemeinschaft im Nord-Ostsee-Kanal. *Fischökologie* 11: 1-20.
- 24 Thiel, R., A. Sepúlveda, R. Kafemann and W. Nellen, 1995. Environmental factors as forces structuring the fish community of the Elbe Estuary. *Journal of Fish Biology* 46: 47-69.
- 25 Beek, G.C.W., van & A.J.M. Meijer, 1989. Visecologisch onderzoek in het Noordzeekanaal en een aantal zijkanalen en havens, nazomer 1988. Bureau Waardenburg bv, Culemborg/Rijkswaterstaat Directie Noord-Holland nr. ANW 89.08.
- 26 Thorman, S., 1986. Seasonal colonisation and effects of salinity and temperature on species richness and abundance of fish of some brackish and estuarine shallow waters in Sweden. *Holarctic Ecology* 9: 126-132.
- 27 Kafemann, R., R. Thiel, J.E. Finn and R. Neukamm, 1998. The role of freshwater habitats for the reproduction of common bream *Abramis brama* (L.) in a brackish water system. *Polskie Archiwum Hydrobiologii* 45 (2): 225-244.
- 28 Bäche, J., V. Herbst, G. Hofmann, U. Matthes and R. Thiel, 1994. Folgen der Reduktion der Salzbelastung in Werra und Weser für das Fließgewässer als Ökosystem. *Wasserwirtschaft* 84: 528-536.
- 29 Claridge, P.N., I.C. Potter and M.W. Hardisty, 1986. Seasonal changes in movements, abundance, size composition and diversity of the fish fauna of the Severn estuary. *Journal of the Marine Biological Association of the U.K.* 66: 229-258.
- 31 Belanger, G., H. Guderley and G.J. FritzGerald, 1987. Salinity during embryonic development influences the response to salinity of *Gasterosteus aculeatus* L. (*trachurus*). *Can. J. Zool.* 65: 451-454.
- 33 Rebelo, J.E., 1992. The ichthyofauna and abiotic hydrological environment of the Ria de Aveiro, Portugal. *Estuaries* 15: 403-413.
- 37 Kamler, E., H. Keckeis and E. Bauer-Nemeschkal, 1998. Temperature-induced changes of survival, development and yolk partitioning in *Chondrostoma nasus*. *Journal of Fish Biology* 53: 658-682.
- 38 Arnesen, A.M., H.K. Johnsen, A. Mortensen and M. Jobling, 1998. Acclimation of Atlantic salmon (*Salmo salar* L.) smolts to 'cold' sea water following direct transfer from fresh water. *Aquaculture* 168: 351-367.

- 39 Pomfret, J.R., M. Elliot, M.G. O'Reilly and S. Phillips, 1991. Spatial and temporal patterns in the fish communities in two UK North Sea estuaries. pp. 277-284 in: Elliott, M. and J.P. Ducrotay (eds). *Estuaries and Coasts: Spatial and Temporal Intercomparisons*, Olsen and Olsen, Fredensborg.
- 40 Kühlmann, D.H.H., 1971. Zur Methodik der Korallenriffeninter-suchung. *Wiss. Zeitschr. Humboldt-Univ. Berlin, Math.-Nat. R.* 20 (4/5) 697-705.
- 41 Adey, W.H. and K. Loveland, 1991. *Dynamic Aquaria*. Academic Press inc., New York & London.
- 42 Vaas, K.F., 1968. De visfauna van het estuariumgebied van Rijn en Maas. *Dodonea* 36: 115-128.
- 43 Cazemier, W.G., R.L.P. Lanfers en J.A.M. Wiegerinck, 1993. Biologische Monitoring Zoete Rijkswateren. Samenstelling van de visstand in 1992/1993 op basis van kor- en kuilvangsten. RIVO, rapport C 029/93.
- 44 Cazemier, W.G., J.A.M. Wiegerinck, H.B.H.J. de Jong en H.J. Westerink, 1994. Biologische Monitoring Zoete Rijkswateren. Samenstelling van de visstand in 1993/1994 op basis van kor- en kuilvangsten. RIVO, rapport C 032/94.
- 45 Wiegerinck, J.A.M., W.G. Cazemier en H.J. Westerink, 1995. Biologische Monitoring Zoete Rijkswateren. Samenstelling van de visstand in 1994/1995 op basis van korvangsten. RIVO, rapport C 040/95.
- 46 Wiegerinck, J.A.M., W.G. Cazemier en H.J. Westerink, 1996. Biologische Monitoring Zoete Rijkswateren. Samenstelling van de visstand in 1995/1996 op basis van kor- en kuilvangsten. RIVO, rapport C 055/96.
- 47 Wiegerinck, J.A.M., W.G. Cazemier en H.J. Westerink, 1996. Biologische Monitoring Zoete Rijkswateren. Samenstelling van de visstand in 1995 op basis van vangsten met fuiken. RIVO, rapport C 018/96.
- 48 Wiegerinck, J.A.M., W.G. Cazemier en H.J. Westerink, 1997. Biologische Monitoring Zoete Rijkswateren. Samenstelling van de visstand in 1996 op basis van vangsten met fuiken. RIVO, rapport C 034/97.
- 49 Hartgers, E.M., J.A.M. Wiegerinck, H.B.H.J. de Jong en H.J. Westerink, 1998. Biologische Monitoring Zoete Rijkswateren. Samenstelling van de visstand in 1997 op basis van vangsten met fuiken en zalmsteken. RIVO-DLO, rapport C 040/98.
- 50 Werkgroep Brakke Wateren, 1995. *Levensgemeenschappen van brakke wateren: Aanzet tot beschrijving en bescherming*. Werkgroep Ecologisch Waterbeheer, tehmanr. WEW-05.
- 51 Haren, J.C.M. van & M. van Wieringen, 1997. De ecologie van het Noordzeekanaal. Evaluatie ecologisch onderzoek en aanzet tot ecologische doelstelling. Rijkswaterstaat Directie Noord-Holland, Nota ANW 97.01. ISBN 90.3694231.4.
- 52 Maes, J., A. Taillieu, P.A. van Damme, K. Cottenie and F. Ollevier, 1998. Seasonal patterns in the fish and crustacean community of turbid temperate estuary (Zeeschelde Estuary, Belgium). *Estuarine, Coastal and Shelf Science* 47: 143-151.
- 53 Henderson, P.A., 1989. On the structure of the inshore fish community of England and Wales. *J. Mar. Biol. Assoc. U.K.* 69: 145-163.
- 54 Nordlie, F.G. and D.C. Haney, 1998. Adaptations in salt marsh teleosts to life in waters of varying salinity. *Ital. J. Zool.* 65 (suppl): 405-409.
- 55 Blaber, S.J.M. and T.G. Blaber, 1980. Factors affecting the distribution of juvenile estuarine and inshore fish. *Journal of Fish Biology* 17: 143-162.
- 56 Mees, J., A. Dewicke and O. Hamerlynck, 1993. Seasonal composition and spatial distribution of hyperbenthic communities along estuarine gradients in the Westerschelde. *Neth. J. Aquat. Ecol.* 27: 359-376.

- 57 Day, J.W., C.A.S. Hall, W.M. Kemp and A. Yáñez-Arancibia (eds), 197. Estuarine ecology, John Wiley and Sons, New York, Chichester, Brisbane, Toronto, Singapore.
- 58 Davenport, J. and M.D.J. Sayer, 1993. Physiological determinants of distribution in fish. J. Fish Biol. 43 (Supplement A): 121-145.
- 59 Kinne, O. (ed.), 1971. Marine Ecology: a comprehensive, integrated treatise on life in oceans and coastal waters, Volume I, Environmental Factors, Part 2. John Wiley & Sons Ltd.
- 61 Cyrus, D.P. and S.J.M. Blaber, 1992. Turbidity and salinity in a tropical northern Australian estuary and their influence on fish distribution. Estuarine, Coastal And Shelf Science (1992) 35, 545-563.
- 62 Hynes, H.B.N., 1970. The ecology of running waters. Liverpool University Press, Liverpool.
- 63 Ketchum, B. H. (ed.), 1983. Ecosystems of the World 26, Estuaries and Enclosed Seas. Elsevier, Amsterdam.
- 64 Green, J., 1968. The biology of estuarine animals. University of Washington Press, Seattle.
- 65 Maes, J., P.A. van Damme, A. Taillieu and F. Ollevier, 1998. Fish communities along an oxygen-poor salinity gradient (Zeeschelde Estuary, Belgium). Journal of Fish Biology 52: 534-546.
- 66 Ribi, G., 1992. Perch larvae (*Perca fluviatilis* L.) survive better in dilute sea water. Aquatic Sciences 54: 85-90.
- 67 Nellen, W., 1965. Beiträge zur Brackwasserökologie der Fische im Ostseeraum. Kieler Meeresforsch. 21: 192-198.

Overige literatuur

- Brown, W.P., J.H. Selgeby and H.L. Collins, 1998. Reproduction and early life history of ruffe (*Gymnocephalus cernuus*) in the St. Louis river, a lake superior tributary. Journal of Great Lakes Research 24 (2): 217-227.
- Holker, F. and R. Thiel, 1998. Biology of ruffe (*Gymnocephalus cernuus* (L.))-a review of selected aspects from European literature. Journal of Great Lakes Research 24 (2): 186-204.
- Keckeis, H., G. Winkler, L. Flore, W. Reckendorfer and F. Schiemer, 1997. Spatial and seasonal characteristics of O+ fish nursery habitats of nase, *Chondrostoma nasus* in the river Danube, Austria. Folia Zoologica 46: 33-150.
- Kucharczyk, D., M. Luczynski, R. Kujawa, R. Kaminski, D. Ulikowski and P. Brzuzan, 1998. Influences of temperature and food on early development of bream (*Abramis brama* L.). Archiv für Hydrobiologie 141 (2): 243-256.
- Ogle, D.H., 1998. A synopsis of the biology and life-history of ruffe. Journal of Great Lakes Research 24 (2): 170-185.
- Winkler, G., H. Keckeis, W. Reckendorfer and F. Schiemer, 1997. Temporal and spatial dynamics of O+ *Chondrostoma nasus*, at the inshore zone of a large river. Folia Zoologica 46: 151-168.
- Dankers, N., W.J. Wolff and J.J. Zijlstra, 1979. Fishes and fisheries of the Wadden Sea. Report 5 of the Wadden Sea Working Group. A.A. Balkema, Rotterdam.
- Costa, M.J., 1988. The Tagus and Mira estuaries (Portugal) and their role as spawning and nursery areas. J. Fish Biol. 33 (Supplement A): 249-250.
- Duncan, N.J. and N. Bromage, 1998. The effect of different periods of constant short days on smoltification in juvenile Atlantic salmon (*Salmo salar*). Aquaculture 168: 369-386.
- Fivelstad, S., H. Haavik, G. Lovik and A.B. Olsen, 1998. Sublethal effects and safe levels of carbon dioxide in seawater for Atlantic salmon postsmolts (*Salmo salar* L.): ion regulation and growth. Aquaculture 160: 305-316.

- Handeland, S.O., Å. Berge, B.T. Björnsson and S.O. Stefansson, 1998. Effects of temperature and salinity on osmoregulation and growth of Atlantic salmon (*Salmo salar* L.) smolts in seawater. *Aquaculture* 168: 289-302.
- Kirjasniemi, M. and T. Valtonen, 1997. Size-dependent over-winter mortality of young-of-the-year roach, *Rutilus rutilus*. *Environmental Biology of Fishes* 50: 451-456.
- Martin, T.J., 1988. Interaction of salinity and temperature as a mechanism for spatial separation of three co-existing species of Ambassidae (Cuvier) (Teleostei) in estuaries on the south-east coast of Africa. *J. Fish Biol.* 33 (suppl. A): 9-15.
- Matilla, J. and E. Bonsdorff, 1998. Predation by juvenile flounder (*Platichthys flesus* L.): a test of prey vulnerability, predator preference, switching behaviour and functional response. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology* 227: 221-236.
- Elliott, M. and J.P. Ducrotoy, 1991. Estuaries and coasts: Spatial and temporal intercomparisons. ECSA19 Symposium, Olsen & Olsen, International Symposium Series, Fredensborg.
- Jobling, M., 1995. Environmental biology of fishes. Fish and fisheries series 16. Chapman & Hall, London.
- McDowall, R.M., 1988. Diadromy in fishes: migrations between freshwater and marine environments. Croom Helm, London.
- Weinstein, M.P., 1988. Larval fish and shellfish transport through inlets. Proceedings of a workshop held in Ocean Springs, Mississippi, USA, August 19-20, 1985.
- Westernhagen, H., von, 1970. Erbrütung der Eier von Dorsch (*Gadus morhua* L.), Flunder (*Pleuronectes flesus* L.) und Scholle (*Pleuronectes platessa* L.) unter kombinierten Temperatur- und Salzgehaltsbedingungen. Thesis, Hamburg.
- Wheeler, A., 1979. The Tidal Thames: The history of a river and its fishes. Routledge & Kegan Paul, London.
- Bergers, P.J.M., 1991. Voedseleecologie van vissen in de Nederlandse Rijn-takken. Publikaties en rapporten van het project 'Ecologisch Herstel Rijn' 28. Rijkswaterstaat, Den Haag.
- Lucas, M.C., T. Mercer, E. Batley, P.A. Frear, G. Peirson, A. Duncan and J. Kubecka, 1998. Spatio-temporal variations in the distribution and abundance of fish in the Yorkshire Ouse System. *The Science of the Total Environment* 210: 437-455.
- Child, A.R., A.M. Burnell and N.P. Wilkins, 1976. The existence of two races of Atlantic salmon (*Salmo salar* L.) in the British Isles. *J. Fish Biol.* 8: 35-43.
- Cyrus, D.P. and S.J.M. Blaber, 1992. Turbidity and salinity in a tropical northern Australian estuary and their influence on fish distribution. *Estuarine, Coastal and Shelf Science* 35: 545-563.
- Elliott, M., M.G. O'Reilly and C.J.L. Taylor, 1990. The Forth estuary: a nursery and overwintering area for North Sea fishes. *Hydrobiologia* 195: 89-103.
- Haedrich, R.L., 1983. Estuarine fishes. pp. 183-207 in: Ketchum, B. (ed.). *Ecosystems of the World 26, Estuarine and Enclosed Seas*. Elsevier Amsterdam.
- Cyrus, D.P. and S.J.M. Blaber, 1987. The influence of turbidity on juvenile marine fishes in estuaries. Part 2. Laboratory studies, comparisons with field data and conclusions. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology* 109: 71-91.
- Forge, J., B. Burtin and J.C. Massabuau, 1989. Maintenance of oxygen consumption in resting *Silurus glanis* at different levels of ambient oxygenation. *The Journal of Experimental Biology* 143: 305-319.

- Jones, J.C. and J.D. Reynolds, 1999. The influence of oxygen stress on female choice for male nest structure in the common goby. *Animal Behaviour* 57: 189-196.
- Thorman, S., 1982. Niche dynamics and resource partitioning in a fish guild inhabiting a shallow estuary on the Swedish West Coast. *Oikos* 39: 32-39.
- Mann, R.H.K., 1976. Observations on the age, growth, reproduction and food of the chub *Squalius cephalus* (L.) in the River Stour, Dorset. *J. Fish Biol.* 8: 265-288.
- Mann, R.H.K., 1976. Observations on the age, growth, reproduction and food of the pike *Esox lucius* (L.) in two rivers in southern England. *J. Fish Biol.* 8: 179-197.
- Meakins, R.H., 1976. Variations in the energy content of freshwater fish. *J. Fish Biol.* 8: 221-224.
- Neumann, D., 1962. Die Analyse limitierender Ionenwirkungen bei Meeres- und Süßwassertieren mit Hilfe ökologischer, physiologischer und züchterischer Methoden. *Kieler Meeresforschungen* 18: 38-54.
- Gibson, R.N., 1997. Behavior and the distribution of flatfishes. *Journal of Sea Research* 37: 241-256.
- Otobo, F.O., 1976. Observations on meristic characters separating *Pellonula afzeliusi* Johnels, 1954 from *Sierrathrissa leonensis* Thys Van den Audenaerde, 1969. *J. Fish Biol.* 8: 303-310.
- Otto, C., 1976. Size, growth, population density and food of brown trout *Salmo trutta* L. in two sections of a south Swedish stream. *J. Fish Biol.* 8: 477-488.
- Holliday, F.G.T., 1971. Salinity: Animals: Fishes. pp.977-1083 in: Kinne, O. (ed.). *Marine ecology*, Vol. 1, Environmental factors, part 2. Wiley Interscience, London.
- Garside, E.T., 1970. Temperature: Animals: Fishes. pp.561-573 in: Kinne, O. (ed.). *Marine ecology*, Vol. 1, Environmental factors, part 1. Wiley Interscience, London.
- Rogers, S.I., 1992. Environmental factors affecting the distribution of sole (*Solea solea* L.) within a nursery area. *Netherlands Journal of Sea Research* 29: 153-161.
- Hoff, J.G. and R.M. Ibara, 1977. Factors affecting the seasonal abundance, composition and diversity of fishes in a southeastern New England estuary. *Estuarine and Coastal Marine Science* 5: 665-678.
- Marshall, S. and M. Elliott, 1998. Environmental influences on the fish assemblage of the Humber Estuary, UK. *Estuarine, Coastal and Shelf Science* 46: 175-184.
- Claireaux, G., D.M. Webber, S.R. Kerr and R.G. Boutilier, 1995. Physiology and behaviour of free-swimming Atlantic cod (*Gadus morhua*) facing fluctuating salinity and oxygenation conditions. *The Journal of Experimental Biology* 198: 61-69.
- Muusze, B., J. Marcon, G. van denThillart and V. Almeida-Val, 1998. Hypoxia tolerance of Amazon fish respirometry and energy metabolism of the cichlid *Astronotus ocellatus*. *Comparative Biochemistry and Physiology Part A-Molecular and Integrative Physiology* 120: 151-156.
- Wezel, A.P., van and M.T.O. Jonker, 1998. Use of the lethal body burden in the fish quantification of field sediments: Influence of temperature and salinity. *Aquatic Toxicology* 42: 287-300.
- Jager, Z., 1998. Accumulation of flounder larvae (*Platichthys flesus* L.) in the Dollard (Ems Estuary, Wadden Sea). *Journal of Sea Research* 40: 43-57.
- Wootton, R.J., 1976. Cost of egg production in the three-spined stickleback (*Gasterosteus aculeatus* L.). *J. Fish Biol.* 8: 385-395.

- Turnpenny, A.W.H., P.A. Henderson and A.R. Margetts, 1988. Fish in estuaries. The Fisheries Society of the British Isles and the Estuarine and Brackish-water Sciences Association symposium, held in Southampton, U.K, July 18-22, 1988, Academic Press, London.
- Backiel, T. and J. Zawisza, 1968. Synopsis of biological data on common bream. FAO Fisheries Synopsis 36, Rome.
- Belogolova, L.A., 1988. Population dynamics and distribution of juvenile roach *Rutilus rutilus*, common bream *Abramis brama*, and zander *Stizostedion lucioperca*, in the Northern Caspian. Caspian. Fish. Res. Inst. KaspNIRKH, Astrakhan, USSR, 28, 3, 14-25.
- Blaber, S.J.M., 1991. Deep sea, estuarine and freshwater fishes: life history strategies and ecological boundaries. Sth. Afr. J. Aquat. Sci. 17: 2-11.
- Elliott, M. and C.J.L. Taylor, 1989. The structure and functioning of an estuarine/marine fish community in the Forth estuary, Scotland, Proceedings of the 21st European Marine Biology Symposium Gdansk. Polish Academy of Science, Institute of Oceanology, Warsaw.
- Hamerlynck, O., 1993. The ecology of *Pomatoschistus minutus* Pallas and *Pomatoschistus lozanoi* de Buen (Pisces, Gobiidae) in the shallow coastal waters and estuaries of the Southern Bight of the North sea. Thesis, University of Gent, Belgium.
- Heip, C., 1989. The ecology of the estuaries of the Rhine, Meuse and Scheldt in the Netherlands. Scientia Marina 53: 457-463.
- Holland, D., 1989. Alive and kicking: the fish and invertebrates of the Mersey estuary. pp. 42-63 in: Proceedings of the Mersey Barrage Symposium. North of England Zoological Society.
- Klinkhardt, M.B. and H. Winkler, 1989. Einfluss der Salinität auf die Befruchtungs- und Entwicklungsfähigkeit der Eier von vier Süßwasserfischarten-Plöze (*Rutilus rutilus*), Barsch (*Perca fluviatilis*), Kaulbarsch (*Gymnocephalus cernua*) und Zander (*Stizostedion lucioperca*). Wiss. Z. Universität Rostock, N-Reihe 38: 23-30.
- McLusky, D.S., 1989. The estuarine ecosystem. Chapman & Hall, Glasgow.
- Möller, H. and U. Scholz, 1991. Avoidance of oxygen poor zones by fish in the Elbe River. J. Appl. Ichthyol. 7: 176-182.
- Neudecker, T., 1975. Untersuchungen über die Entwicklung von Eiern und Larven des Karpfens (*Cyprinus carpio*) in Wasser verschiedenen Salzgehaltes. Diplomarbeit, Univ. Göttingen 84 S.
- Olifan, V.I., 1941. Einfluss der Salinität auf Laich und Larven von Karpfen (*Cyprinus carpio* L.), Plötze (*Rutilus rutilus* L.) und Brasse (*Abramis brama* L.) des Kaspischen Meeres. Tr. VNIRO16: 159-172.
- Peterson, M.S. and M.R. Meador, 1994. Effects of salinity on freshwater fishes in coastal plain drainages in the southeastern. U.S. Rev. Fish. Sci. II 2: 95-121.
- Potter, I.C., P.N. Claridge, G.A. Hyndes and K.R. Clarke, 1997. Seasonal, annual and regional variations in ichthyofaunal composition in the inner Severn Estuary and inner Bristol Channel. Journal of the Marine Biological association of the U.K. 77: 507-525.
- Schöfer, W., 1979. Untersuchungen zur Fortpflanzungsfähigkeit der Plötze (*Rutilus rutilus* L.) im Brackwasser. Arch. Hydrobiol. 86: 371-395.
- Kinne, O., 1964. The effects of temperature and salinity on marine and brackish water animals. II. Salinity and temperature-salinity combinations. Oceanogr. mar. Biol. ann. Rev. 2: 281-339.
- Daan, N., P.J. Bromley, J.R.G. Hislop and N.A. Nielsen, 1990. Ecology of North Sea fish. Netherlands Journal of Sea Research 26: 343-386.
- Buhse, G., 1987. Fischereibiologische Auswirkungen durch die Salzstörungen in Werra und Oberweser, Universität Göttingen, Göttingen.

Tabellen

Tabel 1

Overzicht geselecteerde vissoorten per ecologisch gilde en algemene ecologische gegevens (legenda zie tekst van rapport).

Wetenschappelijke naam	nederlandse naam	synoniemen	Algemene ecologische info				voort-planting
			Ecol. gilde	habitat	bodem	voedsel	
Acipenser sturio	Steur		ca	d	s	i,f	Ob
Alosa alosa	Elft		ca	p	n.v.t.	p	Ob
Alosa fallax	Fint		ca	p	n.v.t.	p,f	Ob
Anguilla anguilla	Paling		ca	b	f	p,i,j,f	Op
Coregonus lavaretus	Grote marene		ca	p	n.v.t.	p,f	Op,Ob
Gasterosteus aculeatus	Driedoornige stekelbaars		ca	p	n.v.t.	i,f	Og
Lampetra fluviatilis	Rivierprik	Petromyzon f.	ca	b	f	f (paras.)	Os
Liza ramada	Dunlipharder	Mugil capito	ca	p	n.v.t.	p,i,d,v	Op
Osmerus eperlanus	Spiering		ca	p	n.v.t.	i,f	Ob
Petromyzon marinus	Zee-prik		ca	b	f	f (paras.)	Os
Salmo salar	Zalm		ca	p	n.v.t.	i,j,f	Os
Salmo trutta trutta	Zeeforel		ca	p	n.v.t.	i,j,f	Os
Agonus cataphractus	Harnasmannetje		er	b	f	i	Ov
Ammodytes tobianus	Zandspiering	A. lancea	er	b	s	p	Ob
Aphia minuta	Glasgrondel	Aphyia pillucida	er	p	n.v.t.	p	Os
Atherina boyeri	Kleine koorbaarvis		er	p	n.v.t.	p,i	Ov
Coregonus oxyrinchus	Houting		er	p	n.v.t.	p,i	Ob
Gobius niger	Zwarte grondel		er	b	f,v	i,j,f	Ob
Hippocampus ramulosus	Zeepaardje		er	d	m,v	i	W
Liparis liparis	Slakdolf		er	b	m	i,f	Ov
Myoxocephalus scorpius	Zeedonderpad		er	b	f,v	i,f	Og
Nerophis lumbriciformis	Kleine wormzeenaald		er	b	r,v	i,f	Og
Pholis gunnellus	Botervis		er	b	m,v	i	Og
Platichthys flesus	Bot	Pleuronectes f.	er	b	f	i,f	Op
Pomatoschistus microps	Brakwatergrondel		er	b	s	i	Ob
Pomatoschistus minutus	Dikkopje		er	b	s	i	Ob
Raniceps raninus	Vorskwab		er	b	m	i,f	Ob
Spinachia spinachia	Zeestekelbaars		er	d	r	i	Os
Syngnathus rostellatus	Kleine zeenaald		er	b	s,v	i	Os
Syngnathus typhle	Trompetterzeenaald	Siphonostomus t.	er	d	f,v	i,f	Os
Zoarces viviparus	Puitaal		er	b	m,v	i	V
Abramis brama	Brasem		fw	d	m,v	p,i	Ov
Alburnus alburnus	Alver		fw	p	n.v.t.	i,j,f	Ov
Aspius aspius	Roofblei		fw	p	n.v.t.	i,j,f	Ob
Barbus barbus	Barbeel		fw	d	s	i,j	Ob
Blicca bjoerkna	Kolblei		fw	p	n.v.t.	p,i,v	Ov
Carassius auratus auratus	Goudvis		fw	d	m,v	o	Ov
Carassius auratus gibelio	Giebel		fw	d	m,v	o	Ov
Carassius carassius	Kroeskarper		fw	p	n.v.t.	o	Ov
Chondrostoma nasus	Sneep		fw	d	r	v	Ob
Cottus gobio	Rivierdonderpad		fw	b	r	i,f	Og
Ctenopharyngodon idella	Graskarper		fw	p	m,v	v	?
Cyprinus carpio	Karper		fw	d	m,v	o	Ov
Esox lucius	Snoek		fw	d	m,v	i,f	Ov
Gobio gobio	Riviergrondel		fw	d	s	i	Ov
Gymnocephalus cernua	Pos		fw	d	f	i,j,v	Ov
Lepomis gibbosus	Zonnebaars		fw	d	m,v	i,f	Og
Leuciscus cephalus	Kopvoorn		fw	p	n.v.t.	o	Ov
Leuciscus idus	Winde		fw	p	n.v.t.	i	Ov
Leuciscus leuciscus	Serpeling		fw	p	n.v.t.	i,j,v	Ob
Lota lota	Kwabaal		fw	d	n.v.t.	i,f	Ob?
Oncorhynchus mykiss	Regenboogforel	Salmo gairdneri	fw	p	n.v.t.	o	Ob
Perca fluviatilis	Baars		fw	p	n.v.t.	p,i,f	Ov
Pseudorasbora parva	Blauwband		fw	d	n.v.t.	p,i	?
Pungitius pungitius	Tiendooornige stekelbaars		fw	d	f	i	Og
Rutilus rutilus	Blankvoorn		fw	p	n.v.t.	p,i,j,v	Ov
Salmo trutta fario	Beekforel		fw	p	n.v.t.	i,j,f	Os
Scardinius erythrophthalmus	Ruisvoorn		fw	p	n.v.t.	i,p,v	Ov
Silurus glanis	Meerval		fw	d	m,v	i,f	?
Stizostedion lucioperca	Snoekbaars		fw	d	r	i,f	Ob
Tinca tinca	Zeelt		fw	p	n.v.t.	i	Ov
Vimba vimba	Blauwneus		fw	p	n.v.t.	p,i	?
Anarhichas lupus	Zeewolf		ma	d	r	i	Ob
Ammodytes lanceolatus	Smelt	Hyperoplus l.	ma	b	s	p,f	Ob
Ammodytes marinus	Noorse zandspiering		ma	b	s	p,i,f	Ob
Argyrosomus regius	Ombervis	A. regium; Sciaena aquila	ma	p	n.v.t.	i,f	Op
Arnoglossus laterna	Schurftvis		ma	b	f	i,f	Ob
Aspitrigla cuculus	Engelse poon		ma	b	f	i,f	Ob
Balistes carolinensis	Trekkervis		ma	d	r,v	i	Og
Boops boops	Bokvis		ma	d	m	o	Op

(vervolg tabel 1)

Brama brama	Braam		ma	p	n.v.t.	i,f	Op
Buglossidium luteum	Dwergtong		ma	b	s	i	Op
Callionymus lyra	Pitvis		ma	b	f	i	Op
Callionymus reticulatus	Rasterpitvis		ma	b	s	i	Op
Centrolophus niger	Zwarte vis		ma	p	n.v.t.	p,i,f	Op
Cetorhinus maximus	Reuzehaai		ma	p	n.v.t.	p	V
Ciliata septentrionalis	Noorse Meun		ma	p	n.v.t.	i	Op
Conger conger	Congeraal		ma	b	r	i,f	Op
Ctenolabrus rupestris	Kliplipvis		ma	d	r,v	i	Og
Enophrys bubalis	Groene zeedonderpad	Taurulus b.; Acanthocottus b.	ma	b	r,v	i,f	Ov
Entelurus aequoreus	Adderzeenaald		ma	d	m,v	?	W
Gaidropsarus vulgaris	Driedradige meun		ma	b	r	i,f	Op
Galeorhinus galeus	Ruwe haai		ma	d	s	i,f	W
Hippoglossoides platessoides	Lange schar		ma	b	f	i,f	Op
Hippoglossus hippoglossus	Heilbot		ma	b	f	i,f	Op
Labrus bergylta	Gevlekte lipvis		ma	d	r,v	i	Os
Lamna nasus	Haringhaai		ma	p	n.v.t.	f	W
Lampris guttatus	Koningsvis	L. luna	ma	p	n.v.t.	i,f	Op
Liparis montagui	Kleine slakdolf		ma	b	r,v	i	O
Lophius piscatorius	Zeeduivel		ma	b	m	f	Os
Mauroliscus muelleri	Lichtend sprotje		ma	p	n.v.t.	i	Op
Melanogrammus aeglefinus	Schelvis		ma	d	m	i,f	Ob
Merluccius merluccius	Heek		ma	d	m	f	Op
Micromesistius poutassou	Blauwe wijting		ma	p	n.v.t.	i	Op
Microstomus kitt	Tongschar		ma	b	r	i	Op
Mola mola	Maanvis		ma	p	n.v.t.	i,v	Op
Molva molva	Leng		ma	d	r	i,f	Ob
Mullus surmuletus	Mul		ma	b	r	i	Op
Mustelus asterias	Gevlekte gladde haai		ma	d	m	i,f	W
Mustelus mustelus	Gladde haai		ma	d	m	i	V
Pollachius virens	Koolvis		ma	d	r	i,f	Op
Pomatoschistus lozanoi	Lozano's grondel		ma	b	s	i	Ob
Pomatoschistus pictus	Kleurige grondel		ma	b	s	i	Ob
Raja batis	Vleet		ma	b	s	i,f	Os
Raja clavata	Stekelrog		ma	b	s	i	Os
Scomber scombrus	Makreel		ma	p	n.v.t.	i,f	Op
Scomberesox saurus	Makreelgeep		ma	p	n.v.t.	p,i,f	Op
Scyliorhinus canicula	Hondshaai		ma	d	f	i,f	Os
Scyliorhinus stellaris	Kathaa		ma	d	r	i,f	Os
Sebastes viviparus	Kleine roodbaars		ma	b	r	i,f	W
Solea lascaris	Franse tong		ma	d	f	i	Op
Squalus acanthias	Doornhaai		ma	b	f	i,f	W
Squatina squatina	Zeeengel		ma	b	f	i,f	W
Trachinotus ovatus	Gaffelmakreel		ma	p	n.v.t.	i,f	Op
Trachinus draco	Grote pieterman		ma	b	f	i,f	Op
Trachurus trachurus	Horsmakreel		ma	d	s	i,f	Op
Trisopterus minutus	Dwergbolk		ma	d	r	i,f	Ob
Zeugopterus punctatus	Gevlekte griet		ma	b	r	i,f	Ob
Zeus faber	Zonnevis		ma	p	r,v	i,f	Op
Atherina presbyter	Koornaarvis	Hepsetia p.	mj	p	n.v.t.	i,f	Ov
Clupea harengus	Haring		mj	p	n.v.t.	i,f	Ob
Dicentrarchus labrax	Zeebaars	Morone l.	mj	d	m	i,f	Op
Gadus morhua	Kabeljauw		mj	d	f	i,f	Op
Limanda limanda	Schar		mj	b	s	i,f	Ob
Merlangius merlangus	Wijting		mj	d	f	i,f	Ob
Pagellus bogaraveo	Zeebrasem	P. centrodonatus	mj	d	m	o	Op
Pleuronectes platessa	Schol		mj	b	f	i	Op
Pollachius pollachius	Pollak		mj	d	r	f	Op
Scophthalmus maximus	Tarbot	Psetta maxima	mj	b	f	f	Op
Scophthalmus rhombus	Griet		mj	b	f	i,f	Ob
Sebastes marinus	Roodbaars		mj	p	n.v.t.	i,f	W
Solea solea	Tong	S. vulgaris	mj	b	f	i	Op
Spondyliosoma cantharus	Zeekarper		mj	b	m,v	o	Og
Trigla lucerna	Rode poon		mj	d	f	i,f	Ob
Trisopterus luscus	Steenbolk		mj	d	m	i,f	Ob
Belone belone	Geep		ms	p	n.v.t.	i,f	Ov
Chelon labrosus	Diklipharder	Mugil chelo; Crenimugil l.;	ms	d	r,v	p,i,d	Op
Ciliata mustela	Vijfdradige meun	Onos mustelus	ms	b	m	f	Op
Cyclopterus lumpus	Snotolf		ms	b	r	i,f	Og
Dasyatis pastinaca	Pijlstaartrog		ms	b	f	i,f	W
Engraulis encrasicolus	Ansjovis		ms	p	n.v.t.	p	Op
Eutrigla gurnardus	Grauwe poon		ms	b	s	i,f	Op
Liza aurata	Goudharder	Mugil auratus	ms	p	n.v.t.	p,i,j,v	Op
Sardina pilchardus	Sardien/Pelser		ms	p	n.v.t.	p,i	Op
Sprattus sprattus	Sprot		ms	p	n.v.t.	p	Op

Tabel 2

Overzicht hoeveelheid informatie per ecologisch gilde.

		zout paai/embryonale fase	zout opgroei	zout volwassen	temperatuur	zuurstof
	
Diadrome soorten						
Aantal soorten	12					
% met info		17%	17%	92%	50%	58%
Estuariene soorten						
Aantal soorten	20					
% met info		0%	15%	30%	25%	20%
Zoetwatersoorten						
Aantal soorten	31					
% met info		23%	10%	48%	90%	61%
Marine soorten, dwaalgasten						
Aantal soorten	57					
% met info		0%	0%	0%	0%	4%
Marine soorten, met name juveniel stadium						
Aantal soorten	16					
% met info		13%	19%	25%	25%	38%
Marine soorten, seizoensgebonden						
Aantal soorten	10					
% met info		10%	0%	10%	10%	10%
Totaal aantal soorten		146				

Tabel 3.1 Zouttoleranties tijdens paai en embryonale fase.

Wetenschappelijke naam	nederlandse naam	Ecol. gilde	zouttolerantie (promillage totaal zout (saliniteit) danwel anders) paai/embryonale fase
Gasterosteus aculeatus	zoetwaters in gematigd klimaat karperachtigen		ontwikkeling jongbroed < 5-6 (23) voor succesvolle voortplanting < 5 (27)
Petromyzon marinus	Driedoornige stekelbaars Zeeprik	ca ca	eiontwikkeling tot > 20,0, larvale ontwikkeling < 28 (28); paaien en broedzorg 0->20, larvale ontwikkeling tot > 28 (31) zoet-zout
Abramis brama	Brasem	fw	voortplanting < 3 (27); bevruchting < 2,8-10, eiontwikkeling < 5,6-10,0, larvale ontwikkeling < 5,0 (28)
Cyprinus carpio	Karper	fw	bevruchting < 5, eiontwikkeling < 5,0 (28)
Esox lucius	Snoek	fw	bevruchting < 6,0 , eiontwikkeling < 6,0 (28)
Gymnocephalus cernua	Pos	fw	bevruchting tot > 8, eiontwikkeling < 7,0 (28)
Perca fluviatilis	Baars	fw	bevruchting tot > 8, eiontwikkeling < 7,0 (28)
Rutilus rutilus	Blankvoorn	fw	bevruchting < 5-10, eiontwikkeling < 1,8-3,0, larvale ontwikkeling < 10,0 (28)
Stizostedion lucioperca	Snoekbaars	fw	bevruchting < 5-10, eiontwikkeling < 10,0, larvale ontwikkeling < 3,8-7,0 (28) voorkeur bij paaien voor < 5 (23); bevruchting < 10,0, eiontwikkeling < 10,0, larvale ontwikkeling < 3,8-7,0 (28)
Clupea harengus	Haring	mj	ei ook < 5 tot zoet (6); < 70 % eieren bevrucht bij 5 (59)
Pleuronectes platessa	Schol	mj	< 50% van eieren bevruchting bij 5 (59); eiontwikkeling <65 en >15 (59)
Chelon labrosus	Diklipharder	ms	broed bij geleidelijke gewenning 35-40 dagen vanuit 20 naar 116 geen stress verschijnselen (16, 35); broed direct vanuit 20 dan LC50 (24h) bij 45 (16, 35)

.....
Tabel 3.2
Zouttoleranties tijdens de opgroefase.

Wetenschappelijke naam	nederlandse naam	Ecol. gilde	zouttolerantie (promillage totaal zout (saliniteit) danwel anders) opgroei
.....
.....	anadrome salmoniden	.....	.....
Salmo salar	Zalm	ca	.....
Anguilla anguilla	Paling	ca	bij stroomafwaartse migratie grotere tolerantie voor zoutfluctuaties (10)
Platichthys flesus	Bot	er	bij directe overplaatsing van zoet- naar zeewater overleeft tot 95% van smolts (38)
Pomatoschistus minutus	Dikkopje	er	zoet-zout
Pomatoschistus microps	Brakwatergrondel	er	relatief grote range (6) voorkeur 20-35, minder zoet als P. microps (6)
Pungitius pungitius	Tiendoorrnige stekelbaars	fw	zoet tot zee; voorkeur 15-30 (6); overleving in gedestilleerd water voor twee weken na acclimatisatie in 6-8 (8); geen sterfte bij snelle overgangen bijv 27,4naar 35,6 (8)
Esox lucius	Snoek	fw	0->22,5 (21, 30)
Perca fluviatilis	Baars	fw	in Oostzee prederen bij > 3 (10); in Oostzee prederen bij > 3 (10);
Pleuronectes platessa	Schol	mj	0,5-max (6)
Clupea harengus	Haring	mj	juveniel ook < 5 tot zoet (6)
Gadus morhua	Kabeljauw	mj	optimaal > 5-10 (6); minimaal 9,2-34,5 (18); minimaal 7-28 (19, 32)

..... Tabel 3.3 Zouttoleranties in volwassen stadium.			
Wetenschappelijke naam	nederlandse naam	Ecol. gilde	zouttolerantie (promillage totaal zout (saliniteit) danwel anders) volwassen
.....			
<i>Alosa sapidissima</i>	zoetwatervis in gematigd klimaat anadrome salomoniden Amerikaanse fint	.....	< 15 (29) hoge sterfte bij snelle overgang (2 tot 5 uur) van zout naar zoet water, in een estuarium doen ze er tot 70 uur over (12)
<i>Gasterosteus aculeatus</i>	Driedoornige stekelbaars	ca	zoet tot 35 en hoger, o.a. afhankelijk van populatie en seizoen (9)
<i>Alosa alosa</i>	Elft	ca	zoet-zout
<i>Alosa fallax</i>	Fint	ca	zoet-zout
<i>Anguilla anguilla</i>	Paling	ca	zoet-zout
<i>Coregonus lavaretus</i>	Grote marene	ca	zoet-zout
<i>Lampetra fluviatilis</i>	Rivierprik	ca	zoet-zout
<i>Osmerus eperlanus</i>	Spierprik	ca	zoet-zout
<i>Petromyzon marinus</i>	Zee-prik	ca	zoet-zout
<i>Salmo trutta trutta</i>	Zeeforel	ca	zoet-zout
<i>Salmo salar</i>	Zalm	ca	zoet-zout
<i>Acipenser sturio</i>	Steur	ca	zoet-zout (6)
<i>Liza ramada</i>	Dunlipharder	ca	zoet-zout; optimum veld 5-17 (33)
<i>Spinachia spinachia</i>	Zeestekelbaars	er	in Oostzee tot lage waarden (9)
<i>Atherina boyeri</i>	Kleine kooernaarvis	er	optimum veld 2-19 (33)
<i>Platichthys flesus</i>	Bot	er	relatief grote range (6)
<i>Pomatoschistus minutus</i>	Dikkopje	er	voorkeur 20-35, minder zoet als P. microps (6)
<i>Pomatoschistus microps</i>	Brakwatergrondel	er	zoet tot zee; voorkeur 15-30 (6); overleving in gedestilleerd water voor twee weken na acclimatisatie in 6-8 (8); geen sterfte bij snelle overgangen bijv 27,4 naar 35,6 (8)
<i>Coregonus oxyrinchus</i>	Houting	er	zoet-zout
<i>Pungitius pungitius</i>	Tienddoornige stekelbaars	fw	0-22,5 (21, 30)
<i>Leuciscus idus</i>	Winde	fw	< 15 (24)
<i>Blicca bjoerkna</i>	Kolblei	fw	< 15 (24)
<i>Stizostedion luciopectus</i>	Snoekbaars	fw	< 15 (24); < 20 (62)
<i>Alburnus alburnus</i>	Alver	fw	< 15,5-17,0 (62)
<i>Chondrostoma nasus</i>	Sneep	fw	< 15,5-17,0 (62)
<i>Scardinus erythrophthalmus</i>	Ruisvoorn	fw	< 15-17 (10); < 10 (27); < 15 (24); < 15,5-17,0 (62)
<i>Abramis brama</i>	Brasem	fw	< 15-17 (10); < 15 (24); < 15,5-17,0 (62)
<i>Rutilus rutilus</i>	Blankvoorn	fw	< 15-17 (10); < 15 (24); < 15,5-17,0 (62)
<i>Gobio gobio</i>	Riviergrondel	fw	< 15-17 (10); < 15 (24); < 15,5-17,0 (62)
<i>Cyprinus carpio</i>	Karper	fw	< 17,0-18,5 (62)
<i>Tinca tinca</i>	Zeeelt	fw	< 17,0-18,5 (62)
<i>Gymnocephalus cernua</i>	Pos	fw	< 20 (62)
<i>Perca fluviatilis</i>	Baars	fw	in Oostzee prederen bij > 3 (10); < 15 (24); < 10 (66)
<i>Esox lucius</i>	Snoek	fw	in Oostzee prederen bij > 3 (10); < 17,0-18,5 (62)
<i>Pleuronectes platessa</i>	Schol	mij	0,5-max (6)
<i>Clupea harengus</i>	Haring	mij	> 5-10 (6); > 1-3 (24)
<i>Atherina presbyter</i>	Kooernaarvis	mij	optimum veld 15-31 (33)
<i>Dicentrarchus labrax</i>	Zeebaars	mij	zoet-hypersalinen tot > 60 (15)
<i>Liza aurata</i>	Goudharder	ms	optimum veld 1-10 (33)

Tabel 4
Temperatuurtoleranties per soort en ecologisch gilde.

Wetenschappelijke naam	nederlandse naam	Ecol. gilde	Temperatuurtolerantie (graden Celsius)
Coregonus lavaretus	Grote marene	ca	0-30 (7) stijging van 5-6C in herfst of winter induceert vroegtijdig paaien (7); meeste soorten verdragen een stijging van 8-10C in embryo-fase (7); bij stijging van 0 naar 2 in paai seizoen in de winter wordt paai sterk verstoord (7); <22-23C tijdens zomermaanden (7); paairange 0-4 (7); lethaal 25-31,3, verstorend 20-29 (7)
Gasterosteus aculeatus	Driedoornige stekelbaars	ca	paaien < 30 (9); voor goede voortplanting en opgroei >15 (26)
Liza ramada	Dunilphardder	ca	optimum veld 13-20 (33)
Osmerus eperlanus	Spiering	ca	paairange 0,5-12 vooral 4-12 (7)
Salmo salar	Zalm	ca	Otot7-22 tot 33 (4); langere tijd <27,8 (4); stijging van 5-6C in winter en heft verstoord embryo en larve (7); <20-21C tijdens zomermaanden (7); paairange 1-8 vooral 2-6 (7); lethaal 25-30, verstorend 16-23 (7)
Salmo trutta trutta	Zeeforel	ca	voor groei 4-19,5; totaal 0-25 of 30; volwassen langere tijd <24,7; ei ontwikkeling 0-15; uitkomende eieren 0-13 (4); stijging van 5-6C in winter en heft verstoord embryo en larve (7); meer info
Salmo trutta trutta	Zeeforel		<20-21C tijdens zomermaanden (7); paairange 1-8 vooral 2-6 (7); lethaal 25-30, verstorend 16-23 (7)
Atherina boyeri	Kleine kooaarvis	er	optimum veld 13-23 (33)
Coregonus oxyrinchus	Houting	er	bij stijging van 0 naar 2 in paai seizoen in de winter wordt paai sterk verstoord (7); <22-23C tijdens zomermaanden (7); lethaal 22,8-31, verstorend 25 (7)
Platichthys flesus	Bot	er	relatief grote range (6)
Pomatoschistus microps	Brakwatergrondel	er	> 5 anders zeewaartse migratie; lethaal -1 tot -2 (6)
Pomatoschistus minutus	Dikkopje	er	> 2 anders zeewaartse migratie (6)
Abramis brama	Brasem	fw	paairange 8-24 vooral 12-20 (7); lethaal 30-34, verstorend 27,9-33 (7)
Alburnus alburnus	Alver	fw	paairange 14-28 vooral 17-28 (7); lethaal 37,7 (7)
Aspius aspius	Roofblei	fw	paairange 9-15 (7)
Barbus barbus	Barbeel	fw	paairange 15,6-29 vooral 15,6-20 (7)
Blicca bjoerkna	Kolblei	fw	paairange 12-25 vooral 16-25 (7)
Carassius auratus auratus	Goudvis	fw	Otot17-27 tot 42 (4); langere tijd < 41,0 (4)
Carassius auratus gibelio	Giebel	fw	Otot17-27 tot 42 (4); langere tijd < 41,0 (4); paairange 15-22 vooral 15-19 (7)
Carassius carassius	Kroeskarper	fw	paairange 16-18 en hoger (7); lethaal 37,7-38,3, verstorend 34,6-36 (7)
Chondrostoma nasus	Sneep	fw	paairange 8-16,2 (7); ei ontwikkeling <10-19 (37)
Ctenopharyngodon idella	Graskarper	fw	lethaal 38,5, verstorend 34 (7)
Cyprinus carpio	Karper	fw	paairange 16,8-20 (7); lethaal 40,6-40,9, verstorend > 32,5-34,8 (7)
Esox lucius	Snoek	fw	stijging van 5-6C in het voorjaar dood embryo (7); paairange 0,2-23 vooral 4-17 (7); lethaal 28,4-34 (7)
Gobio gobio	Riviergrondel	fw	paairange rond 12 (7); lethaal 27,2-36,7, verstorend >30,8-30,9 (7)
Gymnocephalus cernua	Pos	fw	paairange 6,4-22 vooral 6,4-12 (7); lethaal 30,4-34,5, verstorend > 29,8 (7)
Leuciscus cephalus	Kopvoorn	fw	paairange rond 18,3 (7); lethaal 37,9-38,8, verstorend >33,6-34 (7)
Leuciscus idus	Winde	fw	paairange 4-15 (7); lethaal 23,7-37,9 (7)
Leuciscus leuciscus	Serpeling	fw	paairange 5-10 vooral 5-9 (7)
Lota lota	Kwabaal	fw	bij stijging van 0 naar 2 in paai seizoen in de winter wordt paai sterk verstoord (7)
Oncorhynchus mykiss	Regenboogforel	fw	Otot9-19 tot 30; volwassen langere tijd <26,2 (4); paairange 4-10 vooral 6-8 (7); lethaal 24,9-26,3 (7)
Perca fluviatilis	Baars	fw	paairange 5-17 vooral 6-15 (7); lethaal 30-36,2, verstorend 30,5-32 (7)
Pungitius pungitius	Tienddoornige stekelbaars	fw	voor goede voortplanting en opgroei >15 (26)
Rutilus rutilus	Blankvoorn	fw	Otot12-25 tot 38; langere tijd <33,5 (4); paairange 5-22 vooral 8-19,4 (7); lethaal 26,5-37,8, verstorend 29,2-33 (7)

(vervolg tabel 4)

Wetenschappelijke naam	nederlandse naam	Ecol. glide	Temperatuurtolerantie (graden Celsius)
Salmo trutta fario	Beekforel	fw	voor groei 4-19,5; totaal 0-25 of 30; volwassen langere tijd <24,7; eiontwikkeling 0-15; uitkomende eieren 0-13 (4); stijging van <20-21°C tijdens zomermaanden (7); paairange bij 6 (7); lethaal 22,7-27,2 (7)
Salmo trutta fario	Beekforel	fw	paairange 14-28 vooral 14 (7); lethaal 31,2-37,2, verstorend 30,0-33,6 (7)
Scardinius erythrophthalmus	Ruisvoorn	fw	paairange 18-27 vooral 18-25 (7)
Silurus glanis	Meerval	fw	paairange 5,5-26 vooral 8-22 (7); lethaal 31,5-37, verstorend 31,6-33 (7)
Stizostedion lucioperca	Snoekbaars	fw	paairange 18-27,5 (7); lethaal 30,2-39,3, verstorend 32,1-33,2 (7)
Tinca tinca	Zeelt	fw	paairange 12-30 vooral 14-24 (7)
Vimba vimba	Blauwmeus	fw	
Atherina presbyter	Koornaarvis	mij	optimum veld 13-26 (33)
Dicentrarchus labrax	Zeebaars	mij	optimum veld 12 (33)
Gadus morhua	Kabeljauw	mij	preferentie 2-10 en eenzomere vis hoger; lethaal <-0,5 en juveniel lethaal <-1,4 (6)
Pleuronectes platessa	Schol	mij	-1-28 (6)
Liza aurata	Goudharder	ms	optimum veld 12-21 (33)

Tabel 5.
Zuurstoftoleranties per soort en ecologisch glide.

Wetenschappelijke naam	nederlandse naam	Ecol. glide	zuurstoftolerantie (mg zuurstof/l of verzadigingspercentage (%))
Acipenser sturio	Siteur	ca	langere tijd >30% en korte tijd >20% anders lethaal (6)
Anguilla anguilla	Paling	ca	in leven tot < 1,5 (24)
Coregonus lavaretus	Grote marene	ca	juveniel en adult >1,0-1,9 anders lethaal (5)
Liza ramada	Dunilpharder	ca	optimum veld 10-13 (33)
Osmorus eperlanus	Spiering	ca	in leven bij > 3 (24)
Salmo salar	Zalm	ca	eenzomerige vis >1,9 bij 16C (5) (jongere stadia niet opgenomen)
Salmo trutta trutta	Zeeforel	ca	eenzomerige Salmo trutta 100% dood bij 1,3-2,3 bij 9-21C (5); eenzomerige Salmo trutta eerste dood bij 1,6-2,8 bij 9-21C (5) (jongere stadia niet opgenomen)
Atherina boyeri	Kleine koornaarvis	er	optimum veld 6-12 (33)
Platichthys flesus	Bot	er	relatief grote range (6); in leven bij > 5 mg in veld (22); in leven bij > 3 in veld (24)
Pomatoschistus microps	Brakwatergrondel	er	langere tijd >30% en korte tijd >20% anders lethaal (6)
Pomatoschistus minutus	Dikkopje	er	langere tijd >30% en korte tijd >20% anders lethaal (6)
Abramis brama	Brasem	fw	100% dood bij 0-20C bij 0,2-0,6; 100% dood bij 0C bij 0,4-0,5; 1-2jaar eerste dood bij 15-25C bij 0,5-1,6; 1-262mg/vis
Carassius auratus auratus	Goudvis	fw	50% dood bij 16-22C bij 0,7-1,9 (5)
Carassius auratus gibelio	Giebel	fw	1jarige vis 100% dood bij 1-32C bij < 2,0; 6 g/vis 100% dood bij 27-28C bij 0,1; 6g/vis geen dood bij 21-28C bij >0,6-1,0 (5)
Carassius carassius	Kroeskarpier	fw	1jarige vis 100% dood bij 1-32C bij < 2,0; 6 g/vis 100% dood bij 27-28C bij 0,1; 6g/vis geen dood bij 21-28C bij >0,6-1,0 (5)
Ctenopharyngodon idella	Graskarpier	fw	geen dood na twee maanden bij 5C bij 0,0, daarna bij 16C wel dood; eerste dood bij 0C bij 0,1 (5)
Cyprinus carpio	Karpier	fw	1,8-78 g/vis bij 12-18C bij <0,2-0,6 lethaal (5);
Esox lucius	Snoek	fw	8 cm vis 50% dood bij 10-20C bij 0,4-2,8; eerste dood bij 0C bij 0,2-0,3; 2jarige vis dood bij 5-8C bij 0,3-0,8 (5)
Gymnocephalus cernua	Pos	fw	100% dood bij 15C bij 3,1; 100% dood bij 4C bij 2,3; eerste dood bij 0C bij 0,3-0,6; 100% dood bij 0-20C bij 0,2-0,5; 1-2jarige vis 50% dood bij 15-25C bij 0,5-1,6 (5)
Lepomis gibbosus	Zonnebaars	fw	100% dood bij 0-10C bij 0,2-0,4 (5)
Leuciscus cephalus	Kopvoorn	fw	100% dood bij 15C bij 3,1; 100% dood bij <4C bij 0,9; 24 g/vis 100% dood bij 19-21C bij <2,0 (5)
Leuciscus idus	Winde	fw	13 cm vislengte 50% dood bij 20C bij 1,1 (5)
Leuciscus leuciscus	Serpeling	fw	eerste dood bij 0C bij 0,5 (5)
Lota lota	Kwabaal	fw	11 cm vislengte 50% dood bij 20C bij 1,6 (5)
Oncorhynchus mykiss	Regenboogforel	fw	830g/vis 100% dood bij 20-33C bij <2,0; eerste dood bij 0C bij 1,4-3,2 (5)
Perca fluviatilis	Baars	fw	6mnd oude vis 50% dood bij 13-20C bij 1,3-1,6; 6mnd oude vis 50% dood bij 13-20C bij 30mgCO2/l bij 2,6-2,7 (5); eenzomerige vis 100% dood bij 11-22C bij 0,8-1,4; tweezomerige vis in leven tot 0,5-1,5 bij 15C bij accl. op resp. 3 en 19 (5)
Rutilus rutilus	Blankvoorn	fw	10 cm vislengte 50% dood bij 10-20C bij 0,5-1,2; eenzomerige vis 100% dood bij 11-23C bij 0,4-0,9; 100% dood bij 0-20C bij 0,2-0,4; eerste dood bij 0C bij 0,2-0,6; volwassen bij 15C in leven bij > 0,4; volwassen bij 25C in leven bij > 1,4 (5)
Salmo trutta fario	Beekforel	fw	vislengte 10 cm 50% dood bij 10-20C bij 0,4-1,2; eerste dood bij 0C bij 0,7; volwassen bij 15-23C bij 0,6-1,6; 100% dood bij 0-10C bij 0,1-0,4; 2-3jarige vis 50% dood bij 15-25C bij 0,4-2,2 (5)
Stizostedion lucioperca	Snoekbaars	fw	eenzomerige Salmo trutta 100% dood bij 1,3-2,3 bij 9-21C (5); eenzomerige Salmo trutta eerste dood bij 1,6-2,8 bij 9-21C (5) (jongere stadia niet opgenomen)
Tinca tinca	Zeeelt	fw	0,3 mg/vis 50% dood bij 18-20C bij 5,0-6,5; 0,7-1,1 mg/vis 50% dood bij 20-25C bij 3,4-4,8; 358-1725 mg/vis 50% dood bij 22-26C bij 1,3-1,9; 100% dood bij 0-20C bij 0,5-0,8; eerste dood bij 0C bij 0,5 (5)
Pomatoschistus lozanoi	Lozano's grondel	ma	vislengte 7,5 cm 50% dood bij 10-16C bij 0,2-0,4; eerste dood bij 0C bij 0,1-0,2; evenwicht weg bij 11-31C bij 0,2-1,5 (5)
Pomatoschistus pictus	Kleurige grondel	ma	in leven voor langere tijd bij >30%, voor korte tijd >20% anders lethaal (6)
			langere tijd >30% en korte tijd >20% anders lethaal (6)

(vervolg tabel 5)

Wetenschappelijke naam	nederlandse naam	Ecol. gilde	zuurstoftolerantie (mg zuurstof/l of verzadigingspercentage (%))
Atherina presbyter	Koorbaarvis	mj	optimum veld 5-12 (33)
Clupea harengus	Haring	mj	langere tijd >30%, kort tijd >20% (6)
Dicentrarchus labrax	Zeebaars	mj	zwemt actief naar gewenste gehalte (17); optimum veld 9-10 (33)
Gadus morhua	Kabeljauw	mj	langere tijd >30% (6); bij 8C en 35 promille zout eerste dood bij 60% (20, 36)
Limanda limanda	Schar	mj	bij 8C en 35 promille zout eerste dood bij 30% (20, 36)
Pleuronectes platessa	Schol	mj	in leven voor langere tijd bij > 30%, korte tijd >20% (6); bij 8C en 35promille zout eerste dood bij 30% (20, 36)
Liza aurata	Goudharder	ms	optimum veld 10-11 (33)

Tabel 6

Te verwachten dominante en diadrome vissoorten in 'nieuwe' zoet-zout gradiënten benedenrivierengebied.

Wetenschappelijke naam	nederlandse naam	
<i>Alosa fallax</i>	Fint	
<i>Anguilla anguilla</i>	Paling	
<i>Coregonus lavaretus</i>	Grote marene	
<i>Gasterosteus aculeatus</i>	Driedoornige stekelbaars	
<i>Lampetra fluviatilis</i>	Rivierprik	
<i>Liza ramada</i>	Dunlipharder	
<i>Osmerus eperlanus</i>	Spiering	
<i>Petromyzon marinus</i>	Zee-prik	
<i>Salmo salar</i>	Zalm	
<i>Salmo trutta trutta</i>	Zeeforel	
Aantal diadrome soorten		10
<i>Agonus cataphractus</i>	Harnasmannetje	
<i>Ammodytes tobianus</i>	Zandspiering	
<i>Aphia minuta</i>	Glasgrondel	
<i>Atherina boyeri</i>	Kleine kooernaarvis	
<i>Coregonus oxyrinchus</i>	Houting	
<i>Gobius niger</i>	Zwarte grondel	
<i>Myoxocephalus scorpius</i>	Zeedonderpad	
<i>Pholis gunnellus</i>	Botervis	
<i>Platichthys flesus</i>	Bot	
<i>Pomatoschistus microps</i>	Brakwatergrondel	
<i>Pomatoschistus minutus</i>	Dikkopje	
<i>Raniceps raninus</i>	Vorskwab	
<i>Syngnathus acus</i>	Grote zeenaal	
<i>Syngnathus rostellatus</i>	Kleine zeenaal	
<i>Zoarces viviparus</i>	Puitaal	
Aantal estuariene soorten		15
<i>Abramis brama</i>	Brasem	
<i>Alburnus alburnus</i>	Alver	
<i>Aspius aspius</i>	Roofblei	
<i>Blicca bjoerkna</i>	Kolblei	
<i>Cottus gobio</i>	Rivierdonderpad	
<i>Gobio gobio</i>	Riviergrondel	
<i>Gymnocephalus cernua</i>	Pos	
<i>Leuciscus idus</i>	Winde	
<i>Perca fluviatilis</i>	Baars	
<i>Rutilus rutilus</i>	Blankvoorn	
<i>Salmo trutta fario</i>	Beekforel	
<i>Stizostedion lucioperca</i>	Snoekbaars	
Aantal zoetwater soorten		12
<i>Buglossidium luteum</i>	Dwergtong	
<i>Callionymus lyra</i>	Pitvis	
<i>Entelurus aequoreus</i>	Adderzeenaal	
<i>Gaidropsarus vulgaris</i>	Driedradige meun	
<i>Labrus bergylta</i>	Gevlekte lipvis	
<i>Mullus surmuletus</i>	Mul	
<i>Pollachius virens</i>	Koolvis	
<i>Scomber scombrus</i>	Makreel	
<i>Trachurus trachurus</i>	Horsmakreel	
Aantal soorten mariene dwaalgast		9
<i>Atherina presbyter</i>	Kooernaarvis	
<i>Clupea harengus</i>	Haring	
<i>Dicentrarchus labrax</i>	Zeebaars	
<i>Gadus morhua</i>	Kabeljauw	
<i>Limanda limanda</i>	Schar	
<i>Merlangius merlangus</i>	Wijting	
<i>Pleuronectes platessa</i>	Schol	
<i>Pollachius pollachius</i>	Pollak	
<i>Scophthalmus rhombus</i>	Griet	
<i>Solea solea</i>	Tong	
<i>Trigla lucerna</i>	Rode poon	
<i>Trisopterus luscus</i>	Steenbol	
Aantal soorten marien juveniel		12
<i>Chelon labrosus</i>	Diklipharder	
<i>Ciliata mustela</i>	Vijfdradige meun	
<i>Cyclopterus lumpus</i>	Snotolf	
<i>Sprattus sprattus</i>	Sprot	
Aantal soorten marien seizoensgebonden		4
Totaal aantal vissoorten		62

.....

Tabel 7

Voorkeur voor zoutgehalte van dominante en diadrome vissoorten in een zoet-zout gradiënten in het benedenrivierengebied.

Wetenschappelijke naam	nederlandse naam	Ecol. gilde	zoet water < 0,3 g Cl/l saliniteit < 0,55‰	oligohalinen of zwak brak 0,3-3,0 g Cl/l saliniteit 0,55- 5,5‰	mesohalinen of matig brak 3,0-10,0 g Cl/l saliniteit 5,5-18‰	polyhalinen of sterk brak 10,0-17,0 g Cl/l saliniteit 18,0-30,5‰	euhalinen of zout water >17,0 g Cl/l saliniteit > 30,5‰
Alosa fallax	Fint	ca	.....	.....	.....	.....	.....
Anguilla anguilla	Paling	ca	.....	.....	.....	.....	.....
Coregonus lavaretus	Grote marene	ca	.....	.....	.....	.....	.....
Gasterosteus aculeatus	Driedoornige stekelbaars	ca	.....	.....	.....	.....	.....
Lampetra fluviatilis	Rivierprik	ca	.....	.....	.....	.....	.....
Liza ramada	Dunlipharder	ca	.....	.....	.....	.....	.....
Osmerus eperlanus	Spiering	ca	.....	.....	.....	.....	.....
Petromyzon marinus	Zeeprik	ca	.....	.....	.....	.....	.....
Salmo salar	Zalm	ca	.....	.....	.....	.....	.....
Salmo trutta trutta	Zeeforel	ca	.....	.....	.....	.....	.....
Abramis brama	Brasem	fw	.....	.....	.....	.....	.....
Alburnus alburnus	Alver	fw	.....	.....	.....	.....	.....
Aspius aspius	Roofblei	fw	.....	.....	.....	.....	.....
Blicca bjoerkna	Kolblei	fw	.....	.....	.....	.....	.....
Cottus gobio	Rivierdonderpad	fw	.....	.....	.....	.....	.....
Gobio gobio	Riviergrondel	fw	.....	.....	.....	.....	.....
Gymnocephalus cernua	Pos	fw	.....	.....	.....	.....	.....
Leuciscus idus	Winde	fw	.....	.....	.....	.....	.....
Perca fluviatilis	Baars	fw	.....	.....	.....	.....	.....
Rutilus rutilus	Blankvoorn	fw	.....	.....	.....	.....	.....
Salmo trutta fario	Beekforel	fw	.....	.....	.....	.....	.....
Sbstonedion lucioperca	Snoekbaars	fw	.....	.....	.....	.....	.....
Agonus cataphractus	Harnasmannetje	er	-	-	-	.....	.....
Ammodytes tobianus	Zandspierting	er	-	-	-	.....	.....
Aphia minuta	Glasgrondel	er	-	-	-	.....	.....
Atherina boyeri	Kleine koorbaarvis	er	-	-	-	.....	.....
Coregonus oxyrinchus	Houting	er	.....	.....	.....	.....	.....
Gobius niger	Zwarte grondel	er	-	-	-	.....	.....
Myoxocephalus scorpius	Zeedonderpad	er	-	-	-	.....	.....
Pholis gunnellus	Botervis	er	-	-	-	.....	.....
Platichthys flesus	Bot	er	.....	.....	.....	.....	.....
Pomatoschistus microps	Brakwatergrondel	er	.....	.....	.....	.....	.....
Pomatoschistus minutus	Dikkopje	er	.....	.....	.....	.....	.....
Raniceps raninus	Vorskwab	er	-	-	-	.....	.....
Syngnathus acus	Grote zeenaald	er	-	-	-	.....	.....
Syngnathus rostellatus	Kleine zeenaald	er	-	-	-	.....	.....
Zoarcos viviparus	Puitaal	er	-	-	-	.....	.....

(vervolg tabel 7)

Wetenschappelijke naam	nederlandse naam	Ecol. gilde	zoet water < 0,3 g Cl/l saliniteit < 0,55‰	oligohalinen of zwak brak 0,3-3,0 g Cl/l saliniteit 0,55- 5,5‰	mesohalinen of matig brak 3,0-10,0 g Cl/l saliniteit 5,5-18‰	polyhalinen of sterk brak 10,0-17,0 g Cl/l saliniteit 18,0-30,5‰	euhalinen of zout water >17,0 g Cl/l saliniteit > 30,5‰
Atherina presbyter	Koornaarvis	mj	-	-	-	xxxxxx	xxxxxx
Clupea harengus	Haring	mj	-	xxxxxx	xxxxxx	xxxxxx	xxxxxx
Dicentrarchus labrax	Zeebaars	mj	-	-	-	xxxxxx	xxxxxx
Gadus morhua	Kabeljauw	mj	-	-	-	xxxxxx	xxxxxx
Limanda limanda	Schar	mj	-	-	-	xxxxxx	xxxxxx
Merlangius merlangus	Wijting	mj	-	-	-	xxxxxx	xxxxxx
Pleuronectes platessa	Schol	mj	-	xxxxxx	xxxxxx	xxxxxx	xxxxxx
Pollachius pollachius	Pollak	mj	-	-	-	xxxxxx	xxxxxx
Scophthalmus rhombus	Griet	mj	-	xxxxxx	xxxxxx	xxxxxx	xxxxxx
Solea solea	Tong	mj	-	xxxxxx	xxxxxx	xxxxxx	xxxxxx
Trigla lucerna	Rode poon	mj	-	-	-	xxxxxx	xxxxxx
Trisopterus luscus	Steenbolk	mj	-	-	-	xxxxxx	xxxxxx
Chelon labrosus	Diklipharder	ms	-	-	xxxxxx	xxxxxx	xxxxxx
Ciliata mustela	Vijfdradige meun	ms	-	-	-	xxxxxx	xxxxxx
Cyclopterus lumpus	Snotlof	ms	-	-	-	xxxxxx	xxxxxx
Sprattus sprattus	Sprot	ms	-	xxxxxx	xxxxxx	xxxxxx	xxxxxx
Buglossidium luteum	Dwergtong	ma	-	-	-	xxxxxx	xxxxxx
Callionymus lyra	Pitvis	ma	-	-	-	xxxxxx	xxxxxx
Entelurus aequoreus	Adderzeenaald	ma	-	-	-	xxxxxx	xxxxxx
Gaidropsarus vulgaris	Driedradige meun	ma	-	-	-	xxxxxx	xxxxxx
Labrus bergylla	Gevlekte lipvis	ma	-	-	-	xxxxxx	xxxxxx
Mullus surmuletus	Mul	ma	-	-	-	xxxxxx	xxxxxx
Pollachius virens	Koolvis	ma	-	-	-	xxxxxx	xxxxxx
Scomber scombrus	Makreel	ma	-	-	-	xxxxxx	xxxxxx
Trachurus trachurus	Horsmakreel	ma	-	-	-	xxxxxx	xxxxxx

Figuren

Figuur 1
 Relatie tussen zuurstofverzadiging,
 temperatuur en zoutgehalte (lit. 41).

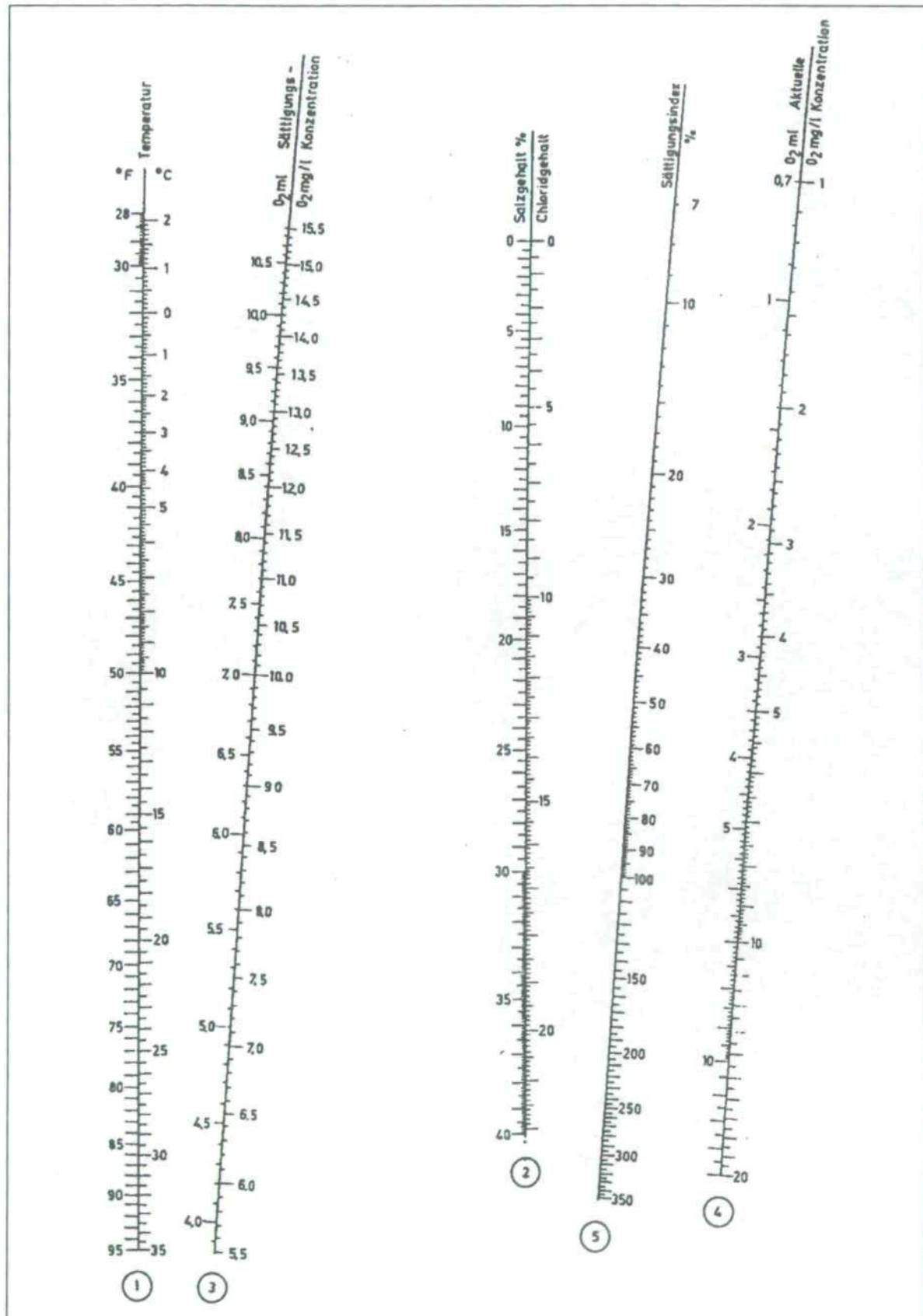
Saturation Levels of Oxygen Gas Dissolved in Water as a Function of Salinity and Temperature*									
Temp. (°C)	Salinity (ppt.)								
	0	5	10	15	20	25	30	35	40
5	14.8	14.4	13.9	13.5	13.0	12.5	12.1	11.6	11.2
10	13.0	12.6	12.2	11.8	11.4	11.0	10.6	10.2	9.8
15	10.3	10.0	9.7	9.4	9.2	8.9	8.6	8.3	8.1
20	9.4	9.1	8.8	8.6	8.4	8.1	7.9	7.6	7.4
25	8.5	8.3	8.0	7.8	7.6	7.4	7.2	6.9	6.7
30	7.8	7.6	7.4	7.2	7.0	6.8	6.6	6.4	6.2

*Recalculated from data of Horne (1969). Reprinted by permission of John Wiley & Sons, Inc. Values given as mg/l.

Figuur 2

Relatie tussen temperatuur, zuurstofconcentratie, zoutgehalte en chloridegehalte (lit. 40).

Ter bepaling van de hoeveelheid zuurstof bij 100% verzadiging wordt een lijn getrokken tussen de temperatuuras (1) en de zoutgehalte-as (2). Op het snijpunt met as (3) kan dan de hoeveelheid zuurstof bij 100% verzadiging worden afgelezen. Het snijpunt vanuit as 3 naar de gemeten zuurstofconcentratie op as 4 geeft dan weer het percentage zuurstofverzadiging op as 5.





Dit is een minder milieu belastende inbindmap

Deze BINDOMATIC ECO-map bestaat uit een achterzijde van recycled karton en een voorzijde van PVC-vrije folie.

● chloor-arm ● zwavelvrij ● onschadelijk in de vuilverbranding ● niet van invloed op de kwaliteit van het grond- en oppervlakte water